A Lendület Program 15 éve

A Lendület Program 15 éve

A Lendület Program 15 éve

Szerkesztette: Kozsík Diana

Magyar Tudományos Akadémia
2025

MTA MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA

Lendület Program

Az összefoglalók kéziratainak lezárási dátuma: 2024. szeptember 30., a kézirat többi részének lezárási dátuma: 2025. október 15.
A befogadó intézmények megnevezése a 2024. évi állapotot tükrözi, ennek megfelelően a szövegben az akkori jogutódok neve szerepel.
A kötetben szereplő összefoglalókat és azok képi anyagát (fotók, ábrák) a Magyar Tudományos Akadémia Lendület Programja támogatásában részesült kutatók bocsátották az MTA rendelkezésére.

© Kozsík Diana

© Magyar Tudományos Akadémia, 2025
Magyar Tudományos Akadémia
1051 Budapest, Széchenyi István tér 9.
mta.hu

Kiadja: Magyar Tudományos Akadémia
Kiadásért felel: Freund Tamás, az MTA elnöke
Nyelvi lektor: Földes Zsuzsanna
Tervezőgrafikus: Szabó Éva
Képszerkesztő, tördelő: Dudás Tamás

ISBN 978-615-6448-73-6 (pdf)

Minden jog fenntartva, beleértve a sokszorosítás, a nyilvános előadás, a rádió- és televízióadás, valamint a fordítás jogát, az egyes összefoglalókat illetően is.

Tartalomjegyzék

Kollár László: Főtitkári bevezető 14

Pálinkás József: Röviden a célokról és a kezdetekről 18

A Lendület Zsűri elnökeinek gondolatai a programról 20

Horváth Dániel — Pálinkó Éva: A Lendület Program a csoportvezetők szemével — összehasonlító elemzés 28

A Lendület-kutatócsoportok vezetőinek összefoglalói 48

2009
- Buday László 52
- Papp Balázs 56
- Szabadics János 60
- Tardos Gábor 62

2010
- Fekete Csaba 68
- Kóczy Á. László 70
- Stipsicz András 74
- Szakács Gergely 78

2011
- Báldi András 84
- Bíró Tamás 88
- Domokos Péter 92
- Geiszt Miklós 96
- Kovács Mihály 100
- Makara Judit 104
- Ősi Attila 108
- Reglődi Dóra 112
- Szüts Dávid 116

2012

Bajnok Zoltán 122
Csanády László 126
Dalos Anna 130
Fuxreiter Mónika 134
Guttman András 138
Gyuranecz Miklós 142
Hájos Norbert 146
Homolya László 150
Horváth Róbert 154
Józsi Mihály Krisztián 160
Kern Zoltán 164
Kukovecz Ákos 168
Novák Zoltán 172
Nusser Zoltán 176
Pál Csaba 180
Pálffy Géza 184
Takács Gábor 188
Takács Károly 192
Tasnádi Attila 196
Tusor Péter 200
Winkler István 204

2013

Gyurcsányi E. Róbert 210
Kállay Mihály 214
Katona István 218
Kele Péter 222
Patócs Attila 226
Reményi Attila 230
Varga Dezső 234

2014

Bárány Attila Pál 240
Bay Péter 244
Dombi Péter 248
Dosztányi Zsuzsanna 252
Jakus Zoltán Péter 256
Juhász Gábor 260
Kóspál Ágnes 264
Maria Lugaro 268
Nagy Csongor István 274
Nagy G. László 278
Tóth Szilvia Zita 282

2015

Adamik Béla 288
Bödör Csaba 292
Hangya Balázs 296
Kiss Viktória 300
Mátés Lajos 306
Rásonyi Miklós 310
Székvölgyi Lóránt 312
Tory Kálmán 316
Weisz Boglárka 320

2016

Ablonczy Balázs 326
Beke-Somfai Tamás 330
Biró Péter 334
Dénes Ádám 338
Insperger Tamás 342
Markó Alexandra 346
Sramkó Gábor 350

2017

Csonka Szabolcs 356
Csörsz Rumen István 360
Erdélyi Gabriella 364
Harcos Gergely 368
Király Ildikó 372
Lengyel Balázs 376
Lipinszki Zoltán 382
Maléth József 386
Mándity István 392
Nemes-Incze Péter 396
Sonkoly Balázs 400
Szilágyi István 404
Török Péter 408

2018

Bárth Dániel 414
Batáry Péter 418
Bíró Anikó 422
Dóra Balázs 426

Enyedi Balázs 430
Földváry Miklós István 436
Gácser Attila 440
London Gábor 444
Lukács Ágnes 448
Mosonyi Milán 452
Orbulov Imre Norbert 456
Szabó Róbert 462
Tarczay György 466
Tóth Zsombor 470
Véghseő Tamás 474

2019

Czagány Zsuzsa 480
Czakó Gábor 484
Enyedy Éva Anna 488
Geml József 492
Hartmann Bálint 498
Horváth Gergely Krisztián 502
Jeney Viktória 506
Nagy Máté 510
Pach Péter Pál 514
Valkó Orsolya 518

2020

Csikvári Péter 524
Kovács József Gábor 528
Maróti Gergely 532
Niederreiter Zoltán 536
Pozsgai Balázs Sándor 540
Schlosser Gitta 544
Tombácz Dóra 548

2021

Bérczi Kristóf 554
Horváti Kata 558
Juhászné Csapó Edit 562
Kövesdi Balázs 566
Kubinyi Enikő 570
Makk Péter 574
Mészáros Szabolcs 578
Szalma Ivett 582
Tökölyi Jácint 586
Varga Zoltán 590
Virosztek Dániel 594

2022

Berkesi Márta 600
Giuseppe Habib 604
Horváth Sándor 608
Koltai Júlia 612
Kovács András 616
Lázár Viktória 620
Lőrincz Péter 624
Németh Tamás 630
Siklósi Zsuzsanna 634
Tölgyesi Csaba 638
Vesztergom Soma 642
Vidnyánszky Zoltán 646

2023

Abonyi András 652
Horváth András Attila 656
Kolbert Zsuzsanna 660
Lohner Szimonetta 664
Maga Péter 668
Róna Gergely 672
Sebők Miklós 676
Szécsényi-Nagy Anna 680
Szilágyi Emőke Rita 684
Toldy Andrea 688
Turiák Lilla 694

A Lendület Program nyertes pályázói és kutatócsoportjaik 698

Névmutató 710

Névmutató tudományterületek szerint 714

„A tudományos emberfő mennyisége a nemzet igazi hatalma. Nem termékeny

lapály, hegyek, ásványok, éghajlat stb. teszik a közerőt, hanem az ész, mely azokat józanon használni tudja. Igazibb súly s erő az emberi agyvelőnél nincs. Ennek több vagy kevesebb volta a nemzetnek több vagy kevesebb szerencséje.”

Gróf Széchenyi István

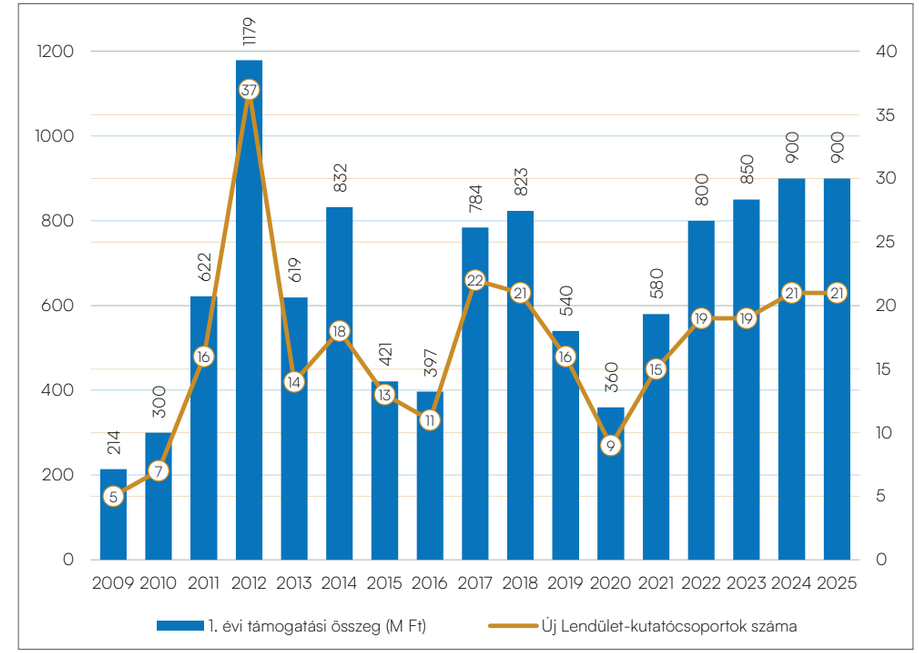
Főtitkári bevezető

KOLLÁR LÁSZLÓ

Minden országnak olyan pályázati rendszert kell fenntartania, amely a teljes kutatói életpálya során, a fiataltól az érett kutatóig sokféle élethelyzetre kínál kiválósági versenyben elnyerhető kutatási támogatást. Ennek fontos elemei a fiatalok korai önállósodását támogató pályázatok. Ezek közül is kiemelendő a 2009-ben elindult Lendület Program, amely fontos kiegészítője volt és maradt az OTKA pályázati rendszerének, és amely a tehetséges, már jelentős eredményeket felmutató fiatal kutatók önálló kutatócsoportjának finanszírozását tűzte ki célul. Az aránylag hosszú, ötéves futamidő valódi kutatói műhelyek felépítését tette lehetővé. Egy sikeres pályázati rendszer önmagában is hatást gyakorol egy ország kutatási ökoszisztémájára, de a Lendület Programnak a kutatóhálózat közvetlen formálása is célja volt, hiszen a legsikeresebb pályázatok anyagi támogatása lezárásuk után beépült az intézetek költségvetésébe. A program ezzel abban is segítette az intézeteket, hogy a nemzetközileg ígéretes kutatási területek felé forduljanak. A beépülés lehetősége az intézethálózat elcsatolása után megszűnt.

A Lendület Program sikerességét jól mutatja, hogy az MTA-tagok 2025. szeptemberi korfáját tekintve a 23 legfiatalabb (45—55 éves) akadémikus közül 14-en korábbi Lendület-kutatócsoport-vezetők voltak. (Úgyszintén többen a Lendület-támogatást követően nyerték el az MTA doktora címet, és a sikeres projektvezetést követően közülük került ki több intézetvezető is.)

Az Európai Kutatási Tanács által meghirdetett, a felfedező kutatásokat támogató programok (ERC Starting, Advanced, Consolidator), valamint az ERC Proof of Concept program keretében a magyar kutatók által elnyert pályázatok száma a 2007—2025-ös időszakban összesen 90, melyből 39 projekt lendületes



1. ábra: A Lendület Program nyerteseinek és első évi támogatási összegeinek megoszlása éves bontásban

kutatók vezetésével valósult, illetve valósul meg. E programok közül kiemelkedő a Starting és Consolidator kategóriákban nyertesek száma, ahol a nyertes magyar kutatók közel fele (49,1%) egyben Lendület-támogatott.

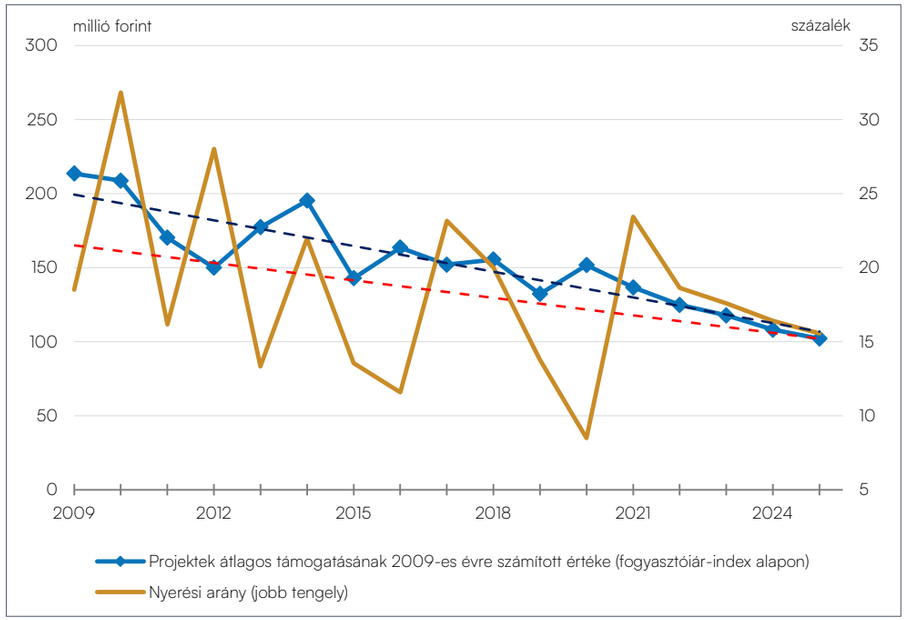
Ezeknek a sikereknek két magyarázata is lehet. Az egyik, hogy jó volt a kiválasztás, és azok nyerték el a Lendület támogatását, akik nélküle is képesek lettek volna rá, hogy akadémikussá váljanak, és sikeresen induljanak az ERC-pályázatokon. De az is lehetséges, hogy a Lendület Program adott olyan lökést a munkájukban, hogy a kimagasló teljesítményt tudjanak elérni. Bármelyik is az igazság a kettő közül, az eredmények azt mutatják, hogy a Lendület Program jól működött az elmúlt 15 évben.

A Lendület Programba sikeressége és a belé vetett bizalom abban is megmutatkozik, hogy az MTA Titkársága a HORIZON-MSCA-2023-COFUND pályázaton posztdoktorok támogatására 5 millió euró támogatási keretet nyert. Ennek köszönhetően 2026-tól kezdődően az MTA pályáztatás útján támogatást

nyújthat a világ bármely pontjáról érkező 35 kiváló kutatónak, hogy a Lendület-kutatócsoportok kutatásaihoz kapcsolódva végezzék kutatómunkájukat. Az első pályázati forduló 2025 augusztusában zárult le. A nemzetközi szakértői testület döntése alapján 20 posztdoktor nyert támogatást, akik 11 különböző nemzetiséget képviselnek, 35 százalékuk nő.

A pályázati kiírások és a döntési eljárások a nemzetközi tudományértékelési elveket követve folyamatosan megújulnak: a szakmai értékelést végző Lendület Zsűri összetétele 2024 óta nyilvános, és évente külföldi zsűritagok bevonásával bővül a benyújtott pályázatok szakterületei függvényében. A döntéseket a Lendület Bizottság hozza, amelynek határozatai nem bírálhatók felül. A következő évtől a Lendület Programban elnyerhető éves támogatás összege másfélszeresére nő.

A sok örömteli eredmény mellett nem hallgathatjuk el a problémákat sem. Az elnyert támogatások reálértékben ma a kezdeti évek támogatásának mintegy 60%-át érik el (ezért emeltük meg a jövő évtől a pályázható összeget). A csökkenő támogatásnak az lehetne a következménye, hogy a pályázat vonzereje csökken, de a számok ezt nem igazolják vissza. Az elmúlt 10 év átlagos nyerési aránya 17% volt, az utolsó évben 15,5%. Ez olyan alacsony, hogy a hazai legkiválóbbak pályázási kedvét is elveheti. Ez az oka annak, hogy a megszűnő beépülés pótlására létrehozott „Haladó” pályázatot a jövő évtől nem hirdetjük meg, így növelve a fiatalabbak nyerési esélyeit. Nagy szükség lenne a Lendület Program támogatási keretének jelentős emelésére.



2. ábra: A Lendület-támogatás értékének alakulása

Az utolsó gondolat legyen a köszöneté a korábbi, a jelenlegi és a jövőbeli pályázónak, a nyerteseknek, valamint a döntés-előkészítőknek, az abban résztvevőknek. Egy pályázat akkor sikeres, ha a pályázók kiválóak, lelkiismeretesek, szívükön viselik a tudomány integritását és a csoportjaikban foglakoztatott munkatársaik támogatását, ha az egyéni hiúságuk elé tudják helyezni a tudomány és a társadalom érdekeit. Köszönöm, hogy sok ilyen kutatóval dolgozhattam, mind a pályázók, mind a pályázati döntéseket előkészítők között.

Röviden a célokról és a kezdetekről

PÁLINKÁS JÓZSEF

Az MTA honlapján meglévő dokumentumok szerint: „Az Akadémia elnöke 2009. január 14-én hirdette meg első alkalommal a kimagasló teljesítményű fiatal kutatók számára létrehozott Lendület Programot.” Másfél évtized távlatából visszatekintve örömmel tölt el, hogy 16 éve töretlenül sikeres ez az akkori kezdeményezés.

Egy ország tudományos intézményrendszere általában összetett. Egyetemek, kutatóközpontok, kutatóintézetek, vállalati kutatóhelyek és kutatásfinanszírozó intézmények, tudományos társaságok tartoznak bele. Magyarországon a Magyar Tudományos Akadémia 200 éve különleges és meghatározó helyet foglal el ebben a rendszerben. Kezdetben, amikor a magyar nyelvnek az európai nemzeti nyelvek közé emelése, azaz Magyarországon az oktatás, a tudomány, a közigazgatás nyelvévé tétele volt a legfontosabb, az volt az Akadémia tevékenységének fókuszában. Amikor Eötvös Loránd szavait idézve „a tudomány zászlaját olyan magasra kell emelni, hogy hazánk határain túl is meglássák, és megadhassák neki az illő tiszteletet”, az Akadémia ezt igyekszik elősegíteni.

2008-ban, egy világválság kezdetén is sok-sok gonddal kellett szembenéznünk. A fiatalabb kutatói korosztály legjobbjai nagyrészt a megélhetési nehézségek és a nem megfelelő kutatási környezet, részben pedig az idősebb korosztály „várjanak még” mentalitása miatt egyre inkább a világ jobb életkörülményeket és jobb kutatási feltételeket biztosító, a tehetséget és a teljesítményt jobban díjazó részén kereste a lehetőséget.

Biztos voltam abban, hogy a legjobb fiatal kutatók számára a tőlünk nyugatabbra lévő országokban szokásos jövedelemhez hasonló jövedelmet és kutatási körülményeket kell teremtenünk, és lehetőséget arra, hogy — a szokásos „előmenetelből” kilépve — tehetségükkel arányos gyorsasággal, önállóan haladhassanak kutatói céljaik felé. Abban is biztos voltam, hogy ha a legjobbak számára megteremtjük a saját kutatócsoport indításának lehetőségét, ők — a fizikában ezt pozitív visszacsatolásnak hívjuk — a legjobbakat fogják maguk köré vonzani munkatársaknak és tanítványoknak.

Szerényen indultunk. Az Akadémia 2009. évi költségvetésében 250 millió forintot különítettem el — kb. ennyi mozgásterem volt elnökként —, és meghirdettük a pályázatot. A gondos kiválasztás után öt kutató nyert az első körben, ez akkor évi 50 millió forint támogatást jelentett. Hárman e program hatására külföldről jöttek haza. Az öt első fecskéből négyen ma az Akadémia tagjai, ma is sikeres kutatócsoportokat vezetnek, és sok fiatalt indítottak el a kutatói pályán. 2010-ben is az Akadémia költségvetéséből különítettük el az újabb hat kutatócsoport indításához szükséges forrást. 2011-ben a program nagyot változott. Egyrészt a kormány figyelmét is sikerült ráirányítani, hogy ez egy fontos és hatékony támogatása a kiemelkedő kutatóknak és a sikeres kutatásoknak, és az állami költségvetés kétmilliárdos többlettámogatást biztosított, másrészt az egyetemekre is kiterjesztettük az addig csak az akadémiai kutatóintézetekre megnyitott programot. 2012—14 között a program változatlanul gondos szakmai kiválasztással jól működött.

Minden várakozásom teljesült, sőt a program sikere várakozáson felüli. Amikor 2014-ben a Lendület-kutatócsoportok akkori vezetői — leköszönő elnökként — egy nagyon szép rendezvényen „elbúcsúztattak”, nagy-nagy örömmel tekintettem a még mindig fiatal, lelkes, tettre kész és sikeres csapatra. Akkori szavaik és emlékkönyvük — ma is őrzöm — a legnagyobb köszönet elnöki munkámért. A 2024-ig a kutatóhálózatban létrejött 134 és az egyetemeken alakult 129 kutatócsoport vezetői ma a magyar tudományos élet meghatározó személyiségei, a fiatalabb (55 év alatti) akadémikusok döntő többségét ők adják.

A program eddig — számos változással persze — túlélte a magyar tudományos élet viharos szervezeti változásainak utóbbi évtizedét. Remélem és kívánom, hogy ezzel a programmal az Akadémia sokáig szolgálhassa még a magyar tudomány legjobb hagyományait.

A Lendület Zsűri elnökeinek gondolatai a programról

ACSÁDY LÁSZLÓ

AZ MTA RENDES TAGJA, 2024-TŐL A LENDÜLET ZSŰRI ELNÖKE

„Önálló kutatási karrierem elején, 2003-ban elnyertem a Wellcome Trust laboralapítási támogatását. Óriási, mással össze nem hasonlítható lendületet adott saját ötleteim kibontakoztatásához, teret és lehetőséget az önálló, kreatív gondolkodás kialakításához, időt, hogy megtanuljam a kutatótársakkal való közös munkát és a publikálás nehézségeit. 2003-ban még nem létezett a Lendület Program. Pálinkás József zseniális felismerése volt, hogy a hazai kutatóműhelyek megteremtéséhez és a kutatás színvonalának emeléséhez nélkülözhetetlen egy kompetitív, jelentős összegű laboralapítási támogatás. Most 2025-ben a Lendület Zsűri elnökeként továbbra is elsődleges célom, hogy ez a támogatás a jövőben is a legtehetségesebb hazai kutatókhoz jusson, egy olyan bírálati rendszer segítségével, amely korszerű, értékálló, és sikeresen választja ki az arra legrátermettebbeket. A Lendület-pályázat nyerteseinek eddigi eredményei, az, hogy ilyen jelentős számmal reprezentálják magukat a hazai ERC-nyertesek között, azt mutatja, hogy ez egy élő, jól működő támogatási forma. A feladat ezek alapján egyértelmű: e magas szintű hagyomány folytatása, a Lendület értékeinek megtartása és eredményeinek átörökítése a következő generációkra.”

CZIGÁNY TIBOR

AZ MTA RENDES TAGJA, 2020—2022 KÖZÖTT A LENDÜLET ZSŰRI ELNÖKE

„Magyarországon a legsikeresebb és a legnagyobb presztízsű pályázat a Lendület Program. Kevesen — a legjobbak közül is csak a legkiválóbbak — nyerhetik el, olyanok, akik már nemzetközileg is figyelemre méltó eredményeket értek el. A Lendület-pályázat egyfajta elismerés, díj is egyben, amely hozzásegíti a nyerteseket, hogy még kiemelkedőbbek, még ismertebbek és még elismertebbek legyenek.

Míg korábban a Lendület-pályázat fő célja a külföldön dolgozó, már komoly eredményeket elért fiatalok hazacsábítása volt, addig mára a súlypont áttevődött azokra a kiváló hazai kutatókra, akik az elnyert Lendület-pályázatnak köszönhetően nem mentek el külföldre, hanem itthon építettek kutatócsoportot és egzisztenciát.

Zsűrielnökségem alatt sok kiváló kollégával, zsűritaggal, pályázóval ismerkedtem meg, akiktől rengeteget tanultam. Többször részt vettem nem a szakterületemhez tartozó szekcióüléseken, ahol a pályázatokat értékelték, vagy éppen a pályázók számoltak be eddigi munkájukról. Ezek a szakmai ülések felüdülést jelentettek számomra, mert bepillantást nyerhettem olyan tudományterületekbe, amelyek távol állnak a műszaki és természettudományos beállítottságomtól. A bölcsészet- és társadalomtudományi, valamint az élettudományi kollégák nagy tudása, szemlélet- és gondolkodásmódja hatással volt a saját jövőbeli kutatómunkámra is.

Zsűrielnökként két nagy kihívással találkoztam. Az egyik a COVID-időszak volt: hogyan alakítsuk át a folyamatokat 2020 tavaszán az egyik pillanatról a másikra úgy, hogy határidőre eredményt tudjunk hirdetni, a kutatócsoportok el tudják kezdeni a munkát. Itt meg kell említeni az MTA Kutatási Pályázatok Főosztálya munkatársainak nélkülözhetetlen munkáját, akik hosszú évek óta folyamatosan profi szinten kezelik a pályázatokat, a futó projekteket, a beszámolókat, továbbá szervezik a különböző üléseket. A Lendület Program sikere az ő munkájuk eredménye is. A másik nagy kihívást, amellyel zsűrielnökként találkoztam, a rendelkezésre álló pénzhez képest rengeteg pályázat jelentette, vagyis hogy hogyan lehet akár 100 pályázatból kiválasztani a legígéretesebb 15—20-at. Hogyan lehet összehasonlítani a legkülönbözőbb tudomány- és szakterületről érkező pályázatokat, és sorrendbe állítani őket. A sok kiváló pályázatot látva, az MTA Elnöksége szerencsére végül mindig partner volt abban, hogy lehetőség szerint kiegészítse a rendelkezésre álló keretet, hogy még egy, esetleg két kiváló pályázat is támogatást kaphasson.

A Lendület Program rendületlen sikertörténetét mutatja, hogy a pályázatot elnyerők közül sokan az MTA doktorai és többen az MTA tagjai lettek, továbbá ERC-pályázatot nyertek el. Biztos vagyok benne, hogy a Lendület minden körülmények között tovább folytatódik, és ahogy eddig is, mindig új lendülettel tudja a hazai kutatóközösséget és Magyarország fejlődését szolgálni."

KESERŰ GYÖRGY MIKLÓS

AZ MTA RENDES TAGJA, 2023-TÓL A LENDÜLET ZSŰRI MATEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI SZEKCIÓJÁNAK ELNÖKE

„Még a gyógyszeriparban dolgoztam, amikor Pálinkás József, az MTA akkor megválasztott elnöke először említette elképzelését a Lendület Programról. Ez is azt mutatja, hogy a program meghirdetése széles körű egyeztetésen alapult, talán ezért is válhatott mára nemcsak az MTA, de a magyar tudományfinanszírozás legsikeresebb programjává. A program megvalósításában a matematikai és természettudományi szekció zsűritagjaként, majd elnökeként vettem részt. Személyesen is büszke vagyok arra, hogy kollégáimmal ebben a nagyon komplex, öt tudományterületet felölelő szekcióban mindig a tudományos kiválóság alapján tudtunk konszenzussal dönteni. Sokat jelent, hogy a döntéseinkkel támogatott pályázók teljesítményét az érintett tudományos közösségek tagjai is elismerték, és így a Lendület-támogatás nem csupán a nyertesek, de tudományterületük fejlődését is szolgálhatta."

NUSSER ZOLTÁN

AZ MTA RENDES TAGJA, 2020—2023 KÖZÖTT A LENDÜLET ZSŰRI ÉLETTUDOMÁNYI SZEKCIÓJÁNAK ELNÖKE, 2023—2024 KÖZÖTT A LENDÜLET ZSŰRI ELNÖKE

„Valószínűleg kevesen tudják, hogy már az Lendület Program születésekor is lehetőségem volt megosztani a gondolataimat a kialakítással kapcsolatban Pálinkás József elnök úrral, így ez a program a kezdetektől nagyon közel áll hozzám. Ezért különösen nagy megtiszteltetés volt számomra, hogy 2020-ban az MTA főtitkára felkért a Lendület Zsűri Élettudományi Szekciója elnökének, mely tisztségben az elbírálási folyamat vezetésével lehetőségem volt hozzájárulni a program sikeréhez. 2023-tól két éven át már a Lendület Zsűri elnökeként segítettem a program munkáját, és tudtam képviselni a program fő célját: Magyarországon dolgozni vágyó, nemzetközi szinten is kiemelkedő teljesítményt nyújtó kutatók kiemelt támogatását. Mindig hittem benne, hogy szükség van a tudományfinanszírozási rendszerben a piramis csúcsán lévő, nemzetközi mércével mért kiválóságok érdeklődés vezérelte kutatásainak kiemelt támogatására. Nagy örömömre szolgált, hogy a Pálinkás József által elindított Lendület Programot azóta az MTA valamennyi vezetője az akadémiai támogatások alappillérének tekintette, és bízom benne, hogy ez a sikeres program hosszú távon is az MTA támogatási rendszerének sarokköve marad.

Az eltelt két évtized alatt — stabilitásának is köszönhetően — a Lendület Program jól ismert branddé vált, elismerést jelent a pályázat nyertesei közé tartozni. Számos Lendület által támogatott kutató szerepelt sikeresen nemzetközi pályázatokon, vált az MTA tagjává, a fiatalabb támogatottak közül többen mára a tudományos közösség vezető kutatói közé emelkedtek. Úgy gondolom tehát, hogy a pályázat sok magyar kutató karrierjében töltött be fontos szerepet.

Abban a szerencsés helyzetben vagyok, hogy 2012-ben az akkor induló Lendület-pályázat III. kategóriájában a „A hippokampális szinapszisok funkcionális diverzitása«, valamint 2025-ben a Lendület Haladó kategóriában a »Hippokampális memóriasejtek funkcionális és strukturális jellemzése« című pályázatom támogatást nyert. Kutatócsoportommal mindent megteszünk, hogy hozzájáruljunk ahhoz is, hogy a Lendület Program támogatásával minél több eredeti felfedezés szülessen Magyarországon."

PÁLNÉ KOVÁCS ILONA

AZ MTA RENDES TAGJA, 2020-TÓL A LENDÜLET ZSŰRI BÖLCSÉSZET- ÉS TÁRSADALOMTUDOMÁNYI SZEKCIÓJÁNAK ELNÖKE

„Sosem népszerű feladat nagyszámú pályázatból kiválasztani a nyerteseket. Különösen nehéz egy olyan szekcióban, ahol régészek, nyelvészek, néprajzosok, jogászok, zenetudósok, irodalmárok, történészek, közgazdászok, pszichológusok, szociológusok, demográfusok, filozófusok, politikatudósok, regionalisták (bocsánat, ha valami kimaradt) számtalan izgalmas klasszikus vagy innovatív témával méretik meg magukat. Mi, bírálók, döntéshozók sokat tanulhattunk egymástól és a pályázóktól a terveket, koncepciókat, majd a beszámolókat olvasva, megvitatva.

Visszatekintve az elmúlt hat évre a sokszínűség, sokfajtaság ellenére bizonyos közös trendek körvonalazódtak. A csoportok többségét interdiszciplináris tematika, innovatív módszertan, átfogó szemlélet jellemzi, a pályázó fiatal kutatók már otthonosan mozognak a nemzetközi térben. A széles körű nemzetközi összehasonlítás, az imponáló elméleti felkészültség, hatalmas adatbázisok

létrehozása, gondozása, elemzése, a legújabb módszertani eszközökkel való kísérletezés olyan tudásanyagot halmozott fel, amivel a lendületesek évtizedekre megalapozták tudományos karrierjüket, és hozzájárultak tudományterületük hazai fejlődéséhez.

Nehéz volt sok tehetséges, kitűnő pályázót elutasítani, de hogy mégis jól válogattunk, arról igazán a nyertes csoportok későbbi beszámolói győztek meg bennünket. Így vált ez a munka örömteli misszióvá. Megnyugtató volt érzékelni a fiatal kollégák körében a környezeti és társadalmi felelősséget, a más tudományterületek iránti nyitottságot.

Megtiszteltetés volt a Lendület Zsűri munkájában részt venni. Köszönet a bizalomért és az előkészítő munkatársak áldozatos segítségéért."

TRÓCSÁNYI ZOLTÁN

AZ MTA RENDES TAGJA, 2020—2023 KÖZÖTT A LENDÜLET ZSŰRI MATEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI SZEKCIÓJÁNAK ELNÖKE

„Fizikusként a lendületről olyan fizikai mennyiség jut eszembe, amely akkor változik, ha a testre külső erő hat. Ha az erő a test lendületének irányába hat, akkor a lendület növekszik, ellenkező esetben csökken. Tehát megfelelő irányú külső hatás növelni tudja a lendületet. A kutatói életpálya elején annak van esélye érett kutatóvá válni, akinek van — részben önálló, részben mentortól kapott — kezdeti lendülete, és képes a folyamatos növelésére. Az MTA Lendület Programja ezt a kezdeti lendületet szándékozik növelni megfelelő irányú ráhatással.

Feltételezem, hogy Pálinkás elnök úrnak fizikusként hasonló képzettársítása volt, amikor 2009-ben ezzel a névvel útjára indította az MTA Lendület Programját. Akár így volt, akár nem, mára kijelenthetjük, hogy a program által kifejtett erőhatás megfelelő irányú, és így teljesíti a fenti elképzelést, hiszen szinte minden nyertes eredményesen tudta felhasználni a kezdetekben kifejezetten bőséges — mára értékében kissé megkopott — pályázati összeget. Számos jelentős tudományos eredmény jelent meg a program támogatásával az egyes szakterületek legjobb szakmai fórumain, sőt egyes eredmények még a gazdaságban is hasznosultak megvalósult szabadalmak formájában. A sikert jól példázza, hogy jó néhány korai nyertes pályázót időközben akadémiai tagságra ajánlottak a szakmai közösségek, és jelentős számban meg is választották őket.

Az évek során számos kiváló pályázatot bíráltam, illetve segítettem a végső sorrend megállapításában. Egyének bírálata nehéz és stresszes szellemi munka, hiszen nincsen olyan mérőeszköz, amellyel a pályázatokat egyértelműen mérni lehet. Ugyanakkor a döntés jelentősen befolyásolja egy-egy kutatói életpálya, illetve kutatási program kiteljesedésének lehetőségét. Manapság gyakran éri az a vád az akadémiai tagságot, hogy tiszteletdíjukért cserébe semmit nem tesznek. Gyanítom, hogy aki ilyet állít, még életében nem vett részt pályázatok bírálati folyamatában, és nem volt lelkiismereti kérdés számára, hogy melyik ujját harapja meg, amikor eldönti, ki kapja a támogatást. A pályázatoknak legalább a fele mindig támogatásra érdemes volt, azonban a ténylegesen nyertes pályázatok aránya forráshiány miatt alig haladta meg a 10 százalékot. Ez jót tett a program hírnevének, de komoly kihívás elé állította a zsűriket. A bírálati folyamatban szigorú összeférhetetlenségi szabályok alkalmazása révén különösen nagy hangsúlyt kap a pártatlanság biztosítása.

A program indulásakor kifejezetten élenjáró volt. Célkitűzése a kiváló ifjú kutatók meghívása volt hazánkba, illetve a legjobbak itthon tartása, legyenek akár magyar, akár külföldi állampolgárok. Az előbbire kiváló példa az olasz származású Maria Lugaro, aki 2014-ban érkezett a Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpontba, és 11 évvel később az MTA levelező tagjának választotta. Ugyan léteztek már hasonló célkitűzésű programok a világban, számos országban csak később jelentek meg ilyen, a tudományos élvonalnak szóló pályázati formák. Külföldi programok rendszeres bírálójaként nyugodt lelkiismerettel állítom, hogy a Lendület-pályázatok nemzetközi téren is magas színvonalúnak számítanak.

Bízom benne, hogy az MTA talál lehetőséget forrásbővítésre, és a Lendület Program még sokáig fogja támogatni a legkiválóbb fiatalok kutatási programjainak kibontakozását."

VÉRTESSY G. BEÁTA

AZ MTA LEVELEZŐ TAGJA, 2023-TÓL A LENDÜLET ZSŰRI ÉLETTUDOMÁNYI SZEKCIÓJÁNAK ELNÖKE

„Az alapkutatások (felfedező kutatások) támogatása minden nemzetnek egyrészt saját fontos érdeke, másrészt ezzel együtt az egyetemes emberiség céljait is szolgálja. Fontos nemzeti érdek, mert csakis ennek révén tudjuk segíteni a hazai eredeti felfedezéseket, elkerülve, hogy csupán követő üzemmódban csatlakozzunk más országokban született eredményekhez. Miért is van erre szükség, hiszen ugyanakkor az is igaz, hogy a tudomány nemzetközi. Mégis elengedhe-

tetlen, hogy honfitársainknak lehetőségük legyen saját ötleteteikre támaszkodva itthon, Magyarországon új területeket nyitni, és ezekben nemzetközi mércével mérve is vezető szerepet kialakítani. Így a felnövekvő fiatal kutatók is látják, hogy érdemes és jó lehet itthon kutatómunkát végezni, és példákat találnak sikeres hazai kutatóműhelyekre. A hazai alapkutatási rendszerben az MTA irányítása alatt lévő Lendület Program egyedi jelentőséggel bír, mert megalakulása óta kiemelten támogatja a fiatal kutatókat, akik már eddigi bizonyított tapasztalataik alapján javasolnak új irányokat, és érettek a kutatócsoport-vezetésre is.

Örömteli, ünneplő gondolataink mellett a jubileum kritikus számvetésre és további tervezésre is lehetőséget ad. Bármilyen kutatáspályázati rendszernek csak akkor van értelme, ha több feltételnek is megfelel. Ezek közé tartozik, hogy etikusan és transzparensen működik, az általa nyújtott támogatások jól hasznosulnak, és élvezi a kutatóközösség bizalmát. A Lendület Program támogatásainak hasznosulása jól igazolható — az innen kinőtt csoportok eredményei mind felfedezések, mind kutatóképzés tekintetében kiemelkedőek. Az etikus és transzparens működés szoros kapcsolatban áll a kutatóközösség bizalmával — ezen a területen a Lendület Program a nemzetközi és hazai jó gyakorlatot veszi figyelembe és fejleszti tovább a saját működésére. Mindebben a kutatóközösség véleményének figyelembevétele nagyon lényeges, hiszen a program a kutatókat szolgálja.”

A Lendület Program a csoportvezetők szemével – összehasonlító elemzés

HORVÁTH DÁNIEL — PÁLINKÓ ÉVA

Az alábbi rövid elemzés egy nagyobb lélegzetvételű kutatási jelentés legfontosabb megállapításait mutatja be. A teljes elemzés az alábbi linken érhető el: real.mtak.hu/223670.

BEVEZETÉS

Az MTA Könyvtár és Információs Központ Tudománypolitikai és Tudományelemzési Osztályán (MTA KIK TTO) zajló **„MTA Életpálya Monitor”** kutatási program 2014 óta vizsgálja a Magyar Tudományos Akadémia által létrehozott és működtetett kutatástámogatási rendszereket. E vizsgálatok célja, hogy különféle kutatási módszerek segítségével képet alkosson a támogatási programok működéséről, megítéléséről, illetve a támogatásokban részesülők publikációs teljesítményéről és életpályájáról.

Jelen elemzésünkben a Lendület Programra, illetve a Lendület-csoportvezetőkre fókuszálunk. A Lendület Program vizsgálata kapcsán elemzésünkben két kérdőíves adatfelvétel eredményeit hasonlítjuk össze. Az első adatfelvételre 2019 decembere és 2020 januárja között került sor; ennek alkalmával összesen 113 Lendület-csoportvezető töltötte ki a kutatás online kérdőívét. A második adatfelvétel 2023 novemberétől 2024 januárjáig tartott; ez idő alatt összesen 146 csoportvezető válaszolt a feltett kérdésekre.

Az összehasonlító vizsgálat főbb tematikus blokkjai a következők:
- a Lendület Program megítélése;
- a Lendület-kutatócsoport;
- a Lendület-támogatás megpályázásának motivációi és körülményei;
- a Lendület-kutatócsoport státusza, fenntartása a támogatási időszak letelte után

A LENDÜLET PROGRAM MEGÍTÉLÉSE

Elsőként egy asszociációs kérdést kellett megválaszolniuk a Lendület-csoportvezetőknek — arra voltunk kíváncsiak, hogy kinek mi jut elsőként eszébe a Lendület Programmal kapcsolatban (*1. ábra*). Mindkét felmérés esetében azonos kategóriába eső említések fordultak elő leggyakrabban a válaszok között („*Lehetőség*”, „*Kiválóság*”, illetve a konkrétabban nem besorolható „*Általános pozitívumok*”); ezek említési gyakorisága 12,9% és 37,6% közötti volt — minden egyéb említett tényező gyakorisága jóval 10% alatti. Érdemi eltérés a két adatfelvétel eredményeiben csak a „*Lehetőség*” és a „*Kiválóság*” említési arányai kapcsán figyelhető meg; a Lendület Programhoz köthető asszociációk sorában ellentétes előjelű, azonos, mintegy 10 százalékpontnyi változás állapítható meg e két tényező esetében („*Lehetőség*”: 37,6% → 28,1%; „*Kiválóság*”: 12,9% → 23,0%). A kiválóság mint első asszociáció magas (növekvő) aránya a program és a nyertesek szakmai presztízsének kiemelkedő mivoltát jelzi.

A Lendület Programot számtalan tényező alapján lehet megítélni. Ebből gyűjtöttünk össze — a teljesség igénye nélkül — hét olyan szempontot, melynek segítségével arra kerestük a választ, hogy a támogatási konstrukció mennyiben segíti elő a kutatáshoz kapcsolódó különböző folyamatokat (*2. ábra*). Az eredmények kapcsán két fontos megállapítás tehető. Egyrészt a kérdések megítélése egy kivételtől (a tudományos szféra és a versenyszféra együttműködésének megítélésétől) eltekintve mindkét adatfelvétel eredményei alapján kedvező (a pozitív válaszok aránya 50% feletti). Másrészt megállapítható az is, hogy a két adatfelvétel között eltelt időben az összes tényező megítélése — kisebb mértékben — kedvezőtlenül változott.

A LENDÜLET-KUTATÓCSOPORT

A csoport létrehozásához szorosan kapcsolódik annak kérdése, hogy a Lendület-csoportvezetőnek sikerült-e megtalálnia a megfelelő szakmai színvonalon dolgozó munkatársakat. A felmérések eredményei azt mutatják, hogy a csoportvezetők többségének maradéktalanul vagy többé-kevésbé sikerült megfelelő kutatókat találnia a Lendület-csoportba. Ehhez hozzá kell tenni, hogy az esetek nagyobb részében nem a nulláról kellett a kutatócsoportot felépíteni, hanem tulajdonképpen egy már meglévő csoport magasabb szintű támogatását/működését tette lehetővé a Lendület-támogatás.

A megkérdezetteknek a felmérés során ki kellett választaniuk azokat a tényezőket, amelyek szerintük a Lendület Program, illetve Lendület-csoportok vonzerejét jelentik, egyrészt a csoportvezetők, másrészt a csoporttagok számára. A két felmérés adatait összehasonlítva több következtetés is levonható. Az anyagiak mint ösztönző tényező mellett közel azonos súllyal (kiválasztási aránnyal) jelenik meg a szakmai presztízs szempontja. Ebben némi változás is megfigyelhető: a 2019/20-as adatfelvétel esetében az anyagi szempontok (átlagosnál magasabb jövedelem) és a szakmai presztízs szempontja között még tetten érhető egy jelentősebb, 10 százalékpont körüli különbség az anyagi tényező javára, a 2023/24-es adatfelvétel idejére ez a különbség lényegében eltűnik.

A Lendület Program vonzerejét jelentő tényezők csoporttagokra vonatkoztatott lehetséges hatását — a csoportvezetőket megkérdezve — csak a 2023/24-es felmérés során vizsgáltuk (*3. ábra*). A válaszok alapján megállapítható, hogy a csoportvezetők és a csoporttagok számára más-más tényezők jelentik a Lendület Program fő vonzerejét. Az átlagosnál magasabb jövedelem és a szakmai presztízs kiválasztási aránya a csoporttagokra vonatkoztatva jóval alacsonyabb a csoportvezetőkhöz képest (mindkét esetben a csoportvezetők véleménye alapján!), a többi konkrét tényező esetében viszont a csoporttagokra vonatkoztatott kiválasztási arányok a magasabbak. A különbségeket vizsgálva kiemelkedik a sorból a magas színvonalú szakmai környezet vonzereje/jelentősége — ezt a csoportvezetők magukra vonatkoztatva csak 31,7%-os, a csoporttagokra nézve ugyanakkor 77,2%-os arányban választották ki. Alapvetően is jellemző, hogy a szakmai fejlődésre vonatkozó tényezőket (új, előremutató kutatási témák; magas színvonalú szakmai környezet; szakmai továbblépés lehetősége) kiemelkedően fontosnak találták a csoportvezetők a tagokra nézve, ami erősen hangsúlyozza a Lendület Programnak a kutatói kiválóság utánpótlásában játszott kiemelkedő szerepét.

A következőkben szakmai szempontok alapján vizsgáltuk meg a Lendület-kutatócsoportokat, elsősorban a szakmai kapcsolatok kérdésére fókuszálva (*4. ábra*). A kapcsolati háló nagysága és sokszínűsége függ a kutatócsoport kutatási irányától, tudományterületétől, ezért megvizsgáltuk a szakterületek közötti esetleges ilyen típusú eltéréseket is. Hogy valamiféle tendenciát tudjunk kimutatni az együttműködési hálózatok alakulásában, egy összetett mutató segítségével feltérképeztük, milyen erős a Lendület-kutatócsoportok kapcsolati hálója a 2019/20-as, illetve a 2023/24-es felmérések alapján. Tudományterületeket vizsgálva kimutatható, hogy a legerősebb együttműködési hálózattal mindkét adatfelvétel idején az élettudományi Lendület-csoportok rendelkeztek, a legkevésbé kiterjedt és sokszínű kapcsolati háló pedig a bölcsészet- és társadalomtudományok terén figyelhető meg. A két felmérés eredményeit összehasonlítva megállapítható, hogy épp az említett két nagy tudományterület esetében figyelhetők meg jelentősebb különbségek. Mind az élettudományok, mind a bölcsészet- és társadalomtudományok területén tevékenykedő Lendület-kutatócsoportok esetében növekedett a jelentős együttműködési hálóval rendelkező csoportok aránya (előbbiek esetében 23,8%-ról 38,0%-ra, utóbbiak esetében 7,4%-ról 13,5%-ra).

Felmerülhet a kérdés, hogy ha a Lendület-kutatócsoportok kiemelkedő jelentőségű szereplői a hazai kutatói hálózatnak, illetve elismertek a saját szakterületükön nemzetközi szinten, akkor ez gyakorol-e bármilyen pozitív hatást a befogadó intézmény (HUN-REN-kutatóintézet vagy egyetem) szakmai tevékenységére, illetve hazai és nemzetközi szakmai kapcsolatainak alakulására (*5. ábra*). Az első megállapítás ez esetben az, hogy a két adatfelvétel eredményeiben alapvetően csak kisebb eltérések állnak fenn. (A befogadó intézmény hazai szakmai kapcsolataira gyakorolt hatást csak a 2023/24-es felmérés esetében vizsgáltuk.) Kivételt képez ezalól a csoport a befogadó intézmény nemzetközi szakmai kapcsolataira gyakorolt hatásának megítélése. Közel 10 százalékponttal nőtt ugyanis azok aránya, akik szerint a Lendület-csoportok kiemelkedő mértékben segítik a befogadó intézmények kapcsolatainak bővülését, ami mindenképpen kedvező irányú változás. Általánosságban is kijelenthető, hogy a Lendület-csoportok kedvező hatással vannak a befogadó intézmény szakmai tevékenységére és kapcsolataira azáltal, hogy egyfajta katalizátorként dinamizálják az ott folyó kutatói tevékenységet.

A Lendület-kutatócsoportok amellett, hogy kedvező hatással vannak a befogadó intézmény szakmai tevékenységére és szakmai kapcsolatainak alakulására, más, kézzelfoghatóbb szerepet is játszhatnak egy-egy intézmény működésében. Sőt, az intézményi kereteken túl társadalmi szerepvállalásuk is jelentős lehet a kutatói utánpótlás-nevelés terén (*6. ábra*). Összesen 145 válaszadó 438-szor említette meg a felsorolt tényezőket, ami azt jelenti, hogy egy csoportvezető nagyjából 3 különböző tényezőt választott ki. A válaszok alapján megállapítható, hogy a Lendület-kutatócsoportok túlnyomó többsége részt vesz a felsőoktatásban tanuló hallgatók különböző szintű képzésében és tehetséggondozásában, illetve bevonják őket a csoport kutatásaiba. Emellett nem elhanyagolható számú csoport már a középiskolásokat is igyekszik valamilyen szinten bevonni a tevékenységébe, ami kifejezetten hasznos lehet a kutatói utánpótlás biztosítása szempontjából. Szintén több válaszadó említette továbbá, hogy csoportja

közösségi rendezvényeken is részt vesz, ismeretterjesztő előadásokat tart, illetve Lendület-táborokat szervez, melyek jelentősége szintén nem elhanyagolható a kutatói utánpótlás kapcsán.

Bár a Lendület-csoportok döntően alapkutatást végeznek, fontos szempont lehet a kutatási eredmények esetleges gyakorlati hasznosulása (*7. ábra*). A 145 válaszadóból 51 fő nyilatkozott úgy, hogy a kutatócsoport munkájának nincs gyakorlati hasznosulása — közülük a többség viszont azt is jelezte, hogy a későbbiekben erre sor kerülhet. Legnagyobb számban az adatbázis-építést (55 említés) és az alkalmazásfejlesztést (44 említés) jelölték meg kutatómunkájuk gyakorlati hasznosulásaként, de az archívum létrehozása, a szabadalom, valamint a gyógyszer-, illetve gyógymódfejlesztés is jelentősebb számban megjelenik a válaszok között. Összességében elmondható, hogy a csoportok többségében a kutatási eredmények gyakorlati hasznosulása is megvalósul valamilyen formában.

Szintén a kutatócsoportok szakmai tevékenységéhez kapcsolódó kérdés, hogy miként lehet(ne) értékelni, illetve mérni a csoportok tudományos teljesítményét (*8. ábra*). A két felmérés adatainak segítségével megállapítható, hogy a kutatócsoportok teljesítményének nyomon követését és értékelését illetően jelentősen megváltozott a megkérdezett csoportvezetők véleménye. A 2019/20-as adatfelvétel során még nagy többségben (75,9%) voltak azok, akik szerint a csoportok teljesítményének értékelésére leginkább a különböző tudománymetriai mutatók alkalmasak, és csupán a válaszadók kisebb része (22,2%) gondolta úgy, hogy e hagyományos módszerek mellett a nem tudománymetriai alapú értékelésre is komoly hangsúlyt kell fektetni. Ez a helyzet a 2023/24-es felmérés idejére alapvetően változott meg. Ekkor már a megkérdezettek többsége (53,8%) úgy vélekedett, hogy a tudománymetriai módszerek mellett az egyéb, nem feltétlenül mérésen alapuló szempontoknak is fontos szerepet kell játszaniuk a csoportok munkájának értékelésében.

A jelentősebb gyakorisággal említett nem tudománymetriai szempontok az alábbiak voltak (a leggyakoribb említések kiemelve):

- a csoporttagok további állásainak rangja;
- átütő eredmény, újítás, innováció létrehozása**;**
- **az eredmények társadalmi-gazdasági hasznosulása;**
- hazai és külföldi kapcsolatok, együttműködések;
- képzések tartása, tudományos ismeretterjesztés;
- **kutatói utánpótlás nevelése (pl. szakdolgozat-, TDK-, PhD-témavezetés);**
- külső szaktekintélyek véleménye;
- a létrehozott kutatási infrastruktúra (széles körű) hasznosulása;
- pályázati sikeresség;
- rangos folyóiratok szerkesztőbizottsági tagsága;
- szakértői felkérések;
- **tudománykommunikációs szempontok;**
- tudományos előadások tartása.

A LENDÜLET-TÁMOGATÁS MEGPÁLYÁZÁSA

A felmérések során megvizsgáltuk a támogatás megpályázásának legfontosabb motivációs tényezőit (*9. ábra*). Ennek során 6 tényezőt soroltunk fel. A válaszadóktól az adatfelvétel(ek) során azt kértük, hogy egy 5 fokozatú skálán értékeljék az egyes tényezők jelentőségét. Az eredmények azt mutatják, hogy a válaszadók szerint a legfontosabb motivációs tényező a Lendület-támogatás által biztosított kiszámíthatóság. Nagyjából hasonló, az előzőhöz képest némileg alacsonyabb, de még mindig jelentősnek számító motiváció a válaszadók számára a saját kutatócsoport alakításának lehetősége, az önállósodás, a kiemelkedő javadalmazás és a vezető kutatóvá válás. Mindenképpen érdemes megemlíteni, hogy a csoportvezetőként elérhető jövedelem csak a negyedik legfontosabb motivációs tényező volt a megkérdezettek szerint; azt jelentőségét tekintve több szakmai jellegű tényező is megelőzte mindkét adatfelvétel eredményei alapján.

A LENDÜLET-KUTATÓCSOPORT STÁTUSZA

Az adatfelvételek időpontjában az aktív támogatási szakaszban lévő válaszadók aránya jelentős eltéréseket mutatott: a 2019/20-as felmérés során a megkérdezettek 57,4%-a rendelkezett aktív Lendület-támogatással, a 2023/24-es adatfelvétel idejére ez az arány 35,9%-ra csökkent. Fontos kérdés a már nem aktív támogatási szakaszban lévő kutatócsoportok esetében, hogy a csoportvezetőnek sikerült-e fenntartania a támogatási időszak letelte után a csoport támogatását, illetve tudta-e biztosítani a működését. Erre vonatkozó információval a 2023/24-es felmérés kapcsán rendelkezünk. Ennek alapján megállapítható, hogy a Lendület-támogatási időszak letelte után a csoportok háromnegyedének (75,3%) működését sikerült fenntartani. Összesen 70 olyan csoportvezető töltötte ki a 2023/24-es kutatás kérdőívét, akinek már „lejárt” a Lendület-támogatási időszaka, de megpróbálta valamilyen forrásból biztosítani csoportja működését

(*10. ábra*). A csoportok további működtetését a legtöbben hazai pályázati forrásokból (62 fő), nemzetközi pályázati támogatásokból (35 fő), valamint közvetlen intézményi támogatásokból (29 fő) biztosították, sok esetben ezek — és a többi támogatási forma — valamiféle kombinációjaként.

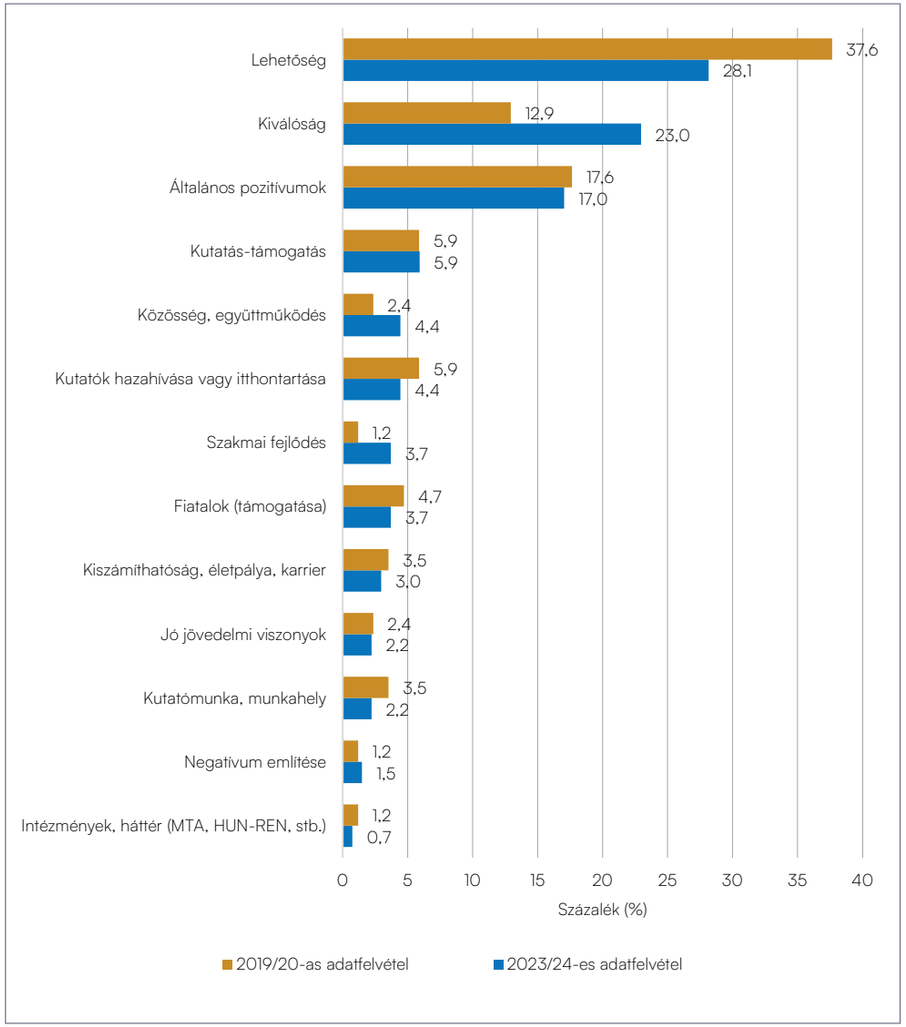
A még aktív Lendület-támogatással rendelkező csoportvezetők számára is fontos kérdés, hogy a támogatási időszak leteltével milyen forrásokból tudják majd fenntartani a kutatócsoport működését (*11. ábra*). E válaszadók legnagyobb számban/arányban a Lendület-támogatás újbóli megpályázását (44 fő), illetve a nemzetközi pályázatokból származó források biztosítását (42 fő) jelölték meg, mint lehetséges alternatívát, ami azt mutatja, hogy szinte az összes érintett csoportvezető számol e lehetőségekkel. Ehhez képest kevesebben (31 fő) látnak lehetőséget a hazai források megszerzésében.

ÖSSZEGZÉS

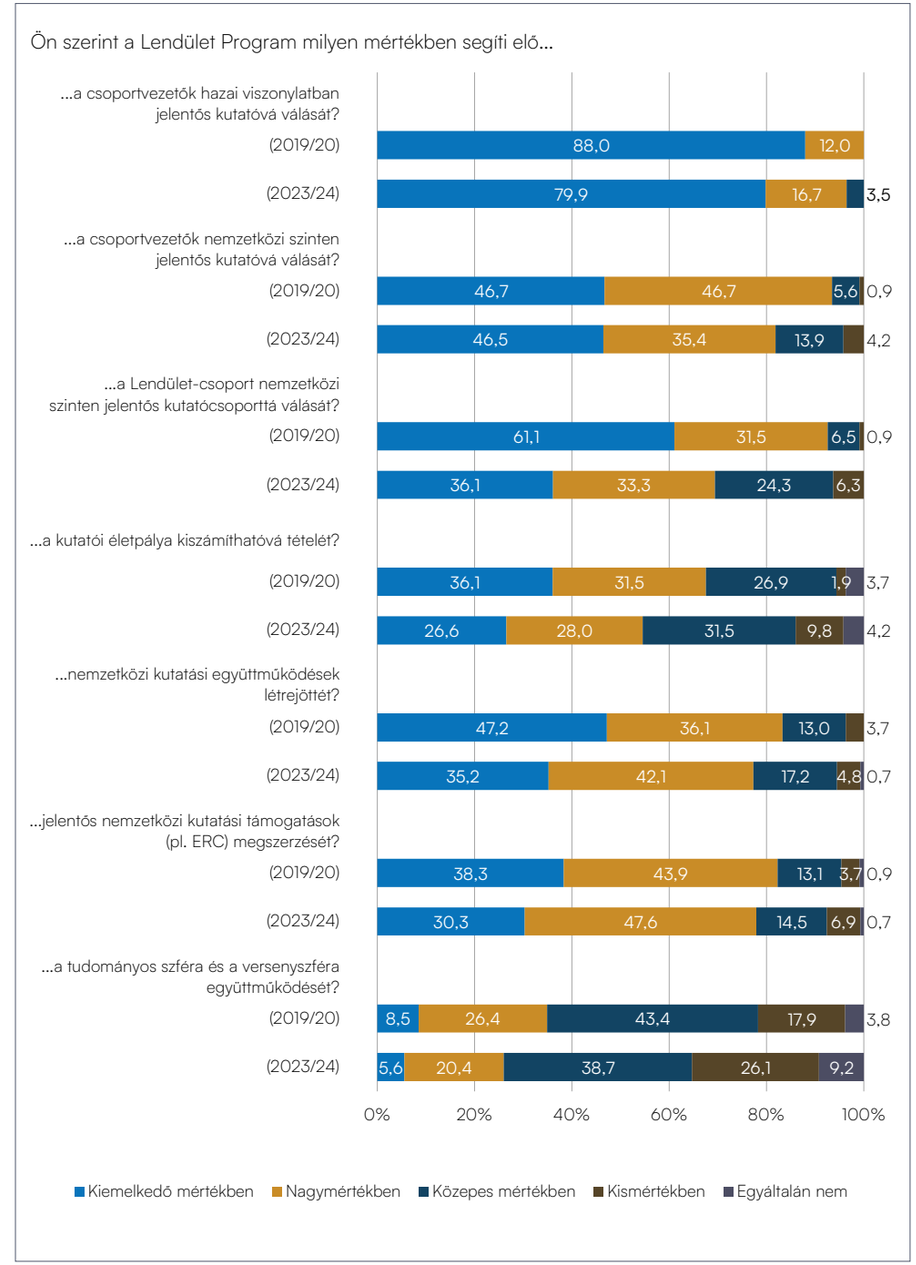
Zárásként bemutatjuk, hogy a megkérdezettek szerint mik a Lendület Program legfontosabb erősségei, illetve gyengeségei. A három leggyakrabban említett erősség megegyezik a két adatfelvétel esetében, amiből levonható az a következtetés, hogy ezek állandó, stabil értékei, erősségei a Lendület Programnak. E három tényező — kiemelkedő finanszírozás, kiszámíthatóság, presztízs — képezi a támogatási rendszer három pillérét, melyek a változó viszonyok mellett is megmaradnak állandó, stabil alapnak. Fontos — és ha lehet azt mondani, pozitív — változás, hogy míg a 2019/20-as válaszok alapján két adminisztratív tényező került még be a leggyakrabban említett erősségek közé (rugalmas költségelszámolás, egyszerű/hatékony adminisztráció), addig a 2023/24-es felmérés alapján ezek kicserélődtek a kutatáshoz szorosabban kapcsolódó tényezőkre (kutatói szabadság, kutatói közösség létrehozása). A felmérések során az erősségek és értékek mellett a Lendület Programmal kapcsolatos nehézségeket, gyengeségeket is összegyűjtöttük. Mindenképpen fontos kiemelni, hogy a megkérdezettek jóval kisebb számban említettek negatívumokat, mint pozitívumokat. A legnagyobb számban megjelölt problémák listáján kivétel nélkül pénzügyi és adminisztratív természetű tényezők szerepelnek (nehézkes/túlzott adminisztráció, a csoport megszervezésének nehézségei). Érdemes még kiemelni, hogy akad néhány olyan tényező, mely — ellentétes előjellel — szerepel az erősségek és a gyengeségek listáján is (támogatási összeg, adminisztrációs terhek, valamint a kiszámíthatóság ellentétes megítélése), de ezek esetében a pozitív vélemények vannak túlsúlyban.

Összességében kijelenthető, hogy a Lendület Program a Magyar Tudományos Akadémia, egyben a hazai kutatásfinanszírozás egyik legjelentősebb támogatási konstrukciója, mely a kiváló hazai és külföldről hazatérő kutatók számára kiemelkedő finanszírozást, kiszámíthatóságot, a program számára pedig jelentős presztízst biztosít, így járulva hozzá a hazai tudományosság nemzetközi elismertségének növeléséhez.

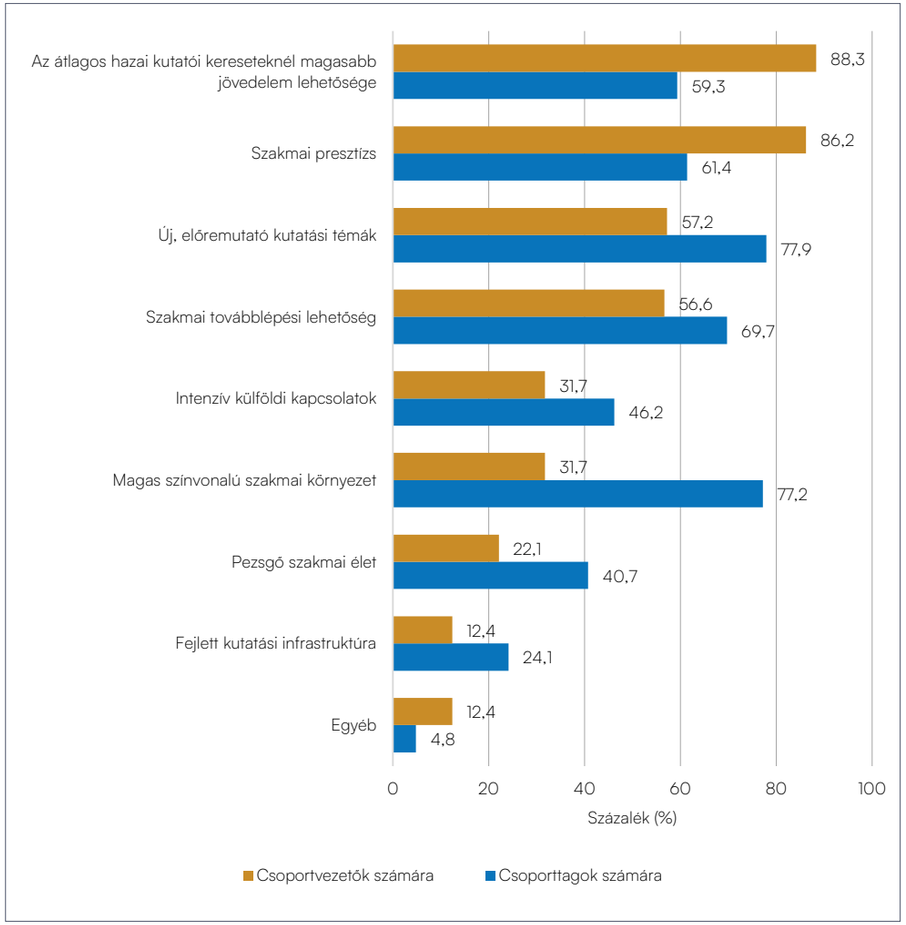
ÁBRÁK



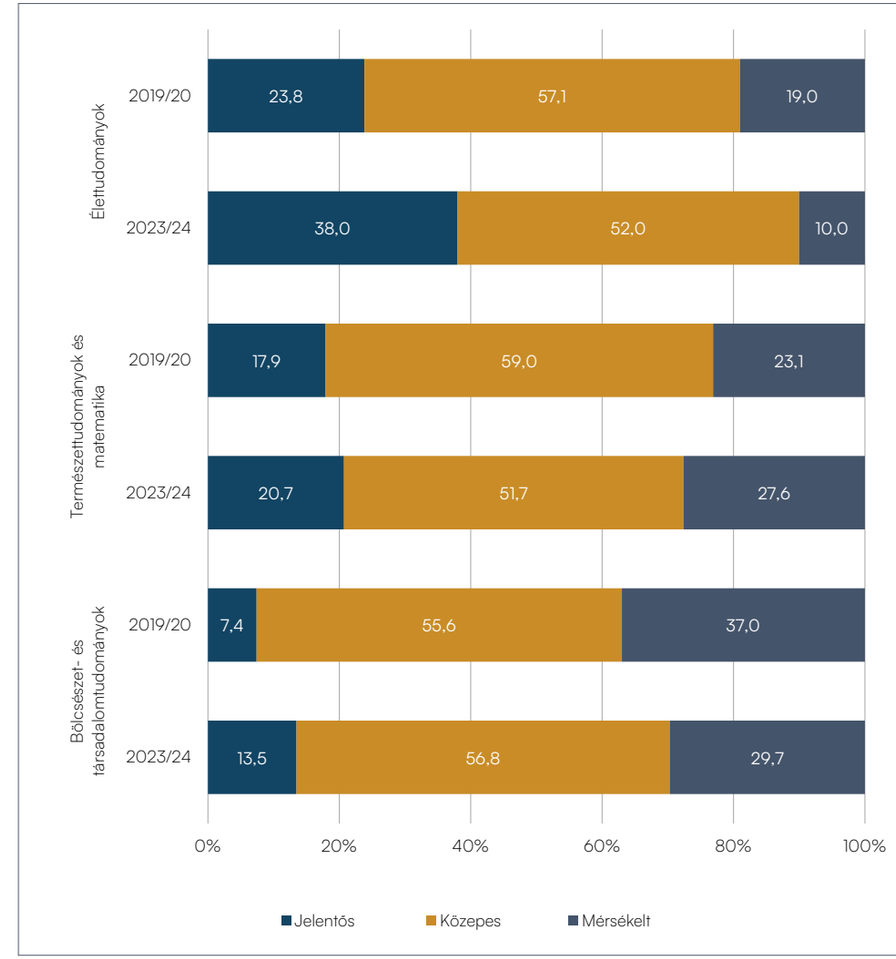
1. ábra: Szabad asszociáció — Mi jut elsőként a nyertesek eszébe a Lendület Program kapcsán? (2019/20 és 2023/24)



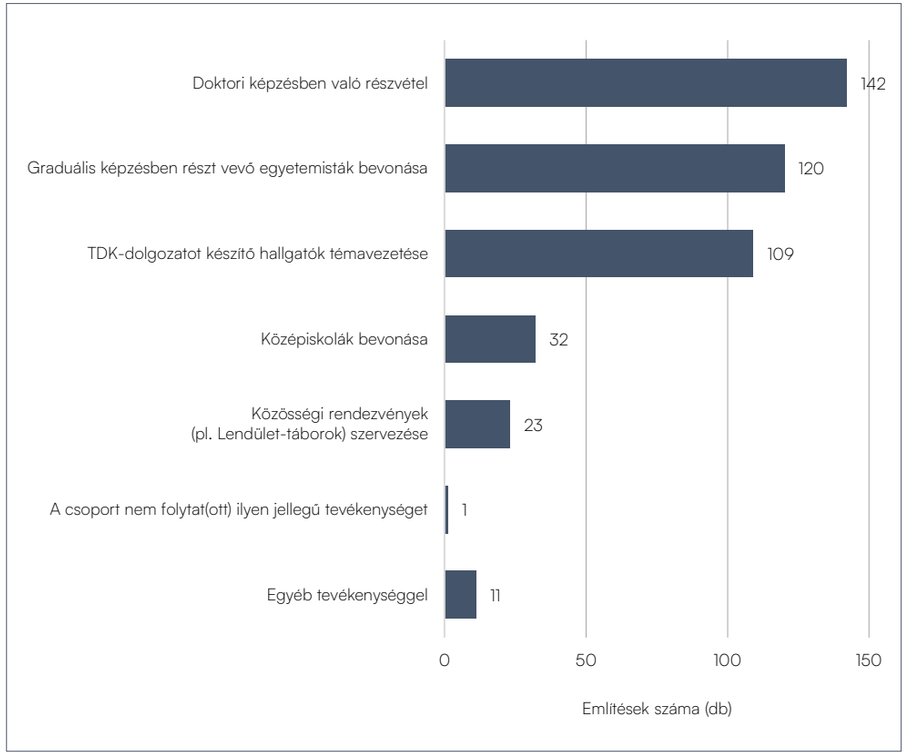
2. ábra: A Lendület Program lehetséges hatása a tudományos szféra egyes tényezőire (2019/20 és 2023/24)



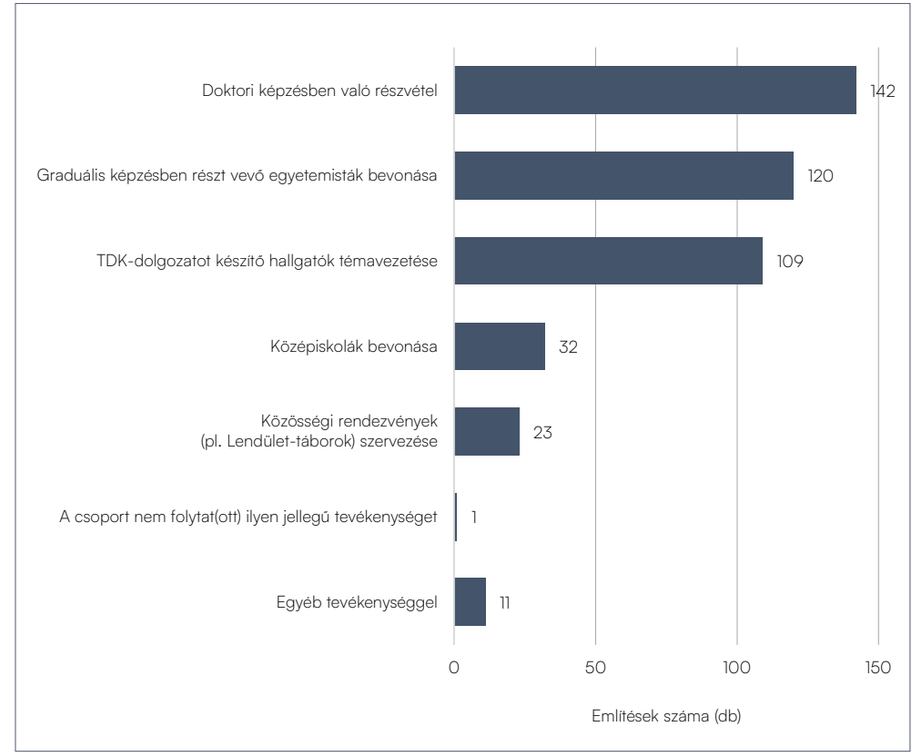
3. ábra: Miben rejlik a Lendület Program vonzereje a csoportvezetők és a csoporttagok számára? (2023/24)



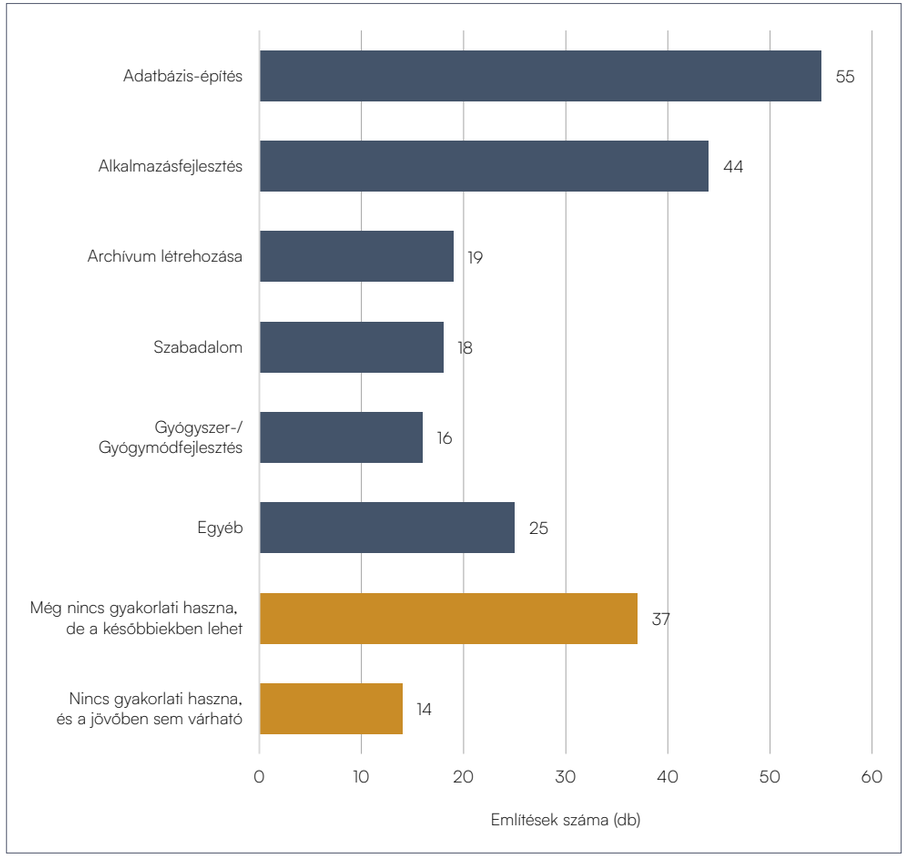
4. ábra: A Lendület-kutatócsoportok szakmai kapcsolati hálójának kiterjedtsége és heterogenitása tudományterületenként (2019/20 és 2023/24)



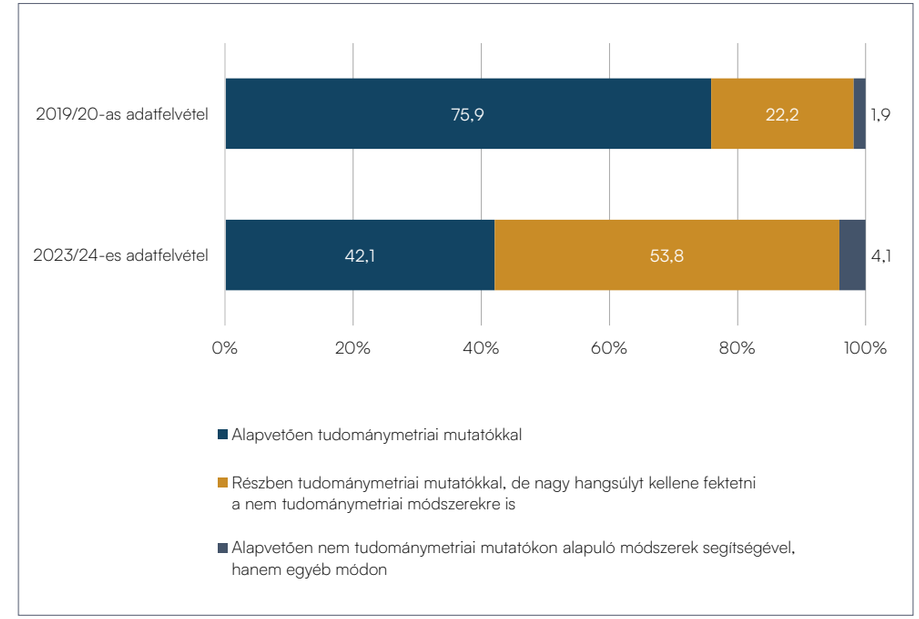
5. ábra: A Lendület-kutatócsoport hatása a befogadó intézményre (2019/20 és 2023/24)



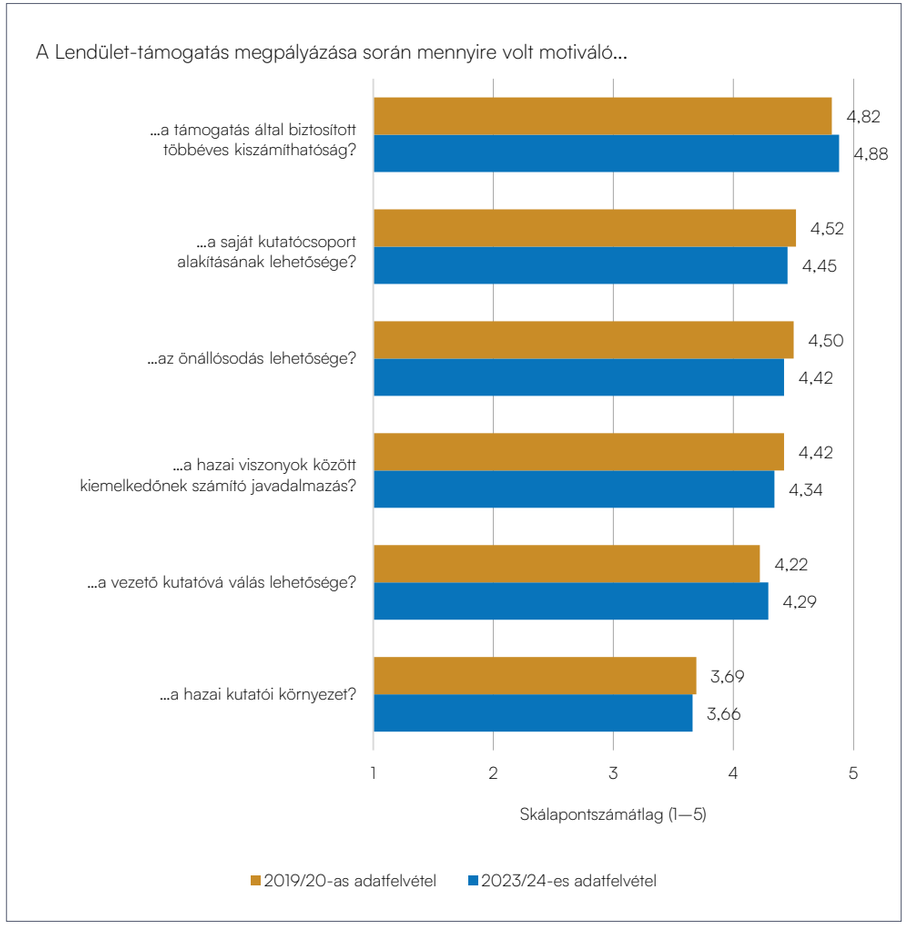
6. ábra: Milyen módon kapcsolódik (kapcsolódott) be a Lendület-csoport a kutatói utánpótlás nevelésébe? (2023/24)



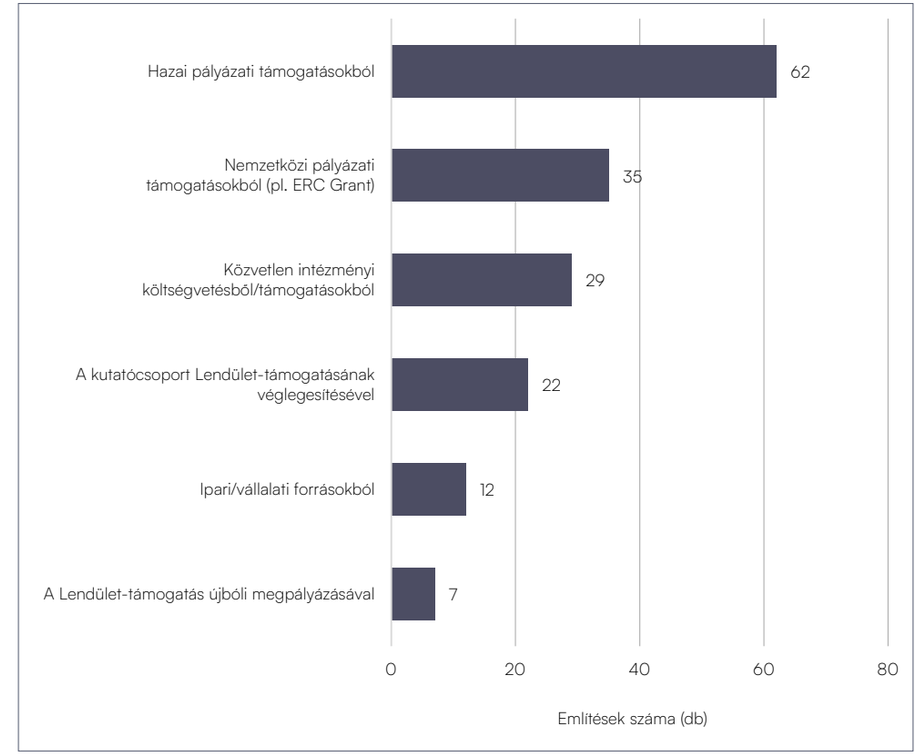
7. ábra: A Lendület-kutatócsoportok munkájának gyakorlati hasznosulása (2023/24)



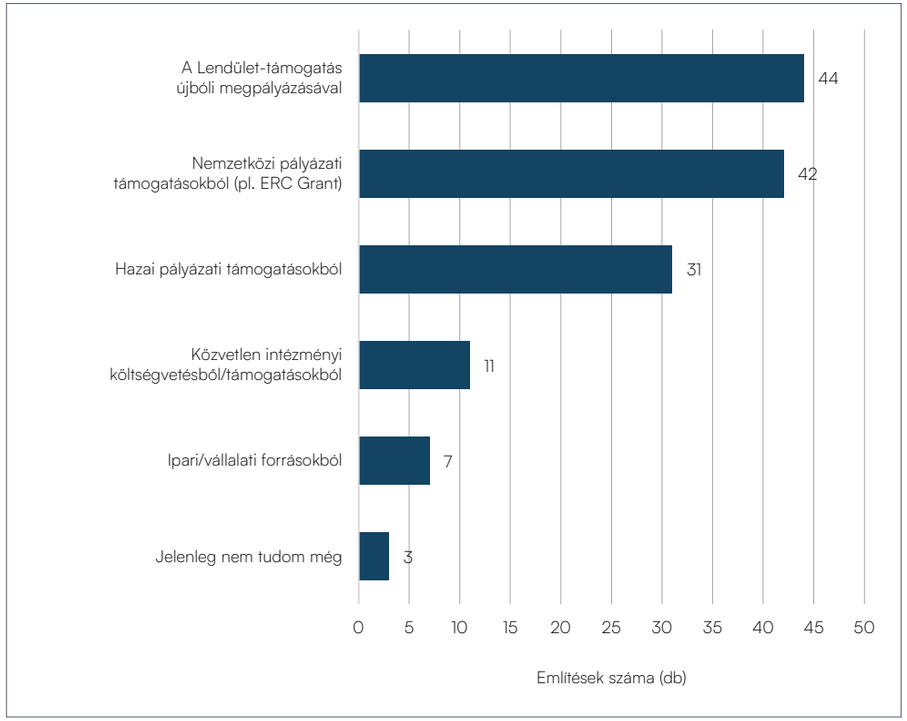
8. ábra: Hogyan követhető, illetve mérhető a Lendület-kutatócsoportok tudományos teljesítménye? (2019/20 és 2023/24)



9. ábra: Motivációs tényezők szerepe a Lendület-támogatás megpályázása során (2019/20 és 2023/24)

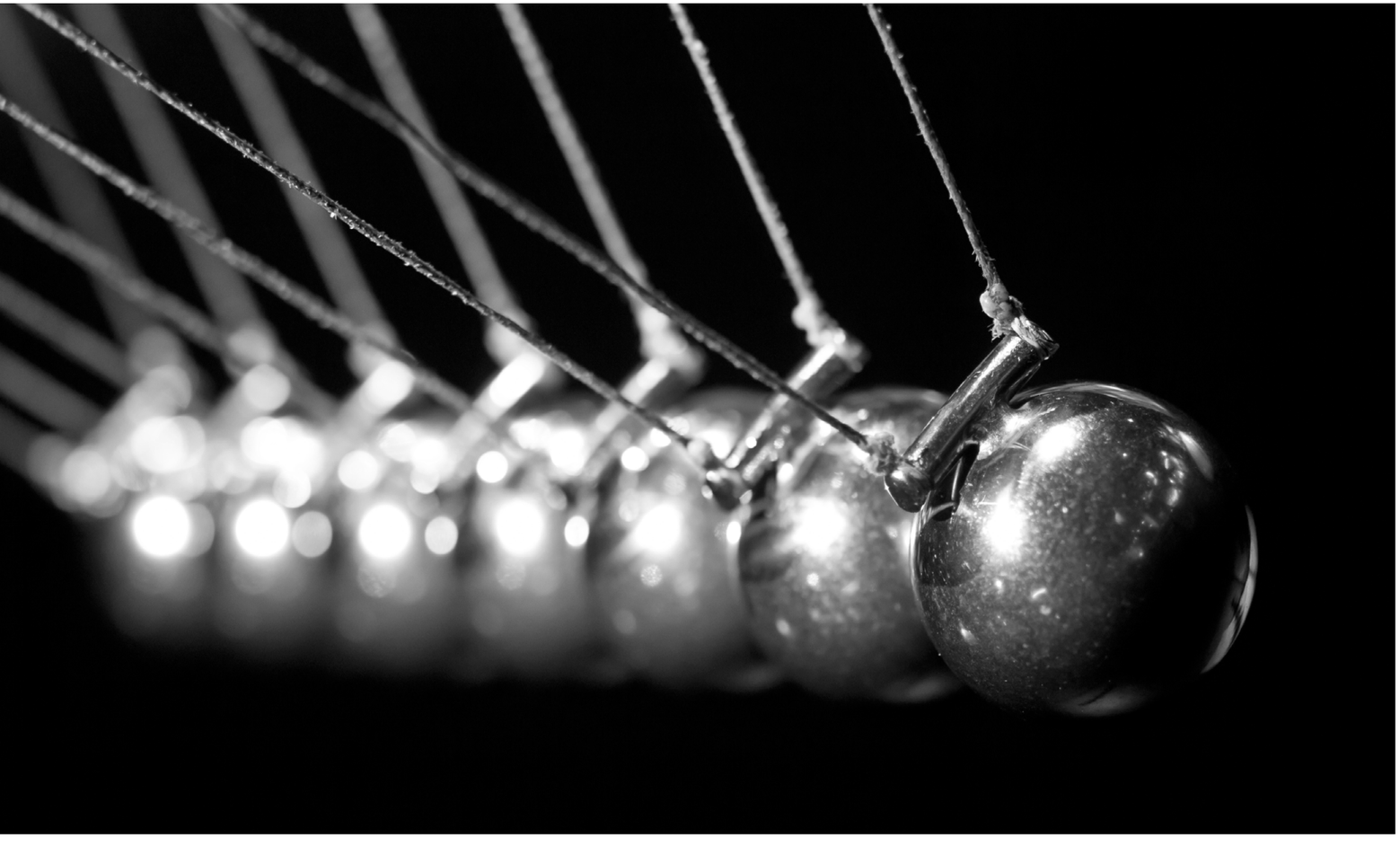


10. ábra: Milyen forrás(ok)ból tudta biztosítani a Lendület-csoport működését a támogatási időszak letelte után? (2023/24)



11. ábra: Milyen forrás(ok)ból fogja tudni biztosítani a Lendület-csoport működését a támogatási idő letelte után? (2023/24)

A Lendület-kutatócsoportok vezetőinek összefoglalói



2009

BUDAY LÁSZLÓ

2009—2014

MTA TTK EI Lendület Jelátviteli Kutatócsoport

Állványfehérjék szerepe a jelátvitelben

HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Balázs Annamária, Bőgel Gábor, Dülk Metta, Fekete Anna, Kudlik Gyöngyi, Kurilla Anita, Merő Balázs, Pesti Szabolcs, Radnai László, Szeder Bálint

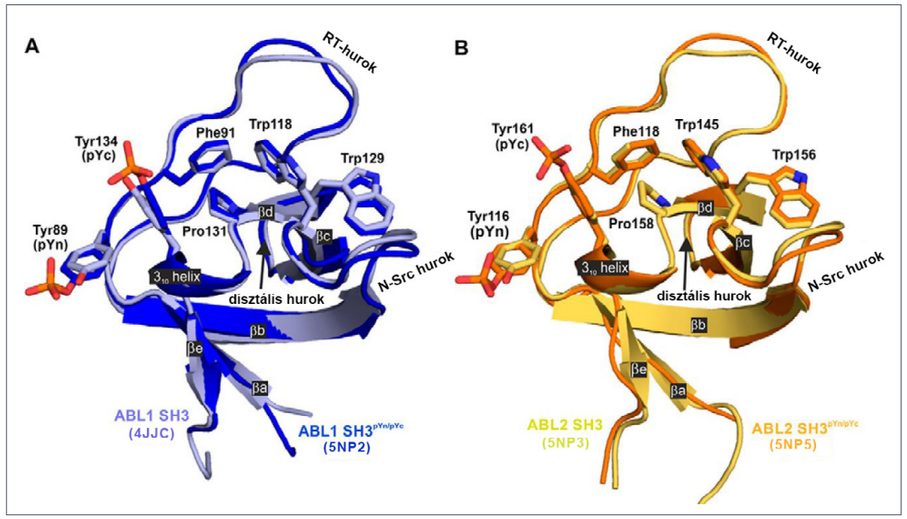
TTK.HUN-REN.HU/EI/JELATVITELI-ES-FUNKCIONALIS-GENOMIKA-KUTATOCSOPORT

Lendület
Program

Lendület-munkacsoportom célkitűzése az eredeti kutatás tervekben a növekedési faktorok jelátviteli pályáinak vizsgálata volt, azon belül is a sejtmozgás szabályozásának tanulmányozása. Sikerült azonosítanunk egy új, Tks4-nek elnevezett állványfehérjét, amely fontos szerepet játszik az EGF-függő sejtmozgásban. Munkacsoportunk elsőként állított elő „black 6" genetikai hátterű Tks4 génhiányos egeret. A Tks4 génhiányos egér nagyon beteg, kisméretű, számos szerve, szövete sérült. Hosszú évek munkájával sikerült kimutatnunk, hogy a zsírszöveti és csontszöveti elváltozások hátterében elsősorban az őssejtek differenciációjának zavara áll. Munkánk meghatározó lehet egy ritka emberi genetikai betegség, a szintén Tks4 génhiánnyal járó Frank — ter Haar-szindróma kialakulásának, illetve gyógyításának megfejtésében. Az idegrendszeri Caskin1 állványfehérjét vizsgálva kimutattuk, hogy az az Nck kapcsolófehérjén keresztül kötődik az EphB1 receptor-tirozin-kinázhoz. A fehérjekomplex kialakulásának hatására az EphB1 foszforilálja a Caskin1 SH3 doménjét a 296-os és a 336-os tirozinoldalláncokon. Felismertük, hogy az SH3 doménekben a tirozinoldalláncok elhelyezkedése konzervált. Az Abl tirozin-kináz SH3 doménjének tirozinoldalláncokon történő foszforilálásával, majd az így előállított SH3 domén kristályosításával bizonyítottuk, hogy az SH3 domének tirozinfoszforilációja gátolja a más fehérjékkel való interakciót. Ez a felismerésünk egy új fehérje-fehérje interakciós szabályozás kiindulópontját jelenti. A Caskin1 fehérjének is van SH3 doménja, azonban ennek szerkezete eltér a többi SH3 domén felépítésétől. Szerkezetvizsgálati és egyéb biokémiai eljárásokkal bizonyítottuk, hogy a Caskin1 SH3 doménje nem fehérjepartnert, hanem membránlipideket tud kötni, így színesítve az SH3 domének funkcióját. Munkacsoportunk elsőként állított elő Caskin1 és Caskin2 génhiányos egeret. A kétszeresen génhiányos egerekben sérült az újdonságkeresés és a térbeli memória. Kimutattuk továbbá, hogy a posztszinaptikus denzitásban (PSD) elhelyezkedő Caskin1 funkcionális komplexet alkot a Shank2 állványfehérjével, illetve hogy a Caskin fehérjék a szinaptikus tüskék morfológiájának és az AMPA receptor lokalizációjának szabályozásán keresztül befolyásolják a tanulási képességet.

A Lendület-pályázat elnyerése után az akkori SZBK Enzimológiai Intézetében alakítottam meg munkacsoportomat. 2010 áprilisában pályázaton elnyertem az intézet igazgatói pozícióját, amelyet 2021 végéig töltöttem be. 2022-től a HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont főigazgatójaként tevékenykedem. 2013-ban az MTA levelező tagjává, majd 2019-ben rendes tagjává választottak. 2020-tól töltöm be az MTA Biológiai Tudományok Osztályának

elnökhelyettesi tisztét. 2016 és 2025 között a Magyar Biokémiai Egyesület elnöke voltam. 2020-tól vagyok a Magyar Felsőoktatási Akkreditációs Bizottság tagja és a Doktori Akkreditációs Kollégium elnöke. 2019-ben Széchenyi-díjban részesültem. A fentiek alapján elmondható, hogy a Lendület-pályázat elnyerése alapjaiban határozta meg az életutamat.



1. ábra: A nem foszforilált és foszforilált SH3 domének összehasonlítása. Az ABL1 SH3 (világoskék; PDB-kód 4JJC) szerkezeti összehasonlítása az ABL1 SH3pYn/pYc-vel (sötétkék, PDB-kód 5NP2) (**A**) és az ABL2 SH3-é (sárga; PDB-kód 5NP3) az ABL2 SH3pYn/pYc-vel (narancssárga; PDB-kód 5NP5) (**B**). A kötőárok meghatározó aminosav-oldalláncai pálcika-modellel vannak kiemelve.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Tilajka Álmos, Vas Virág, Takács Tamás, László Loretta, Solti Zita, Novák Julianna, Buday László

PAPP BALÁZS

2009—2012

MTA SZBK Lendület Számítógépes Rendszerbiológiai Kutatócsoport

Automatizált tudáskinyerés és kísérlettervezés a rendszerbiológiában és gyógyszerfejlesztésben

HUN-REN Szegedi Biológiai Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Ari Eszter, Birtyk Fanni, Csercsinszki Bence, Demcsák Anett, Fekete Gergely, Grézal Gábor, Hunya Ágoston, Kovács Károly, Liska Orsolya, Sarkadi Zsuzsa, Stirling Tamás, Szappanos Balázs, Széles Lilla, Tóth Alexandra

GROUP.SZBK.U-SZEGED.HU/SYSBIOL/PAPP-BALAZS-LAB-INDEX.HTML

Lendület
Program

Kutatócsoportunk célja, hogy a kibontakozóban lévő tudományterület, a rendszer-biológia eszközeivel alapvető genetikai és evolúcióbiológiai kérdésekre adjon választ. Kutatásaink központi kérdése a mutációk fenotípusos hatásának számítógépes előrejelzése és az evolúció jósolhatósága. Vizsgálataink újszerű módon alkalmazzák a sejtek teljes anyagcsere-hálózatát leíró számítógépes modelleket, hogy megértsük a mutációk közötti kölcsönhatásokat és az evolúció során megjelenő újításokat.

A Lendület-pályázat egyik fő témája a gének közötti kölcsönhatások rendszerszintű vizsgálata volt. Kimutattuk, hogy a gének közötti genetikai kölcsönhatások — amikor az egyik génben fellépő mutáció hatása függ egy másik gén mutációjától — előre jelezhetők az anyagcsere-hálózat működésének szimulációjával. Ez a felfedezés mechanisztikus magyarázatot nyújt a kísérletesen megfigyelt genetikai kölcsönhatásokra, és új utat nyit a sejt molekuláris hálózatainak adatvezérelt feltérképezéshez. Újszerű gépi tanulási eljárást fejlesztettünk ki, amely nagy léptékű genetikai kölcsönhatási adatsorok felhasználásával automatikusan módosítja és javítja az anyagcsere-hálózat modelljét. Eredményünket a rangos *Nature Genetics* folyóirat közölte. Eljárásunk élen járt a gépi tanulás és a biokémiai modellezés összekapcsolásában, ami mára virágzó kutatási területté vált. További kutatásaink azt sugallják, hogy a genom szintjén zajló evolúciós változások részben előre jelezhetők. Kísérletesen igazoltuk, hogy a baktériumok új tápanyagokhoz való evolúciós alkalmazkodása és az abban szerepet játszó konkrét gének jósolhatók az enzimek mellékreakcióinak számítógépes modellezésével. A kidolgozott eljárás lehetővé teszi a mikrobákban új anyagcsereutak előrejelzését, ami biomérnöki szempontból is előrelépést jelent.

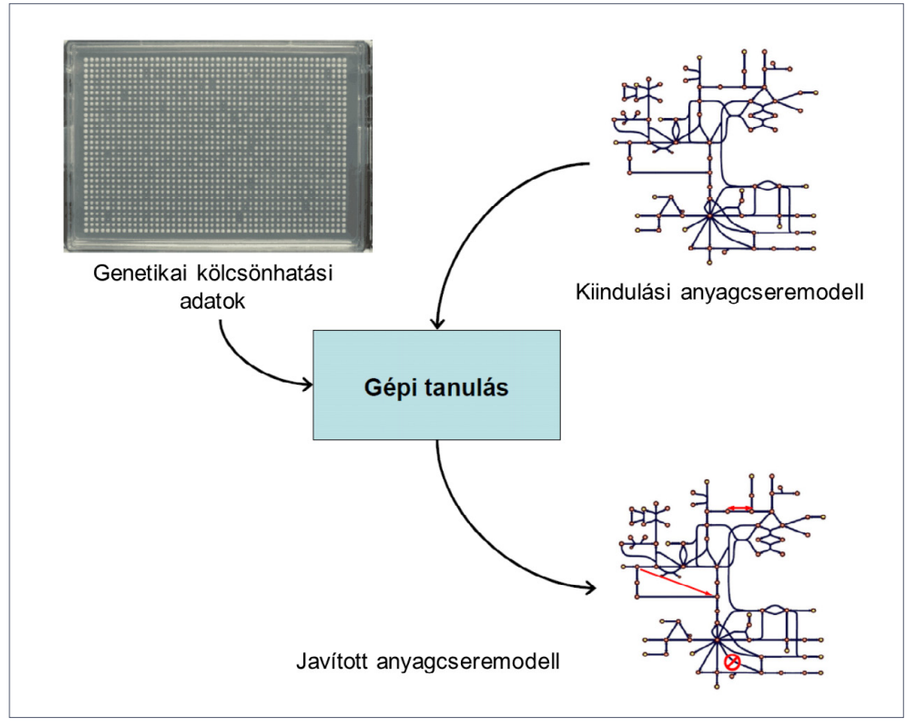
Az elmúlt években a csoport új megközelítést vezetett be az anyagcsere evolúciós vizsgálatára. A terület korábbi kutatásai elsősorban az enzimek evolúciós változásaira összpontosítottak, elhanyagolva az anyagcsere-folyamatok közvetlen termékeinek, a metabolitoknak az evolúciós dinamikáját. Úttörő munkánkkal, amely az evolúcióbiológiát a metabolomikával ötvözte, megmutattuk, hogy a metabolitok koncentrációi egyszerű elvek mentén változnak a fajok evolúciója során, és a lassan változó (konzervált) metabolitok gyakran biomarkerei emberi betegségeknek. Az eredmények klinikai szempontból is jelentősek, hiszen új típusú adatforrást emelnek be a biomarker-kutatásba.

A csoport legújabb kutatási iránya innovatív módon használja fel a genomok evolúciós vizsgálatát a kórokozó baktériumok elleni küzdelemben. Egy különösen veszélyes, antibiotikumokkal szemben ellenálló kórokozóhoz készítettünk egyedülálló térképet, amely megmutatja, hogy a világ mely részén melyik

változata a legelterjedtebb. A térkép alapján olyan bakteriofágokra (baktériumölő vírusokra) épülő kezelést fejlesztettünk ki, amely célzottan pusztítja el a legelterjedtebb változatokat. A rangos *Cell* folyóiratban közölt kutatásunk előrevetíti a fágterápia szélesebb körű klinikai alkalmazását.

Eredményeimet a nemzetközi kutatóközösség EMBO- és Academia Europaea-tagsággal ismerte el. A csoport kutatásait rendre a legelismertebb folyóiratokban közölte (*Cell, Nature Genetics*, *Nature Microbiology*, *Nature Ecology and Evolution*, *PNAS*, *Nature Communications*). Lendület-kutatócsoportom az SZBK Szintetikus és Rendszer-biológiai Egység egyik alapítója, és kulcsszerepet játszott az SZBK Metabolomikai Laboratórium létrehozásában. A csoport egyben hazai úttörője a genomikai és evolúciós módszerek fertőző betegségekre való alkalmazásának (genomi epidemiológia). A csoport az elmúlt 15 évben közel 30 fiatal kutató szakmai fejlődését segítette, négy korábbi mentoráltam ma már önálló kutatócsoportot vezet.

1. kép: A kutatócsoport 2019-ben (balról jobbra): Tengölics Roland, Kalapis Dorottya, Erdei Stefánia, Kovács Károly, Sarkadi Zsuzsa, Fekete Gergely, Szappanos Balázs, Liska Orsolya, Grézal Gábor, Papp Balázs, Kovács Szabolcs, Györkei Ádám



1. ábra: Automatikus hipotézisalkotás biokémiai modellezés és nagy léptékű biológiai adatok összekapcsolásával. Az interpretálható gépi tanulási módszerünk módosításokat (hipotéziseket) javasol a sejt anyagcseréjét leíró matematikai modellben.

SZABADICS JÁNOS

2009—2014

MTA KOKI Lendület Celluláris Neurofarmakológiai Kutatócsoport

A hosszú távú szinaptikus kapcsolatok kölcsönhatásának és plasztikusságának szerepe a hippokampusz működésében

HUN-REN Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Brunner János, Kókay Dóra, Neubrandt Máté, Oláh Viktor

KOKI.HUN-REN.HU/RESEARCHGROUPS/CELLULAR-NEUROPHARMACOLOGY

Lendület
Program

Az idegsejtek közötti kommunikáció egy olyan széles kérdéskör, amely még évtizedekig tartó kutatásokat igényel, ugyanakkor azzal kecsegtet, hogy mechanisztikus módon megértjük a legbonyolultabb anyagi struktúra működését. Az általános (több ezer kutató által űzött) cél, hogy olyan funkcionális térképet készítsünk, amely tartalmazza az egyes idegsejttípusok elektromos működését és a köztük lévő szinaptikus kapcsolatok viselkedését. Így rekonstruálható lesz, hogyan áramlik az aktivitás az idegsejthálózatokban, és azok hogyan dolgozzák fel a külső ingereket a saját belső állapotuknak megfelelően.

A KOKI-ban alapított csoportom specialitása, hogy a legapróbb idegsejtalkotókon belül zajló elektromos jelfeldolgozási folyamatokat vizsgáljuk, így megtudhatjuk, hogy az idegsejteken belüli folyamatok hogyan járulnak hozzá az egész működéséhez. A kutatócsoportomban ehhez közvetlen elektrofiziológiai méréseket végzünk, felhasználva azokat a technológiai újításokat, amelyek az elmúlt időszakban egyre jobban kitágítják az idegsejthálózat megismerésének lehetőségeit. A 2009-ben elnyert Lendület-pályázat támogatása kellett ahhoz, hogy az ilyen mérésekhez szükséges berendezéseket beszerezzük. Az évek során a kutatócsoport létszáma is folyamatosan nőtt. 2009-ben 4 fővel indultunk, a támogatási időszak végén, 2014-ben hatan voltunk, és azóta még tovább bővült a csoport mind létszámban, mind módszertanban. A Lendület Program nemcsak a megfelelő anyagi hátteret biztosította a kutatócsoportom elindításához, hanem a program presztízse magabiztossá is tett szakmai fejlődésem és önállóságom legfontosabb időszakában.

A labor megalakulása óta 6 cikket publikáltunk a vezető idegtudományi lapokban 3 egyéb cikk mellett. A Lendület-támogatás lejárta után elnyertem egy ERC Consolidator Grantot, amelynek segítségével, a korábbi eredményekre építve, új kutatási irányt indítottunk el, és új módszereket honosítottunk meg. Ezzel további új ismereteket szereztünk az idegrendszer alapvető működéséről.

TARDOS GÁBOR

2009—2012

MTA RAMKI Lendület Kriptográfia Kutatócsoport

Kriptológiai kutatások

HUN-REN Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Csirmaz László, Gerbner Dániel, Gyarmati Máté, Katona Gyula, Ligeti Péter, Mérai László, Villányi Viktória, Weiner Mihály

Lendület
Program

2009-ben az elsők között nyertem el az MTA által alapított Lendület Program támogatását. Az ELTE-n végeztem 1987-ben, ahol egy év múlva doktori fokozatot szereztem. Kiemelkedően eredményes kutatóként tartanak számon, aki a matematika több ágában ért el áttörést jelentő eredményeket. Több egyetemen, illetve kutatóintézetben (pl. University of Chicago, Rutgers University, University of Toronto, Princeton Institute for Advanced Study) töltöttem be posztdoktori állást. 2005-től a kanadai Simon Fraser Universityn dolgoztam a diszkrét matematika és számítástechnikai geometria területért felelős kanadai kutatási igazgatóként (Canada Research Chair). A Lendület-pályázat lehetővé tette egy aktív és sikeres kriptográfiai kutatócsoport létrehozását, amely vezetésemmel 2009-től a budapesti Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet keretei között működik. A nevezetes Lovász-féle lokális lemma algoritmikus változatáról szóló, R. A. Moserrel közösen írt cikkemért 2020-ban megkaptam a nagy presztízsű Gödel-díjat, amellyel az elméleti számítástudomány legfontosabb publikációit jutalmazzák. 2022-ben az Európai Kutatási Tanács (ERC) 2,5 millió euró összegű, öt évre szóló támogatását nyertem el *Effective Random Methods in Discrete Mathematics* című pályázatommal.

Kutatócsoportunk kutatási területe a matematikai kriptográfia, amely a digitális információk titkosságát, eredetiségét biztosító technikákat és az azokhoz kapcsolódó területeket tanulmányozza. Igazi interdiszciplináris tudomány: a számítógép-tudomány, fizika, elektromérnöki, elméleti és alkalmazott matematika mind magáénak vallja. A technológia új, előre nem látott, nem is sejtett alkalmazásokat teremt meg, amelyek új matematikai problémákat vetnek fel. A kutatócsoport feladata éppen ezeknek az elméleti matematikai kutatásoknak az előrevitele, nem pedig a már létező kriptográfiai eljárások gyakorlati alkalmazása. A csoport első eredményei a digitális ujjlenyomatok hatékonyságával kapcsolatosak. Digitális tartalmak, elsősorban videók illegális megosztásának megelőzésére ezeket a tartalmakat ún. digitális ujjlenyomattal látjuk el, amit a tartalom több pontján végzett apró módosításokkal érnek el. Olyan ujjlenyomatozó eljárásokat vizsgáltunk, amelyek akkor is képesek garantáltan azonosítani legalább az egyik kiszivárogtatót, ha a kiszivárogtatott példányt több másikból állították össze. Meghatároztuk az ehhez szükséges vízjel minimális méretét, és adtunk olyan konstrukciót, amely ezt el is éri. Ez megmutatta, hogy még az optimális kódhossz is túlságosan nagy a gyakorlati alkalmazásokhoz. Mégis mit lehet tenni? A tőlem származó, Tardos-kód néven ismert — és alkalmazott — hatékony eljárás úgy kerüli meg ezt a negatív eredményt, hogy „garantáltan” helyett „nagy valószínűséggel” azonosítja valamelyik elkövetőt.

A csoport másik nagy kutatási területe a titokmegosztás, az elméleti kriptográfia egyik legfontosabb építőköve. Megtalálható az elektronikus pénzekben, elektronikus szavazásoknál, a felhőkben való biztonságos adattárolásnál, a titkosított adatokkal való számításoknál és sok más helyen. A titokmegosztás matematikája szoros kapcsolatban áll számos hagyományos matematikai területtel, úgymint információelmélet, véges geometriák, lineáris algebra, matroidok. Az alapvető — és megoldatlan — kérdés, hogy mennyire hatékonyak az általános titokmegosztási rendszerek. A csoport számos fontos eredményt ért el, amikor a rendszer bizonyos természetes megszorításoknak tesz eleget. Alapesetben a titokmegosztás résztvevői közötti viszony statikus és előre rögzített. Dinamikus titokmegosztás esetén egy már működő rendszerhez csatlakoznak új résztvevők ad hoc kialakított kapcsolatokkal. Egyik fontos eredményünk egy ilyen korlátlanul upgrade-elhető rendszer konstruálása. A titok a titokmegosztásban tipikusan egy véletlen elem egy véges halmazból, úgy is fogalmazhatunk, a titok egy egyenletes eloszlású diszkrét véletlen változó. Sok esetben a titok értéke jobban modellezhető egy rögzített eloszlásból származó véletlen számmal. A titokmegosztási paradigmának ebben az irányban történő általánosítása meglepő buktatókkal jár. Két olyan, közös eloszlású véletlen változót konstruáltam — az egyik a titok, a másik a résztvevőknek adott titokrész —, hogy külön-külön mindkettő egyenletes a [0,1] intervallumon, a két változó statisztikailag független — amit úgy szokás interpretálni, hogy egyik sem ad információt a másikról, vagyis egyik résztvevő sem tud semmit a titokról —, ugyanakkor mindkettő egyértelműen meghatározza a másikat.

A Kriptográfiai Kutatócsoport 2014-ben sikerrel szervezte meg Budapesten a Central European Conference on Cryptology konferenciát több mint 50 résztvevővel. A konferencián a kutatócsoport több tagja is előadást tartott, amelyen legújabb eredményeiket ismertették.

2010

FEKETE CSABA

2010—2015

MTA KOKI Lendület Integratív Neuroendokrinológiai Kutatócsoport

Új, anorexigén neuropeptidek és táplálkozást szabályozó pályarendszerek azonosítása és a melanokortinok hatásainak újratáplálás során észlelt szétválása hátterében álló mechanizmusok feltárása

HUN-REN Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Farkas Erzsébet, Péterfi Zoltán, Szilvásy-Szabó Anett, Tóth Mónika, Varga Edina, Vida Barbara, Zséli Györgyi

KOKI.HUN-REN.HU/KUTATOCSOPORTOK/INTEGRATIV-NEUROENDOKRINOLOGIA

Lendület
Program

Kutatócsoportunk fő célkitűzése a központi idegrendszer táplálkozást szabályozó rendszereinek jobb megértése volt annak érdekében, hogy a kísérletek eredményei elősegítsék az elhízás elleni küzdelmet.

A munkacsoport a pályázat, illetve más MTA-támogatások segítségével sikeresen beállított az energia-háztartás szabályozásának és a neuronhálózatok működésének vizsgálatához szükséges módszereket, mint a patch clamp elektrofiziológia, a laser capture microdissection és a metabolikus fenotipizálás. Az utóbbi két módszer meghonosítása a kutatóintézet több más munkacsoportjának kutatásában is fontos szerepet játszik a mai napig.

A kutatócsoport a megalakulását követően 69 közleményt publikált nemzetközi szaklapokban. Számos új, energiaháztartást szabályozó neuronális és neurogliális szabályozó mechanizmust tártak fel. A munkacsoport 2010 óta megjelent közleményeit 2555 alkalommal citálták. A kutatócsoport hazai, európai uniós és egyesült államokbeli szabadalmakkal és folyamatban lévő szabadalmi bejelentésekkel rendelkezik. A kutatócsoportban 8 PhD-hallgató szerezte meg a PhD-fokozatát. Jelenleg a kutatócsoportban 9 kutató és 1 asszisztens dolgozik.

KÓCZY Á. LÁSZLÓ

2010—2015

MTA KRTK Lendület Játékelméleti Kutatócsoport

A kooperatív játékelmélet és externáliáinak vizsgálata

HUN-REN Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Balog Dóra, Biró Péter, Csercsik Dávid, Csóka Péter, Csorba Gergely, Habis Helga, Radványi Anna Ráhel, Simonovits András, Somogyi Róbert, Sziklai R. Balázs

KTI.KRTK.HU/KUTATOCSOPORT/JATEKELMELET

Lendület
Program

Két vagy több ember, cég, ország vagy vállalat kölcsönhatása csak a legritkább esetben mentes az érdekellentétektől — még a minden érintett számára kedvező helyzetben is kialakulhatnak konfliktusok a nyeremény elosztásáról. A várható egyensúlyi vagy igazságos kimenetek meghatározásában közel száz éve segít a Neumann János által elindított játékelmélet. Az elnevezés kicsit félrevezető, sokan például a játékfejlesztéssel kapcsolják össze a területet. Mint oly sok más konfliktushelyzetben, természetesen a számítógépes játékok fejlesztésénél is fontos eszköz, de sokkal ismertebb a modern közgazdaság-tudományban, az evolúciós modellezésben, a piaci verseny jogi szabályozásában vagy éppen a nemzetközi egyezmények tervezésében játszott szerepéért, de emellett az építészettől a rákkutatáson át az infrastrukturális fejlesztésekig számos alkalmazása ismert.

A közéletet ma foglalkoztató konfliktusok közös jellemzője, hogy kihatnak a tágabb környezetükre is, így a konfliktusban passzív felek is lehetnek haszonélvezői vagy kárvallottjai. Bár az ún. külhatások vagy externáliák modellezése nem új, a közelmúltig kevesen és csak durván leegyszerűsített modellekkel vizsgálták ezeket a helyzeteket. A 2010-ben indult és a ELTE KRTK Közgazdaság-tudományi Intézetében jelenleg is működő Játékelméleti Kutatócsoport a területen belül kifejezetten az externáliák vizsgálatára törekedett. A számos elméleti eredmény mellett több a gyakorlatban is hasznosítható eredményre jutottunk, elsősorban pénzügyi, egészségügyi és energetikai területen.

Modelleztük és kísérletileg is vizsgáltuk a bankrohamokhoz, illetve tőzsdei buborékokhoz vezető folyamatokat. A hitelügyletek révén összefonódó bankok közti hálózatra jellemző körbetartozások feloldására hatékony és decentralizált eljárásokat javasoltunk.

A COVID-járvány kapcsán elemeztük, mi a jó kompromisszum a vírus terjedését gátló távolságtartás és az ember természetes társasági igénye között — a megoldás egyébként a például Új-Zélandon tudatosan alkalmazott vírusbuborék, azaz a társadalom kis, szigorúan elkülönített csoportokra bontása.

Eredményeink egy része választásokkal, szavazási helyzetekkel kapcsolatos. Itt a kutatásaink köre időközben eltávolodott az eredeti, externáliás problémától, nevezetesen, hogy például jó eredmény-e, ha egy párt támogatottsága 40% — ez attól függ, hogy a többi szavazat hogyan oszlik meg. Vizsgáltuk az európai uniós befolyást országszinten például a Brexit hatását mérve, illetve bizottsági szinten is. Hozzájárultunk a választási törvény legkevésbé vitatott, a mandátumok megyék közti szétosztásáról szóló részéhez.

Újabban egyre többet foglalkozunk az energetikai infrastruktúrával. Már jóval az ukrajnai orosz támadás előtt jeleztük, hogy a széles körű nyugat-európai—orosz összefogással épülő Északi Áramlat Ukrajna ellen irányul — és externáliaként súlyosan veszélyezteti a közép-európai régió gázellátását.

A szűkebben vett kutatás mellett a kutatócsoport sikere, hogy „hazahoztuk" a játékelméletet. Bár elszigetelten korábban is folytak ilyen profilú kutatások, a Lendület Program támogatásának köszönhetően sikerült összehoznunk egy olyan erős csapatot, amelynek egyre növekvő hatását a mai napig érezzük. Csoportunk alapító szenior kutatója, Biró Péter azóta kétszeres Lendület-nyertes; az általa alapított Mechanizmustervezés Kutatócsoport munkájáról külön fejezet szól. Csóka Péter az ország vezető közgazdaság-tudományi doktori iskolájának vezetője, Sziklai Balázs kezdő doktoranduszként csatlakozott, és volt már a BCE-n kutatási igazgató, Habis Helga egy rövid „svédcsavar" után pedig dékán lett ugyanott, és még sorolhatnánk a csoporttagok sikereit.

A Lendület Programnak köszönhetően Budapest nem egyszerűen felkerült e terület térképére, hanem meghatározó tudományos központ is lett: szinte évente rendezünk nemzetközi játékelméleti konferenciákat, 2021-ben pedig — sajnos részben virtuálisan — mi rendeztük a Játékelméleti Társaság 6. világkongresszusát. Ma már játékelméleti területen az sem meglepő, hogy nyugati egyetemek végzett doktorai Budapesten helyezkednek el, bár sajnos a pénzügyi realitások miatt a BME-n, illetve újabban a BCE-n.

A kutatócsoport vezetőjeként a Lendület-projekt lezárulta után is folytattam a téma kutatását. 2018-ban a Springernél megjelent *Partition Function Form Games* című monográfiám részben a Lendület-projekt eredményeire épül. 2019-ben habilitáltam, 2020-ban szereztem meg az MTA doktora címet. 2018-ban a BME másodállású oktatója lettem, jelenleg egyetemi tanárként, illetve a Kvantitatív Társadalom- és Menedzsmenttudományi Kutatóközpont igazgatójaként tevékenykedem. Főállásban jelenleg is a Közgazdaság-tudományi Intézet tudományos tanácsadója, 2023 óta igazgatója vagyok.

1. kép: A kutatócsoport jelenlegi tagjai közül (balról jobbra): Kóczy Á. László, Kiss Hubert János, Csóka Péter, Sziklai R. Balázs

STIPSICZ ANDRÁS

2010—2015

MTA Rényi Intézet Lendület Alacsony Dimenziós Topológia Kutatócsoport

Alacsony dimenziós topológia

HUN-REN Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Gyenge Ádám, Etesi Gábor, Kalmár Boldizsár, László Tamás, Mauro Mauricio, Daniel Nash, Némethi András, Helge Pedersen, Szabó Endre, Szabó Szilárd, Szilágyi Zsolt, Szilárd Ágnes, Terpai Tamás

RENYI.HU/~LDTBUD/OVERVIEW

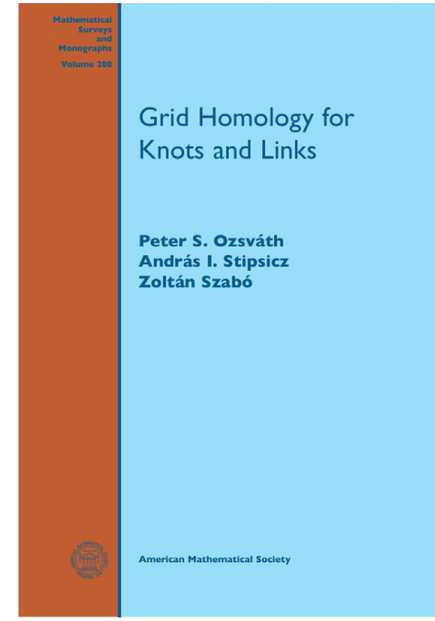
Lendület
Program

Kutatócsoportunk a három- és négydimenziós terek jobb megismerését tűzte ki célul. A pályázat elnyerése fordulópont volt matematikusi pályafutásomban: a csoport összeállítása és a munka megkezdése után egy ERC Advanced Grant pályázatot is beadtam, mely szintén nyert (2012-ben), így már egy sokkal szélesebb skálán tudtam csoportommal gondolkozni. Az ERC-támogatás 2017-ben lejárt, az elért eredmények alapján 2018-ban egy Élvonal-támogatás kedvezményzettjeként tudtam a csoportot továbbra is fenntartani és fejleszteni. 2024-ben pedig újabb ERC Advanced Grantot nyertünk, így a 14 éve alapított kis csoport immár intézetünk megbízhatóan fejlődő és jól teljesítő, állandó részévé vált. 2016-ban levelező, majd 2022-ben rendes tagjává választott az MTA. 2019 óta a Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet igazgatójaként folytatom munkámat.

A Lendület-kutatócsoporttal megkezdett munka látványos változást hozott matematikai eredményeimben is. A világ vezető topológiai folyóirataiban jelentek meg kontakttopológiai eredményeim (több társszerzővel közösen jegyzett cikkeimben), és jelentős eredményeket értünk el Ozsváth Péterrel és Szabó Zoltánnal (mindketten a Princeton Egyetem professzorai) a Heegaard—Floer-homológiák elméletében. Ezen eredmények közül is kiemelkedik talán az általunk felfedezett és alkalmazott Üpszilon-invariáns leírása. Az invariáns nemcsak új eszközt adott csomók vizsgálatára, hanem egy egészen új módot is arra, ahogyan korábban talált hasonló invariánsokra tekinthetünk. E felfedezés egyébként egy hármunk által közösen írt csomóelméleti könyv „melléktermeke".

A gondolatokat később doktoranduszaim vitték tovább, Alberto Corso és Antonio Alfieri doktori disszertációi is hasonló témák körül forogtak. Ők a CEU diákjaiként csatlakoztak a csoporthoz 2014-ben és 2015-ben, végzésük után neves kanadai egyetemeken, illetve a bonni Max Planck Intézetben kaptak posztdoktori állást. Alberto az általunk csomókra talált konstrukciót általánosította láncokra (többkomponensű csomókra), Antonio pedig az Üpszilon-invariáns általunk adott definíciójában használt félsíkokat cserélte általánosabb alakzatokra, és nyert így sokkal pontosabb és érdekesebb információt a vizsgált csomók csoportjáról. A csoportban további három PhD-dolgozat született témavezetésem mellett, és pillanatnyilag is két diák dolgozik olyan problémákon, melyeket korábbi eredményeink tettek érdekessé. Meg szeretném említeni, hogy a fiatal kutatók bevonásában, illetve disszertációjuk elkészítésében korábbi diákjaim is fontos szerepet vállaltak-vállalnak, aminek szívből örülök.

Csoportunk a Lendület-pályázat beépülésével (és hála a további pályázati sikereknek) töretlenül fejlődik. 2021-ben Marco Marengon egy Marie Curie-ösztöndíjjal csatlakozott hozzánk, és segítségével a Rényi Intézet Erdős Központjában 2023-ban egy teljes speciális szemesztert tudtunk az alacsony dimenziós topológia témájának szentelni. A félév során több előadás-sorozatot szerveztünk, melyek közül a „téli iskola” célközönsége inkább a doktoranduszok közül került ki, míg az ún. „fókuszált hetek” inkább a posztdoktoroknak, kutatóknak szóltak. A félév anyagát egy kötetbe gyűjtve a Springer gondozásában tettük minden érdeklődő számára elérhetővé.



1. kép: 2015-ben megjelent kötetünk

SZAKÁCS GERGELY

2010—2015

MTA TTK EI Lendület Membránbiológia Kutatócsoport

Multidrogrezisztens tumorok célzott terápiája

HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Brózik Anna, Cserepes Mihály, Ferenczi-Palkó Roberta, Füredi András, Gera Melinda, Hámori Lilla, Karai Edina, Kiss Dániel, Kiss Katalin, Komlósi Elvira, Kovacsics Daniella, Kucsma Nóra, Kurkó Ibolya, Laczka Csilla, Lovrics Anna, Mohos Krisztina, Nagy Veronika, Nagy Zsuzsanna, Veronika Pape, Patik Izabell, Rakvács Zsófia, Tóth Orsolya, Tóth Szilárd, Türk Dóra, Windt Tímea

TTK.HUN-REN.HU/EI/GYOGYSZERREZISZTENCIA-KUTATOCSOPORT

Lendület
Program

Biológiai membránok nélkül az élet elképzelhetetlen. A belső tér elhatárolása állandóságot biztosít a környezet változásaival szemben, ugyanakkor lehetőséget ad a külvilággal folytatott energia- és információcsere szabályozására. A membránon keresztüli anyagáramlást transzmembrán fehérjék szabályozzák. Az ATP-binding cassette (ABC) transzporterek ősi fehérjék, valamennyi ismert organizmusban megtalálhatóak. Széles szubsztrátspecifitásuknak megfelelően élettani szerepük is változatos: szerepük van a sejtek tápanyagfelvételében, anyagcseretermékek kiválasztásában, a jelátadásban stb. Az ABC-transzporterek jelentős szerepet játszanak a különféle mérgező vegyületekkel szembeni védekezésben és a kemoterápiás szerekkel szembeni széles körű ellenálló képesség (multidrog-rezisztencia, MDR) kialakításában. A multidrogrezisztens baktérium-, gomba-, gyomnövény- vagy ráksejtek keresztrezisztenciát mutatnak a szerkezetükben és hatásmechanizmusukban is igen különböző citotoxikus szerekkel szemben. A jelenség sejtszintű magyarázata közös: a sejtek membránjában kifejeződő nagy kapacitású, széles szubsztrátspecifitású ABC-transzporterek megakadályozzák a citotoxikus vegyületek sejten belüli akkumulációját.

Posztdoktori tanulmányaimat az Egyesült Államok Nemzeti Rákkutató Intézetében (National Cancer Institute) végeztem. Itt észrevettem, hogy az ABC-transzportereket kifejező multidrogrezisztens ráksejtek paradox módon érzékenyebbek bizonyos vegyületekkel szemben. E váratlan felfedezés nyomán felvetettem a multidrogrezisztens sejteket szelektíven elpusztító terápiás megközelítés lehetőségét. Az amerikai ösztöndíjam lejárta után az EMBO YIP és a Marie Curie-pályázatok támogatásával visszatértem az MTA Enzimológiai Intézetébe, ahol lehetőséget kaptam egy csoport megalapítására. 2010-ben sikeresen pályáztam az MTA Lendület Programjának támogatására, és megalapítottam a — jelenlegi nevén — Gyógyszerrezisztencia Kutatócsoportot.

A rosszindulatú daganatok sikeres kezelése napjaink egyik legnagyobb kihívása. Az öregedő társadalmakban évről évre nő az onkológiai betegek száma, ami a rákos megbetegedések okozta halálozás arányának emelkedésével is jár. Annak ellenére, hogy a diagnosztikai és terápiás eljárások folyamatos fejlődésen mennek keresztül, a legnagyobb mortalitású daganatok hatékony kezelését a késői diagnózis, a mellékhatások, valamint a gyógyszer-rezisztencia kialakulása nehezíti.

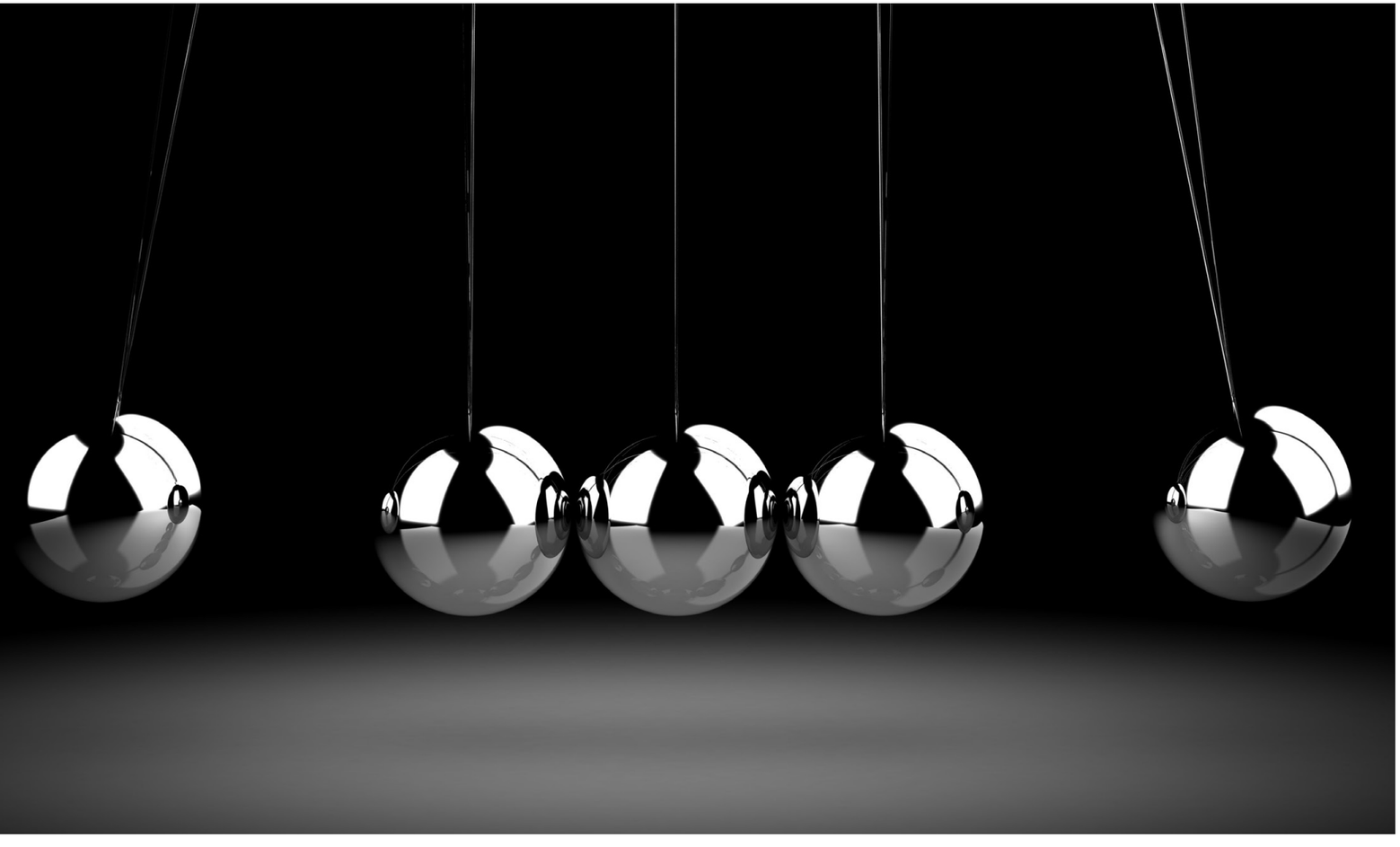
A kutatócsoport fő profilja a terápiának ellenálló, rezisztens tumorsejteket elpusztító vegyületek felfedező kutatása. A nagy áteresztőképességű szűrésekre is alkalmas rendszerben azonosítottuk, majd fizikai-kémiai és biológiai paramé-

terek alapján továbbfejlesztettük a leghatásosabb gyógyszerjelölt vegyületeket. A kezdeti eredményekre alapozva 2012-ben elnyertem az Európai Kutatási Tanács (ERC) Starting Grant pályázatát.

2019-ben a lendületes közösség felemelte a szavát az MTA kutatóhálózatának tervezett átalakítása ellen. Az MTA és a kormány között zajló tárgyalások során a lendületes kutatókat én képviselhettem, a sebtiben megalkotott honlapunkon közzétett nyilatkozatok szellemében. Támogattuk a kormány kezdeményezését a hazai innovációs potenciál növelésére, hangsúlyozva az alapkutatások és az akadémiai autonómia elsődleges fontosságát. Ugyanebben az évben Ausztriában is alapítottam egy kutatócsoportot, és tanszékvezető egyetemi tanári kinevezést kaptam a Bécsi Orvostudományi Egyetemen.

A Lendület-pályázat elnyerése óta eltelt 14 évben a csoport közel 100 tudományos publikációt jelentetett meg. A csoport eredményei által életre hívott koncepció mára széles körben elfogadott és kutatott irányzattá vált. A felfedezést közlő szabadalmat 2020 áprilisában jegyezte be az USA szabadalmi hivatala.

Jelenleg az ELTE Peptidkémiai Kutatócsoportjával és az HUN-REN Biológiai Nanokémia Kutatócsoportjával közösen egy új kemoterápiás hatóanyag fejlesztésén dolgozunk, mely a kezdeti kísérletekben rendkívül hatékonynak bizonyult több egértumormodellben is. A speciálisan formulált hatóanyag akár egyetlen dózissal képes visszaszorítani emberben és egérben a tüdő-, emlő-, méhnyak- és melanómadaganatokat, és bizonyos modellekben egyetlen kezelés a kísérleti állatok teljes gyógyulásához vezet.



2011

BÁLDI ANDRÁS

2011—2015

MTA ÖK Lendület Ökoszisztéma-szolgáltatás Kutatócsoport

A biodiverzitás hatása egyes ökoszisztéma-szolgáltatásokra

HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Berezki Krisztina, Bihaly Áron, Demeter Imre, Kovács-Hostyánszki Anikó, Kőhalmi Fruzsina, Németh Virág, Öllerer Kinga, Palotás Brigitta, Piross Sándor, Somay László, Süle Gabriella, Szabó Gyula, Szabó Krisztina, Szigeti Viktor, Tanács Eszter, Teplánszki Dóra, Vári Ágnes, Vajna Flóra, Zsinka Bernadett

ECOSYSTEM-SERVICES.ECOLRES.HU

Lendület
Program

Egyes ökoszisztéma-szolgáltatások, mint például a beporzás, a kártevők elleni biológiai védekezés vagy éppen a talaj termékenysége, csak a biodiverzitás megőrzése révén biztosíthatók. Biodiverzitás és megfelelő ökoszisztéma-szolgáltatások nélkül tehát a társadalmi jóllét nem valósulhat meg. Kutatásaink célja a biodiverzitás és egyes ökoszisztéma-szolgáltatások összefüggésének megértése, a fenntarthatóságot szolgáló folyamatok tudományos hátterének megteremtése és eredményeinkkel a világ élvonalába kerülés. A projekt indulása óta mezőgazdasági és erdei ökoszisztémákat vizsgálunk hazai és erdélyi területeken. Számos cikkünk jelent meg vezető lapokban, pl. a *Science* vagy a *Nature Communications* hasábjain. Elnyertünk EU FP7-, H2020-, HE-, OTKA-, MTA-pályázatokat. Kutatásainkra építve multidiszciplináris kapcsolatokat építettünk ki, illetve jelentős lett a szakpolitikai részvételünk is.

Az első kutatási téma során az élőhelyek természetességének hatását vizsgáltuk a biodiverzitásra, illetve ökoszisztéma-szolgáltatásokra. Az inváziós növényfajok térhódítása a vadméhek egyedszámának csökkenését okozta, és mi több, jelentősen csökkentette a területeken élő őshonos növényfajok virághalmozatását is. A biológiai kártevők elleni védekezést erdei ökoszisztémákban kutattuk. Rendszerközpontú megközelítésünkkel igazoltuk, hogy az erdőkezelés jelentősen hozzájárulhat a hernyókárok mérsékléséhez a madarak számára kedvező szerkezeti elemek fenntartásával. Ezen eredményeinknek jelentős gyakorlati kihatása van.

Több pályázat sikeres elnyerésével két nagy léptékű terepi kísérletet indítottunk. Az egyikben felhagyott ugarok természetességét növeltük meg úgy, hogy 4,5 hektáron felülvetettük helyi vadvirágokkal, elsősorban a talajra jótékony hatást kiváltó pillangósokkal. Ennek révén win-win helyzetet teremtettünk: a sikeres természetmegőrzés mellett a gazdálkodó is jól jár. A jobb minőségű talajon több lett a biomassza, azaz a széna a gazdának, és ezzel párhuzamosan a növényi és beporzódiverzitás is megnőtt.

Második témánkban az ökoszisztéma-szolgáltatások és a térbeli heterogenitás kapcsolatát céloztuk meg. Számos tanulmányban mutattuk be a táji és helyi szint közötti interakciókat, illetve egy metaanalízisben, mely Highly Cited Paper lett, bemutattuk, hogyan alakul a lokális élőhelykezelés hatása a tájszerkezet függvényében. A témában a nagy ugrást 2020-ban értük el, amikor jelentős befektetéssel elindítottuk második terepi kísérletünket, amelyben vadvirágos parcellákat telepítettünk eltérő szerkezetű tájakban, eltérő parcellaméretttel.

E kutatási infrastruktúra azóta számos izgalmas eredménnyel szolgált, ám az ökológiai folyamatok időléptéke miatt még messze nem értünk a felfedezések végére.

A harmadik téma a szintézis, illetve az országos léptékre való „fellépés”. Már a Lendület-projekt indulásakor célkitűzés volt egy jelentős költségigényű országos ökoszisztémaszolgáltatás-felmérés indítása. Ez végül megvalósult az Agrárminisztérium vezetésével, és a kutatócsoport több tagja kulcsszerepet játszott a megvalósulásában, illetve a vezetésében. Ez az országos adatbázis azóta a táj-, illetve természetvédelmi stratégiák alapja lett Magyarországon.

A Lendület-pályázat ideje alatt, 2012-ben kineveztek az akkor újonnan létrehozott MTA Ökológiai Kutatóközpont főigazgatójának, mely feladatot 2018 végéig elláttam a kutatócsoport vezetése mellett. Ezután több kihívást jelentő feladatot is elvállaltam, így az Academia Europaea, melynek 2018-ban tagjává választottak, Ecology and Evolution szekciójának vezetője lettem, megválasztottak a European Academies’ Science Advisory Council Environmental Steering Panel vezetőjének, illetve a European Biodiversity Partnership (Biodiversa+) tanácsadó testülete elnökének. 2022-ben az MTA levelező tagjává választottak. Kutatócsoportom mintegy 20 taggal és számos EU-s és hazai pályázattal a beporzás és az ökoszisztéma-szolgáltatások kutatásának élvonalában tevékenykedik.

1. kép: Viráglátogató poszméh

2. kép: A kutatócsoport tagjai 2011-ben: Mózes Edina, Somay László, Kovács-Hostyánszki Anikó, Báldi András, Bereczki Krisztina, Szirák Ádám, Molnár Dorottya, Hajdú Katalin, Földesi Rita

3. kép: A kutatócsoport tagjai 2023-ban: Somay László, Szabó Gyula, Németh Virág, Báldi András, Kőhalmi Fruzsina, Öllerer Kinga, Vajna Flóra, Tanács Eszter, Németh Tímea, Bihaly Áron, Palotás Brigitta, Demeter Imre, Arany Ildikó, Lellei-Kovács Eszter, Teplánszki Dóra, Szigeti Viktor, Süle Gabriella

BÍRÓ TAMÁS

2011—2016

MTA—DE Lendület Sejtélettani Kutatócsoport

Az endocannabinoid rendszer szerepe a bőr barrierfunkcióinak szabályozásában

Debreceni Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Ágoston András, Ambrus Lídia, Aranyász Andrea, Béldi Tibor, Berecki Dániel, Bodnár Dóra, Alaa Bsoul, Czakó Nóra, Czifra Gabriella, Daubner Roland, Fazekas Eszter, Furin Lilla, Gajdos András, Galicz Anita, Herczeg Lisztes Erika, Hollósi Erika, Jakab Orsolya, Akhil Kallur, Kárász Orsolya, Katona Vencel, Kothalawala Eliza, Elias Kuzum, Makay Róbert, Yair Meiry, Mihály Johanna, Oláh Attila, Papp-Uzonyi Renáta, Sárvári Anitta, Einat Shirit, Szabó Imre Lőrinc, Szabó Pálma Tímea, Szabó-Papp Judit, Szántó Magdolna, Szöllősi Attila Gábor, Takács Erika, Tóth István Balázs, Varga Dániel, Vargáné Kiss Ibolya, Verebi Enikő, Vinczéné Ilyés Erika, Zákány Nóra

Lendület
Program

Tudományos munkánk átfogó célja az emberi bőrben megtalálható, főként a kutatócsoport által korábban leírt és jellemzett, belső kannabinoid rendszer szerepének vizsgálata volt a szerv komplex védelmi mechanizmusainak szabályozásában.

Vizsgálataink során megállapítottuk, hogy a rendszer meghatározó szerepet játszik a szerv élettani folyamatainak szabályozásában. A hámsejtek vizsgálata során kimutattuk, hogy a belső kannabinoid rendszernek pozitív szerepe van a bőr védelmi vonalának kialakításában és újjáépülésében. Bebizonyítottuk azt is, hogy a hámsejtek és immunsejtek belső kannabinoid „tónusának” megnövelése jelentős gyulladásgátló hatást vált ki. A faggyúmirigy sejtjein számos, a *Cannabis sativa* növényből izolált, tudatmódosító hatással nem rendelkező növényi kannabinoid vegyületet tanulmányoztunk. Megállapítottuk, hogy a legtöbb növényi kannabinoid jelentős mértékben kivédi a különféle ágensek által beindított kóros faggyútermelést, meggátolja a faggyúmirigysejtek túlzott növekedését, valamint gyulladásgátló hatást vált ki — eredményeink alapján így felmerült egyes növényi kannabinoid vegyületek (pl. a kannabidiol, CBD) terápiás alkalmazásának lehetősége az akné (gyulladásos pattanásosság) kezelésében.

A projekt során emellett számos új kísérletes rendszert állítottunk be, valamint új kutatási irányvonalakat is kijelöltünk. Ezek közül kiemelten fontos a belső kannabinoid rendszer szabályozásának feltárása; a rendszer „tónusos” megváltozásának azonosítása olyan nagy gyakoriságú kórképekben, mint pl. az atópiás ekcéma; új betegségmodellek fejlesztése; valamint a különféle vegyületek pontos hatásmechanizmusának leírása.

Tudományos eredményeink felkeltették több, nagy potenciállal rendelkező nemzetközi nagyvállalat érdeklődését, ami számos ipari KFI-szerződés megkötését eredményezte. A cégekkel való közös munka kiváló lehetőséget teremtett felfedező kutatási eredményeink terápiás alkalmazásának kiaknázására. A projektek sikeres befejezésének köszönhetően jelenleg két növényi kannabinoidszármazék fázis II. és III. klinikai vizsgálata zajlik akné, atópiás ekcéma és pikkelysömör terápiájában, valamint több, általunk jellemzett molekulát tartalmazó kozmetikai termék kerül(t) a piacra. Mindezek fényében úgy véljük, hogy kutatásaink gazdasági és társadalmi relevanciája, valamint értéke jelentősnek mondható.

A projekt során kitüntetett figyelmet fordítottunk arra, hogy a lehető legnagyobb mértékben járuljunk hozzá a Lendület Program fő célkitűzésének megvalósulásához, azaz a hazai fiatal kutatóbázis erősítéséhez nemzetközi szinten is

kimagasló teljesítményű fiatal kutatók önállósodási törekvéseinek támogatásával. A Lendület-támogatásnak, valamint a projekt futamideje alatt elnyert több mint 600 millió Ft elnyert pályázati és ipari KFI-forrásnak köszönhetően sikerült egy jelentős méretű (7-8 kutató, 5-6 technikus) kutatócsoportot létrehozni, melyhez a projekt során 13 PhD- és 21 TDK-hallgató csatlakozott; e jelentős humánerőforrásnak is köszönhetően közel 50 publikációt jelentettünk meg a projekt eredményeire alapozva. A hazai kutatóbázis erősítése szempontjából kiemelendő, hogy 12 hallgató szerezte meg PhD-fokozatát a projekt ideje alatt, illetve azt követően; valamint hogy 5 kutató munkatárs saját kutatócsoportot alapított (és jelenleg is vezet).

A projekt befejezése után nem sokkal tudományos pályámon jelentős változást állt be. 2018-tól közel két éven keresztül a Hungarian Center of Excellence for Molecular Medicine alapító főigazgatója voltam, majd 2020-ban elhagytam az akadémiai pályát. Azóta — részben a Lendület-projekt során kialakított nemzetközi ipari kutatási hálózatnak is köszönhetően — az ipari KFI- és termékfejlesztés területén dolgozom. Jelenleg négy gyógyszeripari cég külső munkatársaként a preklinikai és hatásvizsgálatokat, valamint a transzlációs és szabadalmaztatási folyamatokat vezetem és koordinálom.

DOMOKOS PÉTER

2011—2015

MTA Wigner FK Lendület Kvantummérés Kutatócsoport

Kvantummérés-elmélet mezoszkopikus hibrid csatolókban és hálózatokban

HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Asbóth János, Darázs Zoltán, Dombi András, Gilyén András, Kálmán Orsolya, Kecskés László, Kiss Tamás, Kollár Bálint, Kónya Gábor, Kurucz Zoltán, Nagy Dávid, Rakovszki Tibor, Sinkovicz Péter, Szirmai Gergely, Vukics András

WIGNER.HU/HU/KVANTUMOPTIKA-ES-KVANTUMINFORMATIKA-OSZTALY/KVANTUMOPTIKAI-KUTATOCSOPORT

Lendület
Program

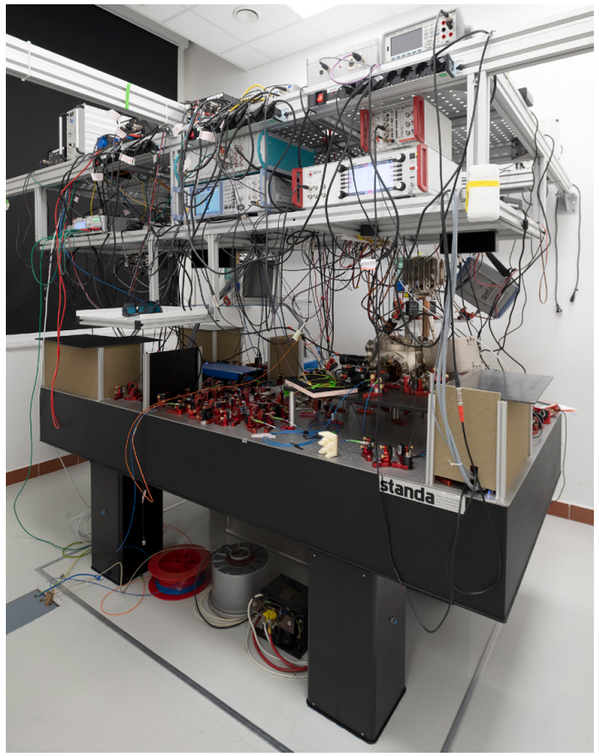
Amikor 2011-ben megalakult a kutatócsoport, a lézerfizika és az abból kifejlődött kvantumoptika már megnyitotta azt a lehetőséget, hogy a kvantummechanika törvényeinek engedelmeskedő elemi objektumok, úgymint atomok, ionok és fotonok viselkedését minden releváns szabadsági fokukban a kvantumzaj által engedélyezett végső pontossági szinten lehessen kontrollálni a kísérletekben. A kvantumfizikai kutatásokban a következő lépés nyilvánvalóan az volt, hogy ezt a lehetőséget kiterjesszük összetettebb rendszerek, egyre nagyobb méretű molekulák vagy egyre nagyobb elemszámú hálózatok kvantummechanikai szintű irányítására. Ez a célkitűzés az elméleti alapkutatások részéről is lényegi hozzájárulást igényelt. Az összetett és a környezettel kölcsönható nyílt rendszerekben a mérés hatása, a dekoherencia és a kvantumos összefonódottság, azaz a részrendszerek klasszikus statisztikával nem értelmezhető korrelációi a kvantumelmélet alapkérdéseit vetik fel. A kutatási programunkban ezen alapvető problémák vizsgálatát kapcsoltuk össze konkrét, a kvantumoptikai kísérletekben megvalósítható rendszerek modellezésével.

A Lendület-kutatócsoportot a hároméves értékelés után 2014-ben véglegesítette az MTA, a megkezdett kutatási irányokat folytattuk, és 2016-ig ezekben eljutottunk egy nyugvópontig. Ekkor lényeges változás következett be a csoport életében. A Lendület-csoport működésének időszakában az egész világon robbanásszerűen megnőtt a kvantumfizikai kutatások mennyisége és a minősége is. A fiatal kutatók körében nagyon népszerűek lettek a kvantumos témák, és már nemcsak a fizikusok, hanem a matematikusok és informatikusok körében is. Ennek fő oka az, hogy körülbelül ekkor kezdték elhinni a kutatók és a tudománypolitikusok is, hogy lehet valami a „kvantumszámítógépből", de a kvantuminformatika legalábbis a kommunikáció területén a titkos kulcsmegosztással hatással lesz a társadalmakra. Nagyszabású nemzeti programokat hoztak létre a kvantumtechnológia kibontakoztatására. Így 2017-ben Magyarországon is elindult a Nemzeti Kiválósági Program keretében a HunQuTech konzorcium, amelyben a mi csoportunk mellett még 5-6 másik Lendület-csoport is részt vett, és lehetőséget kapott a kutatási infrastruktúra lényeges fejlesztésére. Később erre a megerősödött kutatói közösségre és kutatás-fejlesztési potenciálra támaszkodott a Kvantuminformatika Nemzeti Laboratórium.

A mi Lendület-csoportunk számára egy másik következménye is volt a kvantumtechnológia gyors fejlődésének. Világossá vált, hogy el kell sajátítani, és itthon is meg kell valósítani azokat a laboratóriumi technológiákat, amelyek a kvantuminformatika és a kvantumszámítás alapvető eszközei. Az atomi alapú kvantumtechnológiák teljes mértékben hiányoztak a hazai kutatási szférában. Ezért 2016-ban a Lendület-csoport egy részével elhatároztuk, hogy belevágunk

a kísérleti kvantumoptika megtelepítésébe. Az MTA infrastrukturális pályázatán elnyert támogatással (100 millió Ft), valamint Tübingeni Egyetemről Fortágh József mentorálásával, aki az MTA Vendégkutatói Programjával töltött velünk egy évet, el tudtunk indulni. Ezt követően a Nemzeti Kiválósági Program lehetővé tette egy világszínvonalú kísérleti laboratórium megépítését mintegy 5-6 éves megfeszített munkával. Most már élvonalbeli folyóiratokban publikálunk, és számos egyetemi hallgató tanulja és gyakorolja nálunk az atomok és fotonok manipulálására kidolgozott laboratóriumi technikákat.

Kutatócsoportunk munkássága jelentős nemzetközi figyelmet vívott ki, az induláskor felvetett kérdések messzire vezettek minket kvantumfizikai ismereteink elmélyítésében. Összességében a legnagyobb eredménynek ugyanakkor azt tartom, hogy létrejött a csoportnak az a magja, amelyikkel úttörő vállalkozásba fogtunk, és meghonosítottuk a kísérletes kvantumoptikát a Wigner FK-ban.



1. kép: Atom-foton interfész kísérleti berendezés a Wigner FK-ban

2. kép: A kutatócsoport tagjai 2020-ban (balról jobbra): alsó sor: Asbóth János, Kálmán Olga, Domokos Péter; középső sor: Darázs Zoltán, Kollár Bálint, Kiss Tamás, Szirmai Gergely; felső sor: Sinkovicz Péter, Dombi András, Vukics András, Kónya Gábor, Kurucz Zoltán

GEISZT MIKLÓS

2011—2016

MTA—SE Lendület Peroxidáz Enzimek Kutatócsoport

Peroxidáz enzimek vizsgálata

Semmelweis Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Donkó Ágnes, Kovács Hajnal Anna, Lázár Enikő, Molnár Beáta, Petheő Gábor, Sirokmány Gábor, Zana Melinda

Lendület
Program

A Lendület-pályázatom célja a peroxidáz enzimek közé tartozó peroxidazin (PXDN), valamint peroxidazinszerű fehérje (peroxidasin-like protein, PXDNL) funkcióinak megismerése volt. Bár a peroxidázok működéséről és betegségek kialakulásában játszott szerepéről több ezer közlemény jelent meg az évek során, a PXDN és PXDNL fehérjékről nagyon keveset tudtunk. A PXDN és a PXDNL az állati, hemtartalmú peroxidáz enzimek családjába tartozik. Az állati peroxidázok közé tartozik még a laktoperoxidáz (LPO), a mieloperoxidáz (MPO), az eozinofil peroxidáz (EPO) és a tireoperoxidáz (TPO). Az MPO, EPO és LPO enzimek a kórokozók elpusztításában játszanak szerepet, a TPO-nak pedig elengedhetetlenül fontos szerepe van a pajzsmirigyhormonok képződésében. Az eddig tárgyalt peroxidázok közös sajátossága, hogy halidionok (klorid, jodid) vagy tiocianát oxidációján keresztül fejtik ki hatásukat. A PXDN struktúrája különleges a peroxidázok között, ugyanis peroxidázdoménje mellett az extracelluláris mátrix (ECM) fehérjéire jellemző doméneket is tartalmaz. Először *Drosophila melanogaster*ben azonosították, ahol az állat számos fejlődési szakaszában kimutatták a fehérjét, ám a funkcióját csak 2012-ben sikerült azonosítani. A PXDN az ECM-be szekretálódó fehérje, amely bromidból és hidrogén-peroxidból hipobrómossav képződését katalizálja. A PXDN által termelt hipobrómossav a IV-es típusú kollagénmolekulák kovalens keresztkötését hozza létre, ami a bazális membránok kialakulásának fontos lépése. A PXDN-nel igen nagyfokú homológiát mutat a peroxidazinszerű fehérje (peroxidasin-like protein, PXDNL), amelynek a funkciójáról a pályázat kezdetén nagyon keveset tudtunk. A fehérje doménszerkezete teljesen megegyezik a PXDN szerkezetével. Érdekes, hogy a PXDNL-t kódoló gén nem található meg az egérgenomban, ahol csak a PXDN-t kódoló gén van jelen. Az ötéves kutatási program során számos új megfigyelést tettünk, amelyek hozzájárultak ahhoz, hogy jobban megértsük a PXDN és PXDNL fehérjék működését. A legfontosabb eredményeink a következők voltak:

1. Sikerült olyan génmódosított állatmodelleket kifejlesztünk, amelyek segítségével közelebb kerültünk a PXDN *in vivo* funkciójának és különböző betegségek kialakulásában betöltött szerepének megértéséhez. A PXDN hiányában súlyos szemfejlődési rendellenesség alakul ki, és az állatok testsúlya is jelentősen kisebb, mint vad típusú társaiké. A génmódosított állatok fenotípusának vizsgálata jelenleg is folyamatban van.

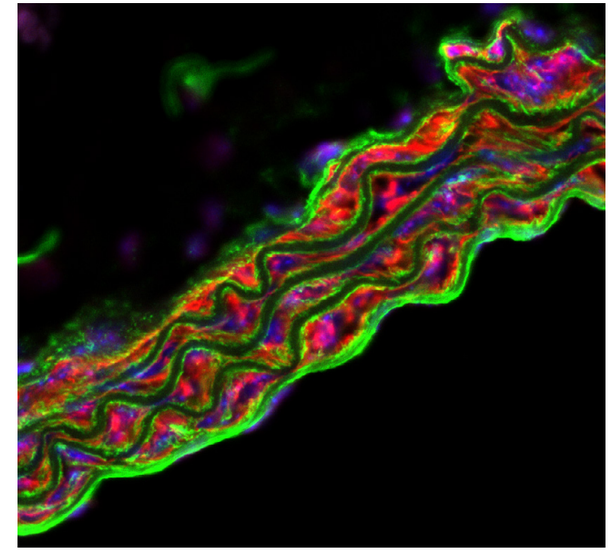
2. Kimutattuk, hogy a PXDN működése különleges a többi emlős hemtartalmú peroxidázához képest, ugyanis az NADPH oxidáz enzimek hidrogén-peroxid-termelése nem játszik szerepet a PXDN kollagén IV-et keresztkötő működésében.

3. Elsőként mutattuk ki, hogy az emlős-PXDN homotrimer formájában működik, és azonosítottuk azokat a cisztein-aminosavakat, amelyek diszulfid-hidak képzésén keresztül kialakítják a trimer szerkezetet.

4. Sikerült előállítanunk egy, a PXDN-t specifikusan felismerő monoklonális antitestet, amelyet jelenleg világszerte, több laboratóriumban is használnak.

5. Kimutattuk, hogy a PXDNL legnagyobb mennyiségben a szívben, azon belül a szívizomsejtekben expresszálódik. Azt is megállapítottuk, hogy a PXDNL fehérje nem rendelkezik enzimaktivitással, és a PXDNL-expresszió megemelkedik dilatatív kardiomiopátiában.

A PXDN és PXDNL fehérjékkel kapcsolatos eredményeink nemzetközi hatását jelzi, hogy 2020-ban felkértek a PXDN fehérje szerkezetéről és funkciójáról szóló könyvfejezet megírására (Peroxidasin structure and function. In: Hawkins, Clare — Nauseef, William M. [eds]: *Mammalian Heme Peroxidases: Diverse Roles in Health and Disease*. CRC Press — Taylor and Francis Group, 2021), 2023-ban pedig Budapesten szerveztük meg a 12. nemzetközi, humán peroxidáz enzimekkel foglalkozó konferenciát (12th International Human Peroxidase Meeting). A Lendület-pályázat ideje alatt szereztem meg az MTA doktora címet (2013), 2014-ben pedig egyetemi tanárrá neveztek ki. A PXDN és PXDNL fehérjék működésének vizsgálata jelenleg is fontos kutatási téma az általam vezetett laboratóriumban.



1. kép: Egéraorta paraffinblokkból készült keresztmetszetének konfokális lézermikroszkópos képe a kollagén IV (zöld) és a simaizomaktin (piros) antigén feltárás utáni immunofluoreszcens jelölését követően, a sejtmagok ToPro-3 festékkel kéken jelölve
Készítette: Balázs Bernadett és Sirokmány Gábor (Semmelweis Egyetem Élettani Intézet)

2. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): hátsó sor: Lernyei Soma Bence, Szeles Zsolt, Geiszt Miklós, Sirokmány Gábor, Petheő Gábor, Ludmán Eszter; első sor: Varga Máté, Trencsényiné Balázs Bernadett Éva, Mutai Kellyne Chematia, Balog Beáta Adél, Molnár Beáta Edit

KOVÁCS MIHÁLY

2011—2016

MTA—ELTE Lendület Motorenzimológiai Kutatócsoport

Stabilitás és változatosság: DNS-átalakító motorenzimek genomkarbantartó működése

Eötvös Loránd Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bibó András, Fall Viktória, Ferencziová Veronika, Füzesi Dóra, Gervai Judit, Gyimesi Máté, Harami Gábor, Kocsis Zsuzsa, Kovács Zoltán, Krajcsi Anikó, Martina Máté, Molnár Eszter, Nagy Nikolett, Pöröntő Edina, Sarlós Kata

MK-LAB.ORG

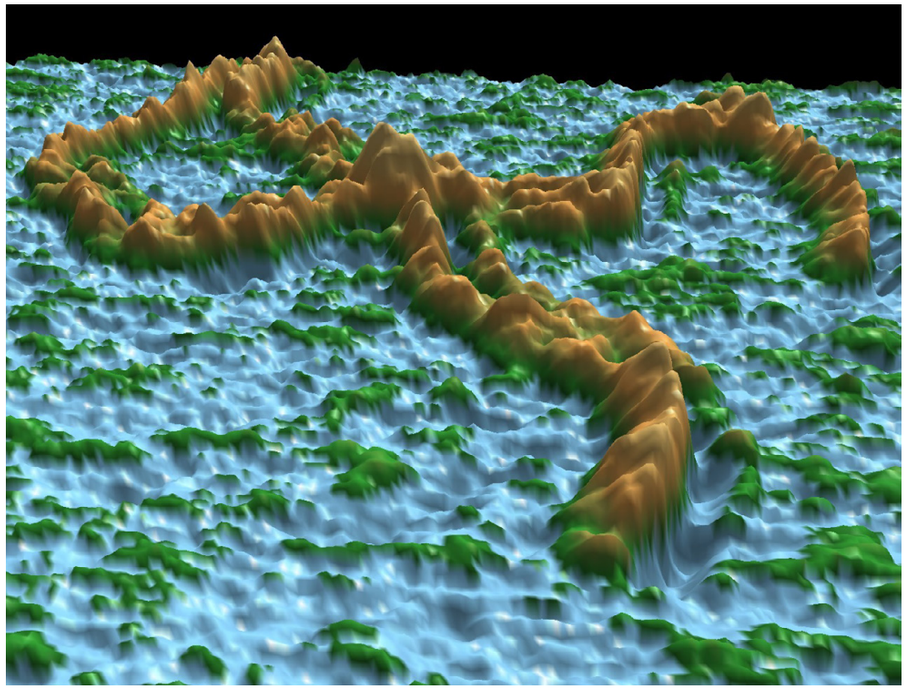
Lendület
Program

A DNS kettős száltörés a DNS-károsodás legsúlyosabb formája, amely gyakran és elkerülhetetlenül fordul elő a sejtekben. A kettős száltörések hibamentes javításának leghatékonyabb módja a homológ rekombináció, amely minden élő sejtben zajló folyamat. Az ún. illegitim (nem allelikus helyek közötti) rekombináció azonban még az eredeti DNS-hibánál is súlyosabb következményekkel, sejthalállal vagy rákképződéssel járhat. Ezért a rekombináció minőség-ellenőrzése létfontosságú, mechanizmusai azonban feltáratlanok. E probléma által motiválva a Lendület Programban felderítettük a DNS-rekombinációt hajtó nukleinsav-alapú motorenzimek működési mechanizmusát. Felfedeztük, hogy az ún. RecQ-család DNS-helikázai (bakteriális RecQ, humán Bloom-szindróma [BLM] helikáz) érzékelik a DNS-szálcsatlakozások helyzetét és bázispár-energiáját a rekombinációt indító DNS-struktúrákban. Így e helikázok különbséget tudnak tenni a legitim és illegitim iniciációk között, és az utóbbit képesek szelektíven gátolni. A rákkutatás és az evolúciós mechanizmusok felderítése mellett felfedezéseink a biotechnológia, a genomtervezés és gyógyszerkutatás területein is jelentőséggel bírnak.

Csoportunk genomanyagcsere-fehérjékkel kapcsolatos újabb eredményei a fehérjék és nukleinsavak folyadék-folyadék fázisszeparációja felé fordították figyelmünket, amely membrán nélküli kompartmentumokat hoz létre az élő sejtekben. Csoportunk felfedezte bakteriális egyszálú DNS-kötő (SSB) fehérje dinamikus kondenzátumképző sajátságát, amely lehetővé teszi a genomkárosító stresszre adott gyors sejtválaszt. A hSSB2 humán SSB homológon végzett munkánk feltárta az SSB-k funkcionális adaptációit az eukarióta-genomanyagcsere kontextusában. Csoportunk váratlan felfedezést tett egy másik humán SSB-ről (hSSB1) is, amelynek funkciója addig kizárólag a genomanyagcserében volt ismert. Kimutattuk, hogy a hSSB1 reverzibilis kondenzációt mutat oxidatív és mitokondriális stressztől függően, és így szabályozza az ún. citoplazmatikus stresszgranulumok összeállását, amelyek a stresszválasz központi fontosságú kondenzációalapú struktúrái. A tudományos előrelépések mellett ezek a felfedezések alapvetően új megközelítéseket tesznek lehetővé olyan anyagok fejlesztésében, amelyek megakadályozhatják a rákgyógyszerekkel szembeni rezisztenciát és a szöveti degenerációt.

Az ELTE oktatójaként biokémiai és molekuláris biológiai tárgyak széles palettáját oktatom, illetve gondozom a BSc-, MSc- és PhD-képzések teljes spektrumán. 50-nél több egyetemi szakdolgozat, számos díjnyertes TDK-mű, illetve 12 doktori hallgató és 8 posztdoktor témáját vezettem, illetve vezetem. Volt tanítványaim a davisi Kaliforniai Egyetemtől a Würzburgi Egyetemen és Koppenhágai Egyetemen át az NIH-ig (USA) rangos hazai intézmények, illetve gyógyszeripari

és biotechnológiai cégek sorában folytatnak sikeres karriert. 2015-ben professzorrá neveztek ki az ELTE-n. 2016 óta az ELTE Szerkezeti Biokémia Doktori Programját vezetem. 2019 óta vezetem az ELTE Biokémiai Tanszékét. A tanszék több gyógyszerfejlesztési startup vállalkozásával, évente több tucatnyi, vezető folyóiratban megjelenő felfedezés közlésével és nagyszámú sikeres nemzetközi kutatói karriert befutó növendék kibocsátásával a hazai biokémiai és molekuláris biológiai kutatás egyik fellegvára. Kutatási témavezetőként nemzetközi és hazai pályázatok sorát nyertem el az NIH, EMBO, Howard Hughes Medical Institute, Human Frontier, NKFIH, HUN-REN programjaiban. Az ELTE motorenzimek gátlását gyógyászati célra hasznosító szabadalmaiban is közreműködtem feltalálóként.



1. kép: Négyszálú DNS-molekula (ún. Holliday-szerkezet, a DNS-rekombináció kulcsfontosságú köztiterméke) atomerő-mikroszkópiás felvétele

2. kép: A kutatócsoport tagjai 2024-ben

MAKARA JUDIT

2011—2016

MTA KOKI Lendület Idegi Jelátvitel Kutatócsoport

Dendritek és memória: dendritikus integráció a hippokampális idegsejthálózatban

HUN-REN Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Laetitia Chauviere, Magó Ádám, Németh Zsófia, Papp Edit, Marina Polito, Ráksai-Maár Adrienn, Snezana Raus Balind, Ujfalussy Balázs, Jens Weber

KOKI.HUN-REN.HU/RESEARCHGROUPS/NEURONAL-SIGNALING

Lendület
Program

Miután 5 évet az USA-ban töltöttem posztdoktori kutatóként, 2011-ben a Lendület-pályázat elnyerésével hazatértem Magyarországra, és saját kutatócsoportot alapítottam a Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézetben. Pályázatom célja a dendritek (az idegsejtek információfogadó nyúlványai) működésének jobb megértése volt. A dendritek aktívan összegzik és módosítják a más idegsejtektől beérkező információkat, és jelentősen alakítják a neuronok válaszát, pontos működésükről azonban viszonylag keveset tudunk. A pályázatnak köszönhetően létrehoztam egy posztdoktori kutatókból és PhD-hallgatókból álló kutatócsoportot, és felépítettünk egy élvonalbeli, kombinált elektrofiziológiai és kétfoton-mikroszkópos műszerrendszert, amely lehetővé tette rágcsálóagyszeletekben az olyan rendkívül kicsi struktúrák vizsgálatát, mint az egyes dendritágak és a rajtuk lévő szinapszisok.

A pályázat keretében indult legfontosabb kutatási irányaink a következők voltak:

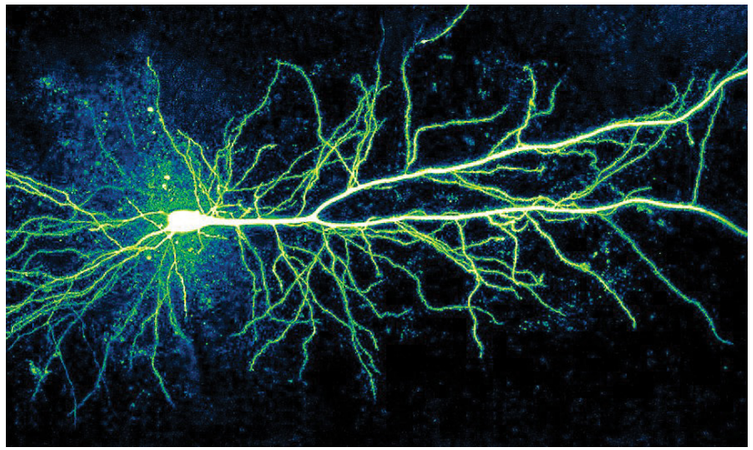
— Tanulmányoztuk a hippokampusz CA1 piramissejtjeinek dendritjeiben a szinapszisok közötti helyi kölcsönhatásokat és plaszticitási szabályokat. Először befejeztünk egy még az USA-ban megkezdett kutatást, amelyben a dendrittüskékre érkező serkentő szinaptikus bemenetek elektromos kompartmentalizációját vizsgáltuk, és kimutattuk, hogy a tüske nyakának ellenállása elég nagy ahhoz, hogy a tüskefejben keletkező EPSP-ket felerősítse, elősegítve a koaktív szinaptikus bemenetek kooperativitását. Ezt követően kimutattuk, hogy a nagy kooperativitásnak köszönhetően a vékony, nagy ellenállású disztális dendritszakaszokon már kisszámú koaktív, egymáshoz közeli szinapszis is képes felerősíteni a tüske Ca^{2+}-jeleit és hosszú távú potenciációt indukálni, míg a proximális dendritekben regeneratív dendritikus spike-ok szükségesek a kooperatív szinaptikus plaszticitáshoz.

— Az egyik fő célunk az volt, hogy feltárjuk a dendritikus integráció mechanizmusait a CA3 terület piramissejtjeiben (CA3PS), amely kulcsszerepet játszik asszociatív memóriafolyamatokban. Felfedeztük, hogy a CA3PS-ek vékony dendritjei NMDA receptor mediálta dendritikus spike-ok révén fel tudják erősíteni a korrelált rekurrens szinapszisok által közvetített inputot, meghatározva a neuron tüzelését. Kiterjesztve kutatásainkat más dendritikus spike-típusokra, kimutattuk, hogy a CA3PS-ek heterogenitást mutatnak dendritikus Ca^{2+}-spike-ok által közvetített komplex sorozattüzelésre (CSB), amely tulajdonság függ a PS-ek topográfiai helyzetétől a CA3 területen, és két olyan dendritikus ioncsatorna-típust is találtunk, amelyek régióspecifikus aktivitása modulálja a CSB-k generálását.

— Új módszert fejlesztettünk ki a patchpipetták kvantumdotokkal való bevonására, kétfoton-mikroszkópos vizualizációhoz.

— Kollaborációs együttműködésben megmutattuk, hogy jól adaptált dendritikus nemlinearitások optimális input integrációt tesznek lehetővé különböző idegsejttípusokban.

A Lendület-pályázatot követően, 2017-ben elnyertem egy ERC Consolidator Grant és egy HHMI International Research Scholar Grant pályázatot, amelyek lehetővé tették kutatási programunk folytatását a dendritműködés formáinak és szerepének feltárására. Az azóta elindult kutatásokban a CA3PS-ekben a dendritikus Ca^{2+}-spike-ok új típusait fedeztük fel, és feltártuk robusztus kolinerg szabályozásukat, ami hozzájárulhat a hippokampusz információtárolásához. Megközelítéseinket új módszertani irányokba terjesztettük ki, beleértve a dendritikus és szinaptikus tanulási szabályok komputációs módszerekkel történő elemzését, valamint a dendritikus aktivitás vizsgálatát éber, viselkedő egerekben *in vivo* kétfoton-Ca^{2+}-képalkotással. Ez utóbbi technikával nemrég új irányokba is elindultunk, hogy jobban megértsük a hippokampusz sejt- és populációs szintű információs kódolását térbeli-kontextuális tanulás és diszkrimináció során.



1. ábra: A kutatás illusztrációja: idegsejt mikroszkópos felvételen

1. kép: A kutatócsoport

ŐSI ATTILA

2011—2016

MTA—ELTE Lendület Dinoszaurusz Kutatócsoport

A 85 millió éves ökoszisztéma nyomában: az iharkúti dinoszaurusz több szempontú vizsgálata

Eötvös Loránd Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Botfalvai Gábor, Hajdu Zsófia, Kalmár Réka, Pecsics Tibor, Prondvai Edina, Rabi Márton, Segesdi Martin, Szabó Márton, Virág Attila

Lendület
Program

Kutatócsoportunk azzal a céllal jött létre, hogy az akkor már világhírűvé vált iharkúti dinoszaurusz-lelőhelyet kutatócsoport-szinten feltárhassa, és az előkerült egyedülálló őslénytani leletanyagot a legmodernebb technikákkal vizsgálhassa. Ez a lelőhely 2000 óta ismert, és több tízezer, 85 millió évvel ezelőtti gerinceslelet felfedezését követően, többek között egy 2010-ben megjelent *Nature*-cikk révén vált világhírűvé. Az itt előkerült fosszíliák rendszertani, paleobiológiai és ősállatföldrajzi szempontból egyedülállóak, vizsgálatukat a szakma élvonalába tartozó kutatási módszerekkel hazai forrásból csak a Lendület-pályázat tudta biztosítani.

Céljainkat három fő kutatási irány köré csoportosítottuk az ötéves munkaterv kialakításában: (1) taxonómiai és funkcionális morfológiai szempontból dokumentálni az előkerült leletanyagot; (2) csontszövettani vizsgálatokat végezni a maradványokon és az ezekből kapott eredményeket csoportszintű képbe helyezni; (3) a leletanyagot összehasonlítva más, elsősorban európai leletekkel ősállatföldrajzi következtetéseket levonni.

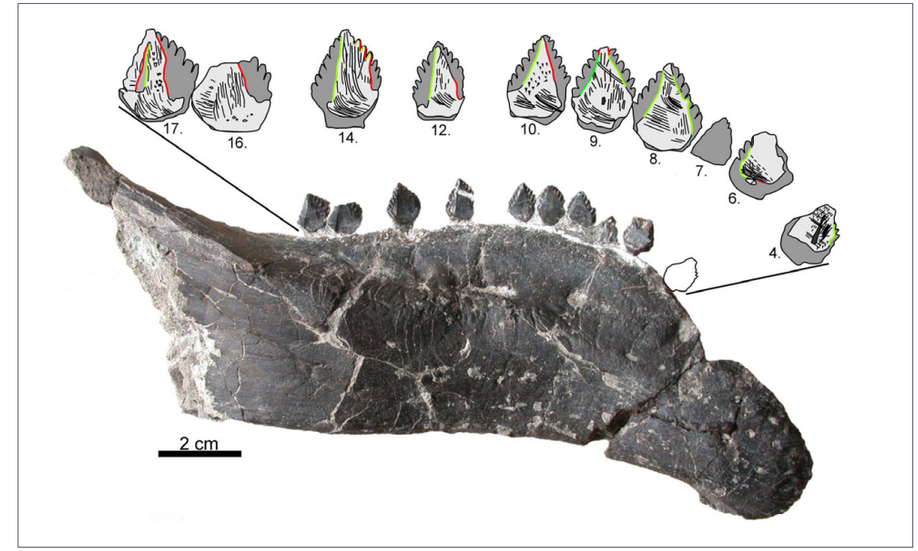
Bátran kijelenthetem, hogy eredményeink a Lendület Program támogatásának köszönhetően messze túlszárnyalták várakozásainkat. A minden évben megrendezett, 20-25 fős kutatócsoporttal lebonyolított ásatások révén közel 300 m^2-nyi területet tártunk és térképeztünk fel. Sok ezer, a tudományra nézve új, eddig ismeretlen lelet került elő, melyek sok tekintetben egészen új megvilágításba helyezték ezt a 85 millió évvel ezelőtti élővilágot. Dokumentáltuk azt a hirtelen, geológiai értelemben pillanatszerű áradási eseményt, mely felelős volt ezeknek a maradványoknak a felhalmozódásáért. Megértettük, hogyan halmozódhatott össze közel negyvenféle gerinces állat csontanyaga ilyen gyorsan (ma ez egy kb. 30-50 cm-es kőzetréteg) egy viszonylag kis területen. Az is kiderült, hogy az áradási esemény állhatott annak hátterében, hogy páncélos dinoszauruszok tucatjai pusztultak el akkoriban itt, a Bakony területén, melyek csontvázai kivételes módon egymáshoz nagyon közel őrződtek meg a kőzetrétegekben.

Elvégeztük a lelőhelyről előkerült halak, teknősök, krokodilok és dinoszauruszok leletanyagának csonttani, taxonómiai és funkcionális morfológiai vizsgálatát. Számos olyan paleobiológiai és paleoökológiai adottságot dokumentálunk (pl. heterodont krokodilok rágásmechanizmusa és alkalmazkodása a különböző környezetekhez, páncélos dinoszauruszok táplálkozásökológiája, repülő őshüllők életmódja), melyek e globálisan elterjedt csoportok felépítésének és életmódjának pontosabb megértéséhez járultak hozzá.

A projekt egyik meghatározó célja volt, hogy Magyarországon elsőként kiépítsünk egy csontszövettani labort. A Prondvai Edina által vezetett csontszövettani kutatások révén derült fény több őshüllő fiziológiai tulajdonságaira, illetve arra, hogy mely leletek származnak juvenilis, és melyek kifejlett egyedektől. Többek között a csontszövettani vizsgálatok kellettek ahhoz, hogy megállapítsuk, vajon jellemző volt-e a 85 millió évvel ezelőtti bakonyi gerinces élővilágra az elszigetelt fejlődés. Az eredmények arra utalnak, hogy bizonyos csoportoknál jellemző volt a törpenövés, de nem olyan mértékben, mint pl. a pleisztocén korú mediterrán szigetek faunái esetében.

Eredményeinket a pályázat 5 éve alatt összesen 48 tudományos közleményben (folyóirat-cikkek, könyv) és több tucat tudományos és ismeretterjesztő előadásban, cikkben foglaltuk össze, melyek számos esetben a nyomtatott és online média felületein is megjelentek.

Kutatócsoport-vezetőként még a projekt futamideje alatt adjunktusi állást kaptam az ELTE Őslénytani Tanszékén. 2014-ben MTA doktora címet szereztem, majd 2015-ös habilitálásomat követően egyetemi docenssé, 2020-ban pedig egyetemi tanárrá neveztek ki. Az ELTE egy kiválósági keret terhére még 2021-ig biztosította egy kisebb poszt-Lendület Dinoszaurusz Kutatócsoport működését. A kutatócsoport személyi állománya folyamatosan megújult, jelenleg, ugyan csak informálisan, de tovább működik.



1. ábra: *Hungarosaurus* alsó állkapcsa a kopott fogakkal

1. kép: A kutatócsoport

REGLŐDI DÓRA

2011—2016

MTA—PTE Lendület PACAP Kutatócsoport

A PACAP perifériás szervekben kifejtett protektív és trofikus szerepének vizsgálata

Pécsi Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Atlasz Tamás, Bánki Eszter, Csanaky Katalin, Dányádi Bese, Fábián Eszter, Farkas Boglárka, Farkas József, Fülöp Balázs, Gaszner Balázs, Gaszner Tamás, Horváth Gábor, Horváth Gabriella, Illés Anita, Ivan Ivic, Józsa Gergő, Juhász Tamás, Jüngling Adél, Kiss Péter, Kovács László Ákos, Kvárik Tímea, László Eszter, Lőkös Emese, Lubics Andrea, Mammel Barbara, Molnár Krisztián, Németh Adrienne, Opper Balázs, Pirger Zsolt, Rémán Gyöngyvér, Sándor Balázs, Szabadfi Krisztina, Szabó Edina, Tamás Andrea, Váczy Alexandra, Werling Dóra

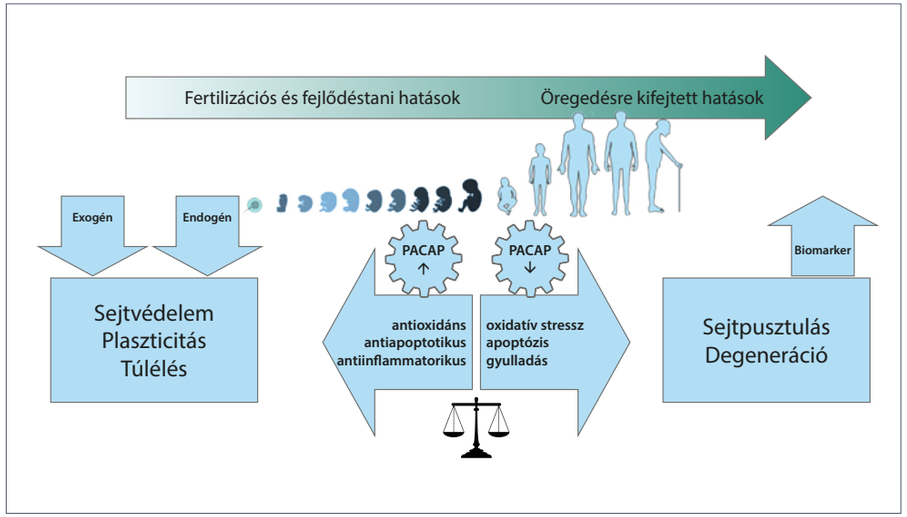
Lendület
Program

A PTE ÁOK Anatómiai Intézetében működő kutatócsoportunk fő kutatási témája a PACAP nevű neuropeptid sejtvédő és egyéb hatásainak vizsgálata volt élettani körülmények között és károsító ingerek hatására. Az eredmények közül kiemelendő, hogy a PACAP-hiányos egerek számos területen változást mutatnak vad társaikhoz képest: csont- és porcfejlődés, a csontgyógyulásra való hajlam, pszichés változók, bőrgyulladás és bélgyulladás. Ezek az eredmények mind azt a megfigyelést erősítik, hogy az endogén PACAP szerepet játszik a káros behatásokkal szembeni védelemben és a normál fejlődésben is. A PACAP előfordulását és változását vizsgáltuk számos betegségben klinikai mintákból. A PACAP fragmenseit és receptorain ható egyéb vegyületeket is vizsgáltunk szemkárosodásokban. Más rendszerekben is vizsgáltuk a receptoriális hatásmechanizmust, ezzel is közelebb jutva a PACAP pontos sejten belüli hatásának megismeréséhez. A Lendület-pályázat idején 10 PhD-hallgató szerzett fokozatot.

A pályázat lezárultát követően az azóta eltelt időszakban folytattuk e vizsgálatainkat perifériás és idegrendszeri betegségek modelljeiben. További 15 PhD-fokozatszerzés köthető a munkacsoporthoz, és több tucat TDK-hallgató munkáját irányítottuk, akik számos hallgatói díjat nyertek. Két MTA doktora értekezés is született. A kutatócsoportunk több konferenciát szervezett, ezek közül kiemelendő a nemzetközi FENS Regional Meeting 2017, melynek fő szervezője voltam, valamint szerkesztettünk egy PACAP-kézikönyvet a Springer kiadásában. A pályázat lezártát követően főbb kutatási eredményeink a következők. Igazoltuk a PACAP szerepét öregedésben, PACAP hiányában felgyorsult öregedési folyamatokat írtunk le: szisztémás amiloidózist, retinaelváltozásokat, ízületi degenerációt, amelyekben mind fokozott gyulladást találtunk. PACAP hiányában számos egyéb eltérésre derítettünk fényt, mint fejlődésbeli zavarokra, reprodukciós változásokra, hormonális eltérésekre, hőszabályozási és sebgyógyulási zavarokra, gyulladásos állapotokra, depresszióra való fokozott hajlamra, megváltozott bélflórára, eltérő érválaszokra és súlyosabb károsodásra különféle károsító tényezők hatására. A védőhatásokat is több más kórfolyamat modelljében vizsgáltuk, mint diabéteszes neuropátiában, glioblasztómában, melanómában. Transzlációs szempontból fontos, hogy a PACAP-nak több humán betegségben mutattuk ki szérum- és szövetiszint-változását, és több esetben összefüggést találtunk a betegség progressziójával, súlyosságával, pl. Parkinson-kórban, mielóma multiplexben, politraumában, szívinfarktusban és kardiomiopátiában, retinoblasztómában, hasnyálmirigytumorokban. A szemben számos további folyamatban írtuk le a védőhatásait, mint glaukómában, a cornea betegségeiben, 1-es és 2-es típusú diabéteszes retinopátiában. A korábbi kísérletekben direkt szembe beinjektált PACAP retinális védőhatásai kiváltha-

tók szemcseppes kezeléssel, mivel kimutattuk, hogy a szemcseppben adott PACAP képes átjutni a szem rétegein és így védőhatást kifejteni, ami későbbi potenciális terápiás beavatkozásoknál kiemelkedően fontos lehet. A PACAP-nak a migrén generálásában játszott szerepe tűnik jelenleg legközelebb az emberi felhasználáshoz, hiszen több klinikai vizsgálat van a PACAP indukálta migrén-generálás gátlását célzó beavatkozásokkal kapcsolatban. Ezzel összefüggésben nagyon fontosak azok a megfigyeléseink, hogy a PACAP előnyös hatásainak blokkolása milyen szövődményekkel, nem kívánatos mellékhatásokkal járhat, amit mutat a közelmúltban megjelent összefoglaló tanulmányunk is a *Nature Reviews Neurology* folyóiratban.

A Lendület-kutatócsoport vezetését követően 2018 óta az ÁOK tudományos dékánhelyetteseként dolgozom. 2020—2022 között a FENS főtitkára voltam, jelenleg a Magyar Anatómus Társaság és a Nemzetközi VIP-PACAP Társaság elnöke vagyok, valamint az MTA levelező tagjává választottak.



1. ábra: A fő kutatási vonalak összefoglalása

1. kép: A kutatócsoport

SZÜTS DÁVID

2011—2016

MTA TTK Lendület Genom Stabilitás Kutatócsoport

A károsodott DNS replikációját segítő mechanizmusok

HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Baunoch Judit, Gervai Judit, Gyergyák Hella, Nagy Csenge, Póti Ádám, Szabó Kinga, Szeltner Zoltán, Szikriszt Bernadett, Zámborszky Judit

TTK.HUN-REN.HU/EI/GENOM-STABILITAS-KUTATOCSOPORT

Lendület
Program

Hosszú angliai tartózkodásom után, amely magában foglalta a Cambridge-i Egyetemen végzett PhD- és posztdoktori munkámat, valamint az ezt követő londoni egyetemi docensi pozíciómat, 2011-ben visszatértem Magyarországra, hogy kutatócsoportot alapítsak az Enzimológiai Intézetben. A Lendület-támogatás lehetővé tette számunkra egy új molekuláris biológiai és sejtkultúra-laboratórium felszerelését, ahol egy kezdetben kis létszámú, újonnan felvett fiatal tudósokból álló csoport kezdte meg a sérült DNS replikációjáért és javításáért felelős molekuláris mechanizmusok vizsgálatát.

Fő kutatási kérdésünk azért érdekes, mert ezek a folyamatok szorosan kapcsolódnak a mutációk kialakulásához, és a mutagenezis alapvető szerepet játszik az evolúcióban, az öregedésben és a rákban. A mutagenezisért felelős mechanizmusok kutatásának fő motivációja, hogy jobban megértsük a tumorigenezist, melynek keretében egy normális testi sejt olyan mutációkra tesz szert, amelyek lehetővé teszik a rákos növekedést.

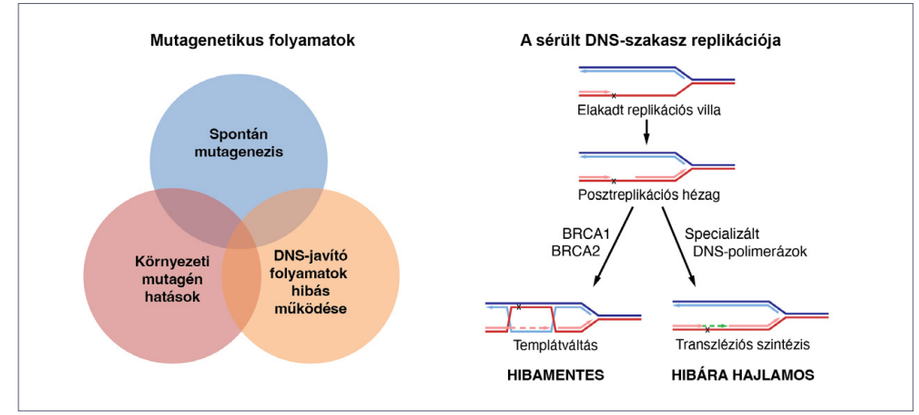
Amikor az osztódó sejtek megkettőzik genomjukat, kihívást jelent a DNS-replikáció alatt elkerülhetetlenül jelen levő sérült DNS-szakaszok lemásolása. A sejtek számos olyan mechanizmussal rendelkeznek, amelyek elősegítik a sérült DNS replikációját, és míg ezek közül néhány hibamentes, mások hajlamosak mutációk beillesztésére. Kutatócsoportunk egyik központi célja ezeknek a DNS-károsodást elkerülő mechanizmusoknak a feltérképezése és megértése, valamint a mutagenezishez való hozzájárulásuk meghatározása.

Mivel a DNS-replikáció és a mutagenezis sejtautonóm folyamatok, jól tanulmányozhatók genetikai módszerekkel tenyésztett sejtekben. Ehhez inaktiválni vagy módosítani kell a DNS-javítás egyes aspektusaiért felelős géneket, és meg kell határozni a génmanipuláció következményeit a genom stabilitására. Az elmúlt évtized technikai fejlődései forradalmasították ezt a kísérleti folyamatot, Lendület-csoportunk az új módszerek legkorábbi alkalmazói között volt. Laboratóriumunkban hatékony módszereket alkalmazunk a CRISPR technológiával való génmanipulációra. Az elsők között vezettük be a teljes genom szekvenálását mint mutagenezis-esszét, megmutatva, hogy a DNS-szekvenálási technológia fejlődése ma már lehetővé teszi az összes mutációtípus egyidejű elemzését a bázisváltozásoktól a nagy kromoszomális átrendeződésekig. Kifejlesztettünk egy IsoMutnak elnevezett bioinformatikai módszert, amellyel gyorsan és pontosan detektálhatók a mutációk hasonló genommintákban hatalmas adatmennyiségek feldolgozása mellett.

Ahogy a kutatócsoport körülbelül 10 fősre növekedett, figyelemre méltó eredményeket értünk el a rákban előforduló szomatikus mutációk megértésében. Feltártuk a homológ rekombinációs DNS-javító útvonal hiányában lejátszódó mutagén folyamatokat, és feltérképeztük a BRCA1 vagy BRCA2 gének hibáival rendelkező emlő- és petefészekrákban megfigyelhető genomi instabilitásért felelős mechanizmust. Elemeztük a tumormutációs spektrumok felhasználhatóságát a rákkezelések hatékonyságának előrejelzésében, elősegítve a genomikus tumordiagnosztika fejlesztését. Kísérleti és tumorszekvenálási adatok összehasonlításával a hibás bázispárok javításának hiányában jelentkező mutációs folyamatok fő összetevőit is meghatároztuk.

Egy összehasonlító vizsgálatban meghatároztuk az általánosan használt kemoterápiás szerek mutagenikus hatásait, valamint 2024-ben publikáltunk egy értékelést a „valószínűleg rákkeltő” minősítésű növényvédő szerek mutagenitásáról. Ezek a tanulmányok elősegítik a biztonságosabb tumorterápiás protokollok kidolgozását, és felhívják a figyelmet a biztonságos peszticidhasználat szükségességére.

Kutatócsoportunk számos hazai és nemzetközi együttműködésben vesz részt, elsősorban genomikai szakértelmünkre alapozva. A Lendület-pályázat tehát egy olyan aktív tudományos műhely alapjait teremtette meg, amely kombinálja a kísérletes és bioinformatikai megközelítéseket a mutagenezis minden aspektusának vizsgálatához.



1. ábra: A kutatócsoport a mutációk keletkezésének mindhárom fő folyamatát tanulmányozza, melyek egymással is kölcsönhatásban állnak. A sérült DNS-szakaszok replikációjának létezik egy hibamentes és egy hibára hajlamos útja, melyeknek megmutattuk függését a BRCA1/2 fehérjéktől, illetve a specializált transzléziós DNS-polimeráz enzimektől.

1. kép: A kutatócsoport a HUN-REN Természettudományi Központ Molekuláris Élettudományi Intézetében (korábban: Enzimológiai Intézet): Németh Eszter, Engel Botond, Martinek Regina, Szikriszt Bernadett, Lózsa Rita, Póti Ádám, Szüts Dávid, Szeltner Zoltán, Michał Krawczyk

2012

BAJNOK ZOLTÁN

2012—2017

MTA Wigner FK Lendület Holografikus Kvantumtérelmélet Kutatócsoport

Holográfia és a mérték/gravitáció dualitás

HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Balog János, Francesco Buccheri, Gombor Tamás, Hegedűs Árpád, Holló László, Konczer József, Laczkó Zoltán, Lájer Márton, Kim Minkyoo, Pusztai Gábor Béla, Tóth Gábor Zsolt, Chao Wu

WIGNER.HU/~BAJNOK/HOLOGROUP

Lendület
Program

A természet alapvető kölcsönhatásait, az elektromágneses, a gyenge, az erős és a gravitációs kölcsönhatást mind mértékelmélettel írjuk. Ennek a relativitáselmélettel összhangban lévő kvantumos változata a részecskefizika standard modelljében van megfogalmazva. A modell tökéletesen leír minden eddigi kísérletet, de két hiányossága van. Nem tartalmazza a gravitációs kölcsönhatás kvantumelméletét, és képtelen analitikusan számot adni az erős kölcsönhatás kisenergiás viselkedéséről, amely releváns a részecskespektrum megértéséhez. Ebben a két megoldatlan problémában jelentett megoldást a holografikus dualitási sejtés, amely szerint egyes 3 tér és 1 idő dimenziós részecskemodellek duálisak 9 tér és 1 időt tartalmazó gravitációs vagy húrelméletekhez.

A dualitás az jelenti, hogy ugyanazon fizikai mennyiség kiszámolható mind a részecskefizikai, mind pedig a húrelméleti leírásból. Viszont a részecskefizikai számolás alacsony energián megbízható, míg a húrelméleti nagy energiákon, lehetetlenné téve a közvetlen megfeleltetést. Csoportunk ilyen dualitási sejtések alátámasztását és tulajdonságainak kiaknázását tűzte ki célul.

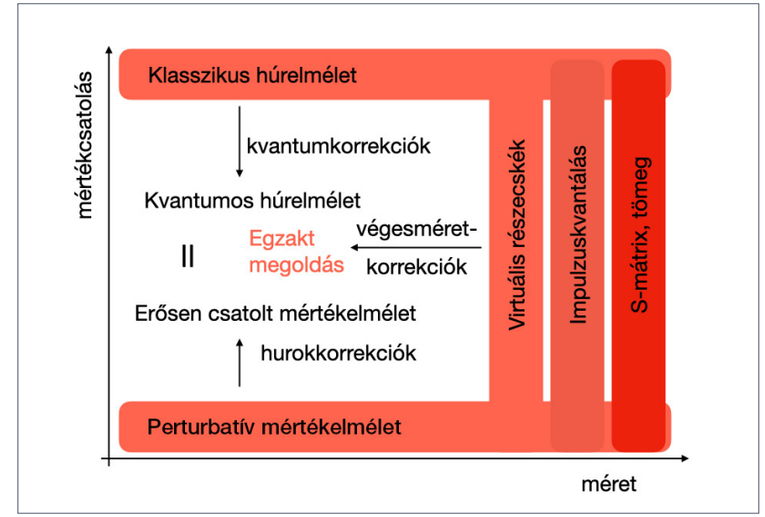
A dualitási sejtés kapcsán megmutattuk, hogy a húrelmélet integrálhatóságát kihasználva az energiaspektrum egzaktul meghatározható. E spektrum kis energián megegyezett a részecskefizikai számolással, nagy energiákon a húrelméleti eredményekkel, hidat teremtve a kétféle duális leírás között, alátámasztva a sejtés helyességét.

Számos érdekes energiaszintet meghatároztunk, valamint kiterjesztettük eredményeinket modellek egy széles családjára is. Csoportunk tagjainak e munkássága több mint 2000 független hivatkozást eredményezett. Ezek után egzaktul meghatároztuk a kvark-antikvark potenciált a legszimmetrikusabb mértékelméletben. Vizsgáltuk a kvantumos húrelmélet vákuumának a stabilitását peremek jelenlétében. A dualitásban részt vevő részecskefizikai elméletek többsége skálaszimmetriával rendelkezik. Teljes megoldásukhoz szükség van 1,2,3 operátort tartalmazó korrelációs függvényeik ismeretére. Több eljárást fejlesztettünk ki e mennyiségek egzakt leírására. Az utóbbi időben külön figyelmet szenteltünk a mértékelmélet egyes mennyiségeinek gyenge és erős csatolású kifejtésére és az így előálló aszimptotikus soroknak a nem perturbatív korrekciókkal való kapcsolatára.

A kifejlesztett módszerek és elért egzakt eredmények sok esetben olyan általánosak, hogy nemcsak a részecskefizika területén, de a statisztikus fizikában és a kondenzált anyagok elméletében is alkalmazhatóak. A közvetlen részecskefizikai eredményekre többször építettek gyorsítóbeli folyamatok leírásánál, hozzájárulva a természet mélyebb összefüggéseinek feltárásához.

2012-ben alapított kutatócsoportom változó létszámmal azóta is fennál. Tipikusan 3-4 szenior, 2-3 posztdoktor, 2-3 doktorandusz és több MSc-, BSc-hallgató a tagja. A Lendület-támogatás 2017-ben beépült az intézet költségvetésébe, a csoport állandósult. Azóta számos más pályázatot nyertünk el, OTKA-, NKFIH-, bilaterális, posztdoktori pályázatokat. Jelenleg egyik posztdoktorunk Humboldt-ösztöndíjjal kutat a csoportban. A csoport nemzetközi szinten elismert, beágyazott. Tagjai voltunk/vagyunk a Holograv ESF, az RTN GATIS és a COST CA22113 hálózatnak. Rendszeresen meghívott előadók vagyunk témánk nagy konferenciáin.

Részt veszek a hazai közéletben is. Tagja vagyok a Wigner FK tudományos tanácsának, az RMI-nek 2020—2023 között igazgatóhelyettese voltam. 2019 óta az MTA közgyűlési képviselője, 2023 óta a Részecskefizikai Bizottság elnökhelyettese vagyok. Számos bizottság munkáját segítettem, mint az NKFIH-zsűri, ELFT-díjbizottság, Bolyai-ösztöndíj bírálóbizottsága. Rendszeresen veszek részt ismeretterjesztő programokon, így az MTA Alumni Programban is. A BME és az ELTE doktori iskolájában szinte minden évben oktatok, 7 doktoranduszomból 4 már végzett. Számos MSc- és BSc-hallgatónak voltam a témavezetője.



1. ábra: Integrálhatóság a holografikus dualitásban

1. kép: A kutatócsoport tagjai: Bajnok Zoltán (táblánál); fentről félkör irányban: Tóth Gábor Zsolt, Balog János, Pusztai Gábor, Hegedűs Árpád, Lájer Márton, Gombor Tamás

CSANÁDY LÁSZLÓ

2012—2017

MTA—SE Lendület Ioncsatorna Kutatócsoport

A CFTR-ioncsatornák működésének kvantitatív vizsgálata

Semmelweis Egyetem

2017—2022

MTA—SE Lendület Ioncsatorna Kutatócsoport

Kórtani jelentőségű ioncsatorna-enzimek szerkezete, működése és gyógyszertana

Semmelweis Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bartók Ádám, Czégé Dávid, Iordan Iordanov, Mihályi Csaba, Simon Márton, Ben Sorum, Szöllősi András, Tóth Balázs, Törőcsik Beáta

SEMMELWEIS.HU/BIOKEMIA/KUTATAS/CSANADY-LABOR

Lendület
Program

Az ioncsatornák szabályozott, szelektív iontranszportot biztosító transzmembrán fehérjepórusok, működésük számos élettani és kórélettani folyamat alapját képezi. Kutatócsoportunk az orvosi szempontból jelentős CFTR és TRPM2 ioncsatornák térszerkezetét, molekuláris működési mechanizmusát vizsgálta. Felismeréseink támpontokat adtak e két csatornát aktiváló/gátló drogok fejlesztéséhez.

A CFTR anioncsatorna mutációk okozta alulműködése a cisztás fibrózis (CF) betegséget okozza. A CF-es betegek nagy része ma már hatékony gyógyszeres terápiában részesül, amelynek egyik alappillérét a mutáns csatornákat stimuláló „potenciátor" vegyületek képezik. A CFTR pórusának nyílását/záródását („kapuzását") két citoszolikus nukleotidkötő doménjén (NBD) zajló ATP-hasítási ciklus hajtja: a pórust az ATP kötésére létrejövő NBD1/NBD2 dimer kialakulása nyitja meg, és e dimernek az ATP elhasítását követő szétesése zárja be. E kapuzási folyamatot a proteinkináz A (PKA) enzim szabályozza a csatorna citoszolikus regulációs (R) doménjének foszforilációja révén.

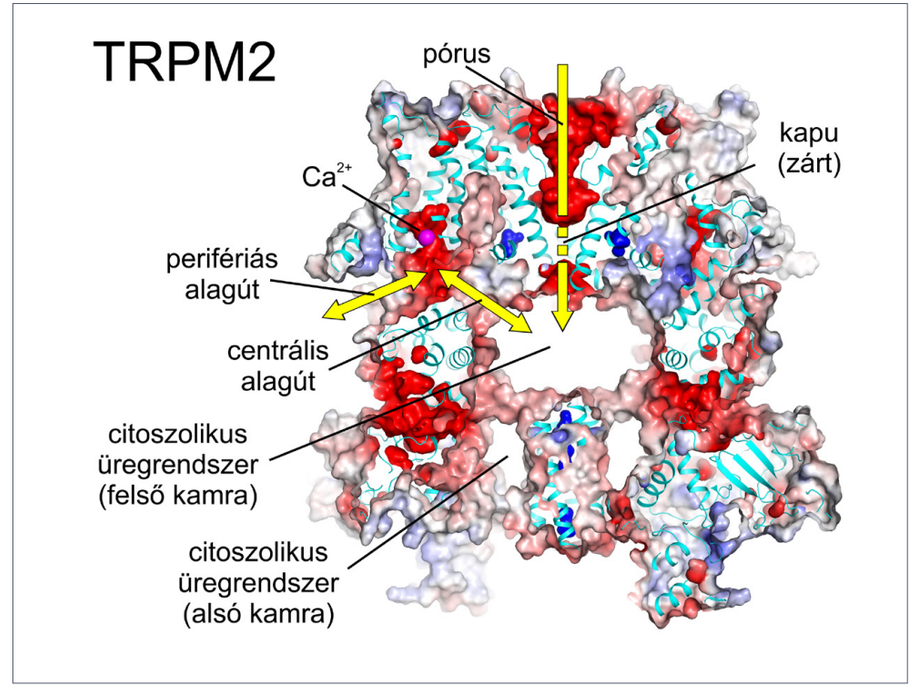
Feltérképeztük a CFTR nyitási konformációváltozása során fellépő molekuláris mozgások irányát. A nyitási folyamat a fehérjemolekula hossztengelye mentén a citoszolikus vég felől az extracelluláris vég felé terjedő konformációs hullám. A legmagasabb energiájú aktivált állapotában az NBD1/NBD2 dimer már kialakult, a pórus azonban még zárt, ezért az NBD/pórusrégió határfelületen feszülés lép fel, amelyet a leggyakoribb CF-et okozó mutáció tovább fokoz. A két ATP-kötőhely aszimmetrikus szerepet játszik az egyirányú, ciklikus kapuzási mechanizmus biztosításában. Felderítettük egy további gyakori CF-mutáció molekuláris patomechanizmusát is. Felismertük, hogy a csatorna PKA okozta aktivációja kétféle mechanizmuson keresztül valósul meg: az enzim kötődése a csatornához reverzibilis, az R domén foszforilációja pedig irreverzibilis aktivációt okoz; e két hatás egymással additív. Biofizikai szempontból részletesen jellemeztük a jelenleg klinikai alkalmazásban álló egyetlen potenciátor drogot és számos további, saját fejlesztésű vegyületet.

A TRPM2 kationcsatorna az immunsejtek, a hasnyálmirigy inzulint termelő sejtjei és az agyi hőközpont működésében játszik szerepet, emellett hozzájárul az agyi iszkémia, szívinfarktus és neurodegeneratív betegségek (pl. Parkinson-kór) során fellépő sejtpusztuláshoz is. A csatornát citoszolikus Ca^{2+} és ADP-ribóz (ADPR) kötődése aktiválja, amit gyors inaktiváció követ.

Megmutattuk, hogy a humán TRPM2 csatorna inaktivációját a szelektivitási szűrő konformációváltozása okozza, ami egy pórusmutációval kivédhető. Cáfolva azt a korábbi állítást, miszerint a humán TRPM2 elhasítja az őt aktiváló ADPR-t, bizonyítottuk, hogy a humán csatorna nem aktív enzim. Ezzel szemben megmutattuk, hogy a gerinctelen fajok TRPM2 csatornái valóban elhasítják az ADPR-t, ugyanakkor pórusuk stabil. Az evolúció során a gerinces fajokban a katalitikus hely degenerálódott, e negatív visszacsatolási mechanizmust váltotta fel a pórusinaktiváció megjelenése. Meghatároztuk a TRPM2 ligandspecificitását is. Megállapítottuk, hogy a korábban aktivátorként számontartott piridin-dinukleotidok nem kötődnek a csatornához. Azonosítottunk egy új valódi aktivátort, az ADPR-2'-foszfátot. Elsőként határoztuk meg a TRPM2 atomi felbontású térszerkezetét. A szerkezet megmagyarázta a TRPM2 Ca^{2+} iránti nagyfokú vezetőképességét, valamint azt, hogy a póruson beáramló Ca^{2+}-ionok miként közelíthetik meg citoszolikus elhelyezkedésű aktiváló kötőhelyeiket anélkül, hogy elhagynák a fehérje belsejét (*1. ábra*). Feltártuk és jellemeztük a TRPM2-áram rendkívüli hőmérséklet-érzékenységének biofizikai hátterét, ezzel megmagyarázva az agy molekuláris hőmérsékletszenzorának működését.

A két Lendület-támogatás segítségével korszerű laboratóriumot szerelhettem fel, és külföldi tapasztalatokkal rendelkező kiváló szakembereket hívhattam haza, akiknek köszönhetően egy nemzetközi mércével is versenyképes 8 fős kutatócsoport jött létre.

1. kép: A kutatócsoport tagjai: Tóth Balázs, Szöllősi András, Csanády László, Mariyianna Vynichaki (a Lendület-támogatás lezárása után csatlakozott), Bartók Ádám, Iordanov Iordan



1. ábra: TRPM2-szerkezet hosszmetszete. Az aktiváló Ca^{2+} ionok (lila gömb) kötőhelyüket a fehérje belseje felől is elérhetik (sárga nyilak).

DALOS ANNA

2012—2016

MTA BTK ZTI Lendület 20—21. Századi Magyar Zenei Archívum és Kutatócsoport

20—21. századi magyar zenei archívum és kutatócsoport létrehozása

HUN-REN Bölcsészettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bozó Péter, Hanvay Hajnalka, Hegedűsné Horváth Lucia, Ignácz Ádám, Kusz Veronika, Szabó Ferenc János, Wutzel Eszter Emília

ZTI.HU/HU/MZA

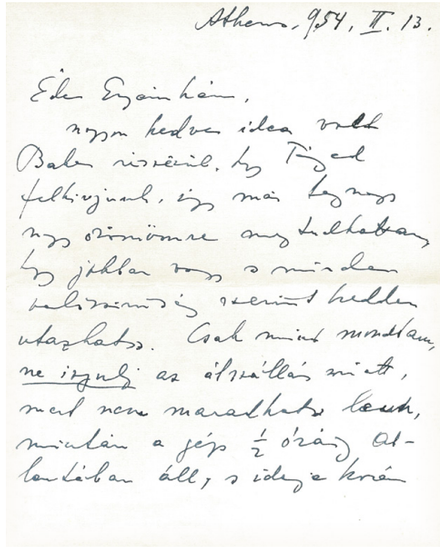
Lendület
Program

Kutatócsoportunk azzal a céllal jött létre, hogy gyűjtse, digitalizálja és kutathatóvá tegye a 20. és 21. század magyar zeneszerzőinek, előadóművészeinek és zenetudósainak az életművét, e gyűjteményekre támaszkodva, magyar és nemzetközi konferenciák, kiállítások, publikációk révén ösztönözze a korszak zenetörténeti kutatását, és biztosítsa nemzetközi láthatóságát. A Lendület-pályázat támogatási időszakában vált lehetővé például Dohnányi Ernő amerikai hagyatékának hazaszállítása: az Archívum Dohnányi-gyűjteménye méretében is a legjelentősebb Dohnányi-kollekció Magyarországon, de nemzetközi összehasonlításban is kiemelkedő — a British Libraryben őrzött másik gyűjteményi résszel vetekszik —, és külföldi kutatók sokaságát vonzza. Az Archívum — a kutatás támogatása céljából — az egykori pályázati terveknek megfelelően több adatbázist működtet, például a Budapesti Hangversenyek Adatbázisát, a Magyar Zenetudomány Bibliográfiája adatbázist vagy a Magyar Zenei Folyóiratok Digitális Gyűjteményét. A folyamatosan bővülő Gyűjteményi Adatbázis az Archívum mindegyik gyűjteményéről részletes adatokat közöl.

A 2016-ban véglegesített kutatócsoport a Dohnányi-gyűjtemény mellett jelenleg közel 40 más gyűjteményt őriz — köztük olyan jelentős zeneszerzők hagyatékát, mint Bozay Attila, Durkó Zsolt vagy Lajtha László, valamint a Budapesti Filharmóniai Társaság Zenekarának teljes levéltárát, továbbá jelentős nemzetközi és hazai publikációs tevékenységet folytat a zeneszerzés-, a zeneélet-, a zenetudomány-, az előadóművészet-, a hangfelvétel-történet és a populáris zene története témakörében. E négy utóbbi téma újszerű, primer forrásokra épülő, intézményi keretek között folyó kutatását is a Lendület-kutatócsoport kezdeményezte. A kutatócsoport tagjainak nemzetközi jelenlétét bizonyítja, hogy 2020-ban a University of California Press gondozásában látott napvilágot egy-egy monográfia Dohnányi Ernőről és Kodály Zoltánról a kutatócsoport tagjainak tollából. Jelentős nemzetközi kapcsolatokat is épített az Archívum: ennek volt köszönhető többek között, hogy 2023-ban a bázeli Paul Sacher Alapítvánnyal — a világ legnagyobb és legjelentősebb modern zenei gyűjteményével — közösen Ligeti Györgyről rendezett kiállítást, amely előbb Budapesten, majd Bázelben volt látható.

A Lendület-pályázat lezárását követően több nagy költségvetésű, NKFIH-, illetve MMA- pályázatot irányítottam. Ezek részeként új irányként tudtam kezdeményezni a Horthy-korszak zenetörténetének kutatását, amelynek első eredménye egy általam szerkesztett tanulmánykötet volt (*Járdányi Pál és kora. Tanulmányok a 20. századi magyar zene történetéből*), valamint két új kiadványsorozatot indítottam útjára: a *Zeneszerzők szóban és írásban. Dokumentumok a 20. századi magyar zene történetéhez* című sorozat praktikus közreadásokat tartalmaz ma-

gyar zeneszerzők írásaiból, előadásaiból és nyilatkozataiból, míg a *Musicologia Hungarica* sorozat a magyar zenetudomány történetének eddig nem vizsgált alakjait, irányzatait elemzi. 2022-ben, az Archívum fennállásának 10. évfordulóján tanulmánykötetet szerkesztettem az Archívumban folyó munkákról, valamint kiállítást rendeztem a gyűjteményeinkről a Zenetörténeti Múzeumban (*A 20—21. Századi Magyar Zenei Archívum kincsei*). Ez a kiállítás már harmadik nagy projektje volt az Archívumnak: 2015-ben Bartókról (*Bartók és kortársai*), 2017-ben Kodályról (*Egy magyar mester a modernitás és a hagyomány útján. Kodály Zoltán*) rendeztem kurátorként kiállítást; e kiállítások teszik lehetővé, hogy a nagyközönség is betekintést nyerhessen a 20—21. Századi Magyar Zenei Archívum munkájába és eredményeibe. Saját kutatásaim jelenleg korábbi témáim: Kodály Zoltán életműve és a 20. századi magyar zeneszerzői repertoár vizsgálata mellett a magyar zenetudomány-történetre és az 1920 és 1950 közötti zeneéletre fókuszálnak. 2020-ban nyertem el az MTA doktora címet, értekezésem az 1956 és 1989 közötti magyar zeneszerzés történetét dolgozta fel. Ettől az évtől kezdve az MTA Zenetudományi Bizottságának az elnöke vagyok.


Athens, 954, II. 13.

Édes Egyetlenem,
nagyon kedves ideas volt
Baba visszaírni, hogy Tőled
felhívjunk, így mai hagyom
nagy dörömmre nagy lelkesedés
így jöttem haza s mindem
sikerrel és szerint hullám
utazhatsz. Csak mint mondtam,
ne izgulj az állatlán miatt,
mert nem maradhatsz tovább,
mintán a jégp ½ óráig Ot-
lantiban áll, s idejé korán

1. kép: Dohnányi Ernő levele feleségéhez, 1954. február 13.

2. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): első sor: Ignácz Ádám, Dalos Anna, Hanvay Hajnalka; második sor: Szabó Ferenc János, Kusz Veronika, Wutzel Eszter Emília

FUXREITER MÓNIKA

2012—2017

MTA—DE Lendület Fehérjedinamikai Kutatócsoport

Rendezetlen fehérjék terapeutikus alkalmazása

Debreceni Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Ambrus Viktor, Antal Csaba, Demény Máté, Duró Norbert, Hoffka Gyula, Miskei Márton, Ráduly Zsolt, Rashmi Sharma, Szentandrássyné Gönczi Mónika, Zsólyomi Fruzsina

FUXREITERLAB.GITHUB.IO

Lendület
Program

A sejtben lezajló események molekuláris hátteréről jelentősen megváltozott a felfogásunk az elmúlt évtizedben. Az eddigi stabil struktúrákon alapuló modell, ami a fehérjék szerkezetét a működésükkel kötötte össze, két alapvető szempontból is megkérdőjeleződött. Az első, hogy a fehérjék a sejtben változatos formákat vehetnek fel, és ily módon is kifejthetik specifikus tevékenységüket. A második, hogy egyes biológiai aktivitások a biomolekulák nagymértékű asszociációját igénylik, amelyek akár több ezer résztvevőt is tartalmazhatnak. A harmadik változás az első két pont következményeként jön létre, a fehérjék alkalmazkodni tudnak a sejt környezetéhez, és különböző környezetekben más-más formát vesznek fel.

Ezek az eredmények és felhasználásuk a gyógyszerfejlesztésben több ezer eddig gyógyíthatatlannak tartott betegség gyógyítása felé nyithatja meg az utat, és adhat reményt az ezekben szenvedőknek és családiaknak. Idetartozik a rákos megbetegedések jelentős része, az idős generációt érintő neurológiai betegségek, mint az Alzheimer- vagy Parkinson-kór, és számos, az idegrendszer fejlődéséhez kapcsolódó betegség. A közös jellemvonás e betegségek molekuláris hátterében, hogy a kialakulásukért felelős molekulák képlékenyek, és hajlamosak magasabb rendű molekuláris struktúrák kialakítására.

Kutatásaim célja azon elveknek a feltárása, amelyek az e betegségekért felelős molekulák viselkedését irányítják, és a fiziológiástól eltérő állapotot létrehozzák. Ezen elvek felhasználásával olyan módszereket tervezünk kidolgozni, amelyek több ezer új molekulát vonhatnak be a gyógyszerfejlesztés folyamatába, ezzel számos, eddig gyógyíthatatlannak tartott betegség leküzdése felé nyitva meg az utat.

Főbb eredményeink, hogy sikerült a képlékeny molekulákból álló biológiai társulásokat rendszerbe foglalni és viselkedésüket szisztematikusan elemezni. Ennek keretében leírtuk azokat az elveket, amelyek a társulások kialakulásért felelősek, jellemeztük azokat a kémiai motívumokat, amelyek a kölcsönhatásokat kialakítják, valamint azokat a szekvenciális tulajdonságokat, amelyek e kapcsolatok létrehozásához szükségesek. Az eredményeket tudományos közleményeken kívül publikusan hozzáférhető oldalakon is közzétettük. Létrehoztunk továbbá olyan modulokat, amelyek specifikusan gyógyszerkutatási célokat támogatnak.

Munkánk rávilágított a sejtben működő fehérjék környezeti érzékenységére, aminek következtében molekuláris komplexeik megváltozhatnak, és a fiziológiástól eltérő állapot alakulhat ki. Ennek egy ismert esete a fehérjeaggregátumok (amiloid forma) kialakulása neurológiai betegségekben. Ezek kialakulásának

egyik oka a dinamikus, folyadékcseppszerű társulásaik átalakulása, aminek során rendeződnek és megszilárdulnak. Az általunk feltárt fizikai, molekuláris biológiai elvek és a kidolgozott bioinformatikai módszerek segítségével azonosíthatóak azok a motívumok, amelyek a gyógyszerfejlesztés célpontjai lehetnek. Erre a folyamatra matematikai modellt is sikerült kidolgozni.

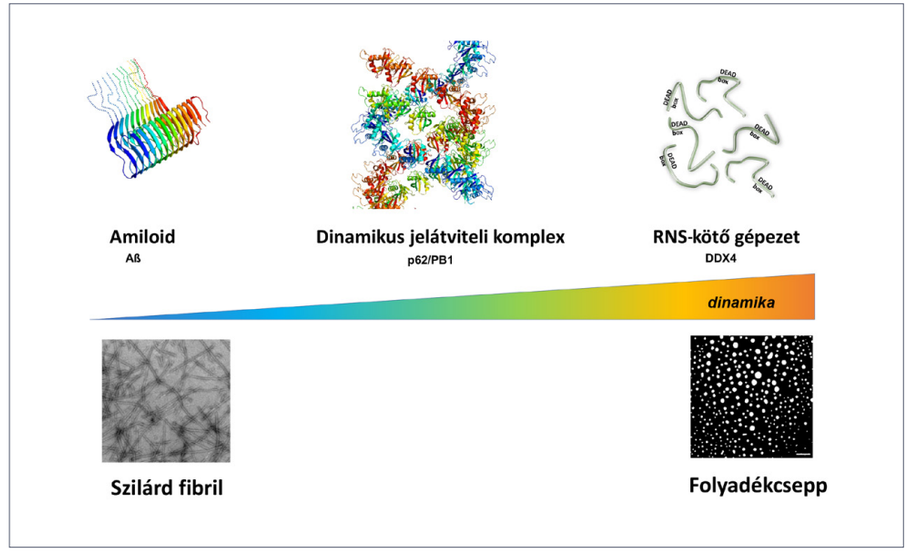
Az elméleti kutatásokat laboratóriumi kísérletekkel támasztottuk alá. Az általunk kidolgozott módszerek segítségével a fehérjékben célzott változásokat terveztünk, és kísérletileg vizsgáltuk, hogy a tapasztalt működés egyezik-e az elvárásokkal. Ezek a kísérletek megerősítették, hogy a feltárt elvek a gyakorlatban is működőképesek, és gyógyszerfejlesztések kiindulópontjai lehetnek.

A Lendület-pályázat által támogatott kutatás széles körű nemzetközi elismerést kapott. Az eredményeket rangos folyóiratokban megjelent cikkekben, konferencia-előadásokon mutattuk be, és az USA-ban tananyagként is bekerültek az orvosi oktatásba. Az eredményeket a világon számos kutatócsoport hasznosította, egy részét kollaborációban a debreceni kutatócsoporttal. Természetesen hazai együttműködések is kialakultak, melyek közül a Debreceni Egyetemen a magasabb rendű fehérjeszerveződések tanulmányozására kialakult kollaboráció célzott támogatást nyert a témában.

A pályázat lendületében megvédtem az MTA doktora címem, habilitáltam, és a Debreceni Egyetem professzorává neveztek ki. A pályázatot egy MTA-kutatócsoporti kutatásban 2022-ig folytattam, mely a magasabb rendű fehérjeszerveződésekre koncentrált.

A pandémia idején kutatásaimat a Padovai Egyetem Biomedicina Tanszékén folytattam 2020 szeptemberétől. Kutatómunkám szerves folytatása volt a Magyarországon elkezdett iránynak. Az olasz és angol együttműködések, források bevonásával sikerült a kutatást felgyorsítani, és a transzlációs célokhoz közelíteni. A Lendület-pályázat után jelentős eredményeket sikerült elérni a folyadékcseppszerű biomolekuláris társulások és a neurológiai betegségekhez kapcsolódó mutációk leírásában. Az olasz AIRC rákkutatásokat támogató alapítványa segítségével olyan elváltozásokat kezdtünk tanulmányozni, amelyek mind a rákos, mind a neurodegeneratív betegségekhez hozzájárulnak. E mutációk hatásmechanizmusait elemeztük, és módszereket dolgozunk ki az azonosításukra. A jelenlegi kutatások már nagy áteresztőképességű gyógyszerszűrési módszereket dolgoznak ki.

További terveink a gyógyszerkutatási folyamat erősítésére irányulnak konkrét modellrendszerek vizsgálatával. Speciális cél az idős generáció memóriájának javítása, amit egy teljesen új, eddig ismeretlen módon próbálunk megközelíteni.



1. ábra: A fehérjék a sejtben magasabb rendű szerveződéseket alkotnak, melyek dinamikája és anyagi tulajdonságai széles skálán mozognak a szilárd amiloidszálaktól a génexpressziós gépezet folyadékszerű állapotáig

GUTTMAN ANDRÁS

2013—2017

MTA—PE Lendület Transzlációs Glikomika Kutatócsoport

Transzlációs glikomika

Pannon Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Barkaszi Bernadett, Bodnár Judit, Hajba László, Járvás Gábor, Ostoros Györgyi, Smidt Anikó, Szigeti Márton

MK.UNI-PANNON.HU/LABS/INDEX.PHP/LABORATORIUMOK/BIO-NANOTECHNOLOGIAI-ES-MUSZAKI-KEMIAI-KUTATOINTEZET/TRANSZLACIOS-GLIKOMIKA-KUTATOCSOPORT

Lendület
Program

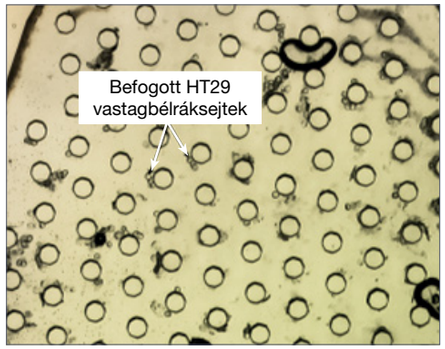
Kutatócsoportunk munkájának elsődleges célja új, integrált mikrofluidikai eszközök és módszerek kifejlesztése volt, melyek segítségével a primer daganatról leszakadó, keringő ráksejtek (CTC, néhány sejt milliliterenként) kifoghatók a véráramból, illetve a sejtfelszíni szénhidrátstruktúrájukban megjelenő jellemző elváltozások azonosíthatók. Ezek a deviáns szerkezetek fontos új biológiaimarker-jelöltek, vagyis olyan molekulák lehetnek, melyek segítségével megvalósulhat a másodlagos daganatok (metasztázis) kialakulásának célzott gátlása a szervezet egészét érintő és azt jelentősen megterhelő kemo-, illetve sugárterápiás kezelések nélkül. A kutatócsoport által kidolgozott eszközök alkalmazásával, egyszerű vérvétel segítségével — invazív beavatkozás nélküli — gyors és költséghatékony diagnosztikai eljárást fejlesztettünk ki, ugyanakkor a keringő ráksejtek kifogásának terápiás alkalmazásán is sikeresen dolgozunk.

A vérben keringő ráksejtek (CTC) nagyon kis számban találhatók az egyéb igen nagy számban jelen levő alakos véralkotók mellett (1 ppb), így kifogásuk rendkívül összetett tudományos és technológiai kihívás volt. Kutatócsoportunk e ritka sejtek kifogására világszinten is egyedülálló, döntött oldalfalú mikrofluidikai sejtcsapdát tervezett és prototipizált a debreceni Atomkival együttműködésben. A sejtek kifogására fejlesztett mikrochip hatékonysága nagymértékben függött a csatornákban kialakuló áramlási viszonyoktól, ezért a chipek tervezéséhez és áramlástani optimalizálásához számítógépes szimulációs modelleket dolgoztunk ki. Az így kifejlesztett, innovatív mikrofluidikai sejtcsapdával a laboratóriumi kísérletek során nagy hozammal és szelektíven sikerült mesterségesen tenyésztett rákos sejteket kifogni. A hajszálnál vékonyabb mikrooszlopok alkalmazásával szignifikánsan növelhető volt a mikrochip funkcionális, azaz kifogásra alkalmas felülete. Munkánk során ezeknek a mikrooszlopoknak a felületére vittük fel azokat a speciális molekulákat, amelyek az eszközön átvezetett előkezelt vérmintából immunoaffinitás-kölcsönhatás segítségével célzottan csakis a rákos sejteket kötötték meg, ahogy azt a mikroszkópos felvétel (*1. kép*) is jól mutatja. A kifogott daganatsejtek további összetett kémiai és biokémiai analitikai vizsgálata fontos diagnosztikai információkat szolgáltathat a beteg állapotáról, illetve segítséget nyújthat az optimális terápia kiválasztásában.

A rákos sejtek felszínén található, kifogásra alkalmas, orvos-biológiailag fontos fehérjék túlnyomó többsége komplex cukorprofilokat hordoz (glikozilált), melyek részletesebb megismerése szükségessé tette e glikoproteineken lévő szénhidrátok szerkezetének gyors, megbízható és reprodukálható analízisét. Az ehhez használható, nagy teljesítményű bioanalitikai készülék (kapilláris elektroforézis) már rendelkezésre állt, de az eredmények kiértékeléséhez szükséges bioinformatikai eszközök fejlettsége elmaradt a szükséges szinttől. Kutatócsoportunk

a glikánok szerkezetének meghatározásához egy matematikai algoritmust dolgozott ki, amelyet sikeresen beépítettünk egy grafikus felhasználói felülettel rendelkező szoftverbe. A projekt során kifejlesztett integrált mikrofluidikai eszközök és módszerek segítségével 265 biológiailag fontos glikánstruktúrát sikerült azonosítanunk, mely adatainkat a kutatócsoport weboldalán tettük közzé.

Kutatócsoportunk azóta is rendkívül sikeresen működik, amit 12 PhD-fokozatot szerző fiatal kutató, valamint 156, rangos nemzetközi folyóiratokban megjelent publikáció fémjelez. A projekt kidolgozása során kapott ígéretes eredményeinkre alapozva, kutatásainkat folytatva, a Lendület-támogatás után kockázati befektetői támogatással a terápiás alkalmazásra startup céget alapítottunk (CAPTEC Medical Kft.), a termék piacra vitele a közeljövőben megvalósulhat.



1. kép: Mikroszkópos felvétel rákos sejtek célzott kifogásáról a mikrofluidikai rendszerben immunoaffinitás-kölcsönhatás segítségével

2. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Guttman András, Smidt Anikó, Járvás Gábor, Szigeti Márton, Bodnár Judit, Hajba László, Barkaszi Bernadett, Ostoros Györgyi

GYURANECZ MIKLÓS

2012—2016

MTA ATK ÁOTI Lendület Zoonótikus Bakteriológia és Mycoplasmatológia Kutatócsoport

---

Zoonótikus bakteriológia és mycoplasmológia

HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont

2022—2027

MTA—ÁTKI Lendület Mycoplasmatológia Kutatócsoport

Sertések Mycoplasma hyorhinis okozta betegségének vizsgálata és vakcinajelöltek fejlesztése

HUN-REN Állatorvostudományi Kutatóintézet

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bekő Katinka, Belecz Nikolett, Buni Dominika, Felde Orsolya, Földi Dorottya, Görföl-Sulyok Kinga Mária, Grózner Dénes, Hrivnák Veronika, Kovács Áron Botond, Költő Karola, Kreizinger Zsuzsa, Molnár Evelin, Nagy Dorottya Sára, Nagy Eszter Zsófia, Nagy Noémi, Nemesházi Edina, Bandana Pangabam, Tóth Lilla, Vajzerné Saller Orsolya, Wehmann Enikő

MOLLISCIENCE.COM

Lendület
Program

Minden idők legfiatalabb kutatójaként, 29 évesen nyertem el első Lendület-pályázatomat, melynek segítségével saját témacsoportot alapíthattam az MTA Állatorvostudományi Kutatóintézetében. Sikerült kialakítani egy stabil kutatócsoportmagot, amire hosszú távon is lehetett építkezni. Létrehoztuk a kutatási témánkhoz szükséges infrastruktúrát, melynek legjelentősebb része egy 3-as szintű biztonsági labor (BSL 3-as labor) kialakítása volt. A BSL 3-as labor felépítésével járó fáradozás szerencsére hamar megtérült, mert amellett, hogy megteremtette a zoonotikus kórokozók kutatásának a feltételeit, meglétével sikeresen nyertünk el EU-s pályázatokat, valamint az „OIE Tularemia Reference Laboratory" és „OIE Expert" státuszokat (OIE: World Organization for Animal Health). Ezzel a világ egyetlen tularémia-referencialaborja lettünk, ami újabb kutatási lehetőségek előtt nyitotta meg a kaput számunkra. A *Francisella tularensis* mellett egyéb zoonotikus baktériumokat is tanulmányoztunk, úgymint *Brucella*-fajokat és a *Coxiella burnetii*t. Kutatási eredményeink nagyban hozzájárultak a legnagyobb hazai Q-láz-járvány felszámolásához is. E kórokozók vizsgálataiból származó tudományos eredményekből készítettem el MTA-doktori értekezésemet is.

Első Lendület-pályázatom második felében érdeklődésem fokozatosan a *Mycoplasma*-fajok és az általuk okozott, nagy gazdasági károkkal járó betegségek vizsgálata felé fordult. Kutatócsoportunk felvette a MolliScience brandnevet. A világ legkülönbözőbb tájairól származó izolátumokból álló törzsgyűjteményeket hoztunk létre. Tápközegeket és a minták tengeren túli szállítását lehetővé tevő transzportrendszereket fejlesztettünk. Meghatároztuk az összegyűjtött törzsek antibiotikum-érzékenységi profilját, eredményeink elősegítették a hatékony antibiotikum-terápia alkalmazását. Azonosítottuk az egyes antibiotikumokkal szembeni rezisztencia kialakulásáért felelős mechanizmusokat, géneket és mutációkat, majd gyors és költséghatékony molekuláris biológiai teszteket fejlesztettünk a kimutatásukra. Molekuláris módszereket dolgoztunk ki a *Mycoplasma*-törzsek rokonsági viszonyainak feltárására. Diagnosztikai teszteket fejlesztettünk az egyes vakcina- és vad törzsek elkülönítésére; ennek eredményeképpen a világ minden tájáról kapunk mintákat diagnosztikai vizsgálatokra. A leghatékonyabb tesztjeinket a világ vezető diagnosztikumgyártó cége kereskedelmi forgalomba is hozta. Egy Élvonal pályázatot is elnyertem kutatásaink finanszírozására, amely a 2022-ben elnyert második Lendület-pályázatomhoz hasonlóan *Mycoplasma*-vakcinajelöltek fejlesztésére irányult. Inaktivált, élő-attenuált és mRNS-vakcinajelöltek fejlesztésén dolgozunk baromfi- és sertésállományok immunizálására. Munkánk eredményeképpen szabadalmak és ipari együttműködések születtek. Két vakcinajelöltünk regisztrációja is folyamatban van multinacionális vakcinagyártó cégekkel való együttműködés keretében.

Nagy hangsúlyt fektettünk a tudományos utánpótlás nevelésére. Kutatócsoportunkban az elmúlt évek során 8 PhD-értekezés és számos TDK- és szakdolgozat született.

1. kép: Növendék liba vakcinázása a kutatócsoport által fejlesztett élő attenuált *Mycoplasma anserisalpingitidis* vakcinajelölttel

2. kép: A kutatócsoport 2012-ben a Lendület I. pályázat alatt (balról jobbra): Bekő Katinka, Felde Orsolya, Kovács Áron Botond, Gyuranecz Miklós, Grózner Dénes, Kreizinger Zsuzsa, Hrivnák Veronika

3. kép: A kutatócsoport 2022-ben a Lendület H pályázat alatt (balról jobbra): Hrivnák Veronika, Görföl-Sulyok Kinga Mária, Gyuranecz Miklós, Nagy Eszter Zsófia, Kreizinger Zsuzsa, Buni Dominika

HÁJOS NORBERT

2012—2017

MTA KOKI Lendület Hálózat-Idegélettani Kutatócsoport

GABAerg gátló idegsejtek szerepe az asszociatív tanulásban

HUN-REN Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Andrási Tibor, Barabás Bence, Gregori Erzsébet, Krizsán Éva, Nagy-Pál Petra, Papp Orsolya, Szabó Gergő, Veres Judit

KOKI.HUN-REN.HU/KUTATOCSOPORTOK/HALOZAT-IDEGELETTAN

Lendület
Program

Kutatócsoportunk fő célja az érzelmi reakciók és a félelemhez kapcsolódó memórianyomok kialakításában szerepet játszó idegsejtcsoportok anatómiai szerveződésének és élettani működésének a feltárása volt. Az agy egyik része, az ún. mandulamag kulcsfontosságú szerepet játszik az érzelmek szabályozásában és az érzelmi emléknyomok létrehozásában. Számos kórképben, mint pl. a szorongás, az autizmus vagy a skizofrénia, a mandulamag működése jelentősen megváltozik. A támogatási periódus alatt a csoport azonosította azokat a gátló idegsejthálózatokat a mandulamagban, amelyek a leghatékonyabb módon szabályozzák a helyi idegsejthálózatok működését és azok hálózatszintű szerveződését. Ezek az eredmények szükségesek ahhoz, hogy megértsük, hogyan módosul az idegi folyamatok szabályozása a kórosan működő mandulamagban, és azt miként lehetne visszaállítani. A Lendület Program által támogatott vizsgálatok két új kutatási vonalat alapoztak meg.

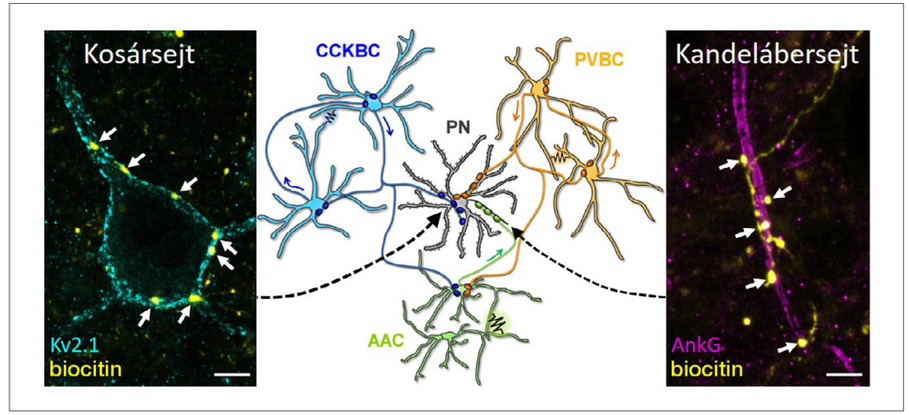
Az egyik kutatási vonalat a Richter Gedeon Gyógyszergyárral közösen megvalósuló vizsgálatok jelentették, amelyek célja annak megértése, hogy egy autizmusmodellben miként módosulnak a gátló idegsejthálózatok a mandulamagban. A kutatócsoport által vizsgált modell a humán megfigyeléseken alapul. Korábbi tanulmányok felfedték, hogy egy antiepileptikum, a valproinsav terhesség alatt szedve jelentősen megnöveli az autizmus kockázatát a születendő gyermekben. Hasonlóan az emberhez, vemhes egerek kezelése vaproinsavval számos utódban okoz autizmusban megfigyelt tüneteket, pl. a szociális viselkedésben. A kutatócsoport vizsgálatai azonosították, hogy az egyik gátlósejttípus működése a mandulamagban jelentősen csökken a valproinsav-kezelésen átesett vemhes nőstények utódaiban. A jövőbeli kutatások arra irányulnak majd, hogy vajon a mandulamagban a gátlás visszaállítása csökkenti-e a szociális viselkedésben megfigyelt eltéréseket.

A másik kutatási vonal során a kutatócsoport azonosított egy olyan új agyi pályát, amely a középagyból ered, és egy speciális mandulamagban végződik, továbbá kritikus szerepet játszik a kontextushoz kapcsolódó félelmi emléknyomok kialakulásában. A vizsgálatok során feltártuk a sejt- és hálózatszintű idegi mechanizmusokat, amelyek szükségesek ehhez a tanulási folyamathoz. Mivel ennek az új pályának a meglétét bizonyították emberben is, az egerekben való kutatások transzlációs lehetőségeket biztosítanak. A jelenlegi kutatások arra irányulnak, hogy feltárják, vajon a trauma és stressz okozta kóros emléknyomok kialakulását szabályozza-e ez a középagyból eredő és mandulamagban végződő idegpálya. Mivel minden 10. ember élete során hónapokon, sokszor éveken keresztül szenved poszttraumás stressz-szindrómában (PTSD), fontos feltárni azokat az agyi mechanizmusokat, amelyek a kórkép kialakulását szabályozzák.

Kutatócsoportunk megalakulásától kezdődően 7 PhD-hallgató szerzett fokozatot, és további 5 fog a közeljövőben végezni a doktori tanulmányaival. A végzett hallgatók egy része külföldi egyetemeken (Stanfordi Egyetem, Innsbrucki Egyetem, Berni Egyetem) folytatta a kutatómunkáját, míg mások továbbra is Magyarországon dolgoznak. A kutatócsoport továbbra is a HUN-REN KOKI-ban tevékenykedik, számos BSc- és MSc-dolgozat készült el az elmúlt években, illetve 7 alkalommal értek el helyezést a kutatócsoportban tevékenykedő hallgatók a TDK-konferenciákon.

2021-től részállásban egyetemi tanár vagyok az egyesült államokbeli Bloomingtoni Indiana Egyetem Pszichológiai és Agytudományok Tanszékén, 2024 óta pedig igazgatóhelyettese az egyetem Linda és Jack Gill Agykutató Intézetének.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): elöl: Müller Kinga, Nagy-Pál Petra, Fekete Zsuzsanna, Gregori Erzsébet, Veres Judit, Cecilia Pardo-Bellver, Földi Péter; hátul: Reéb Zsófia, Nagy Attila Gergő, Andrási Tibor, Barabás Bence, Krizsán Éva, Hájos Norbert, Magyar Dániel



1. ábra: Gátló idegsejthálózatok szerveződése az agy mandulamagjában. Három különböző gátlósejt idegzi be a mandulamag serkentő neuronjainak (principális neuron, PN) a sejttestközeli régióját. Az erre a régióra érkező gátlás képes leghatékonyabban szabályozni a serkentősejtek aktivitását, azaz az akciós potenciál keletkezését. A három gátlósejttípus közül kettő, a kolecisztokinint kifejező kosársejt (CCKBC) és a parvalbumint kifejező kosársejt (PVBC) a serkentősejtek sejttesteit idegzi be. A bal oldali ábra egy serkentősejtet mutat, amelynek a membránját Kv2.1 típusú káliumcsatorna ellen készített antitesttel jelenítettük meg. A membránon jól láthatóak egy kosársejt axonvégződései (fehér nyilak). A jobb oldali ábra egy serkentősejt axonjának kezdeti szakaszát mutatja, ahol az akciós potenciálok keletkeznek. Ezt a nagyon speciális membránszakaszt a kandelábersejtek, más néven axoaxonikus sejtek (AAC) idegzik be. Az ábrán Ankyrin G fehérje ellen termeltetett antitesttel vizualizáltuk az axon kezdeti szakaszát, míg a kandelábersejt axonvégződéseit fehér nyilak mutatják. A középső, sematikus ábra mutatja az idegsejthálózatot létrehozó neuronok kapcsolatrendszerét: a kosársejtek beidegzik a serkentősejteket, az axoaxonikus sejteket és más, saját típusú kosársejteket, de a két kosársejttípus nem idegzi be egymást. Az axoaxonikus sejtek kizárólag a serkentősejteket innerválják, egymással csak elektromos kapcsolatokon keresztül kommunikálnak.

HOMOLYA LÁSZLÓ

2012—2016

MTA TTK EI Lendület Molekuláris Sejtbiológiai Laboratórium

Az ABC-transzporterek működésének vizsgálata polarizált sejtekben

HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Apáti Ágota, Bartos Zsuzsa, Berecz Tünde, Bézsenyi Gyöngyi, Erdei Zsuzsa, Fári Karolina, Haraszti Beáta, Hegyi Zoltán, Kosóczki Éva, Lilienberg Julianna, Reé Dóra Barbara, Rieth Katalin, Schamberger Anita, Szabó Edit, Szabó Eszter, Török György, Várady György, Varga Nóra, Zeöld Anikó

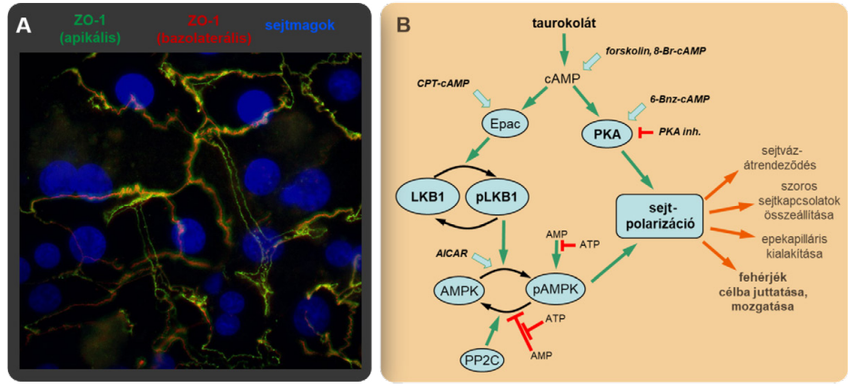
TTK.HUN-REN.HU/EI/MOLEKULARIS-SEJTBIOLOGIAI-KUTATOCSOPORT

Lendület
Program

Kutatócsoportunk az MTA Természettudományi Kutatóközpont Molekuláris Farmakológiai Intézetében 2012-ben alakult meg. Az azóta lezajlott intézményi átalakulások következtében jelenleg a HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont Molekuláris Élettudományi Intézetében (volt Enzimológiai Intézet) tevékenykedik. A csoport kutatásai eredetileg a különböző membránfehérjék — elsősorban ABC-transzporterek — polarizált sejtekben való közlekedésének (trafficking) feltárására irányultak. Azóta a kutatócsoport kutatási területe kibővült a sejtpolarizáció szabályozásának és a sejtpolaritás különleges formáinak (pl. májsejt-, illetve idegsejt-polaritás) molekuláris szintű tanulmányozásával. Közel két évvel a megalakulást követően két kisebb alegység is csatlakozott a kutatócsoporthoz: a Humán Pluripotens Őssejt Laboratórium (vezetője: Apáti Ágota), valamint az Áramlási Citometria Laboratórium (vezetője: Várady György), kiszélesítve a kutatási irányokat a humán pluripotens őssejtalapú sejtes modellrendszerek vizsgálatával, valamint a membránfehérjék áramlási citometriás, diagnosztikai célú tanulmányozásával. A három laboratórium munkáját összefogják a közös metodológiai megközelítések (mikroszkópiás és áramlási citometriás módszerek), a hasonló sejtes modellrendszerek fejlesztése és alkalmazása, valamint a membránfehérjéknek a kutatási fókuszba helyezése.

Az eredményeket tekintve, a kutatócsoport 12 éves tevékenységét 125 peer-reviewed, nemzetközi folyóiratban megjelent közlemény és 3 szabadalom fémjelzi. Az alapkutatási eredményeken túl, melyek egyrészt feltárták a sejtpolaritás és trafficking folyamatok szabályozásának számos molekuláris részletét, másrészt az őssejtalapú betegségmodellezés révén lehetővé tették komplex betegségek (pl. skizofrénia és DiGeorge-szindróma) molekuláris hátterének megértését, gyakorlati jelentőséggel bírnak a gyógyszerkutatást támogató humán őssejtalapú sejtes tesztrendszerek fejlesztésére, valamint a membránfehérjék biomarkerként való diagnosztikai alkalmazására tett erőfeszítések. A kutatócsoport munkatársai tevékenyen részt vesznek az oktatásban is — egyetemi kurzusok tartásával, valamint a BSc-, MSc- és PhD-hallgatók témavezetésével. Az elmúlt 12 évben a csoportban végzett kutatómunkája révén 3 egyetem (ELTE, Semmelweis Egyetem, BME) 11 hallgatója szerzett PhD-fokozatot (számos *summa cum laude* minősítéssel). Hasonlóképpen a kutatócsoport hozzájárul az ismeretterjesztéshez és a tudomány-népszerűsítéshez — a Kutatók Éjszakája programban való részvétellel, rádió- és TV-interjúkkal, valamint pályaorientációs bemutatók tartásával. Különböző pályázatok segítségével a kutatócsoport munkatársai jelentősen hozzájárultak a Természettudományi Kutatóközpont infrastruktúrájának fejlesztéséhez is: a STED szuperfelbontású mikroszkóp és

a High Content Screening berendezés beszerzésével, az őssejtkutató platform kiépítésével, valamint az áramlási citometriás készülékek folyamatos fejlesztésével.



1. ábra: **A:** Fejlődő epekapillárisok a polarizálódó hepatocita-tenyészetben. Szoros sejtkapcsolat: fehérjék (ZO-1) az apikális (zöld) és bazolaterális (piros) membránban, sejtmagok (kék). **B:** A hepatocita-polaritás kialakulásának szabályozási hálózata.

1. kép: A kutatócsoport

HORVÁTH RÓBERT

2012—2016

MTA EK MFA Lendület Nanobioszenzorika Kutatócsoport

Fejlett bioszenzorok kifejlesztése molekuláris mozgások monitorizálására

HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bérczi Ádám, Dobos Ágnes, Farkas Enikő, Forgács Enikő, Gerecsei Tamás, Horváth Róbert, Juhász Krisztina, Kobzi Balázs, Kovács Bálint, Kovács Boglárka, Kovács Kinga Dóra, Körmöczi Botond, Kurunczi Sándor, Nádor Judit, Nagy Ágoston, Németh Olga, Orgován Norbert, Patkó Dániel, Péter Beatrix, Saftics András, Székács Inna, Türk Barbara, Ungai-Salánki Rita

NANOBIOSENSORICS.COM

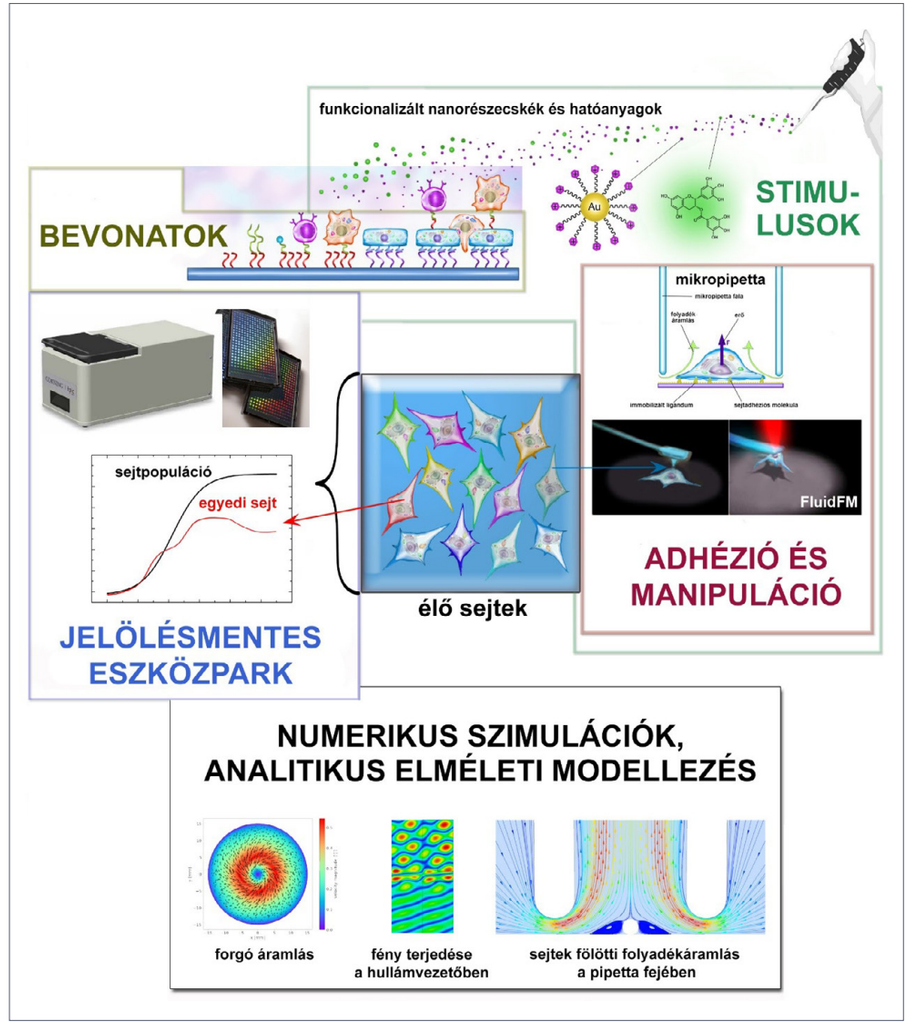
Lendület
Program

Kutatócsoportunk kutatási profilja élvonalbeli optikai bioszenzorok fejlesztésére és alkalmazására, valamint a releváns biológiai és biofizikai folyamatok modellezésére irányult. Kutatásaink célja olyan optikai bioszenzorok létrehozása volt, amelyek megfelelnek a legújabb tudományos és technológiai kihívásoknak. E szenzorok páratlan érzékenységükkel nemcsak a rendkívül alacsony koncentrációban jelen lévő molekulák kimutatását, hanem élő sejtekben a molekuláris mozgások és átrendeződések hatékony monitorozását is lehetővé teszik. Kutatásunk középpontjában a jelölésmentes érzékelési technológia állt, mivel a hagyományos jelölési módszerek bizonyos esetekben befolyásolhatják a kísérletek eredményeit a vizsgált molekulák vagy sejtek állapotának megváltoztatásával. Multidiszciplináris csapatunk a szenzorelemekre, receptorrétegekre és orvosbiológiai alkalmazásokra összpontosított, egy olyan újszerű kutatási irányt honosítva meg, amely alap- és alkalmazott kutatási szempontból is nagy jelentőséggel bír.

A csoport az optikai hullámvezetőkön alapuló evaneszcens hullámalapú érzékelési technikákra specializálódott. A svájci Creoptix AG startup céggel együttműködve kifejlesztettük a rácscsatolt interferometriát, egy jelölésmentes optikai bioszenzort, amely kivételes érzékenységgel képes valós időben monitorozni akár az ion-fehérje kölcsönhatásokat is. Ezenkívül mikrolemez-alapú optikai módszerekkel, például rezonáns hullámvezető rácsalapú szenzorokkal is foglalkoztunk, valamint fejlett képalkotó technikákat, kvantitatív fázisalapú képalkotást alkalmaztunk, hogy tanulmányozzuk a sejtek adhézióját különböző felületeken, illetve külső ingerek hatására. Ezek a módszerek lehetővé teszik a sejtek viselkedésének megfigyelését, beleértve az adhéziót, az inváziót és a migrációt, elősegítve a különböző biofizikai jellemzők azonosítását. Ezeket a technológiákat széles körben alkalmazzák kisméretű molekulák, fehérjék, nukleinsavak, glikoproteinek és lipid-kettősrétegek vizsgálatában a folyadék-szilárd határfelületeken. Hazánkban elsőként hoztunk létre egy sejtkultúrás bioszenzorikai laboratóriumot, lehetővé téve az élő sejtek jelölésmentes bioszenzorikájának mint rendkívül ígéretes kutatási területnek a művelését. Egyik fő kutatási területünk a sejtadhézió vizsgálata volt, a sejt-szubsztrátum kontaktzóna dinamikus változásainak feltérképezése evaneszcens hullámok segítségével. A sejtadhézió alapvető folyamat minden többsejtű szervezetben, kulcsszerepet játszik a rákos sejtek terjedésében és az immunrendszer működésében is. A rákos megbetegedések vizsgálatánál a csoport elsőként fejlesztett ki élő sejtekben jelölésmentes módszert az integrin receptorok és RGD ligandumok affinitási állandójának és kinetikai rátáinak meghatározására.

Mára a Nanobioszenzorika Laboratórium különböző területekről — biológia, biofizika, kémia, informatika és biomérnökség — érkező kutatókat foglal magában, így egy sokszínű és interdiszciplináris környezetet hoztunk létre. A szakértelmek sokfélesége lehetővé teszi számunkra, hogy a komplex tudományos problémákat több nézőpontból közelítsük meg, ami innovatívabb megoldásokhoz vezet. Számos fiatal kutató, köztük BSc-, MSc- és PhD-hallgatók vesznek részt aktívan az optikai bioszenzorokkal és azok alkalmazásaival kapcsolatos projektekben. Közülük sokan kiemelkedő sikereket értek el saját kutatási területükön, és rangos díjakat nyertek, mint például a TDK-/OTDK-, ÚNKP- és KDP-elismerések. Munkánkat több magyar egyetem külső együttműködő partnerei is támogatták, köztük Buzás Edit, Bősze Szilvia, Bonyár Attila, Szabó Bálint, Deli Mária, Derényi Imre, Hős Csaba és Vonderviszt Ferenc csoportjai és tanszékei, valamint a Cellsorter Kft. (ma a Semilab tulajdonában).

A Lendület Program sikeres lezárása után csoportunk kiterjesztette kutatásait az egyedi sejtes bioszenzorika és biofizika területére, Élvonal és TKP kutatási programok keretében. Új kutatási irányunk az egyedi sejtek érzékelésére és manipulációjára összpontosít, beleértve az egyedi sejtek adhéziójának mérését és az adherens, valamint a szuszpenziós sejtek izolálását biomolekuláris jellemzésük céljából. Szorosan együttműködve az iparral (Cytosurge AG, CH és Cellsorter Kft., HU), robotizált fluidikus erőmikroszkópiát (FluidFM) és számítógép-vezérelt mikropipettákat alkalmazunk. A robotizált FluidFM segítségével nagy pontossággal képesek vagyunk különböző anyagokat, köztük fém nanorészecskéket és vezikulákat injektálni egyedi sejtekbe. Ezenkívül lehetőség van apró citoplazmatikus biopsziák vételére anélkül, hogy a tanulmányozott sejtek elpusztulnának. A mikrolemezes optikai érzékelők és a robotizált FluidFM kombinációja lehetővé tette számunkra, hogy erővé kalibráljuk az optikai jeleket, és megnyitotta az utat az egyedi sejtes adhéziós erő kinetikai mérése előtt, példa nélküli mintavételezési sebességgel és érzékenységgel.



1. ábra: A kutatócsoport fő kutatási területei. Kutatásunk középpontjában az élő sejtek multidiszciplináris vizsgálatai állnak, amelyek magukban foglalják a különböző bevonatok és funkcionális nanorészecskék (bevonatok, stimulusok) alkalmazását, a jelölésmentes bioszenzoros méréseket (jelölésmentes eszközpark), a sejtek adhéziójának és manipulációjának vizsgálatát (adhézió és manipuláció), valamint numerikus szimulációkat és analitikus elméleti modellezést (numerikus szimulációk, analitikus elméleti modellezés) az élő sejtek viselkedésének megértése érdekében.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Patkó Dániel, Nádor Judit, Kovács Boglárka, Székács Inna, Kurunczi Sándor, Ungai-Salánki Rita, Péter Beatrix, Hámori András, Orgován Norbert (ülve), Horváth Róbert

Lendület
Program

JÓZSI MIHÁLY KRISZTIÁN

2012—2017

MTA—ELTE Lendület Komplement Kutatócsoport

A komplement H-faktor szerepe egészségben és betegségben

Eötvös Loránd Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bánlaki Zsófia, Cserhalmi Marcell, Csincsi Ádám, Espárné Schneider Andrea, Kárpáti Éva, Szabó (Weiszhár) Zsóka, Uzonyi Barbara

IMMUN.ELTE.HU/H-FAKTOR-ES-KOMPLEMENT-SZABALYOZAS

Lendület
Program

A komplementrendszer egy komplex fehérjehálózat, ami a vérben és a testnedvekben megtalálható fehérjékből, szabályozó molekulákból és egyes sejtek felszínén megjelenő receptorokból áll. A veleszületett immunitás egyik fontos elemeként a kórokozó mikrobák elleni védelemben betöltött szerepén kívül számos más fiziológiás folyamatban is részt vesz, többek között az elpusztult sejtek eltávolításában, gyulladásos folyamatokban és az immunsejtek funkcióinak szabályozásában. A komplementrendszer működésének zavarai azonban egyes fertőző, gyulladásos és autoimmun betegségek kialakulásához vezethetnek. A rendszer aktiválódásának megfelelő szabályozása ezért alapvető fontosságú, megelőzendő szervezetünk károsodását.

A kutatások célja a komplementrendszer működésének részletesebb megismerése, a rendszer hibás működésével kapcsolatos egyes betegségek patomechanizmusának megértése, ezzel összefüggésben új terápiás lehetőségeknek a vizsgálata volt. A H-faktor molekula meggátolja a vérplazmában és saját sejtjeink felszínén a túlzott mértékű, kóros komplementaktivitást, ezáltal a komplementaktiváció egyik fontos szabályozó fehérjéje. Kutatócsoportunk elsősorban a komplementgátló H-faktor molekula és a vele szerkezetileg rokon FHR fehérjék funkcióját vizsgálta.

Feltárták az FHR-1 fehérje hiányának szerepét H-faktor autoantitestek kialakulásában egy súlyos, ritka vesebetegség, az atípusos hemolitikus urémiás szindróma esetében. Az FHR-1 és FHR-5 fehérjékről kimutatták, hogy a H-faktorral ellentétben fokozzák a komplementrendszer aktivációját, részben a H-faktor kompetitív gátlása révén, részben a komplementrendszer közvetlen aktiválása által.

Előállítottak egy minimalizált H-faktort („mini H-faktor”), ami a H-faktornak csak a fő funkcionális doménjeit tartalmazza. A mini H-faktor a természetes molekulánál hatékonyabban képes gátolni a komplementaktivációt. Ennek továbbfejlesztése lehetséges terápiás molekulaként folyamatban van.

Emellett kimutatták, hogy a H-faktor ismert, komplementaktivációt gátló szerepén túlmenően receptorokhoz kötődve befolyásolhatja a gyulladásos folyamatokban, a kórokozó mikroorganizmusok elleni immunvédelemben fontos szerepet betöltő makrofágok és neutrofil granulociták aktivációját.

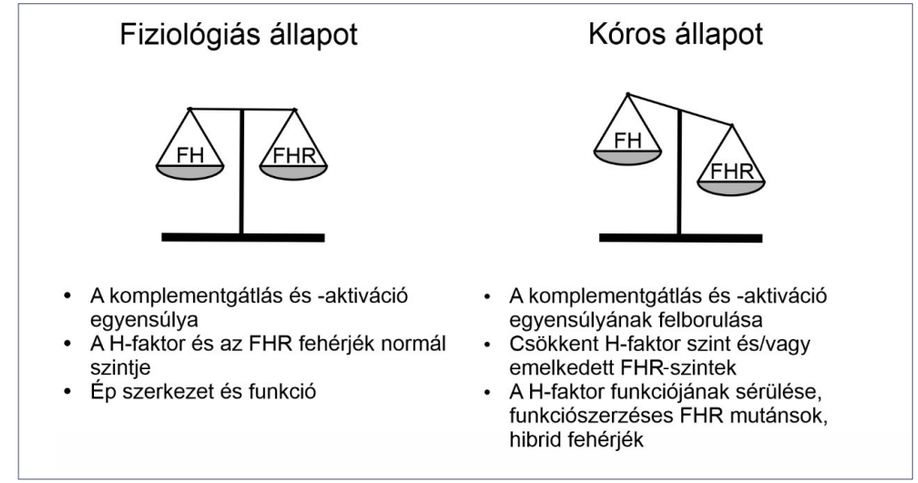
Ezek a vizsgálatok a H-faktor új, a komplementszabályozó szerepén is túlmutató funkcióit tárták fel, egyúttal betekintést nyújtva a H-faktor megváltozott aktivitásával összefüggő betegségek patomechanizmusába is. A fehérjék eddig

azonosított funkciói szerint a H-faktor és az FHR molekulák együttműködése a komplementaktiváció finomhangolását biztosíthatja, ezáltal egyes célpontok és felszínek, mint például mikrobák és elpusztult sejtek, opszonizációját, vagyis komplementfragmentumokkal történő „megjelölését", ami elősegíti azok fagocitózisát. Az egyensúly eltolódása a túlzott aktiváció irányába, például a megváltozott H-faktor-FHR arány vagy a fehérjék funkcióját befolyásoló mutációk és autoantitestek következtében kóros folyamatokat és gyulladást indíthat el egyes vese-, szem- és ízületi betegségek során (*1. ábra*).

A Lendület-projekt zárását követően további pályázatokat nyertem el, elsősorban a komplementrendszer működésének és befolyásolási lehetőségeinek kutatására, így többek között OTKA- és MTA—ELTE- (később HUN-REN—ELTE) kutatócsoport vezetésére, illetve egy H2020-as európai konzorcium tagjaként.

Az ELTE docense (2017—2020), majd egyetemi tanára, 2020-tól az Immunológiai Tanszék vezetője lettem. 2016-ban habilitáltam, 2018-ban az MTA doktora címet szereztem. 2019-ben a European Complement Network vezetőségi tagjává, 2024-ben titkárává választottak. Emellett a Magyar Immunológiai Bizottság vezetőségének tagja, valamint az MTA Immunológiai Osztályközi Bizottság titkára vagyok.

Elkötelezett vagyok a fiatal kutatói generáció képzése és segítése iránt, egyetemi és doktoranduszhallgatók témavezetésén túl 2020-tól az ELTE természettudományos és informatikai szakkollégiuma, a Bolyai Kollégium igazgatójaként is tevékenykedem.



1. ábra: A H-faktor molekulacsalád szerepe a komplementaktiváció szabályozásában. A gátló H-faktor (FH) és az aktivátor H-faktorral rokon (FHR) fehérjék közötti egyensúlyi állapot határozza meg a komplementmediált betegségekre való hajlamot. Ha a gátlás és az aktiválás optimális egyensúlyban van (**balra**), az FHR fehérjék által támogatott opszonizáció a komplementrendszer káros gyulladásos és potenciális litikus aktivitása nélkül zajlik.
Ha a fehérjék szintje vagy funkciója oly módon módosul, hogy az egyensúly a túlaktiválás felé tolódik el (**jobbra**) pl. mutációk vagy autoantitestek miatt, a káros hatások fokozódnak, és növelik a hajlamot bizonyos betegségekre.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Csincsi Ádám, Espárné Schneider Andrea, Józsi Mihály, Szabó Zsóka, Cserhalmi Marcell

KERN ZOLTÁN

2012—2017

MTA CSFK Lendület 2ka Paleoklíma Kutatócsoport

Források keresése az éghajlati elemek változásával kapcsolatban

HUN-REN Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Erdélyi Dániel, Hatvani István Gábor, Ruszkiczay-Rüdiger Zsófia

PALEOCLIMATE2KA.GEOCHEM.HU

Lendület
Program

Kutatócsoportunk 2013 januárjában kezdte meg működését. A támogatási időszak 2017-es zárultával a végrehajtott munka kiváló értékelést kapott, és a kutatócsoportot Lovász László MTA-elnök véglegesítette. A kutatócsoport magját a támogatott időszakban három tapasztalt kutató képezte, és ez igaz a véglegesítés után is. Immár több mint egy évtizedes működése alatt a kutatócsoportban több fiatal kutató is dolgozott. A csoport kutatói 7 alapszakos és 16 mesterszakos szakdolgozat témavezetésében vettek részt. Kiemelendő, hogy a csoporttagok témavezetői közreműködésével két 1., három 2. és egy 3. helyezésre értékelt TDK-dolgozat is született. 5 fiatal kutató védte meg sikeresen PhD-téziseit, 1 doktori disszertáció pedig benyújtás előtt áll. 2024-ben védtem meg az MTA-doktori értekezésem téziseit, egy tag MTA-doktori dolgozata pedig bírálat alatt áll.

Kutatócsoportunk működésének meghatározó feladata volt a laborépítés. A legnagyobb fejlesztés a szilárd minták, esetünkben elsősorban a kivont cellulóz stabil szén- és oxigénizotóp-összetételének elemzéséhez alkalmazható automata mintaadagoló és feltáró rendszer volt, valamint részben a projekt támogatásával épült ki a kozmogén izotópos minta-előkészítő laboratórium, amely az első ilyen laboratórium a kelet-közép-európai térségben (geochem.hu/kozmogen/lab.html).

A munkatervben kitűzött és megvalósított néhány kiemelt eredmény:

A Kárpát-Balkán régióból az utóbbi 2000 évre vonatkozó paleoklíma-rekonstrukciók összegyűjtése és értékelése. Ezekből az utóbbi 1000 évre vonatkozó, éves időfelbontással rendelkező hőmérséklet- és hidroklíma-érzékeny adatsorok rekalibrációját önálló tanulmányban közöltük.

A Kelemen-havasok cirbolyafenyő (*Pinus cembra*)-állományaiból gyűjtött, 5 élő és 10 holt famintából majd 3000 évgyűrű anyagából készült el a stabil szén- és oxigénizotóp-összetétel elemzése. A stabil oxigénizotóp-arányok lehetővé tették a csapadék-evapotranspirációs index éves változásainak rekonstrukcióját Kelet-Európában az 1331—2012 közti időszakra. A feltárt változások arra utalnak, hogy a kis jégkorszak végén (~1850) a nagy léptékű légköri cirkulációban eltolódás következett be Európa középső és keleti része felett, ami mai tudásunk szerint az elmúlt 700 évben példa nélküli szárazodási tendenciához vezetett az utóbbi ~120 éves időszakban.

Az elkövetkezendő évtizedekre térségünkre vonatkozó hidroklíma-előrejelzések igen változatosak a különböző fizikájú klímamodellekben, amely bizonytalanság alapvetően befolyásolja az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodási stratégiák hatékonyságát. Új szempontból kategorizáltuk a csapadék-előrejelzéseket érintő bizonytalanságokat, és a modellek fizikai különbözősége mellett, a légkör kaotikus dinamikájából adódó természetes belső változékonyságot is figyelembe véve vizsgálódtunk. Eredményeink szerint a modellek közötti változékonyság olyan bizonytalanságot hordoz, amely kiemelkedik a természetes változékonyság által megengedett intervallumból, azaz a modellek további fejlesztésével jelentős mértékben csökkenthetjük. Rámutattunk, hogy a modellek felszín-légkör kölcsönhatásainak jobb megértése kulcsfontosságú lehet ahhoz, hogy pontosabb képet kaphassunk a csapadékviszonyokról. Fontos következtetésünk, hogy a jobbnak talált modellek kevésbé száraz nyarakat jeleznek előre Kelet-Közép-Európára, mint amit a hagyományos sokmodell-átlag sugall.

A Déli-Kárpátok és Balkán-félsziget központi részének, jelenleg jégmentes magashegységeiben az egykori eljegesedések kiterjedésének és korának vizsgálatát célzó kutatások. A helyben keletkező kozmogén izotópos geokronológiai vizsgálat és az egykori gleccserek rekonstrukciója nyomán körvonalazódni látszik, hogy a legnagyobb jégkiterjedés egybeeshetett az utolsó eljegesedési maximum idejével, és a gleccserek visszahúzódása az általános felmelegedéssel párhuzamosan az ezt követő 8-10 ezer év alatt megtörtént. A paleoklimatológiai információk arra utalnak, hogy az eljegesedési maximumok során Európa déli részén délies, délnyugatias irányból érkeztek a nagy páratartalmú, csapadékot szállító légtömegek. A jég visszahúzódásával a nedves légtömegeket szállító nyugatias szelek napjainkban is jellemző dominanciája vált uralkodóvá.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Hatvani István Gábor, Ruszkiczay-Rüdiger Zsófia, Kern Zoltán, Erdélyi Dániel

KUKOVECZ ÁKOS

2012—2017

MTA—SZTE Lendület Pórusos Nanokompozitok Kutatócsoport

Folyadék-szilárd határjelenségek vizsgálata mezo- és makropórusos nanokompozitokban

Szegedi Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Berkesi Dániel, Bogya Erzsébet-Sára, Boldizsár Tamás, Bugris Valéria, Dobó Dorina, Juan Fernando Goméz Pérez, Győri Zoltán, Haspel Henrik, Havasi Viktor, Kozma Gábor, Nagy Krisztina, Németi Gábor, Papp Ibolya Zita, Patakiné Sziveri Ildikó, Pusztai Péter, Simon Tímea, Simovics Krisztián, Szalai Simon, Tóth Ildikó, Varga Tamás

Lendület
Program

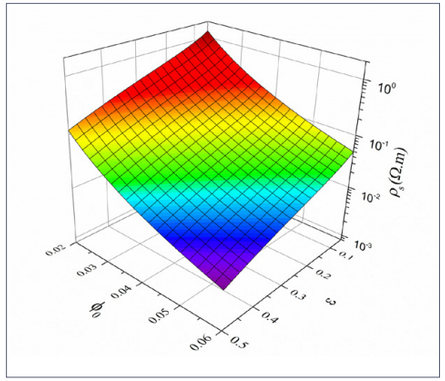
Kutatócsoportunk megalakításának célja az volt, hogy jobban megismerjük a 100 nm-nél kisebb átmérőjű pórusokat tartalmazó („nanopórusos”) szilárd anyagok és a folyadékok, illetve a gázok kölcsönhatásainak sajátos fizikai kémiáját. A kutatócsoport az SZTE TTIK Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszékébe ágyazva működött.

A kutatómunkát hat hipotézis vizsgálata köré szerveztük, melyekből ötöt sikerült igazolni. Bevezettük az irodalomba a párolgási profil fogalmát, és kidolgoztuk mérési metodikáját. Korábban ismeretlen viselkedést írtunk le pórusos szénnanocső-filmek és vízcsepp között, majd ezt több anomáliásnak tűnő jelenség tekintetében magyarázni is tudtuk. Elsőként igazoltunk egy fontos mechanokémiai modellt szubmikrométeres részecskékre. Bizonyítottuk, hogy fluktuációval javított érzékelésben a zajmintázatok az adszorpciós körülmények megváltoztatásával átalakíthatók egymásba vagy kikapcsolhatók. Megnyitottunk egy korábban lehetetlennek vélt reakcióutat a trititanát-nanoszerkezetek egymásba alakítására. Minden korábbi munkánál alacsonyabb hőmérsékleten tudtunk a trititanát-nanoszerkezetekbe nitrogént beépíteni. Elsőként elemeztük az egydimenziós trititanát-nanoszerkezetek vízadszorpcióját kísérő dielektromos folyamatokat. Megmutattuk, hogy alkalmasan funkcionalizált grafén nanoszalagokkal a poliuretán mátrix gázáteresztő képessége ezerszeresére csökkenthető.

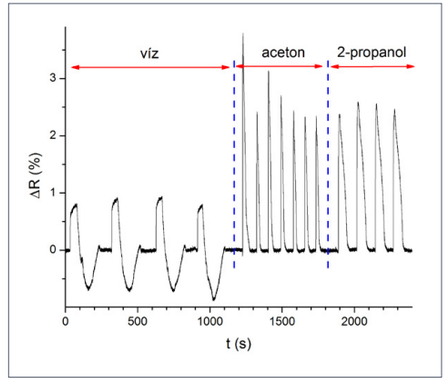
A Lendület-projekt 2017-ben „kiváló” minősítéssel zárult. Mérlege: 106 db impaktfaktoros publikáció, 81 szóbeli előadás, 35 poszter, 551,5 millió Ft további kutatási támogatás megszerzése. A zárás óta a csoport tagjai közül 1 fő MTA doktora címet, 6 fő PhD-fokozatot szerzett. Öten a versenyszférában helyezkedtek el, öten az akadémiai szférában maradtak.

A kutatócsoport a Lendület-projekt után is folytatta munkáját, ma is nevesített résztvevője az SZTE Nemzeti Laboratórium és TKP pályázatainak. A projekt futamideje alatt megkezdett nemzetközi kapcsolatépítés eredményeként a csoport azóta már több H2020-pályázat és bilaterális TéT-pályázat magyar résztvevője volt.

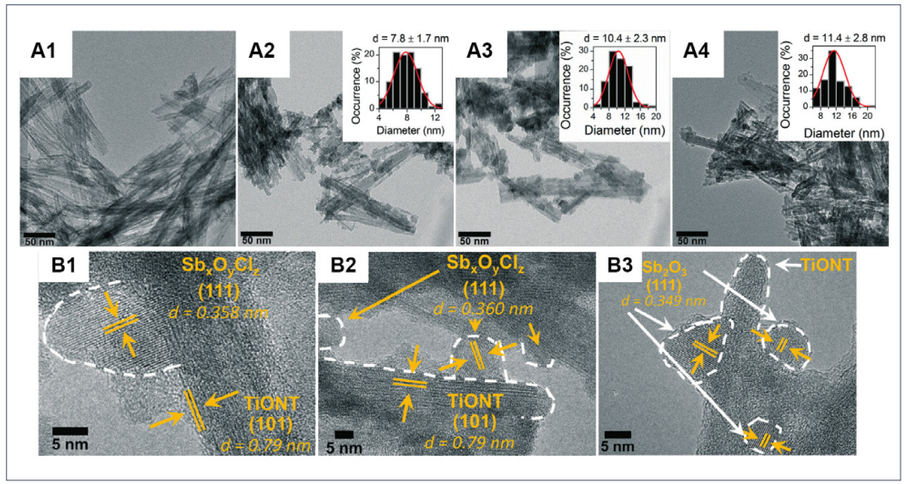
2021 óta egyetemi tanárként és az SZTE TTIK Kémiai Intézetének vezetőjeként dolgozom. Továbbra is aktívan foglalkozom pórusos anyagok nedvesedésével, de tudományos érdeklődésem fókuszába idővel a mikro-CT-technika anyagtudományi felhasználása került. 393 folyóiratcikk társszerzője vagyok, melyekre eddig 8666 hivatkozás érkezett, h-indexem 47 (MTMT).



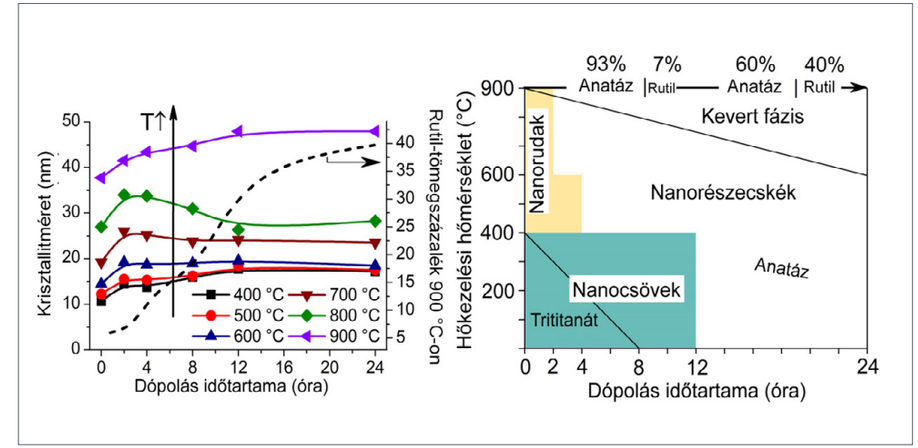
1. ábra: Összenyomott önhordó szénnanocső-réteg számított fajlagos ellenállása (ρ_s) a kiindulási térkitöltési faktor (φ_0) és a zsugorodás (ε) függvényében



2. ábra: Néhány szerves oldószer jellegzetes párolgási profilja 10 tömegszázalék titanátnanoszál-tartalmú önhordó szénnanocső-rétegen



3. ábra: Félvezető átmenet kialakulása titanát nanoszál és antimon-oxiklorid nanorészecskék között. Az 1, 2 és 3 paneljelzések rendre pH = 1, 4 és 8 szintetizált anyagot jelentenek. *Magyarázat:* Diameter = átmérő; Occurence = előfordulás



4. ábra: **Balra:** Anatázkrisztallitok méretének függése az n-dópolási időtől és a kalcinálási hőmérséklettől (bal oldali y tengely). A pontokat összekötő vonalak csak vizuális segítséget nyújtanak. A szaggatott vonal a jobb oldali y skálához tartozik, és a rutil számított tömeg-arány-változását mutatja a 900 °C-on hőkezelt anyagban. **Jobbra:** *In situ* előállított ammónia segítségével nitrogénnel dópolt titán-oxid nanoszerkezetek morfológiai és szerkezeti átalakulásai a dópolási idő és a hőkezelési hőmérséklet függvényében.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Kukovecz Ákos, Dobó Dorina, Papp Ibolya Zita, Simon Tímea, Patakiné Sziveri Ildikó, Kozma Gábor, Havasi Viktor, Bogya Erzsébet-Sára, Simovics Krisztián, Haspel Henrik, Győri Zoltán

NOVÁK ZOLTÁN

2012—2017

MTA—ELTE Lendület Katalízis és Szerves Szintézisek Kutatócsoport

Szén-hidrogén aktiváláson alapuló kémiai módszerek kifejlesztése

Eötvös Loránd Tudományegyetem

2023—2028

MTA—ELTE Lendület Katalízis és Szerves Szintézisek Kutatócsoport

Fenntartható katalitikus eljárások fejlesztése gyógyszermolekulák tervezéséhez

Eötvös Loránd Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Adamik Réka, Ágocsi-Kiss Dóra, Aradi Klára, Béke Ferenc, Bodnár Emma, Bokányi Zsófia, Borsik Gábor, Csenki János, Domány Flavián, Dormán Zsombor, Dubej Pooja, Elekes Péter, Érsek Gábor, Gonda Zsombor, Herczegh Attila, Kapdos Ádám, Kele-Jókuthy János, Kollár Péter, Kovács Szabolcs, Králl Péter, Lasányi Dániel, Lövei Klára, Makó Zita, Mészáros Ádám, Nagy Bálint, Nagy Eszter, Nagy Tibor, Pázmándi Vivien, Péter Áron, Pethő Bálint, Petró Milán, Polyák Martin, Póti Ádám, Répássy Levente, Sályi Gergő, Simkó Dániel, Sinai Ádám, Sipos Gellért, Sisa Rihárd, Szabó Csaba, Szabó Fruzsina, Szabó Katalin, Székely Anna, Szemes András, Szombati Eszter, Timári Mátyás, Tischler Orsolya, Tolnai Gergely, Tóth Ágnes, Tóth Balázs, Tóth Edina, Vangel Dóra, Vomberg Csilla, Zwillinger Márton

ZNG.ELTE.HU

Lendület
Program

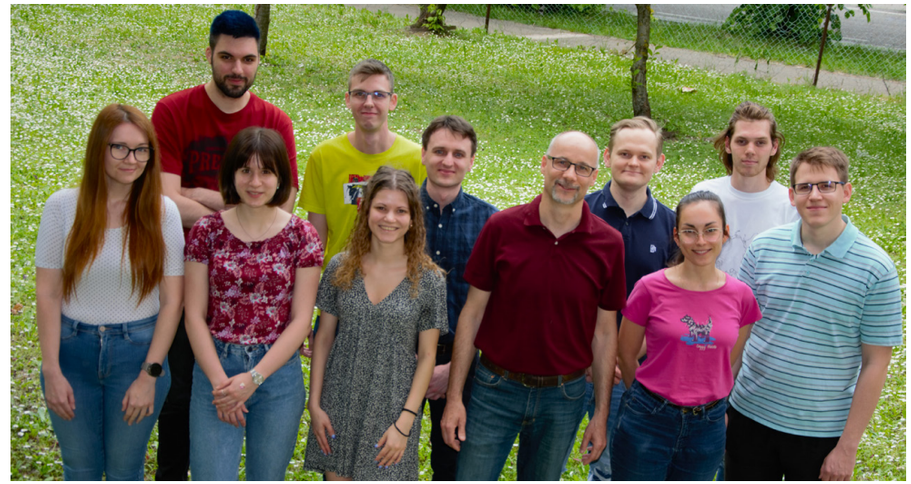
A Lendület Program támogatásával kutatócsoportunknak néhány év alatt sikerült a szerves szintetikus kémiai kutatásoknak megfelelő, nemzetközi szinten is versenyképes laboratóriumi környezetet kialakítani. A fejlesztéseknek köszönhetően a 2012—2017-es időszakban számos új kutatási irányt indítottunk el a kutatócsoportban, melyek főleg palládium- és rézkatalizált átalakítások fejlesztésére irányultak. Az általunk végzett átalakításokat egyrészt oxidatív körülmények között végeztük, másrészt a klasszikus átmenetifém-katalizátorokkal kivitelezhető kapcsolási reakciók megvalósításhoz szükséges reakciókörülményeket alkalmaztuk. Kutatásaink szerves kémiai szintézisek fejlesztésére és a kidolgozott új reakciók mechanizmusának feltérképezésére irányultak, különös tekintettel aromás és heteroaromás rendszerek kialakítására és funkcionalizálására. Számos esetben gyógyszerkémiai vonatkozású tématerületeket is érintettünk, a gyógyszergyári érdeklődésre való tekintettel. Olyan molekuláris rendszerek felépítésére fókuszáltunk, amelyeknek már ismert valamilyen biológiai aktivitásuk. Ezenkívül bizonyos motívumok, funkciós csoportok is kiemelkedő fontosságúak a biológiai hatás tekintetében. Ilyen tématerület a trifluormetil-csoport beépítésére szolgáló szintetikus eszközök fejlesztése aromás és heteroaromás rendszerekbe. Az általunk alkalmazott fluortartalmú jodónium reagensek és a kidolgozott katalitikus folyamatok segítségével új típusú szerves kémiai átalakítások lettek elérhetőek, továbbá az eddig ismert reakciósorozatok jelentős mértékben lerövidíthetőek, ezáltal idő, energia és költség takarítható meg, valamint olyan átalakításokra nyílik lehetőség, amelyek korábban megoldhatatlan problémát jelentettek.

Az első Lendület-projekt zárását követően lehetőségünk nyílt folytatni a kutatásokat. A Lendület Program által megvalósult szakmai befektetés a következő években is kamatozott, hiszen számos sikeres pályázatot alapozott meg az MTA támogatása által megszerzett tudás és kialakított infrastruktúra. 2023-ban a kutatócsoport újabb Lendület-támogatásban részesült, melynek keretében az elmúlt évek szakmai tapasztalatai megalapozták az új területek felfedezésének és új szintetikus eszközök, kémiai átalakítások kifejlesztésének a lehetőségét. A jelenlegi kutatásaink főleg a zöld- és fenntartható technológiák fejlesztésére és alkalmazására fókuszálnak a szerves szintetikus és katalitikus kémia területén. Ennek keretében vizes micelláris körülmények között szeretnénk számos katalitikus folyamatot megvalósítani, hogy biológiai aktivitással rendelkező molekulák szintézise megvalósítható legyen ilyen körülmények között. Célunk, hogy a kidolgozott alapeljárások alkalmazását gyógyszeripari partnerekkel közösen valósítsuk meg. Ezenkívül fontos célpontja a kutatásainknak az új fluoros molekularészletek tervezése és előállítása, hogy ezek a molekuláris motívumok elérhetőek és beépíthetőek legyenek új hatóanyagokba.

Az MTA Lendület-támogatása jelentős mértékben hozzájárul(t) saját és közvetlen munkatársaim szakmai fejlődéséhez. 2012 óta 16 PhD-hallgató szerezte meg a kutatócsoportunkban a tudományos fokozatát, több mint 70 hallgató fordult meg az elmúlt években a laboratóriumban minden szinten (középiskolás diákok, technikusok, BSc-, MSc-hallgatók, PhD- és posztdoktori ösztöndíjasok), és többen tanulmányaik befejezésével neves egyetemekre és kutatóintézetekbe jutottak el, folytatva szakmai pályafutásukat. A saját szakmai életutamban is jelentős szerepet tölt be az MTA Lendület-támogatása. 2016-ban habilitáltam az ELTE-n, 2019-ben megszereztem az MTA doktora fokozatot, majd 2020-ban az ELTE egyetemi tanára lettem, és munkánkat számos tudományos díjjal ismerték el az elmúlt években.

1. kép: Minták a laboratóriumban

2. kép: A kutatócsoport tagjai 2015-ben (balról jobbra): állnak: Aradi Klára, Mészáros Ádám, Elekes Péter, Lasányi Dániel, Tischler Orsolya, Makó Zita, Székely Anna, Tóth Edina, Szabó Fruzsina; ülnek: Sályi Gergő, Adamik Réka, Borsik Gábor, Péter Áron, Timári Mátyás, Zwillinger Márton, Simkó Dániel, Kovács Szabolcs, Pethő Bálint, Sinai Ádám, Novák Zoltán, Gonda Zsombor, Tóth Balázs



3. kép: A kutatócsoport tagjai 2024-ben (balról jobbra): Ágocsi-Kiss Dóra, Domány Flavián, Nagy Eszter, Herczegh Attila, Vomberg Csilla, Csenki János, Novák Zoltán, Sisa Rihárd, Bodnár Emma, Kele-Jókuthy János, Nagy Bálint

NUSSER ZOLTÁN

2012—2017

MTA KOKI Lendület Celluláris Idegélettani Kutatócsoport

A hippokampális szinapszisok funkcionális diverzitása

HUN-REN Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Mohammad Aldahabi, Bálint Flóra, Dobai Éva, Heredi Judit, Holderith Noémi, Lőrincz Andrea, Lukács István, Oláh Gáspár, Rónaszéki Dóra, Sümegi Máté, Szőnyi András, Tóth Boglárka

KOKI.HUN-REN.HU/KUTATOCSOPORTOK/CELLULARIS-IDEGELETTAN-KUTATOCSOPORT

Lendület
Program

A hippokampusz a rágcsálókban és az emberben is kulcsszerepet játszik a kontextusfüggő memória kialakításában, valamint a térbeli navigációban. A hippokampuszt több százezer különböző sejttípusba tartozó idegsejt, illetve a közöttük létrejött serkentő és gátló kapcsolatok milliói építik fel. A serkentő szinapszisok hosszú távú plaszticitása teszi lehetővé, hogy több ezer emléket tudunk egészen apró részletekig felidézni, legyen az az évtizedekkel ezelőtti diplomaosztó napja vagy a mai napi munkába érkezés részletei. Az elmúlt évtizedek kutatásai a szerkezet, a funkció és a molekuláris összetevők lenyűgöző diverzitását tárták fel a hippokampális serkentő és gátló szinapszisokban, azonban a funkcionális sokféleség pontos molekuláris mechanizmusát még nem sikerült megfejteni.

Lendület-pályázatunk célja az volt, hogy felderítsük a hippokampusz serkentő és gátló szinapszisainak funkcionális sokféleségéért felelős molekuláris mechanizmusokat.

A pályázat ideje alatt a következő főbb felfedezéseket tettük:

1. Megmutattuk, hogy a preszinaptikus kannabinoid receptorok a Ca^{2+}-ionok beáramlásának mérséklésével érik el a GABA felszabadulásának a csökkentését.

2. Eredményeink rávilágítottak, hogy a GABA-felszabadulás kannabinoid receptorok által okozott csökkenésének mértéke nem arányos a receptorok axonterminálisokon található mennyiségével.

3. Bebizonyítottuk, hogy a különböző preszinaptikus sejttípusoktól származó piramissejttesteket beidegző gátló szinapszisoknak ugyanolyan a GABA-receptor-összetételük.

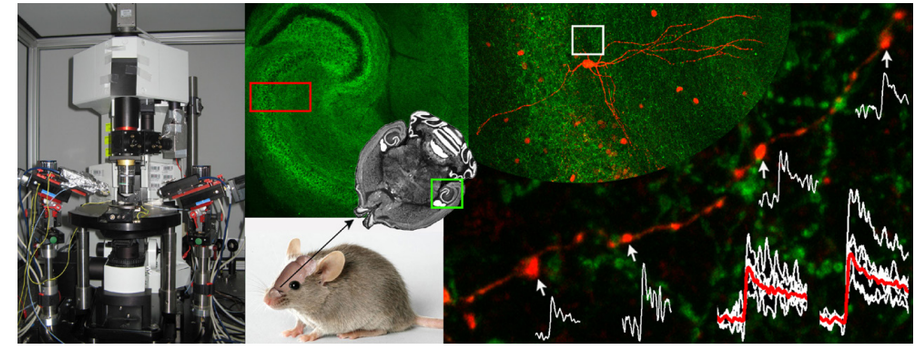
4. Kombinált funkcionális és ultrastrukturális vizsgálatokkal megállapítottuk, hogy egy emberi agykérgi szinapszis aktív zónájában átlagosan 6 db felszabadulási hely van, melyek területe ~0,012 μm^2.

5. Kétfoton-pásztázó lézermikroszkópiát és fagyasztva tört replika immunjelölését kombinálva kimutattuk, hogy a piramissejtek azon terminálisaiban kismértékben nagyobb a Ca^{2+}-csatornák sűrűsége, amelyek gyorstüzelő, parvalbumint kifejező gátlósejten szinaptizálnak, szemben a szomato-

sztatint kifejező, ún. oriens-lacunosum moleculare típusú gátlósejtekre menő szinapszisokkal. Ez az eltérés <2-szeres különbséget eredményez a szinaptikus vezikulák felszabadulási valószínűségében.

A Lendület-pályázat befejeztével megpályáztam, és elnyertem egy ERC Advanced pályázatot, mely támogatta a Lendület-pályázat alatti, a rágcsálók hippokampuszában lévő szinapszisok ingerületátviteli mechanizmusát vizsgáló kutatási programunk folytatását. Emellett hozzájárult, hogy a laboratóriumunkban beállítsunk kétfoton-pásztázó lézermikroszkópos méréseket olyan élő, fejbefogott állatokon, melyek virtuális térben navigálnak. Az elmúlt 6 évben sikeresen kialakítottunk egy olyan kombinált megközelítési módszert, melyben viselkedőállatok agyából való (Ca^{2+}-)méréseket követően először *in vitro* funkcionális méréseket végzünk akut agyszeleteken patch-clamp technikával, majd anatómiailag és molekulárisan is jellemezzük az *in vivo* mért sejteket és a köztük lévő szinapszisokat. Kutatócsoportunk új transzlációs kutatási irányok felé is nyitott az elmúlt években: vizsgáljuk a fiatalkori szociális izoláció és abúzus hatását a prefrontális kérgi szinapszisokra egérmodellben. Másik új kutatási területünk annak megértését célozza, milyen eltérések mutathatók ki egészséges és skizofrén emberek prefrontális kérgi serkentő és gátló szinapszisainak molekuláris összetételében.

A Lendület Program kezdete óta a laboratóriumunk mérete közel állandó, 3 tudományos főmunkatárs mellett 3-4 junior posztdoktori kutató, 2 asszisztens, valamint néhány PhD- és egyetemi hallgató dolgozik benne.



1. kép: *In vitro* kétfoton-mikroszkópiával történő aktivitásmérés hippokampális neuronokban. Az ábra illusztrálja, hogyan vizsgáljuk az egér agyában, a hippokampuszban található idegsejteket (piros) és szinapszisaikat különböző mikroszkópiás módszerekkel (kétfoton-mikroszkópiás Ca^{2+}-mérés görbéi)

2. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): állnak: Lőrincz Andrea, Aldahabi Mohamma, Nusser Zoltán, Sümegi Máté, Oláh Gáspár, Rónaszéki Dóra; ülnek: Holderith Noémi, Dobai Éva, Heredi Judit

PÁL CSABA

2012—2017

MTA SZBK Lendület Szintetikus és Rendszerbiológiai Kutatócsoport

A kórokozók ellenállásának evolúciója: integrált megközelítés

HUN-REN Szegedi Biológiai Kutatóközpont

2017—2022

MTA SZBK Lendület Kísérleti Evolúcióbiológiai Kutatócsoport

Új molekuláris technikák fejlesztése rezisztenciabiztos antibiotikumok azonosítására

HUN-REN Szegedi Biológiai Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Balogh Dávid, Blastyák András, Bódi Zoltán, Csörgő Bálint, Daraba Andreea, Draskovits Gábor, Dunai Anett, Farkas Zoltán, Kalapis Dóra, Kintses Bálint, Lázár Viktória, Méhi Orsolya, Nacsa Zsófia, Nyerges Ákos, Paizs Melinda, Papp Henrietta, Spohn Réka, Számel Mónika, Szili Petra, Tóth Andrea, Hien Vu Thu

SYSBIOL.BRC.HU/PAL-CSABA-LAB-INDEX.HTML

Lendület
Program

Laboratóriumunk elsősorban az antibiotikum-rezisztencia problémájával foglalkozik. Az egészségre veszélyes baktériumok egyre inkább ellenállóvá válnak a piacon elérhető szerekkel szemben, ezzel korunk egyik legnagyobb egészségügyi kihívásává válhat a számos antibiotikumra rezisztens fertőzések kezelése.

Munkánk arra irányul, hogy megértsük az antibiotikum-rezisztencia kialakulásának evolúciós hátterét, így hatékonyan vehessük fel a harcot ellene. A Lendület Program támogatásával a területen számos kimagasló eredményt értünk el, melyek közül a legfontosabbak a következők:

1. Kollaterális érzékenység. Elsőként a laboratóriumunk írta le átfogóan azt a jelenséget, hogy a baktériumok, miközben rezisztenssé válnak bizonyos antibiotikumok ellen, más antibiotikumokra érzékenyebbé válnak. Ezt nevezzük kollaterális érzékenységnek. Ez a felfedezés feltárta annak lehetőségét, hogy a már meglévő antibiotikumok megfelelő kiválasztásával is hatékonyan kezelhetjük az antibiotikum-rezisztens baktériumok által okozott fertőzéseket.

2. Az antimikrobiális peptidek ellen korlátozottan alakul ki rezisztencia. Kutatásokat végeztünk az antimikrobiális peptidekkel (AMP) kapcsolatban is, amelyek a hagyományos antibiotikumok hatékony alternatívái lehetnek. Eredményeink alapján bizonyos AMP-k hatása nagyon egyedi, és ezek ellen a baktériumok nehezen vagy egyáltalán nem tudnak kialakítani rezisztenciát. Emellett felfedeztük azt is, hogy az antibiotikumoknak ellenálló baktériumok fokozott érzékenységet mutatnak az AMP-kkel szemben.

3. Genommérnöki módszerek az antibiotikum-fejlesztés szolgálatában. A DIvERGE egy szabadalmaztatott célzott mutagenezis-technológia. Ez az innovatív módszer lehetővé teszi az antibiotikum-rezisztencia mutációinak nagy felbontású feltárását különböző Gram-negatív baktériumok kórokozóiban, mivel képes a különböző mutációkat hordozó baktériumok gyors és precíz előállítására. Alkalmazhatósága baktériumfajok széles körére terjed ki, így számos veszélyes kórokozó baktérium tanulmányozását is lehetővé teszi. A módszer segítségével sikeresen mutattunk ki rezisztenciamutációkat egy klinikai fejlesztés alatt álló, korábban rezisztenciabiztosnak vélt antibiotikum, a gepotidacin ellen.

4. Antibiotikum-fejlesztési program. Laboratóriumunkban emellett házon belüli antibiotikum-fejlesztési programunkban is felhasználjuk a korábbi kutatásokban felhalmozott tudást. Lucija Peterlin Mašič (Ljubljanai Egye-

tem) csapatával együttműködésben olyan antibiotikumokat fejlesztettünk ki, amelyek hatékonyak a meticillinrezisztens *Staphylococcus aureus* (köznapi nevén húsevő baktérium) ellen.

5. Kutatások a Lendület Programot követően. Aktuális kutatásaink arra irányulnak, hogy minél hatékonyabban jelezzük előre a közeljövőben forgalomba kerülő vagy a fejlesztés korai szakaszában lévő antibiotikumok ellen kialakuló rezisztenciát, illetve a rezisztencia hatását a baktériumok fertőzőképességére.

A csoport eredményes munkájával jelentős mértékben hozzájárult a szintetikus és rendszer-biológiai egység kialakításához (brc.hu/sysbiol), ami az intézményen belül kiemelkedő szakmai műhellyé nőtte ki magát.

Tanítványaim között a Lendület Program ideje alatt számos kimagaslóan tehetséges fiatal kutatót tudtam támogatni a karrierje elindításában. Közülük többen rangos nemzetközi elismerésekben részesültek, sokan a csoportban végzett munka után dolgoztak vagy dolgoznak jelenleg a világ neves kutatóintézeteiben. Négy korábbi posztdoktor kutatónk (Lázár Viktória, Csörgő Bálint, Kintses Bálint, Manczinger Máté) a közelmúltban a Szegedi Biológiai Kutatóközpontban alakította ki önálló laboratóriumát.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): első sor: Daruka Lejla, Juhász Szilvia, Daraba Andreea, Szili Petra Éva, Tóth Andrea Ibolya; hátsó sor: Ana Sofia Fernandes Martins, Spohn Réka, Vincze Botond Dávid, Czikkely Márton Simon, Pál Csaba, Farkas Zoltán

PÁLFFY GÉZA

2012—2016

MTA BTK TTI Lendület Szent Korona Kutatócsoport

A modern Magyarország állami és nemzeti reprezentációja: a magyar uralkodókoronázások és a Szent Korona 1526 és a 1916 között

HUN-REN Bölcsészettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Ifj. Bertényi Iván, Bicskei Éva, Buzási Enikő, Farbakyné Deklava Lilla, Gödölle Mátyás, Gulyás Borbála, Hende Fanni, Katona Csaba, Kerny Terézia †, Kiss Erika, Zuzana Ludiková, Maczó Ferenc, Manhercz Orsolya, Martí Tibor, Mikó Árpád, Monostori Tibor, Prajda Katalin, Prohászka Péter, Rákossy Anna, Soltész Ferenc Gábor, Soós István, Szabó András Péter, Tóth Csaba, Tóth Ferenc, Tóth Gergely

TTI.ABTK.HU/KUTATASOK/LENDULET/SZENT-KORONA

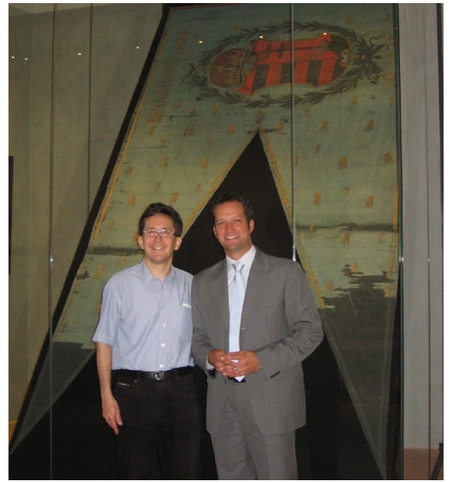
Lendület
Program

Kutatócsoportunk a hazai tudományosság egyik nagy adósságának pótlására, a Szent Korona és a magyar uralkodókoronázások 1526 és 1916 közötti históriájának vizsgálatára jött létre (*1. kép*). Az általam vezetett kutatói team — szisztematikus interdiszciplináris alapkutatások eredményeként — az eredeti terveknél jóval szélesebb körű és eredményesebb munkát végzett. Az elmúlt bő egy évtizedben 14 nyelven több mint negyedszáz saját kiadványt (monográfiákat, tanulmánykötetet, katalógusokat) és közel 350 tanulmányt jelentetett meg (vezető hazai és külföldi folyóiratokban), miközben munkatársaim 250-nél is több előadást tartottak Cambridge-től Bécsen át Kolozsvárig. Munkájukról több nagy sikerű kiállítás (Budapesten, Esztergomban, Veszprémben, Pozsonyban, Körmöcbányán, Kolozsvárott, Fraknón és Zágrábban) is tanúskodik, elsősorban a koronázásokra készült érmekről és zászlókról, melyekről számos többnyelvű (angol, horvát, román, szlovák és magyar) kötetet tettek közzé (*2. kép*).

Legfontosabb kutatási újdonságainkból kiemelkedik új nemzeti kincsek (például a legkorábbi magyar koronázási országzászló 1618-ból; a legrégebbi Horvát-ország-zászló 1647-ből; a magyar királyi udvarmester pálcája az első budai koronázásról 1792-ből) és páratlan jelentőségű dokumentumok (a koronázási jelvények legkorábbi leltárai 1551-ből, 1608-ból és 1622-ből; I. Lipót kézirata a korona 1663—1664. évi históriájáról; a koronaőrség legkorábbi jegyzékei a 17. századból) felfedezése. Emellett visszaemeltük Sopront a magyar koronázóvárosok sorába, ahol a 17. század folyamán három szertartást tartottak (1622, 1625, 1681), és szerkesztésemben két vaskos tanulmánykötetben újraírtuk a magyarok legfőbb nemzeti kincsének páratlanul kalandos, külföldi és hazai útjainak történetét (*3. kép*). Vizsgálatainknak köszönhetően még az érettségi tétel is pontosításra került a magyar uralkodók törvényes koronázásáról, de részt vettünk annak a könyvnek az elkészítésében is, amelyet Ferenc pápa kapott ajándékba a Szent Koronáról 2023. tavaszi magyarországi látogatása alkalmával. Mindezeken túl önálló kötetek formájában új interpretációkkal szolgáltunk a magyar korona legkorábbi hiteles, részletes és színes ábrázolásáról, a protestánsok és a korona 16—18. századi kapcsolatrendszeréről, miközben külön kiadványt tettünk közzé az utolsó pozsonyi (1830) és az utolsó magyar (Budapest, 1916) uralkodókoronázásról, valamint a nemzetközi szakmai közönségnek angolul a Szent Korona és a magyar koronázások 1000 és 1916 közötti históriájáról is. Végül magyar—latin kritikai kiadásban megjelentettük Révay Péter koronaőr (1608—1622) országtörténetét, sőt tanulmánykötetet szenteltünk neki mint a Szent Korona első kutatójának.

Eredményeinkről a nagyközönségnek is számot adtunk, kiemelkedő mennyiségű tudományos népszerűsítő írás, tv- és rádiószereplés révén. Ennek jegyében legfontosabb felfedezéseinkről 2016—2017-ben a FilmEver Stúdióval együttműködésben *A Szent Korona és koronázási kincseink nyomában* címmel 65 perces ismeretterjesztő film készült Bárány Krisztián rendezésében (*4. kép*). Ez az első nagyszabású film a koronázási jelvényekről, amelynek 2018 legvégén nyolcnyelvű (angol, német, spanyol, orosz, magyar, szlovák, horvát és román) DVD-változata is napvilágot látott, és a magyar televíziók is többször vetítették, miközben öt kontinensen került sor a bemutatóira. Mindez jól jelzi a Lendület-kutatások iránti kiemelkedő nemzetközi érdeklődést és igen széles körű társadalmi hasznosulást, miközben a tudományos feltáró munka még a magyar állampolgárok történeti köztudatának formálásához is hozzájárult.

1. kép: A Lendület Szent Korona Kutatócsoport tagjai koronafilmjük premierjén 2016. szeptember 28-án a Magyar Tudományos Akadémián (balról jobbra): alsó sor: Kiss Erika, Pálffy Géza, Soltész Ferenc Gábor; középső sor: Buzási Enikő, Gulyás Borbála, Tóth Csaba, Martí Tibor, Tóth Gergely, Tóth Ferenc; felső sor: Mikó Árpád, Gödölle Mátyás, Szabó András Péter



2. kép: Pálffy Géza kutatócsoport-vezető és Florian T. Bayer igazgató az Esterházyak fraknói várában a legkorábbi szent koronás magyar országzászló előtt 2012 nyarán

3. kép: Pálffy Géza kutatócsoport-vezető *A Szent Korona magyarországi kalandjai* (*1301—2001*) című kötet kőszegi bemutatóján a hagyományőrző koronaőrökkel 2024. március 22-én

4. kép: *A Szent Korona és koronázási kincseink nyomában* című ismeretterjesztő film bemutatója 2016. szeptember 28-án a Magyar Tudományos Akadémián

TAKÁCS GÁBOR

2012—2017

MTA—BME Lendület Statisztikus Térelméleti Kutatócsoport

Statisztikus térelmélet a kondenzált anyagok fizikájában

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Francesco Buccheri, Fehér György, Hódsági Kristóf, Horváth Dávid, Kormos Márton, Lencsés Máté, Mestyán Márton, Pálmai Tamás, Pozsgai Balázs, Pristyák Levente, Rákos Olivér, Rakovszky Tibor, Szécsényi István

SFT.PHYSICS.BME.HU

Lendület
Program

A Lendület-pályázat elnyerése előtt alacsony dimenziós kvantumtérelméletekkel foglalkoztam, programom célja az volt, hogy az itt felgyűlt ismereteket a statisztikus fizikában és a kondenzált anyagok fizikájában alkalmazzam.

Egy ilyen probléma annak megértése, hogy bizonyos rendszerek miért nem érik el a hőmérsékleti egyensúlyt. Ennek egyik lehetséges oka az integrálhatóság: ebben az esetben az ún. általánosított Gibbs-eloszlást javasolták az egyensúly leírására. Az egyik legnagyobb hatású eredményünk az volt, hogy az általánosított Gibbs-eloszlás az akkor ismert formájában nem adja meg helyesen a nemegyensúlyi időfejlődés eredményeként kialakult állapotot, mivel az addig ismert, ún. lokális megmaradó mennyiségek nem elegendőek az egyensúly leírásához. Az ún. XXZ spinláncot vizsgáltuk, amely az egy egyenes mentén elhelyezkedő spinek kölcsönhatását írja le, és valódi anyagok viselkedésére is alkalmazható, mint az az *1—2. ábrán* látható.

Ebben a modellben megvizsgáltuk a spin-spin korrelációk időfejlődését egy ún. kvantumkvencs után, és azt találtuk, hogy a kialakuló egyensúlyi állapot nem egyezett az általánosított Gibbs-sokaság jóslatával, ugyanakkor az ún. kvencshatás módszerével helyes leírást kaptunk (*3. ábra*).

Egy másik lehetőség, hogy a rendszer nem éri el az egyensúlyi állapotot, mert az időfejlődés „beragad". Ehhez kapcsolódik másik nagy hatású eredményünk, hogy az erős kölcsönhatással analóg bezáró dinamikájú rendszerekben nagyon hosszú idő alatt sem alakul ki egyensúly, helyette tartós oszcillációk jelennek meg, az entrópia növekedése befagy, és a korrelációk terjedése megáll (*4. ábra*).

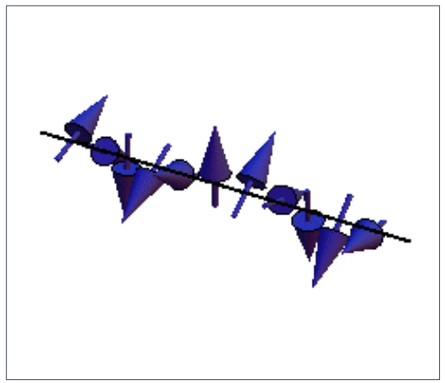
Ezt a jelenséget azóta kísérletileg is sikerült megfigyelni. A rendszerek ezen osztályában fordul elő egy másik, a részecskefizikában is fontos jelenség, a hamis vákuum bomlása, amivel azóta is aktívan foglalkozunk.

A fentebb kiemelt eredményeken túl a csoport még számos további munkával járult hozzá a tudományterület fejlődéséhez. Eredményeink elismerését jelzi, hogy záróbeszámolónkat az MTA kiváló minősítéssel értékelte.

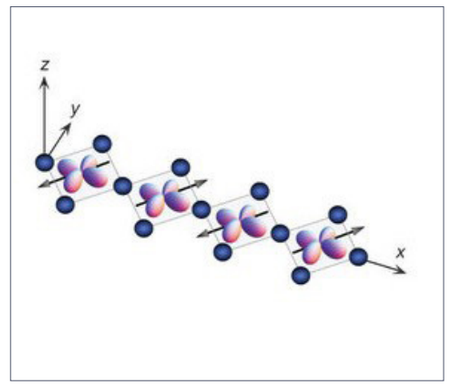
Saját karrieremre is nagy hatással volt a Lendület-támogatás, ehhez kapcsolódva kaptam egyetemi tanári kinevezést a BME Elméleti Fizikai Tanszékére, ahol azóta is dolgozom. Az elért eredményeknek nagy szerepük volt abban is, hogy 2020-ban elnyertem az Akadémiai Díjat.

Számos fiatal, pályakezdő kutató pályáját is segítette a Lendület-támogatás biztosította lehetőség. Közülük Pozsgai Balázs, aki korábban témavezetésemmel szerezte doktori fokozatát, a csoportban végzett kutatásai elismeréseként elnyerte többek között a Junior Prima díjat, és mára saját Lendület-csoportot alapított az ELTE-n. Kormos Márton, másik tanítványom 2022-ben Fizikai Díjat nyert, és a BME-n dolgozik tudományos főmunkatársként. Lencsés Máté, aki ugyancsak témavezetésem alatt doktorált, ma a Wigner Fizikai Kutatóközpontban dolgozik, és továbbra is aktívan együttműködünk. Több más posztdoktori kutató is dolgozott a csoportban, köztük sikerült még külföldi kollégát is a csoportba vonzani. Ezenkívül számos PhD- és MSc-hallgató dolgozott a csoport tagjainak témavezetésével.

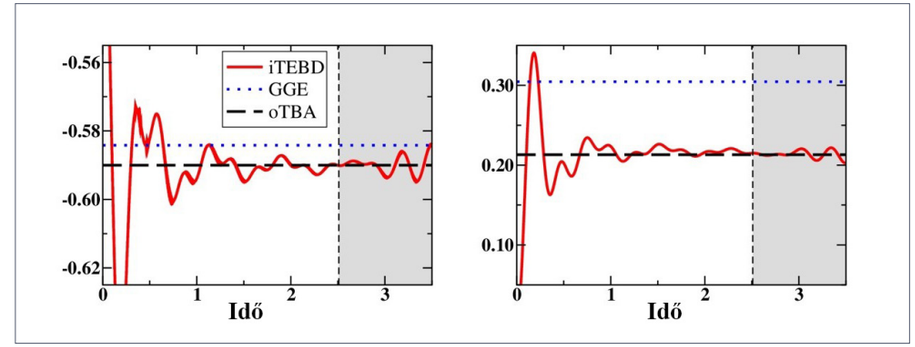
A csoport a Lendület-támogatás kifutása után is tovább működik, pályázatokból fedezve tevékenységét, amiről a csoport weblapján lehet tájékozódni.



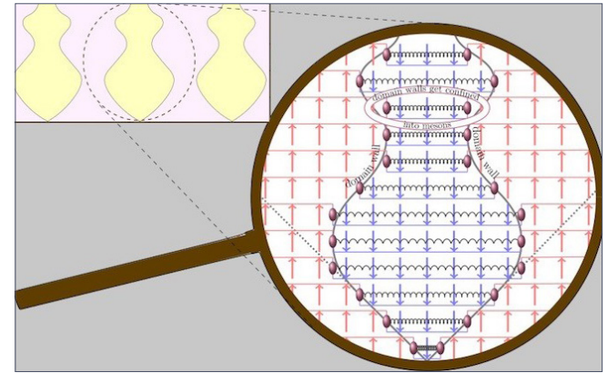
1. ábra: Spinlánc elméleti modellje



2. ábra: XXZ spinlánc valódi anyagban (Sr_2CuO_3)



3. ábra: Spin-spin korrelációs függvények időfejlődése egy konkrét kvantumkvencsfolyamat során az XXZ spinláncon; jól látható, hogy a numerikus időfejlődés (iTEBD; piros vonal) eltér az általánosított Gibbs-sokaság jóslatától (GGE; kék pontozott vonal), azonban a hibahatáron belül teljesen konzisztens a stacionárius értékre a kvencshatás alapján adott jóslattal (oTBA; fekete szaggatott vonal)
Forrás: Pozsgay, B. — Mestyán, M. — Werner, M. A. — Kormos, M. — Zaránd, G. — Takács, G.: Correlations after Quantum Quenches in the XXZ Spin Chain: Failure of the Generalized Gibbs Ensemble. *Physical Review Letters*, 2014, 113: 117203.



4. ábra: A bezárás hatása az időfejlődésre az Ising spinlánc ferromágneses fázisában. A bezáró erő hatására a kvencs során keletkező gerjesztések nem tudnak szabadon terjedni, ami tartós oszcillációkhoz vezet, és leállítja az entrópia időbeli növekedését.
Forrás: Kormos, M. — Collura, M. — Takács G. — Calabrese P.: Real-time confinement following a quantum quench to a non-integrable model. *Nature Physics*, 2017, 13: 246—249.

TAKÁCS KÁROLY

2012—2016

MTA TK Lendület RECENS Kutatócsoport

Versengés és negatív hálózatok. A negatív kapcsolatok eredete, dinamikája és káros következményei

HUN-REN Társadalomtudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bocskor Ákos, Boda Zsófia, Bodor-Eranus Eliza, Michal Bojanowski, ifj. Boros István, Csaba Zoltán László, Freigang István, Galántai Júlia, Gulyás Attila, Havadi Gergő, Havelda Anikó, Hegyiné Szalai Viktória, Horlai Sára, Keller Tamás, Kisfalusi Dorottya, Kiss László, Koltai Júlia, Kónya Hanna, Lőrincz László, Mandácskó Eszter, Marosi Márton, Mezei Gabriella, Mogyorósi Pálma, Néray Bálint, Pál Judit, Panyik Barbara, Pápay Boróka, Pethes Laura, Radó Márta, Reiner Roland, Simone Righi, Ring Orsolya, Samu Flóra, Szabó Martina, Számadó Szabolcs, Szvetelszky Zsuzsanna, Varga Kinga, Vit Eszter, Vörös András, Vukov Jeromos

RECENS.TK.HU/HU

Lendület
Program

A kutatás a negatív társas kapcsolatok és hálózatok mechanizmusait és dinamikáját vizsgálta, különösen a versenyhelyzetekkel összefüggésben. A negatív viszonyok, mint például a gyűlölet, súlyos problémákat okoznak számos kontextusban. Roncsolják az együttműködést, visszahúzhatják a teljesítményt, konfliktusokat szülnek, és megnehezítik a közösségi kohéziót. Ezek okán a kutatási program hangsúlyozta, hogy a társas viszonyok és a csoportdinamika megértéséhez a pozitív és negatív kapcsolatok integrált vizsgálata szükséges (*1. ábra*).

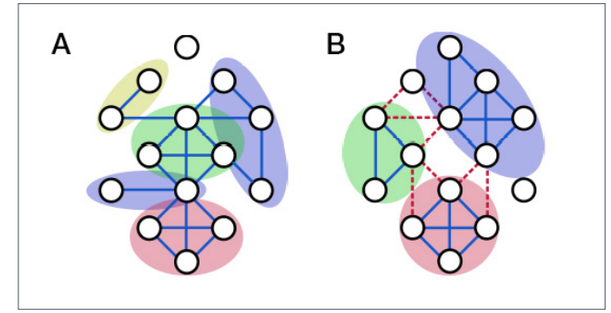
A Lendület Program támogatásával két, nemzetközi szinten is egyedülálló hálózati panel-adatfelvételt valósítottunk meg. Az adatok az átlagosnál etnikai összetételükben vegyesebb középiskolai, illetve általános iskolai osztályok sokrétű kapcsolati összefüggéseinek és dinamikájának az elemzésére alkalmasak. Kutatásunk többek között megmutatta, hogy az informális státuszattribúciók hogyan módosítják a pozitív és negatív kapcsolatok dinamikáját. Kiemeltük, hogy a közvetlen státuszattribúciók és mások státuszattribúcióinak észlelése közötti eltérés hozzájárul a társakhoz fűződő ellenszenv kialakulásához. Továbbá igazoltuk, hogy az etnikailag szegregált baráti kapcsolatok rásegítenek az egyenlőtlenségek újratermelődésére. A kutatás ugyanakkor nem támasztotta alá, hogy a roma tanulók kizárnák kiválóan teljesítő társaikat baráti társaságukból.

A Lendület Program katalizáló szerepének is köszönhetően elnyertem az Európai Kutatási Tanács (ERC) támogatását. Az „EVILTONGUE” Consolidator projekt 2015 és 2021 között futott, és a pletyka és a reputáció szerepét vizsgálta a társadalmi rend és együttműködés fenntartásában különböző társas kontextusokban. A negatív pletyka a Lendület-projektben is fontos szerepet kapott, mint a negatív viszonyok egyike, amelyet több kontextusban is mértünk. A kutatás szerint a pletyka és a reputációs mechanizmusok alapvető jelentőségűek a csoport működéséhez, mivel jutalmazzák az együttműködést, valamint büntetik a potyautasokat és a normasértőket. Többek között ágensalapú modellekkel szemléltettük, hogy a pozitív és negatív kapcsolatok bizonyos struktúrái hogyan segítik a magasabb szintű kooperációt, és milyen feltételek mellett okoznak hatékonysági problémákat. A kutatási program eredményei megvilágították, hogy a pletykával kapcsolatos általános sztereotípiák félrevezetőek, és alátámasztották, hogy a pletyka szervesen hozzájárul a reputációs viszonyok és a kooperáció kiépüléséhez.

Kutatócsoportunk publikációi tekintélyes nemzetközi folyóiratokban jelentek meg. Emellett különszámot szerkesztettünk a *Philosophical Transactions of the Royal Society*, *Journal of Early Adolescence*, *Frontiers in Sociology* és *Intersections* folyóiratokban. Tematikus workshopokat és konferenciákat szerveztünk a negatív kapcsolatokról, a pletykáról és a reputációról, valamint az őszinte jelzésekről Budapesten és a leideni Lorentz Centerben. A Lendület-projektben használt sokrétegű kapcsolathálók statisztikai elemzési módszereit és a kapcsolathálók adatgyűjtésének know-how-ját nemzetközileg is hasznosították, többek között az ETH Zürichben és Oxfordban. Csoportunk kivette a részét a tudományos eredmények népszerűsítéséből is, például a pletykáról szóló könyv kiadásával.

A kutatócsoport a közelmúltban jelentősen bővült, és Számítógépes Társadalomtudomány (CSS-RECENS) Kutatócsoport néven működik, otthont ad több kiválósági pályázatnak is, köztük NKFIH/OTKA-kutatásoknak, két nemzeti laborban való közreműködésnek, valamint egy Lendület-projektnek is. Korábbi tagjaink közül sokan máshol folytatták a karrierjüket, Oxfordban, Birminghamben, Manchesterben, Glasgow-ban, Berlinben, Kentuckyban, Velencében, Modenában, Helsinkiben, Brünnben, Barcelonában, Rotterdamban, Stockholmban, Montrealban, a UCL-en, a Northwesternen, az OECD-nél Párizsban, az NYU Abu Dhabin, a Károly Egyetemen és az ETH-n Zürichben.

A magyar kormány akadémiai szabadság elleni fellépése ellen tiltakozva az ERC-projektet 2019-ben a svédországi Linköping Egyetemre költöztettük. Főállásában az itteni Insitute for Analytical Sociologyn vagyok egyetemi tanár és igazgatóhelyettes, emellett kutatóprofesszor a Társadalomtudományi Kutatóközpontban. Jelentős elismerésként 2023-ban a Force of Gossip konferencia és a European Social Network (EUSN) konferencia díszelőadója voltam.



1. ábra: Csoportközösségek hálózatokban a negatív kötések figyelmen kívül hagyásával és figyelembevételével:
A: közösségek a pozitív kapcsolatokat tartalmazó modellben;
B: közösségek a pozitív és negatív kapcsolatokat tartalmazó modellben
Forrás: Stadtfeld, C. — Takács, K. — Vörös, A.: The Emergence and Stability of Groups in Social Networks. *Social Networks*, 2020, 60: 129—145.

1. kép: A kutatócsoport

TASNÁDI ATTILA

2012—2017

MTA—BCE Lendület Stratégiai Interakciók Kutatócsoport

Stratégiai interakciók

Budapesti Corvinus Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bakó Barna, Balogh Tamás, Bednay Dezső, Csató László, Jankó Zsuzsanna, Magyarkuti Gyula, Nagy Balázs, Németh Bálint, Pálvölgyi Dénes, Pintér Miklós, Rétallér Orsolya, Solymosi Tamás, Tibori Tamás Tibold, Vékás Péter

Lendület
Program

A mély behálózás a szabályozó hatóság, a törvényhozás, az érdekvédelmi szervezetek, a média, a politikusok, az akadémiai testületek, az oktatásügy, a hírességek stb. összehangolt befolyásolására irányuló nagyvállalati, illetve iparági — a fogyasztók számára káros, versenytorzító hatású — tevékenység a piacszerzés céljából. A mély behálózásra nem könnyű formális modellt adni, mivel a fogyasztók befolyásolása több csatornán keresztül történik. A mély behálózás alkalmazása elsősorban olyan piacokhoz köthető, amelyeken a fogyasztók alulinformáltak a vásárolni kívánt termék vagy szolgáltatás minőségét illetően. Smith és Tasnádi az *American Journal of Agricultural Economics*ban 2014-ben megjelent tanulmányban rámutat az alacsony minőségű terméket kínáló országos termelő befolyásoló képességére (pl. az információ hozzáférésének megnehezítésével), ezzel növelve a fogyasztók termékminőségre vonatkozó bizonytalanságát, egyben kiszorítva a helyi kistermelőket.

Smith és Tasnádi a mély behálózás hatását az élelmiszerpiacon és a lakossági elhízás példáján vizsgálja behatóan. Az élelmiszerpiac jellegzetessége a szofisztikált ipari eljárások révén és a hagyományosan termelt élelmiszerek közötti verseny, az ipari eljárásokat alkalmazó országos vállalatok erőfölénye, továbbá az élelmiszer minőségét tekintve alulinformált fogyasztó. A fogyasztó csak költséges információgyűjtési folyamat útján ismerheti meg pontosabban a megvásárolni kívánt élelmiszer minőségi paramétereit. Smith és Tasnádi érvelése szerint az országos élelmiszer-termelők a fogyasztók mély behálózásával, többek között „manipulált” élelmiszer-minősítési rendszereken keresztül hozzájárultak a lakosság elhízásához.

Vegyes, illetve félig vegyes oligopóliumokról akkor beszélünk, amikor az egyik vállalat teljes egészében, illetve részben állami tulajdonban van, és külső szabályozó helyett piaci szereplőként törekszik a társadalmi többlet növelésére.

Állami vállalatnak megfeleltethető például az utcai parkolást önkormányzati megbízásból üzemeltető vállalat, míg a parkolóházak jellemzően magántulajdonban vannak. A támogatási időszakban elért eredményeket felhasználva Inci, Osun és Tasnádi a *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* szakfolyóiratban megjelent, 2024-es tanulmányukban megmutatták, hogy az utcai parkolás árazásakor érdemes magasabb árakat megállapítani, ezzel egyben szabad parkolóhelyeket hagyva és a parkolóházi árakat megfékezve. A mindig rendelkezésre álló szabad parkolóhelyek hozzájárulnak a dugók elkerüléséhez és a környezet terhelésének csökkenéséhez.

Tasnádi és Virág 2023-as, elbírálás alatt lévő tanulmányukban meghatározták az optimális állami tulajdoni hányadot félig vegyes árduopóliumban. Amennyiben a legalább részben állami tulajdonú vállalat kapacitása nem nagyobb a magánvállalat kapacitásánál, a részben állami tulajdonú vállalat privatizálása javasolt, míg ellenkező esetben létezik egy optimális pozitív állami tulajdoni hányad, azaz a teljes mértékű privatizáció rontana a társadalmi többleten.

A támogatási időszakot követően a Budapesti Corvinus Egyetemen tudományos rektorhelyetteseként, a Matematikai és Statisztikai Modellezés Intézet igazgatójaként, a Matematika Tanszék vezetőjeként és a *Society and Economy* folyóirat főszerkesztőjeként szolgáltam. A zürichi székhelyű, piaci modellezéssel foglalkozó Oligo Society alapító és elnökségi tagja vagyok.

A hét éve megszűnt kutatócsoport volt tagjai közül kiemelkedően teljesít továbbra is (betűrendben): Bakó Barna (intézetvezető-helyettes), Bednay Dezső (rendszeres társszerzőm), Csató László (többek között az MTA Prémium Posztdoktori Ösztöndíj kétszeres nyertese), Jankó Zsuzsanna (egy másik Lendület-kutatócsoport tagja), Pintér Miklós (COST action munkacsoport vezetője) és Solymosi Tamás. A felsorolt kutatók olyan magas presztízsű folyóiratokban publikáltak a kutatócsoport megszűnését követően, mint az *Econometrica*, *Journal of Economic Theory*, *European Journal of Operational Research*, *Mathematical Programming*, *Transportation Research Part A* és *Transportation Research Part C*.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Jankó Zsuzsanna, Tasnádi Attila, Bednay Dezső, Csató László

TUSOR PÉTER

2012—2017

MTA—PPKE Lendület Egyháztörténeti Kutatócsoport

A magyar egyházi elit bécsi és római integrációja (17—20. sz.)

Pázmány Péter Katolikus Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Fedeles Tamás, Kanász Viktor, Kruppa Tamás, Nagy Katalin, Nemes Gábor, Oláh Róbert, Rétfalvi Balázs, Sági György, Szirtes Zsófia, Szovák Kornél

INSTITUTUMFRAKNOI.HU

Lendület
Program

A kutatócsoport több mint másfél évtizedes előkészítő munkát követően alakult meg 2012-ben. Még az ELTE doktoranduszaként és R. Várkonyi Ágens tanítványaként léptem át először a Vatikáni Levéltár kapuját 1996 májusában. A különféle római gyűjteményekben őrzött hungaricumok publikálása, feldolgozása céljából 2004-ben indult el a PPKE-n szerkesztésemben a *Collectanea Vaticana Hungariae* specifikus könyvsorozat. A Gondolat Könyvkiadó gondozásában megjelenő szakkönyvek a pápaság és Magyarország többrétegű történeti kapcsolatának történeti alapkutatási eredményeit közlik. A projekt célja kezdettől fogva az volt, hogy magyar részről újra egyenlő rangú partnerként tudjunk bekapcsolódni abba a széles körű nemzetközi tudományos munkába, amely már 19. század végétől, a pozitivizmus és historizmus korszakától kezdve folyik mindenekelőtt az Archivio Apostolico Vaticano környezetében.

A kutatást az MTA Lendület Programja teljesen új dimenziók közé helyezte. Ettől kezdve sikerült egyfajta „mini-kutatóintézetként" működnünk, és szélesebb körű kutatóközösség összefogásával megvalósítanunk számos részprojektet a késő középkortól a kora újkoron át egészen a 20. századig. A vatikáni magyar történeti kutatásokon túlmenően tágabb egyháztörténeti kontextusban tudtunk gondolkodni. Ennek bizonyítéka a Lendület Program keretében elindított második szaksorozat (*Collectanea Studiorum et Textuum*), illetve a Berlinben 2020 tavaszán, évekkel a program lezárását követően megjelent *Die Bischöfe der Donaumonarchie 1804 bis 1918* című, nagyszabású életrajzi/intézménytörténeti lexikon.

A Lendület-kutatócsoportnak rajtam kívül csupán egy főállású munkatársa volt. A többi részprojektben megbízási szerződéssel vettek részt a kollégák. Így a püspöklexikon munkálataiban főmunkatársként Fazekas István bécsi levéltári delegátus, majd az ELTE professzora, illetve a *Camera Apostolica* középkori magyar adatainak publikálásába Pécsről Fedeles Tamás, jelenleg a PTE rektorhelyettese. Az egyéb munkatársak száma több tucatnyi. Nevük, közreműködésük, miként az open acces elérhető eredmények és a szakmai rendezvények leírása megtalálható a kutatócsoportnak a Lendület Program támogatásával 2014-ben elindult honlapján. Az oldalról szabadon letölthetők mindkét *Collectanea* sorozat kötetei (két-két osztályban 2024-ig mindösszesen 35 + 8 kötet, valamint számos *fasciculus*), illetve a külföldön megjelent könyveink jó része. Külön ki kell emelni, hogy a katolikus egyetemi működésnek köszönhetően a szerződéses munkatársak között nagy számban találhatók egyetemi tanítványaim: volt és kurrens hallgatók, doktoranduszok, illetve már fokozatot szerzett pázmányosok (Kanász Viktor, Nemes Gábor, Szirtes Zsófia, továbbá Sági György, Oláh Róbert, Rétfalvi Balázs, Jávor Miklós, Kollár Levente és mások).

A vatikáni kutatási profilnak a névválasztás által kifejezett központi szerepe nem jelenti azt, hogy az általánosabb jellegű, meghatározóan bölcsészeti szemléletű és metodikájú egyháztörténeti kutatások lekerülnének az ex-Lendület/Fraknói Kutatócsoport napirendjéről. A jövő legfontosabb tudományos és tudomány-szervezési kihívásai azonban továbbra is Rómához és a Vatikánhoz kötődnek.

1. kép: Az Archivio Apostolico Vaticano prefektusa vatikáni hivatalában fogadja a Fraknói Kutatócsoport Rómában dolgozó tagjait, 2023. május 31. Balról jobbra: Nemes Gábor, Oláh Róbert, Szovák Kornél, Kruppa Tamás, Sági György, Mons. Sergio Pagano prefektus, Tusor Péter, Fedeles Tamás, Nagy Katalin, a kutatócsoport vatikáni levéltári rezidense, Rétfalvi Balázs, Kanász Viktor.

WINKLER ISTVÁN

2012—2017

MTA TTK KPI Lendület Beszédhang Szétválasztási Kutatócsoport

Ki beszél? Az egyszerre beszélők hangjának szétválasztása

HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Farkas Dávid, Hajdu Botond, Kisné Szalárdy Orsolya, Kocsis Zsuzsanna, Lénártné Kovács Annamária, Orosz Gábor, Szabó Beáta Tünde, Tóth Brigitta, Urbán Gábor

TTK.HUN-REN.HU/KPI/HANG-ES-BESZEDESZLELESI-KUTATOCSOPORT

Lendület
Program

Mindennapi életünkben gyakran találkozunk olyan helyzetekkel, amikor egyszerre több ember beszél, mi pedig a párhuzamosan beszélők közül kiválasztunk egyet, hogy kövessük, mit mond, és esetleg reagáljunk rá. Ezt a pszichológiában koktélpartihelyzetnek nevezik, és az 1960-as évek óta kutatják, hogyan vagyunk képesek az egyik beszélő hangját kiválasztani a sok közül.

A szétválasztás és követés problémája kettős természetű. Először is, mivel a hangok a levegőben terjedő nyomáshullámok, ha egyszerre több hangforrás aktív, az általuk kibocsátott hangok már azelőtt találkoznak és összekeverednek, mielőtt a fülünkbe érkeznének. Szétválasztásuk, fizikai értelemben egy ún. inverz probléma, melynek során a fülünk által érzékelt hangkeverékből következtetünk vissza a források által kibocsátott eredeti jelekre. Mindennapi tapasztalatunk alapján nyilvánvaló, hogy agyunk a legtöbb esetben sikeresen végzi el a hangok forrásokra bontását: meg tudjuk mondani, hogy melyik hangot melyik forrás bocsátotta ki, és az azonos forrásból származó hangok konzisztens hangsorokká állnak össze észlelésünkben. Ezt az agyi műveletsort hallási jelenetelemzésnek nevezzük. A hallási jelenetelemzés pszichológiai és idegtudományi kutatása azt vizsgálja, hogy hallórendszerünk milyen információkat és hogyan használ fel a hangforrások szétválasztásában. A koktélpartihelyzet ennek az általános kutatási területnek egy speciális része, melyben a párhuzamosan beszélők a fő hangforrások.

A koktélparti-probléma másik fő kérdése a figyelem szerepére irányul: milyen figyelmi folyamatok teszik lehetővé, hogy az egyszerre elhangzó beszédsorok közül egyet kiválasszunk (szelektív figyelem), azt folyamatosan kövessük (fókuszált figyelem), és ha nem akarjuk, ne váltsunk át a párhuzamos beszédsorokban esetlegesen elhangzó figyelemfelkeltő részletekre (elterelődés / passzív figyelem).

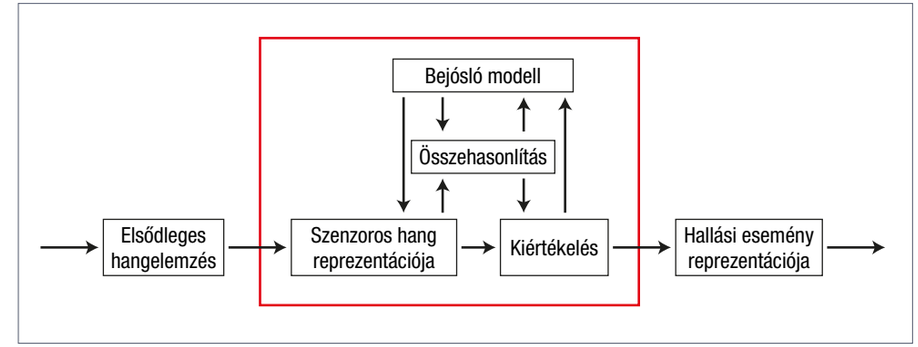
Mivel a korábbi kutatások a koktélparti-probléma két oldalát elkülönítve vizsgálták, kutatásunkban a hangszétválasztás és a figyelmi működés kérdéseit együtt kezeltük. Az alaphelyzetben a vizsgálati személyek két ember beszédét hallották párhuzamosan. Ezek közül az egyikre kellett folyamatosan figyelniük, és a beszédben elhangzó számnevekre azonnali gombnyomással reagálni. A kb. 5 perces, valamilyen semleges témáról információkat közlő szöveg elhangzása után pedig kérdésekre válaszoltak a figyelt szöveg tartalmával kapcsolatban. Kísérletsorozatunkban az alaphelyzet változtatásai segítségével vizsgáltuk a két beszéd hangossága közötti különbség, a beszédsebesség, a beszélők hangjának hasonlósága, a prozódia, a beszéd értelmessége, a beszélők szá-

ma, a beszélők láthatósága és a feladatra kijelölt beszédcsatornák számának hatását a feladatteljesítés szintjére, valamint a beszédhallgatás közben felvett agyi elektromos tevékenységre (elektroencefalográfia).

Az eredményekből készült több mint 40, tekintélyes nemzetközi folyóiratokban publikált kísérletes cikk mellett elméleti és számítógépes modellt alkottunk a hallási eseményreprezentációk kialakításáról. Ezekben a modellekben figyelembe vettük a hallórendszer által automatikusan készített előrejelzések és ellenőrzésük szerepét a párhuzamosan működő hangforrások szétválasztásában (*1. ábra*). A Lendület-projekt során tett tudományos előrelépések elvezethetnek a hallókészülékek új generációjához, melyek használóiknak segítséget nyújtanak zajos környezetben.

A Lendület-csoport 10 kutatóból állt, köztük 4 PhD-hallgatóból, akik közül hárman már megvédték doktori disszertációjukat. A 2 frissen végzett posztdoktor tag egyike azóta már önálló kutatócsoportot vezet. A Lendület pályázat óta több új projektet nyertem el, többek között az Office of Naval Research Global pályázatát, Akadémiai Díjban részesültem, és megkaptam a Magyar Érdemrend tisztikeresztjét.

1. kép: A kutatócsoport



1. ábra: AERS (Auditory Event Representation System, Hallási Esemény Reprezentációs Rendszer). Az elsődleges hangelemzést (alapvető tulajdonságok, mint például hangmagasság, hosszúság stb. megállapítását) követően a hallórendszer a hangsorbeli előzmények alapján készült előrejelzések segítségével kiemeli a beérkező hangjelből a párhuzamosan működő források által keltett hangok szenzoros reprezentációit, azaz alapvető hangtulajdonságaik összességét. Az előrejelzéseket olyan előre jelző modellek állítják elő, amelyek a felfedezett hangforrások szabályosságait írják le. Ha a beérkező hang nem tartalmaz egyes modellek által bejósolt hangelemeket, akkor a megfelelő előre jelző modell megbízhatósága csökken. A beérkező hangok esetleges nem bejósolt elemeit újraértékeli a rendszer, és szükség szerint új előre jelző modellt hoz létre. Akár megfelelt az előrejelzésnek, akár nem, az értékelt hang szenzoros reprezentációja ezután a hozzátartozó előre jelző modell tulajdonságaival kiegészülve alkotja a hallási esemény reprezentációját, ami tehát így a beérkező hangokat saját hangsorukban elhelyezve adja tovább a magasabb gondolkodási műveleteknek.
Forrás: Winkler, I. — Schröger, E.: Auditory perceptual objects as generative models: Setting the stage for communication by sound. *Brain and Language*, 2015, 148: 1—22.

2013

GYURCSÁNYI E. RÓBERT

2013—2018

MTA—BME Lendület Kémiai Nanoérzékelők Kutatócsoport

Szintetikus receptorokon alapuló kémiai nanoszenzorok

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Berényi Szilvia, Bognár Zsófia, Brajnovits Alexandra, Erdőssy Júlia, Jágerszki Gyula, Lautner Gergely, Lukács Alda, Makra István, Papp Soma, Plesz Mónika, Simon László, Solymosi Gergely, Supala Eszter, Szakács Zoltán, Szűcs Júlia, Tamás Luca, Terejánszky Péter

BIOCHEMSENS.BME.HU

Lendület
Program

Az érzékelésről általában a szaglás, hallás, látás, tapintás jut eszünkbe, amelyekkel valós időben információt nyerünk a környezetünkről, és ezáltal életünk meghatározó részei. A kémiai érzékelők ezek mesterséges kiterjesztésének tekinthetők, amelyekkel kémiai információhoz jutunk, kémiai és biológiai vegyületek és rajtuk keresztül anyagok és akár mikroorganizmusok gyors meghatározásával. Kémiai érzékelőkkel hatékonyabbá lehet tenni ipari folyamatokat, diagnosztizálni lehet betegségeket, pl. kritikus szennyezők detektálása által hozzájárulhatnak a biztonságukhoz és általánosságban az életminőségünk növeléséhez.

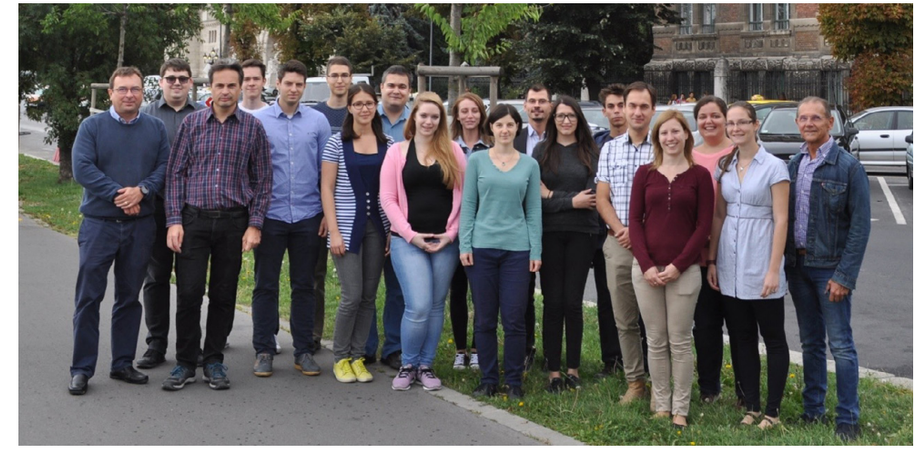
Ahhoz, hogy a kémiai érzékelő egy rendkívül összetett közegből kizárólag az általunk vizsgálandó komponenst mérje, általában egy olyan receptorra van szükség, amely képes ezt a komponenst szelektíven „felismerni”. Hosszú időn keresztül ezt csak természetes biomolekulák (pl. antitestek, enzimek, nukleinsavak) rendkívüli szelektivitásán keresztül lehetett elérni. Hátrányuk, hogy nem alkalmasak a természetes közegüktől nagyon eltérő körülmények közötti használatra, ezért a kutatási program egyik célkitűzése volt a helyettesítésük robusztus szintetikus receptorokkal és a kontrollált kémiai előállításukat biztosító módszerek kifejlesztése. Emellett, felismerve, hogy amennyiben a kémiai érzékelő mérete a molekulákéval azonos tartományba kerül, akkor akár egyéni molekulákat is detektálhatunk, a kutatási program másik alappillére a nanoérzékelők és az ezeken alapuló új érzékelési elvek kidolgozása volt. Ennek a rendkívüli érzékenységnek az egyik legfontosabb felhasználási területe az orvosdiagnosztika, amikor is ezeket az érzékelőket különböző betegségeket jelző molekulák vagy mikroorganizmusok meghatározására használják. A pályázat során elsődlegesen ilyen nanoérzékelők kifejlesztésével foglalkoztunk. Környezetünkben körülvesznek minket a szintetikus és biológiai eredetű nanorészecskék (pl. vírusok), amelyek mérete és koncentrációja elsődleges fontosságú a tulajdonságaik és hatásuk szempontjából. Majdnem egy évtizeddel a Covid-pandémia előtt a Bill & Melinda Gates Alapítvány támogatásával már elkezdtük a néhány 10 nanométer átmérőjű pórusokon alapuló vírusszámlálók fejlesztését. A meghatározás során a nanopórus elektromos ellenállását mérjük, amelyet minden áthaladó részecske rövid időre impulzusszerűen megváltoztat, így egyenként „megszámlálhatjuk” a részecskéket. A Lendület Programban kifejlesztett komplex algoritmus segítségével közvetlenül folyadékból meghatározható a vírusok és nanorészecskék mérete, gyakorlatilag azonos felbontással, mint amit a nagyságrendekkel költségesebb elektronmikroszkópiás rendszerekkel el lehet érni, de ezen túlmenően a koncentrációjuk kalibráció nélküli mérését is lehetővé tettük. A víruskoncentráció meghatározása különösen fontos lehet inaktivált vírusokon alapuló oltóanyagok jellemzésénél, ahol a hagyományos biológiai eljárások nem alkalmazhatóak. Emellett olyan új érzékelési eljáráso-

kat dolgoztunk ki, amelyekkel a nanopórusokat még a vírusoknál jóval kisebb komponensek, akár kis ionok és nukleinsavak meghatározására is alkalmazni lehet, így pl. az diagnosztikai szempontból fontos mikroRNS-szálak mérésére. Az áttörést ezen a területen nagymértékben elősegítette a nanopórusok megbízható kémiai módosításának és a válaszmechanizmusok elméleti hátterének a kidolgozása.

A természetes eredetű receptorok kiváltását szem előtt tartva a fehérjék szelektív felismerésére alkalmas aptamerek és „műanyag antitestek" előállítására és alkalmazására dolgoztunk ki új, hatékony módszereket. A „műanyag antitestek" lényege, hogy a célfehérjét vagy egy jellemző részét sablonként használva nanostrukurált polimerekben felismerő helyeket alakítunk ki. Ezeket a molekuláris lenyomatú polimereket sikeresen alkalmaztuk több fehérje, pl. az Alzheimer-kór egyik potenciális biomarkerének szelektív meghatározására, illetve a SARS-CoV-2-vírus meghatározására. A molekuláris lenyomatú polimerek gyors előállítására és tesztelésére ún. mikro-elektrokémiai cseppentéses, majd ezt tökéletesítve egy mikrokontakt peptidepitóp-cseppentéses módszert fejlesztettünk ki. Ezek a módszerek lehetőséget adnak „műanyag antitesten" alapuló fehérjechipek kialakítására, amelyekkel egyszerre több fehérjét is meg lehet határozni. Az aptameralapú reagensek tervezésével és alkalmazásával hozzájárultunk a szívinfarktusmarkerek meghatározásához alkalmas gyorstesztek fejlesztéséhez, illetve a csecsemők és idősek számára akár halálos szövődményekkel járó RSV-vírusok szelektív meghatározásához. Az utóbbi esetében a fejlesztés során egy új optikai módszert dolgoztunk ki fluoreszcens aptamereket alkalmazva, amellyel akár egy vírus is szelektíven detektálható, és ezt sikeresen alkalmaztuk a vírusok szelektív számlálásához olyan komplex biológiai mintában is, mint a garatváladék.

A Lendület Program támogatásával 31 BSc- és MSc-hallgató készített szakdolgozatot, illetve diplomamunkát a kutatócsoportban. Emellett szintén a program eredményeképpen 7 kutató szerzett PhD-fokozatot, zömmel olyanok, akik a BSc és MSc alatt már elkezdték a kutatómunkájukat a Lendület-kutatócsoportban. Jelenleg a BME Szervetlen és Analitikai Kémia tanszékének vezetője és 2018 óta a kémiai érzékelők területének egyik legjelentősebb folyóirata, a *Sensors and Actuators B Chemical*, társfőszerkesztője vagyok.

1. kép: Szelektált címlapok a kutatócsoport munkásságából: *Nanoscale*, 2018, Vol. 10, Nr. 29: Vectorially Imprinted Hybrid Nanofilm for Acetylcholinesterase Recognition. Advanced Functional Materials; Selective counting and sizing of single virus particles using fluorescent aptamer-based nanoparticle tracking analysis; *Chemical Science*, 2022, Vol. 13, Nr. 5: Peptide epitope-imprinted polymer microarrays for selective protein recognition. Application for SARS-CoV-2 RBD protein



2. kép: A kutatócsoport 2017-ben (a kutatócsoport-vezető balról az első)

KÁLLAY MIHÁLY

2013—2018

MTA—BME Lendület Kvantumkémiai Kutatócsoport

Pontos kvantumkémia nagy molekulákra

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

2022—2027

MTA—BME Lendület Kvantumkémiai Kutatócsoport

Toljuk ki a kvantumkémia határait!

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Csóka József, Csontos József, Ganyecz Ádám, Gyevi-Nagy László, Hégely Bence, Hessz Dóra, Ladjánszki István, Ladóczki Bence, Lőrincz Balázs, Mester Dávid, Mihálka Zsuzsanna, Nagy Balázs, Nagy Péter, Petrov Klára, Rolik Zoltán, Samu Gyula, Szakács Péter

MRCC.HU

Lendület
Program

Kutatásunk legfontosabb célja olyan kvantumkémiai módszerek fejlesztése, amelyekkel az elektronikus Schrödinger-egyenlet nagy pontossággal megoldható több száz atomos rendszerekre mind az egyensúlyi szerkezetük körül, mind pedig attól távolabb. A kutatás három különböző, egymással mégis kapcsolatban álló vonalon halad. Az első irány a lokális korrelációs módszerek gyorsítása explicit korrelált technikákkal. Ezzel párhuzamosan ezt a célt egy másik irányból is megközelítjük: kombinált lokális korrelációs — sűrűségfunkcionál (*density functional theory*, DFT) modelleket dolgozunk ki távolságszeparálási (*range separation*, RS) és beágyazási közelítések segítségével. Harmadik fő célunk a multireferencia (MR) lokális korrelációs módszerek fejlesztése. Ezek mellett, hogy a kidolgozott módszerek gyakorlati alkalmazhatóságát bizonyítsuk, valós problémák megoldására alkalmazzuk őket a kémia különböző területein.

Ha az elektronikus Schrödinger-egyenletet kvantitatív pontossággal szeretnénk megoldani, mind a korreláció szintjének, mind az alkalmazott atompályabázis minőségének megfelelően magasnak kell lennie. A legtöbb alkalmazás esetében a CCSD(T)-módszer (*coupled-cluster singles, doubles, and perturbative triples*) elegendő a korreláció kezelésére, azonban meglehetősen nagyméretű atompályabázis szükséges, hogy megközelítsük a CCSD(T)-energia végtelen bázissal kapható értékét. A közelmúltban megmutattuk, hogy ez a határérték hatékonyan közelíthető akár ezer atomos molekuláris rendszerekre is a lokális természetes pályákra (*local natural orbital*, LNO) épülő CCSD(T)-módszerünk, valamint konvergens báziskészletek és báziskészlet-extrapoláció segítségével. Természetesen a bázisok mérete ennek a módszernek az alkalmazhatóságát is behatárolja.

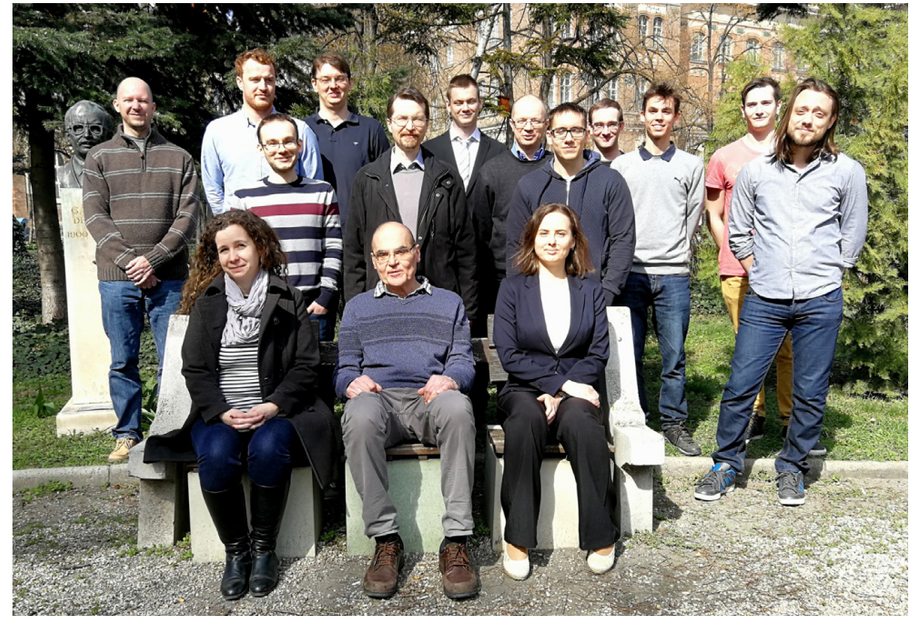
Az egyik lehetőség a korrelációs módszerek báziskészletigényének mérséklésére, hogy explicit korrelált technikákkal kombináljuk őket. Ezek a közelítések olyan hullámfüggvénymodelleken alapulnak, amelyek explicit tartalmazzák az elektronok távolságát és ezáltal jelentősen csökkentik a megfelelő pontosság eléréséhez szükséges bázis méretét. Egy másik stratégia korrelációs számítások báziskészletigényének csökkentésére, ami tulajdonképpen hasonló az explicit korrelált közelítésekhez, a hullámfüggvény és az RS-technikákat alkalmazó sűrűségfunkcionál-módszerek kombinálása. Az ilyen közelítések azt használják ki, hogy DFT segítségével viszonylag hatékonyan leírható a rövid távú korreláció. Ezért az adott hullámfüggvénymódszernek nem szükséges az elektronok közötti „csúcs” (*cusp*) pontos leírása, mert azt a DFT-közelítésre bízhatjuk, ha a rövid távú kölcsönhatásokat RS-technikákkal elkülönítjük. Ilyen közelítéseket kiterjedten alkalmaznak alacsony szintű korrelációs módszerekre, de sikeresen

dolgoztak már ki RS CCSD(T)-DFT modelleket is. Ezeket a lehetőségeket saját módszereinkkel is összekötjük, és teljesítőképességüket tesztszámításokban vizsgáljuk.

Emellett egy másik típusú kombinált hullámfüggvény-DFT technikát is bevetünk céljaink eléréséhez. A kifejlesztett pontos lokális korrelációs módszereket összekötjük többszintű közelítésekkel, hogy a kezelhető rendszerek méretét tovább növeljük. A közelmúltban egy DFT-beágyazási közelítést javasoltunk, ami a Huzinaga-egyenleten és a molekulapályák lokalizációján alapszik.

A projektben kifejlesztett módszereket kémiai problémák megoldására alkalmazzuk. Ezek a számolások nemcsak módszereink alkalmazhatóságát hivatottak bizonyítani, hanem fontos információkat szolgáltatnak potenciális hiányosságaikról, amelyeket a fejlesztés fázisában nem láthattunk előre, és ezáltal befolyásolhatják a módszerfejlesztés irányát is. Alkalmazásainkat elsősorban a szerves, a polimer- és a biokémia, valamint a molekulaspektroszkópia területén végezzük.

1. kép: A csoport eredményei a *Journal of Chemical Theory and Computation* című folyóirat címlapján kiemelve



2. kép: A kutatócsoport

KATONA ISTVÁN

2013—2018

MTA KOKI Lendület Molekuláris Neurobiológiai Kutatócsoport

A szinaptikus endokannabinoid jelpálya kvantitatív molekuláris jellemzése

HUN-REN Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Balla Gyula, Barna László, Barti Benjámin, Ana Bernal Chico, Ashley Dorning, Fodor Bálint, Glavinics Judit Réka, Christopher Henstridge, Horváth Eszter, Kenesei Kata, Kisfali Máté, László Zsófia, Marco Ledri, Lele Zsolt, Miczán Vivien, Mógor Fruzsina, Pintér Balázs, Pongor Csaba, Susanne Clara Prokop, Tischler Erika, Stephen Woodhams, Zöldi Miklós

KATONALAB.HU

Lendület
Program

Kutatócsoportunk az idegsejtek közötti kommunikációért felelős szinapszisok működésének hatékonyságát szabályozó jelátviteli útvonalakat vizsgálja. Az egyik ilyen alapvető jelátviteli útvonal, az endokannabinoid rendszer, amely nevét a kannabisz növényről kapta, hiszen annak pszichoaktív anyaga ezen a jelátviteli útvonalon keresztül fejti ki hatását. Az endokannabinoid rendszer egyik legfontosabb szereplője a CB_1 receptor molekula, ehhez a fehérjéhez kapcsolódnak a szervezet által termelt kannabinoid molekulák, és ezen keresztül fejtik ki hatásukat a szinapszis működésére. A Lendület-pályázat által támogatott kutatás azt vizsgálta, hogy a szinaptikus endokannabinoid jelátvitel molekuláris tulajdonságai hogyan határozzák meg a szinapszis működését.

A *Nature Neuroscience* című szaklapban 2015-ben megjelent, mérföldkőnek számító tanulmányunkban a CB_1 receptor pontos elhelyezkedését vizsgáltuk különböző típusú szinapszisokban egérmodellben. Ők szolgáltatták az első közvetlen bizonyítékot a CB_1 receptorok számának nagymértékű és hosszan tartó csökkenésére egyszeri kannabiszhatóanyag (THC)-kezelést követően. Ez nagyon fontos, mert racionális magyarázatot ad arra a jól ismert paradoxonra, hogy a krónikus marihuánafogyasztás gyakran a marihuána akut hatásaival ellentétes fenotípust eredményez a drognaiv alanyoknál.

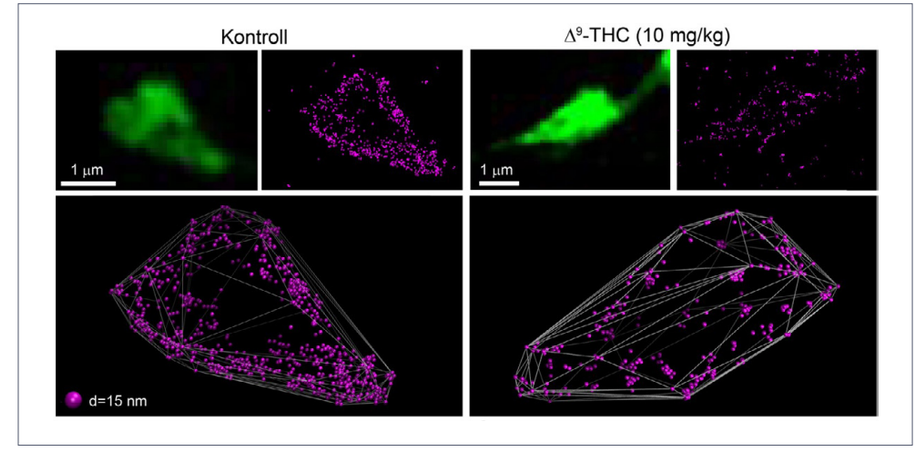
A tanulmány folytatásaként szintén a *Nature Neuroscience* folyóiratban 2019-ben megjelent eredményeink rámutatnak, hogy az anyai THC-kitettség egérben jelentős molekuláris, sejtes és szinaptikus változásokat okoz a hím utódok dopamintermelő idegsejtjeiben, melyek a jutalmazási hálózat fontos részei. A megváltozott dopaminrendszer következtében az egyébként normálisan fejlődő utódok THC-expozícióra később kórosan emelkedett dopaminszintekkel és aberrált viselkedési mintákkal reagálnak. Eredményeink felhívják a figyelmet a terhességi kannabiszfogyasztás kockázatára, hogy a kannabiszt fogyasztó anyák gyermekeinél nagyobb a kockázata a neuropszichés zavarok kialakulásának.

A kutatás érdekében jelentős technikai újításokat is végeztünk, Magyarországon az elsők között kezdtük alkalmazni a szuperrezolúciós mikroszkópiát. Jelentős energiát fektettünk a STORM szuperrezolúciós mikroszkópia módszertani fejlesztésébe. Olyan innovatív módszert dolgoztunk ki, amely a konfokális és a szuperfelbontású mikroszkópiai technikák kombinálásán alapul, és amely lehetővé teszi a neuronális jelátvitelben részt vevő fehérjék elhelyezkedésének nanoszintű kimutatását. Az általunk kifejlesztett VividSTORM képanalízis-rendszert az egész nemzetközi idegtudományi kutatóközösség használhatja.

Csoportvezetőként kulcsfontosságú nemzetközi együttműködéseket építettem ki, melyek a közös publikációk mellett sikeres nemzetközi pályázatokat (National Institute of Health, USA) is eredményeztek. A sikeres hazai pályázatok egyrészt a STORM szuperrezolúciós műszerpark fejlesztését segítették, másrészt a Lendület-pályázat befejezését követően a kutatócsoport hatékony működését biztosították.

A Lendület-pályázat alatt megerősítettem vezető szerepemet a kannabinoid-kutatás nemzetközi közösségében. Szervezője voltam a téma egyik legfontosabb fórumának számító Gordon Research Conferences *Cannabinoid* Function in the CNS konferenciának 2019-ben. Tagjává választott mind az Academia Europaea, mind az Európai Molekuláris Biológiai Szervezet (*EMBO*). A kutatócsoport ideális képzési környezetet teremt egyetemi és doktoranduszhallgatók számára, a pályázat indulása óta 5 PhD-védés történt, és a végzett hallgatók közül van, aki már saját kutatócsoportot alapított. A kutatócsoport külföldi posztdoktor kollégák számára is vonzó célpont, a Lendület-pályázat alatt angol, spanyol és olaszkollégák is részt vettek a csoport munkájában.

A Lendület-pályázat sikeres befejezése után a csoport tovább folytatta az endokannabinoid rendszerben részt vevő fehérjék vizsgálatát. Többek között leírtuk az ABHD4 fehérje védő szerepét az idegrendszer fejlődése során. A kutatást további STORM mikroszkópiai fejlesztésekkel is támogatták, melyek keretében kidolgoztuk a ligandalapú fehérjejelölést a szuperrezolúciós mikroszkópiával ötvöző PharmacoSTORM módszert.



1. ábra: A krónikus THC-kezelés erőteljesen lecsökkenti a CB1 receptorok számát a gátló axonvégződések plazmamembránján. Konfokális felvételek a kontroll vagy THC-vel kezelt egerek periszomatikus gátló interneuronjainak axonvégződéseiről. A CB1 receptorok alacsony és magas koncentrációjának megbízható kimutatását javított érzékenységű, transzgenikus nyulakból nyert CB1-antitest használatával érték el. STORM szuperrezolúciós mikroszkópiával kimutatható volt a CB1 lokalizációs pontok jelentős csökkenése a THC-kezelés hatására.
Forrás: Dudok, B. — Barna, L. — Ledri, M. et al.: Cell-specific STORM super-resolution imaging reveals nanoscale organization of cannabinoid signaling. *Nat Neurosci*, 2014, 18, 75—86. alapján

1. kép: A kutatócsoport tagjai 2018-ban (balról jobbra): állnak: Pintér Balázs, Susanne Clara Prokop, Miczán Vivien, Ana Bernal Chico, Kisfali Máté, Katona István, Fodor Bálint, Lele Zsolt, Glavinics Judit, Pongor Csaba, Kenesei Kata, László Zsófia, Barti Benjámin; guggolnak: Horváth Eszter, Mógor Fruzsina, Zöldi Miklós, Balla Gyula, Barna László

KELE PÉTER

2013—2018

MTA TTK SZKI Lendület Kémiai Biológia Laboratórium

Bioortogonális reagensek, kémiai hírvivők és fluoreszcens jelzővegyületek fejlesztése kémiai biológiai alkalmazásokhoz

HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont

2024—2029

MTA—HUN-REN TTK Lendület Kémiai Biológia Kutatócsoport

Feltételesen aktiválható fotoreszponzív rendszerek fototerápiás alkalmazásokra

HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Boczán Boldizsár, Bojtár Márton, Buzsi Ádám, Cserép Balázs Gergely, Demeter Orsolya, Ember Orsolya, Gonda Zsombor, Gyöngyösi Réka, Herner András, Holczer Márk, Kern Dóra, Knorr Gergely, Kormos Attila, London-Kozma Eszter, Molnár Tibor, Németh Krisztina, Söveges Bianka, Unyi Zsombor, Varga Balázs

CHEMBIOL.TTK.HU

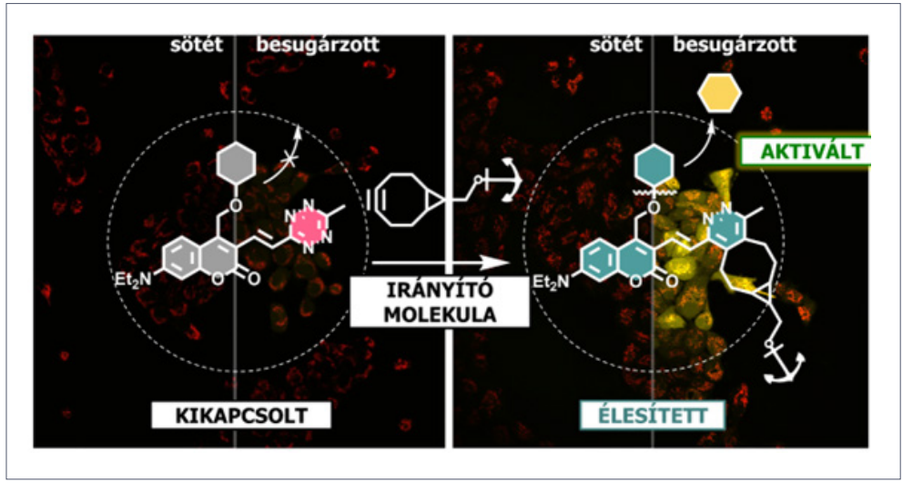
Lendület
Program

Miután 2002-ben PhD-fokozatot szereztem kémiából a floridai Miami Egyetemen, visszatértem Magyarországra mint posztdoktori ösztöndíjas az Eötvös Loránd Tudományegyetemre. Tudományos érdeklődésem ekkor különböző méreganyagok kimutatására alkalmas fluoreszcens szenzorvegyületek fejlesztésére irányult. 2007 és 2008 között Humboldt kutatói ösztöndíjasként lehetőségem nyílt a témával kapcsolatos ismereteim elmélyítésére a Regensburgi Egyetemen. Ekkor ismerkedtem meg a bioortogonális kémiával, ami olyan, élő szervezetekben alkalmazható kémiai reakciókat foglal magába, amelyek lehetővé teszik egyes sejtek, sejtalkotók szelektív kémiai módosítását. 2010-ben, egy újabb inspiráló, Regensburgban töltött év során kidolgoztam egy olyan kutatási témát, amely a legjobban megfelel a biológia és a kémia iránti közös érdeklődésemnek. Hazatérve önálló kutatócsoportot alapítottam, melynek célja bioortogonálisan alkalmazható fluoreszcens markerek fejlesztése volt. E vegyületek segítségével lehetővé válik az élő szervezetek működésének jobb megértése. Ez akkoriban a kémiai biológia egyik legfontosabb, egyben kevéssé feltárt kutatási terepe volt. Ez irányú kutatási pályázattal 2013-ban elnyertem az MTA Lendület-támogatását, ami nagyszerű lehetőséget biztosított arra, hogy az MTA Természettudományi Kutatóközpontjában tudományos főmunkatársként megalapíthassam a kutatócsoportomat.

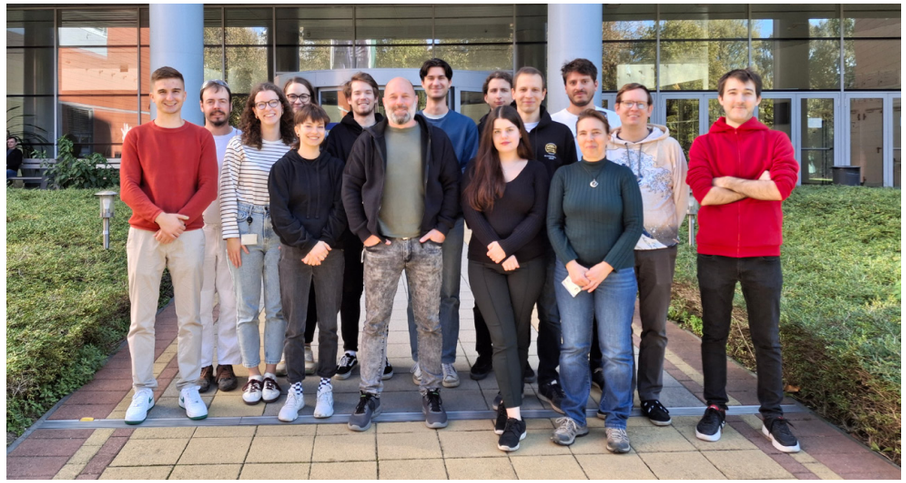
A támogatás nemcsak a bioortogonális kémiai kutatások magyarországi meghonosítását tette lehetővé, hanem a legmodernebb infrastruktúrával rendelkező szintetikus kémiai és molekuláris biológiai laboratóriumok felállítását is. Az első Lendület-korszak végére kutatócsoportunk nemzetközi elismerésre tett szert a bioortogonális kémiával kapcsolatos kémiai biológiai kutatások területén. A bioortogonálisan aktiválható, szuperfelbontású mikroszkópiára alkalmas fluoreszcens markerek fejlesztése során számos koncepcionálisan újszerű megoldást publikáltunk a terület vezető folyóirataiban vagy szabadalom formájában. Ezek az eredmények egy olyan iskola alapjait is lefektették, amelynek tagjait, legyenek egyetemi hallgatók vagy posztdoktori ösztöndíjasok, szívesen látják olyan vezető egyetemeken vagy kutatóintézetekben, mint a Max Planck Intézet, az ETH Zürich, a UC Berkeley, a Harvard vagy a Pennsylvaniai Egyetem. A nemzetközi megbecsülés számos diákot ösztönzött arra, hogy a világ minden tájáról csatlakozzon hozzánk. Az USA-ból, Franciaországból, Lengyelországból, Németországból, Moldovából és Romániából érkező diákok hosszabb-rövidebb időt töltöttek csoportunkban, hogy megismerkedjenek az általunk kifejlesztett módszerekkel.

A csoport tagjai elkötelezettek a tágabb értelemben vett tudományterület, a kémiai biológia alapelveinek és jövőbeli alkalmazásainak, valamint a csoport saját eredményinek minél szélesebb körben való megismertetése iránt is. Rendszeresen részt veszünk a Kutatók Éjszakáján, előadásokat tartunk középiskolákban, kommunikálunk a közösségi médiában, de hozzánk fűződik az *Életünk a kémia* című, fiataloknak szóló, 8 részes ismeretterjesztő videósorozat elkészítésének kezdeményezése és koordinálása is. A csoport tudományos eredményei számos esetben megjelentek az internetes sajtóban vagy televíziós hírműsorokban.

Az első Lendület-korszakot követően érdeklődési körünket kiterjesztettük a fotóreszponzív vegyületek egy másik csoportjára, a fényérzékeny védőcsoportokra, mely vegyületeket egy jelenleg körvonalazódó alkalmazási területen, a fotoaktivált kemoterápiában használják. A 2024-ben Lendület Haladó kategóriában elnyert támogatással elismert egyedülálló kutatási irányt az a víziónk vezérli, hogy a fluoreszcens markerek kifejlesztése során szerzett ismereteinket átültessük a fényérzékeny védőcsoportokra. Ennek megfelelően az új Lendület-projekt célkitűzései a bioortogonálisan aktiválható fényérzékeny védőcsoportok fejlesztése köré összpontosulnak. Feltételezéseink szerint a fény mint külső fizikai szabályozó elem és a bioortogonális kémián alapuló, belsőleg alkalmazott kémiai szabályozás kombinációja lehetővé teszi a kemoterápiás gyógyszerek pontosabb, célzott bevitelét.



1. ábra: A feltételes (bioortogonális reakciótól függő) fotoaktiválás bemutatása. Bioortogonális reakció hiányában a fénnyel való besugárzás nem vezet a hatóanyag aktiválásához (**balra**). A bioortogonális reakciót követően a fotolabilis védőcsoport fénnyel besugározva elengedi a hatóanyagot, amely így visszanyeri aktivitását (**jobbra**). A képeken a hatóanyag aktiválását egy kizárólag szabad állapotában fluoreszcens vegyülettel modelleztük (sárga szín).



1. kép: A 2024—2029-es kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Buzsi Ádám, Gonda Zsombor, Kern Dóra, London-Kozma Eszter (hátul), Gyöngyösi Réka (elöl), Molnár Tibor, Kele Péter, Holczer Márk, Unyi Zsombor (hátul), Cserép Balázs Gergely (középen), Ember Orsolya (elöl), Bojtár Márton (hátul), Németh Krisztina (elöl), Kormos Attila, Boczán Boldizsár

PATÓCS ATTILA

2013—2018

MTA—SE Lendület Örökletes Endokrin Daganatok Kutatócsoport

Genetikai, epigenetikai és biokémiai biomarkerek az örökletes endokrin betegségekben

Semmelweis Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Benkő Marianna, Butz Henriett, Darvasi Ottó, Decmann Ábel, Doleschall Márton, Grolmusz Vince Kornél, Kövesdi Annamária, Likó István, Mészáros Katalin, Molnár Ágnes, Németh Kinga, Nyirő Gábor, Perge Pál, Sarkadi Balázs, Sumánszki Csaba, Szabó Borbála

ONKOL.HU/OROKLETES-DAGANATOK-KUTATOCSOPORT

Lendület
Program

Kutatócsoportunk a hormonrendszert érintő, örökletes daganatos megbetegedések genetikai hátterének vizsgálata során bevezette és a mindennapi klinikai gyakorlatban elérhetővé tette az örökletes hormonrendszeri daganatok genetikai vizsgálatát. Felépítette és gondozza a betegregisztereket. Ezekből a témákból több sikeres PhD-védés született, és a csoport aktívan részt vett a ritka endokrin betegségek európai referenciahálózatának működésében.

A ritka endokrin betegségek európai referenciahálózata (ENDO ERN) azokat a betegeket segíti, akik ritka vagy extrém ritka kórképekben szenvednek. Közéjük tartoznak az endokrin genetikai tumorszindrómákkal élők is. 2017—2024 között a csoport hazai vezetője voltam.

Az endokrin daganatok közül kiemelkedőek a szukcinát-dehidrogenáz enzimet kódoló gének (SDH) eltéréseihez társuló phaeochromocytoma/paraganglióma szindrómák. Az enzimhiány miatt a mitokondriális funkció károsodik, de a pontos patomechanizmus ismeretlen. A csoport számos új eredményt ért el a tumormetabolizmus és az SDH enzim szerepének vizsgálatával.

A diagnosztikai munka folyamatos fejlesztése során egy 113 gént tartalmazó új generációs szekvenálási panel diagnosztikai hatékonyságát igazoltuk. Az új eljárással ugyanannyi anyagi befektetés mellett kb. 10-szer több vizsgálat végezhető el, és a leletkiadás is gyorsult.

Örökletes emlő- és petefészekrákos betegekben a *PALB2* gén eltéréseit határoztuk meg az országban először. Hazánkban először alkalmaztuk sikeresen a teljesgenom-szekvenálást olyan betegeknél, akiknél a korábbi hagyományos módszerek nem igazoltak betegségokozó eltéréseket. Az *APC* gén mély intronikus variánsáról funkcionálisan igazoltuk betegségokozó voltát, egy Carney-komplexben szenvedő betegben pedig egy *PRKAR1A* gén promóter deléciójáról mutattuk ki kóroki voltát.

Csoportunk a mikroRNS kutatásával is számos új eredményt igazolt hipofízisdaganatokban a csoportban dolgozó Butz Henriett vezetésével. Grolmusz Vince PhD-munkája során a sejtciklus vizsgálatára dolgozott ki egy áramlási citometriás módszert, amivel szinkronizációs eljárások nélkül lehet a sejtciklus különböző fázisaiban lévő sejteket elkülöníteni. Az új generációs szekvenáláson alapuló kis RNS-szekvenálás eredményeinek feldolgozásához bioinformatikai algoritmust fejlesztettünk, és kimutattuk, hogy a sejtciklus dinamikus változása nem járt a mikroRNS-ek expressziójának dinamikájával.

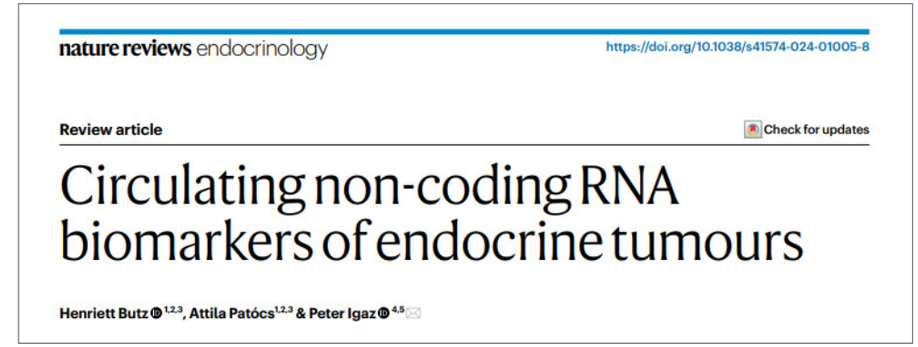
A szteroid hatás közvetítésében szerepet játszó glükokortikoid receptorral (GR) kapcsolatban igazoltuk, hogy a GRβ-nak önálló transzkripciós hatása van. A GRβ farmakológiai gátlása segíthet a rezisztencia áttörésében. A GR-t kódoló gén bizonyos polimorfizmusai összefüggenek a hormonpótlás dózisával Addison-kóros betegekben, ami az egyénre szabott terápia optimalizálásában nyújt segítséget.

Kutatócsoportunk 2019—2024 között mint ELKH, majd HUN-REN Örökletes Daganatok Kutatócsoport működött tovább. 2019-től átvettem az Országos Onkológiai Intézetben a Molekuláris Genetikai Osztály vezetését Oláh Edit akadémikustól. A klinikai és molekuláris genetikai diagnosztika mellett a csoport a legnagyobb hazai örökletes rákdiagnosztikát végző laboratóriummá vált. Évente mintegy 2000 beteg kivizsgálását végezzük.

A csoport 2013-tól több mint 120 publikációt jegyez, összesített impaktfaktora ezen időszak alatt több mint 700. 2023-ben felkérést kaptam a *Nature Review Endocrinology*tól, hogy foglaljam össze a mikroRNS-kutatásokat, amit 2024-ben elfogadtak közlésre (*1. kép*).

A csoport aktívan részt vesz a hazai molekuláris diagnosztikai szakmai utánpótlás-nevelésben mind graduális, mind posztgraduális szinten. Eddig összesen 10 hallgató védte meg PhD-fokozatát. 2018-ban MTA doktora címet szereztem, Butz Henriett 2024-ben nyújtotta be értekezését. A csoport tagjai számos hazai és nemzetközi elismerést kaptak: 2018-ban Jendrassik-emlékéremben, 2024-ben Akadémiai Díjban részesültem, Grolmusz Vince Kornél 2017-ben Junior Prima díjat vehetett át. Jelenleg 4 PhD-hallgató, 4 TDK-hallgató (ketten közülük a Nemzeti Tudósképzőben is részt vesznek) dolgozik a csoportban.

Mindezek a rendkívül fontos és izgalmas eredmények nem születhettek volna meg a Lendület-pályázat támogatása, valamint a nagyon lelkiismeretes és szorgalmas PhD-hallgatók munkája nélkül. A csoport hű maradt az együtt gondolkodás induláskor meghatározott alapelvéhez, jelenleg is multidiszciplináris, és kiemelendő, hogy a csoport két szenior kutatója, Butz Henriett és Grolmusz Vince is kanadai és USA-beli posztdoktori időszak után tért vissza a csoportba, gazdagítva és fejlesztve a tudományos repertoárt. A Lendület-támogatás ösztönző, ingergazdag környezetet biztosított a csoportnak.


nature reviews endocrinology

https://doi.org/10.1038/s41574-024-01005-8

Review article

Check for updates

Circulating non-coding RNA biomarkers of endocrine tumours

Henriett Butz[1,2,3], Attila Patócs[1,2,3] & Peter Igaz[4,5]

1. kép: A *Nature Review Endocrinology* felkérésére készített összefoglaló tanulmány a mikroRNS-kutatásokról

2. kép: A Lendület-kutatócsoport folytatásának, a MTA—SE Örökletes Daganatok Csoportnak a tagjai (balról jobbra): ülnek: Ferenczi Judit, Frankó Lajosné, Domonkos Gabriella, Bertók Katalin; állnak: Buday Barna, Grolmusz Vince Kornél, Vereczki Viktória, Kelemen István, Pócza Tímea, Patócs Attila, Butz Henriett, Horti-Oravecz Klaudia, Baloghné Kovács Mária, Bozsik Anikó, Nagy Petra, Papp János

REMÉNYI ATTILA

2013—2017

MTA TTK Lendület Fehérje Kölcsönhatás Kutatócsoport

Jelátviteli fehérjekomplexek: szerkezet, funkció és hatóanyag-tervezés

HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Albert Krisztián, Alexa Anita, Dénes Laura, Papp Kinga, Póti Ádám Levente, Sok Péter

TTK.HUN-REN.HU/SZKI/BIOMOLEKULARIS-KOLCSONHATASOK-KUTATOCSOPORT

Lendület
Program

A jelátviteli betegségekben a kóros működés alapja általában egy jelátviteli enzim fokozott működése, de ennek a szervezetre gyakorolt hatása egy biokémiai jeltovábbító rendszeren keresztül nyilvánul meg, ahol a fehérjék egymáshoz kötődve működnek, azaz különböző fehérjekomplexeket alkotnak. Korábbi kutatásaink alapján azt gondoltuk, hogy nem az enzimaktivitás közvetlen gátlása lenne a legjobb megoldás — mely technikailag ugyan könnyebben kivitelezhető, de a jelátviteli rendszer szintjén káros biológiai következményekkel is jár —, hanem inkább a komplexek összeállásának befolyásolása, ami nehezebb ugyan, de a teljes jelátviteli rendszer szintjén specifikusabb hatást eredményezne. Vizsgálataink középpontjában olyan fehérjekinázok állnak, melyek a rákos és gyulladásos folyamatokban fontosak. Biológiai szempontból a kinázok arra szakosodtak, hogy fehérjefoszforiláció révén — ami talán a legelterjedtebb fehérjeműködést módosító biokémiai mechanizmus — szabályozzák a külvilág és a sejt kapcsolatát. Ezek a fehérjék határozzák meg, hogy a sejt mikor fog osztódni (ami a rákos folyamatokhoz kapcsolódik), hogyan regenerálódik, vagy hogy inkább beindul a sejthalál (ami pedig a gyulladásos folyamatokhoz kapcsolódik).

A Lendület-pályázat lehetővé tette az ELTE TTK Biokémiai Tanszéken működő csoportom átköltözését az akkor éppen nagy lendülettel induló MTA Természettudományi Kutatóközpontba. Itt négy éven belül állandósult a csoport, és a ciklus alatti közleményeinkben bemutattuk, hogy az ún. mitogénaktivált fehérjekinázok milyen biokémiai mechanizmusok révén alakítanak ki komplexeket más fehérjékkel, ezek milyen biofizikai törvényszerűségek mentén szerveződnek, továbbá a komplexek szerkezeteiről is sikerült atomi felbontású háromdimenziós felvételeket készítenünk.

Ezután elnyertem az NKFIH Élvonal pályázatát az ELKH TTK-ban, ahol már korábbi eredményeink orvosbiológiai jelentőségére is koncentrálhattam. Először arra voltunk kíváncsiak, hogy a kinázok hogyan integrálódnak egy magasabb szintű sejten belüli fehérjehálózatba, illetve hogyan működnek együtt egy „egészséges” egyensúly beállításában a sejtnövekedést és sejthalált meghatározó jelpályák szintjén.

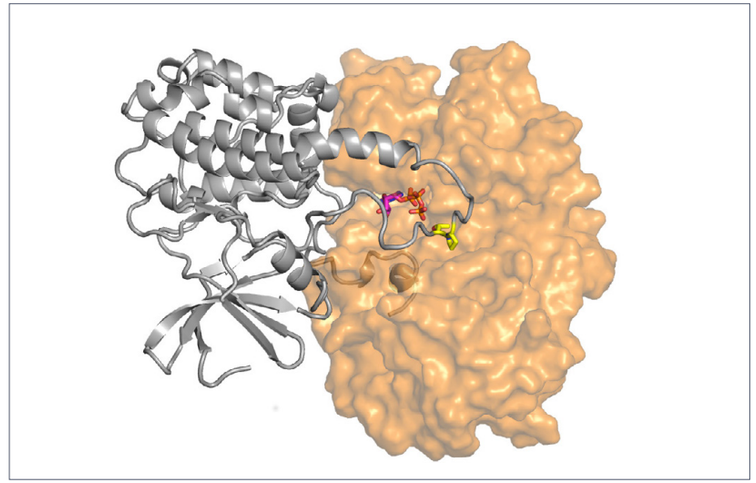
Közben érdeklődésem inkább a kémia felé fordult, egyre több kémiai biológiai jellegű projektbe kapcsolódtunk be. Az európai szintű kémiai biológiai kutatások egy vezető konzorciumában dolgoztunk egy Horizont 2020-projektben új jelátviteli biológiai tesztek fejlesztésén, majd a HUN-REN Szerves Kémiai Intézetén belül létrehoztam a Biomolekuláris Kölcsönhatások Kutatócsoportot. Itt az Organokatalízis Kutatócsoporttal és az Elméleti Kémiai Kutatócsoporttal

együttműködve azonosítottunk olyan kismolekulás hatóanyagokat, amelyek új mechanizmus révén hatnak: a mitogénaktivált fehérjekináz-komplexek összeállását reverzibilis kovalens kötés kialakítása révén gátolják. Továbbá bemutattuk, hogy a természetes növényi hatóanyagok működését utánzó mesterséges új vegyületeink komplexebb inhibitorokba építve áthangolhatóak fehérjekinázok aktivitásának specifikusabb gátlására is. Reményeink szerint az új vegyületeket rákos és gyulladásos folyamatok ellen lehet használni, a továbbiakban pedig az ilyen orvosbiológiai alkalmazásokon fogunk dolgozni.

A Lendület-pályázat támogatása közvetve vagy közvetlenül 8 PhD-hallgató disszertációját segítette, akiknek a fele dolgozik itthon, a többiek pedig külföldön folytatták kutatásaikat.

A sejtes jelátvitel izgalmas világáról, továbbá az itt ismertetett munkánkról részletesebben az olvasó egy ismeretterjesztő magyar nyelvű könyvből is tájékozódhat (Reményi Attila: *Hogyan kommunikálnak a sejtek?* Libri, 2023).

1. kép: A kutatócsoport tagjai (fentről le, balról jobbra): Sok Péter, Póti Ádám Levente, Dénes Laura, Albert Krisztián, Alexa Anita, Papp Kinga, Reményi Attila



1. ábra: A sejtnövekedés egyik irányító központjának szerkezete. Az ábra az ERK2-RSK1 fehérje-kinázok (narancs és szürke) kölcsönhatásának molekuláris felvételét mutatja. A sárga színnel jelzett fehérjeszakasz egy molekuláris kapcsoló elvén működik, a narancssárga fehérje ezt a részt módosítja, ezáltal a szürkét aktív állapotba löki, s ez végül sejtosztódást indít be. A fenti háromdimenziós, atomi felbontású térkép segítségével olyan hatóanyagot tervezhetünk, amely a kapcsolót folyamatosan „kikapcsolt” állapotban tartja, s így képes rákos folyamatok ellenében hatni.

VARGA DEZSŐ

2013—2017

MTA Wigner FK Lendület Innovatív Detektorfejlesztő Kutatócsoport

Innovatív gáztöltésű detektorok fejlesztése

HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bencédi Gyula, Bencze György, Galgóczi Gábor, Hamar Gergő, Kiss Gábor, László András, Márton Krisztina, Nyitrai Gábor, Oláh Éva Mária, Oláh László, Surányi Gergely, Száraz Dániel, Tercsi László

REGARD.WIGNER.HU

Lendület
Program

Kutatócsoportunk célja két terület erősítése volt: az egyik a részecske- és magfizikai kutatásokhoz kapcsolódó hazai detektorfejlesztés, a másik ezeknek a fejlesztési eredményeknek az alkalmazása, hasznosítása. Ahogy a név is utal rá, a csoport szokatlan a Lendület-portfólióban: célja nem közvetlenül egy felfedező kutatás, hanem széles körű együttműködés alapkutatást végző csoportokkal, a kísérleti technológiákon keresztül drasztikusan javítva a versenyképességüket. A 2017-es véglegesítést követően a csoport folyamatosan nyert el pályázati forrásokat, és bár a részt vevő, jellemzően fiatal kutatók a természetes karrierdinamikát követve váltották egymást, az eredeti szerkezet időtállónak bizonyult.

Technológiai szempontból a csoport a gáztöltésű nyomkövető és UV fotondetektáló rendszerekre fókuszált, tekintettel a meglévő tapasztalatra, valamint egyéb technológiák — félvezetők, szcintillátorok — jellemzően magas fejlesztési költségeire. A gáztöltésű detektorok akkor ideálisak, ha nagy felületet kell lefedni közepesen jó helyfelbontással, nem extrém nagy sugárzási környezetben. Kiváló példa a CERN ALICE kísérlet fő nyomkövető rendszere, amely egy 90 köbméter térfogatú, 3 dimenziós kamerának tekinthető eszköz, időprojekciós (TPC) elven a teljes térfogatában képes több tízezer részecskét mérni.

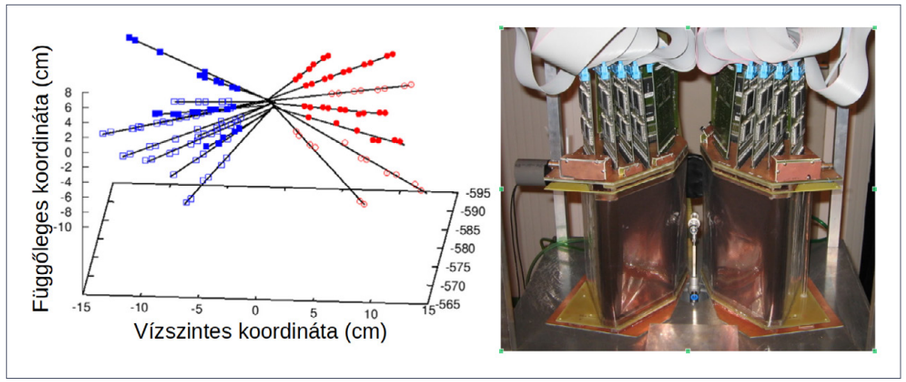
Az ALICE kísérlet 2014-ben az LHC Run3 időszakára felkészülve a fent említett TPC újjáépítésébe kezdett, melyben a Lendület-kutatócsoport a hazai ALICE-csoporttal együttműködve, részt vett. Az új TPC 2020-ban sikeresen elkezdett üzemelni.

A másik legfontosabb CERN-partner az NA61 kísérlet volt. 2014-ben épült meg az alacsony impulzusú részecskedetektor (LMPD), ami a céltárgyból kiinduló, az atommag szétrobbanásakor keletkező részecskéket mérte meg. Az NA61 együttműködés azóta is folytatódott: 2018-ban a „Forward Tracker” detektorokat, 2023-ban egy rendkívül pontos, a céltárgyból előrefelé kiinduló részecskék mérésére alkalmas „Long Target Tracker” detektort fejlesztette ki és építette meg a csoport.

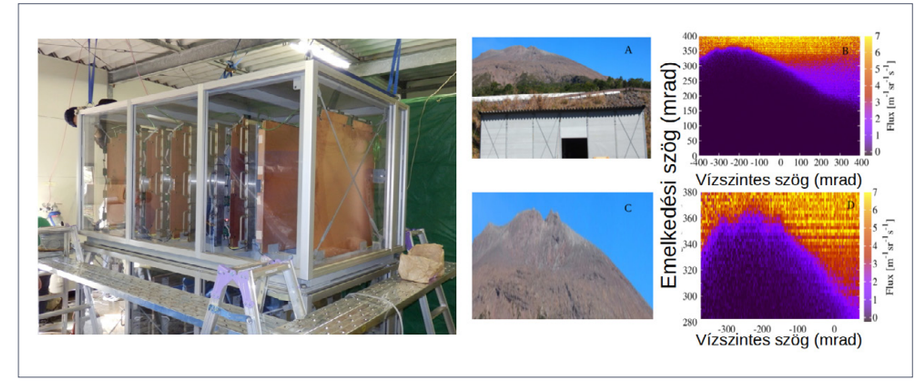
A neutronok, bár elemi részecskék és az atommag alkotói, a részecskefizika jellemző folyamataihoz képest szokatlanul viselkednek. A neutronfizika hatalmas tudományterület, amelyen kutatócsoportunk az Európai Spallációs Forrással (ESS) való együttműködésben szerzett tapasztalatot H2020-as projekttámogatással. A feladat nagy felbontású neutrondetektor tervezésében, szimulációs optimalizálásában és mérésekben való részvétel.

A kozmikus müonok nyomkövetésén alapuló leképezés, a müográfia valódi tudományterületté nőtte ki magát, exponenciálisan növekvő nemzetközi tudományos közösséggel. Jóllehet a csoportunk eredetileg kisebb feladatként tekintett ezekre a fejlesztésekre, egyre több sikert és eredményt hozott a munka: két sikeres EU-pályázat, valamint ELKH-, NKFIH OTKA- és TKP-támogatással berendezések egész sorát sikerült kifejlesztenünk és bányászati, geológiai, geofizikai kutatásokban alkalmaznunk. A vulkánok megfigyelésére képes berendezés a Tokiói Egyetemmel közösen nyert szabadalmat, aminek a licencét azóta japán és finn vállalatok vették meg. A Lendület-pályázat lezárultával a müográfiai terület olyan jelentős lett, hogy egy új kutatócsoport alapult HUN-REN-támogatással, az egykori tag, Oláh László vezetésével.

A Lendület-pályázat elnyerése az egyik legjelentősebb fordulópont volt a pályafutásomban: megmutatta, hogy érdemes és lehetséges hazai nagyenergiás fizikai kutatásfejlesztéssel foglalkozni, jelentős és magas hozzáadott értékű feladatokat elnyerni és elvégezni. Rajtam kívül a kutatócsoport kulcsemberei is hazánkban dolgoznak annak köszönhetően, hogy két tag is visszatért: Hamar Gergő Triesztből, Oláh László pedig Tokióból, kapcsolatokat és többéves tapasztalatot hozva magukkal.



1. ábra: Részecskenyomok a CERN NA61 kísérlet LMPD detektorában (**balra**); illetve a berendezés fényképe (**jobbra**) mérés közben. A céltárgy középen helyezkedik el, az LMPD az atommag szétrobbanásakor keletkező törmelékeket méri.



2. ábra: A kutatócsoport által kifejlesztett és szabadalmaztatott müográfiai berendezés megvalósult változata Japánban, a Szakuradzsima vulkán mellett. Jobb oldalon látható ahogy a vulkán megjelenik a kozmikus részecskék által alkotott képen, amivel megfigyelhetővé vált a kürtő telítettsége, kitörési dinamikája

1. kép: Az eredeti kutatócsoport 2013-ban (balról jobbra): László András (az NA61 kísérlet hazai vezetője), Kiss Gábor, Bencédi Gyula, Márton Krisztina, Oláh László (jelenleg a Nagyenergiás Geofizikai Kutatócsoport vezetője), Hamar Gergő, Varga Dezső

2014

BÁRÁNY ATTILA PÁL

2014—2019

MTA—DE Lendület Magyarország a Középkori Európában Kutatócsoport

Magyarország helye és képe a középkori Európában

Debreceni Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bradács Gábor, Csernus Sándor, E. Kovács Péter, F. Romhányi Beatrix, Forisek Péter, Györkös Attila, Katona Csete, Kiss Gergely, Lindner Gyula, Novák Ádám, Pósán László, Szebelédi Zsolt

MEMHUNG.HU

Lendület
Program

A kutatócsoportunk szakmai alapját képező Memoria Hungariae műhely 2010 óta működik. A Magyar Királyság Európában elfoglalt helyének tárgyában végeztünk forrásfeltáró munkát külföldi levél- és kézirattárakban (London, Cambridge, Oxford, Párizs, Lille, Dijon, Róma, Varsó, Zágráb, Ljubljana, Bécs). Olyan iratokra koncentráltunk, amelyeknek nincs fotómásolatuk a Magyar Nemzeti Levéltárban. Ezeket online adatbázisban (lendulet.memhung.unideb.hu) közöljük, amelynek anyaga 9 levéltárból kerül ki. 10 éves fejlesztés után a 2.6.1.11-es verzió érhető el.

A kutatócsoport több intézmény (PTE, SZTE, BTK TTI) számos kutatóját fogta össze. 6 magyar, 1 idegen nyelvű monográfiát, 5 forráskiadványt, 8 tanulmánykötetet szerkesztettünk (5-öt idegen nyelven). 162 tanulmány és cikk (55 idegen nyelven, illetve külföldön) látott napvilágot (pl. *East Central Europe* [Brill]; *Nature*; *Mélanges d'École Française de Rome*; *Viking and Medieval Scandinavia* [Brepols]). 159 előadást tartottunk (ebből 55-öt idegen nyelven, illetve külföldön: pl. Balaguer, Belgrád, Marburg, Olomouc, Oxford, Párizs, Zágráb, Velence). 7 hazai és 5 nemzetközi konferenciát szerveztünk, lengyel, horvát, cseh, szlovák, román, szerb, német kutatók részvételével. Önálló szekciót szerveztünk Leedsben és Lleidában. Kiállítást szerveztünk az MTA BTK Régészeti Intézetével a szentendrei Ferenczy Múzeumban (*Pilisi gótika*). Többen kaptunk meghívást vendégoktatóként (Bamberg, Angers, Bécs, Toruń, Nagyvárad). Együttműködtünk a The Jagiellonians ERC-kutatócsoporttal (Oxford), a „Christian-Muslim Relations" projekttel (Lublin—Birmingham) ás az „Ordines Militares" programmal Toruńban.

4 tag megvédte MTA-doktori értekezését, öten egyetemi tanári kinevezésben részesültek, 2 tag habilitált, 3 megvédte PhD-értekezését. 4 fiatal nyert felvételt PhD-képzésbe, 1 külföldön. 2 tag lett az egyetem dolgozója. Többen nyertek el ösztöndíjakat (ÚNKP, EKÖP, NKA). A Lendület Program nekik is óriási energiát adott, és új utakat nyitott meg előttük.

A Memoria Hungaria műhely 2020—2021-ben a Debreceni Egyetemen a Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Programja, 2025-ig az NKFIH Tématerületi Kiválósági Programja keretében működött-működik. 2019—2023 között vezettem „A középkori magyar hadszervezet forrásai Európában (1301-1437)" című NKFIH-projektet (partnerek: Iparművészeti Múzeum; PPKE). Az NKFIH Tudományos Mecenatúra keretében konferenciát szerveztünk *Mercenaries and Crusaders* címmel. Tanulmánykötetünk napvilágot is látott, portugál és francia kooperációban. 2022-ben az ELKH (majd HUN-REN) keretében kutatócsoportot alakíthattunk „Középkori Magyarország és Közép-Európa Hadtörténete"

néven (befogadó a DE, 2027-ig). Számos fiatal kutatót foglalkoztatunk (a DE mellett a PPKE-ről is). Erősítjük nemzetközi kapcsolatainkat (Lleida, Würzburg, Utrecht). Meghívtunk német, lengyel, holland vendégprofesszorokat.

2019-től vezetem Debrecenben a Közép- és Koraújkori Magyar Történeti és Segédtudományi Tanszéket, 2020-tól a Történelmi és Néprajzi Doktori Iskolát. A Gróf Tisza István Alapítvány professzoraként is tevékenykedem. 2023-tól a Magyar Történelmi Társulat és az MTA II. Osztálya Történettudományi Bizottságának alelnöke vagyok. Elnyertem a Magyar Érdemrend polgári tagozata tisztikeresztjét, az OTDT Mestertanár díját. 4,5 PhD-hallgatóm szerzett fokozatot, 10,5 abszolutóriumot (1 külföldön), további 3 hallgatóm aktív.

2019 óta 55 tanulmányt/cikket közöltem, ebből 14-et külföldön (pl. *English Historical Review*, *Speculum*; kiadók: Oxford UP, Brepols, Brill, Passés Composés Paris); 5 tanulmánykötetet szerkesztettem, 3-at idegen nyelven; 28 előadást tartottam, 13-at idegen nyelven, illetve külföldön (pl. Gdańsk, Vajdahunyad, Bécs, London). Szekciót szerveztem Pozsonyban és Leedsben. Együttműködést építettem ki a wrocławi, a rennes-i, a coimbrai és a nancyi egyetemmel.

1. kép: A kutatócsoport által szervezett konferenciák

2. kép: A kutatócsoport publikált kötetei

3. kép: A kutatócsoport tagjai

BAY PÉTER

2014—2019

MTA—DE Lendület Sejtmetabolizmus Kutatócsoport

A mikrobiom és a tumormetabolizmus — a tumor, a gazdaszervezet és a mikrobiom kölcsönhatásai

Debreceni Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Omar Abdul-Rahman, Antal Dóra, Bagosi Zsanett, Bajusz Nikoletta, Balla Noémi, Bancsi László, Dér Ádám, Fodor Tamás, Gelenczei-Finta László, Jankó Laura, Kovács Patrik, Kovács Tünde, Lente Gréta, Lovas Bence, Márton Judit, Mikó Edit, Nagy Lilla, Rauch Boglárka, Sári Zsanett Mercédesz, Szántó Magdolna, Szeőcs Dóra, Ujlaki Gyula, Vida András

Lendület
Program

A mikrobiom, a mikrobiom-változások (ún. diszbiózis) és az ezekhez kapcsolódó betegségek (pl. elhízás, inzulinrezisztencia) egyre szélesebb körben válnak ismertté. Kutatásaink arra irányultak, hogy megértsük a daganatok és a mikrobiom közti kapcsolatot. A daganatos betegek több mikrobiom-kompartmentjében diszbiózis lép fel, többek között a bélben. Az MTA Lendület Programjának keretében a mikrobiomot és a daganatokat összekötő kétirányú kapcsolatot vizsgáltuk, illetve azt, hogy ezek a kapcsolatok hogyan segítik elő a daganatprogressziót.

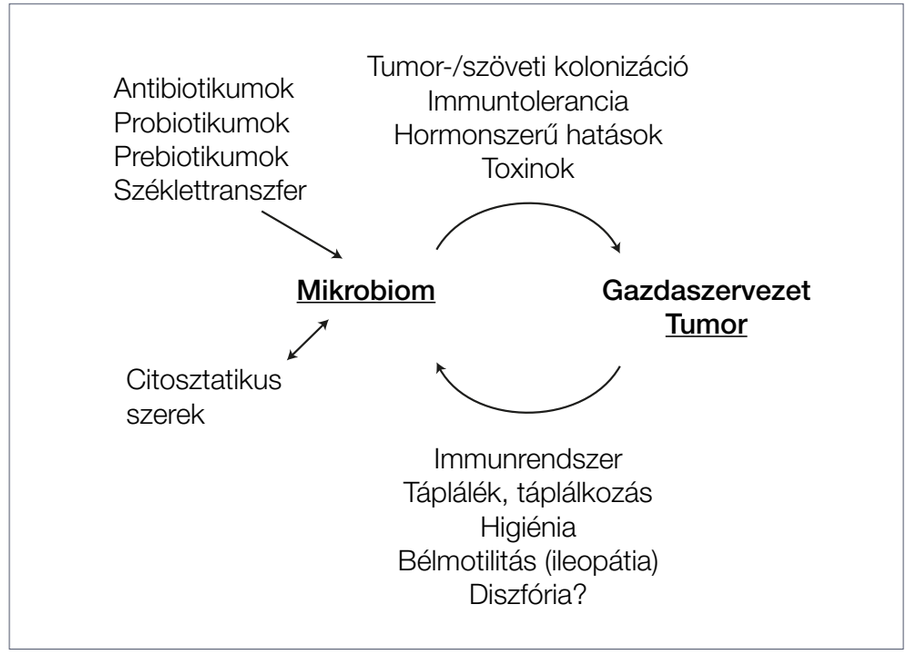
A mikrobiomot alkotó baktériumok nagyszámú kismolekulát termelnek, amelyek a bélből való felszívódás után a vérárammal elkerülnek a daganatokhoz, hasonlóan a klasszikus hormonokhoz. A bélmikrobiom bioszintetikus kapacitása a legnagyobb, mert a legnagyobb tömegben itt találhatóak baktériumok, tehát a szisztémás keringésbe kerülő mikrobiális metabolitok döntő többsége ebben a kompartmentben szintetizálódik. Az általunk azonosított, bélbaktériumok által termelt metabolitok döntő többsége citosztatikus hatású. Kimutattuk, hogy az emlődaganatos betegekben e metabolitok termelődése lecsökken, és így az onkobiom elősegíti a daganatprogressziót. Kimutattuk, hogy a metabolitok a daganatsejtekben széles körű változásokat indukálnak, amelyek középpontjában a daganatsejtekben kiváltott enyhe oxidatív stressz és az anyagcsere átrendeződése áll. E változások gátolják a daganatsejtek mozgását és áttétképző képességét. Párhuzamosan ezekkel a vizsgálatokkal elkezdtük azon útvonalak feltárását, amelyeken keresztül a tumorok megjelenése a diszbiotikus mikrobiom kialakulásához vezet.

E vizsgálatok eredményeinek felhasználásával szabadalmi bejelentéseket tettünk a bakteriális metabolitok terápiás és diagnosztikai alkalmazására daganatos betegségekben. Továbbá olyan markereket azonosítottunk, amelyekkel az emlődaganat korai stádiumban detektálható székletből. Jelenleg alkalmazott kutatások zajlanak ezen a területen, célunk az eljárás bevezetése a klinikai gyakorlatba.

A Lendület Program legfontosabb hozadéka a kutatócsoport szempontjából, hogy lehetővé tette a csoport dinamikus növekedését és fejlődését. A kutatócsoport egyik fontos feladata, hogy képezze és fejlessze a csoport tagjait, és elősegítse szakmai fejlődésüket. E törekvésünket mutatja a Lendület Program kezdete óta megszerzett 6 PhD-fokozat, 1 megszerzett MTA doktora cím, 1 induló MTA doktora címszerzési folyamat, illetve a habilitációs eljárások.

A laboratórium egy tagja saját kutatócsoportot indított. Széles körű nemzetközi és hazai kollaborációs hálózatot alakítottunk ki alapkutatással foglalkozó laboratóriumokkal és klinikákkal.

Kutatásainkat folytatjuk a daganatos betegségekkel kapcsoltan megjelenő diszbiózis és a daganatok közti kapcsolatok területén azzal a céllal, hogy a klinikai gyakorlatban kiaknázható terápiás és diagnosztikai támadáspontokat azonosítsunk.



1. ábra: A gazdaszervezet és a mikrobiom közti kapcsolat kétirányú

DOMBI PÉTER

2014—2018

MTA Wigner Lendület Ultragyors Nanooptika Kutatócsoport

Az ultragyors nanooptika

HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bánhegyi Balázs, Bódi Balázs, Václav Hanus, Kalmárné Csajbók Viktória, Lovász Béla, Márton István, Nagy Benedek, Pápa Zsuzsanna, Rácz Péter, Sándor Péter

FEMTOLAB.HU

Lendület
Program

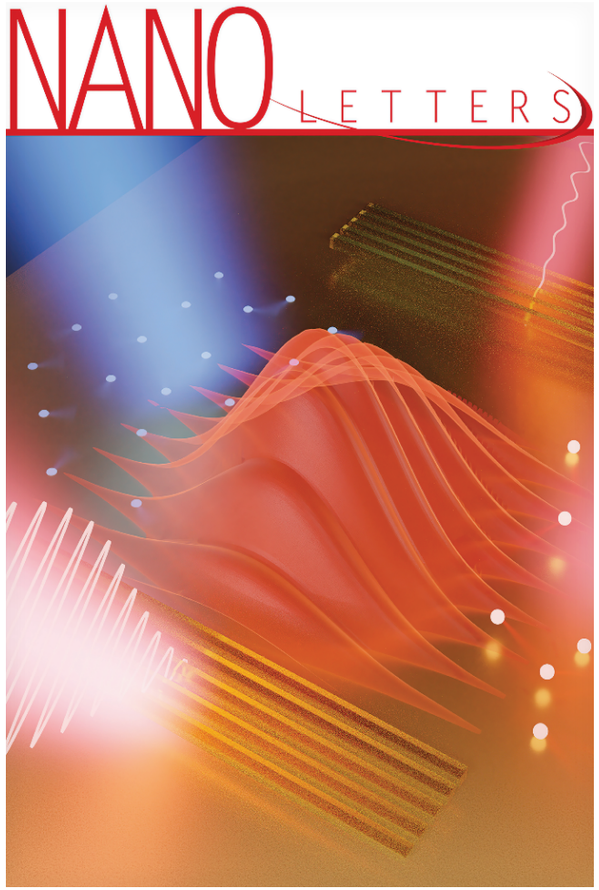
Kutatócsoportunk 2014-ben alakult meg, miután németországi állásajánlatok helyett a budapesti csoportalapítást választottam. A kutatócsoport nemcsak Lendület-csoportként alakult meg, hanem egyidejűleg Magyarország első Max Planck-partnercsoportjaként kezdte meg a működését, mégpedig a Nobel-díjas Krausz Ferenccel együttműködésben.

Az eredetileg 5 fős kutatócsoport mára 13 főssé bővült, és az elmúlt 10 évben Magyarország egyik vezető kísérleti fizikai műhelyévé nőtte ki magát. A klasszikus „tabletop" kísérleti fizikai megközelítéssel, folyamatos laborfejlesztéssel számos fontos eredményt szolgáltattunk a nemzetközi lézerfizikai közösségnek, melyek rangos, budapesti eredményekre épülő publikációkban is megnyilvánultak. A csoport ebben az időszakban 4 *Nature Communications*, 4 *Nano Letters*, 1 *Physical Review Letters*, 1 *Optica* folyóiratban publikált kísérleti cikket tud felmutatni, valamint 2020-ban fontos összefoglaló tanulmányt is közöltünk a *Reviews of Modern Physics* folyóiratban.

A csoport nemcsak fontos felfedező kutatási eredményeket közölt a lézerfizika, a nanooptika és az ultragyors folyamatok kutatása terén, hanem alkalmazott kutatási projekteket is megvalósított, amelyek lézernyalábok egyedülálló karakterizálását vagy akár napelemek továbbfejlesztését is elősegítik azzal az egyedülálló módszertannal, amely mára szintén hazai fejlesztésként kerül be egyre több kutatócsoport eszköztárába.

Elmondható, hogy a magyar lézeres közösségben iskolateremtő szerepet töltök be, hiszen a budapesti kutatási eredmények eddig 7 megvédett PhD-disszertációt tettek lehetővé, és jelenleg is további 5 doktorandusz témavezetését végzik a kutatócsoport tagjai. A csoport kinevelte a magyar lézerfizikus posztdoktorok következő generációját is, hiszen olyan, többszörösen kitüntetett kutatók dolgoznak a csoport tagjaként, mint Pápa Zsuzsanna, Budai Judit, Rácz Péter és Václav Hanus.

A budapesti laborfejlesztések mellett a csoport aktív user grouppá nőtte ki magát, amelyik jelentős kezdeményező szerepet játszik a szegedi ELI-ALPS lézerközpont kutatási berendezéseinek maximális kihasználásában. A lézerközpontban megvalósított első projektek mellett a csoport szakértelme nagymértékben elősegíti Magyarország legfontosabb nemzetközi kutatási létesítményének legjobb kihasználását és folyamatos továbbfejlesztését.



1. kép: A csoport forró elektronokkal kapcsolatos kutatásai a *Nano Letters* címlapján

2. kép: A kutatócsoport tagjai

DOSZTÁNYI ZSUZSANNA

2014—2019

MTA—ELTE Lendület Bioinformatika Kutatócsoport

Lineáris motívumok által közvetített fehérje-kölcsönhatások nagyskálás feltérképezése

Eötvös Loránd Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Erdős Gábor, Fülöp Máté, Hajdu-Soltész Borbála, Mészáros Bálint, Mezei Zoltán, Pajkos Mátyás, Szaniszló Tamás

DLAB.ELTE.HU

Lendület
Program

A sejtben lezajló biológiai folyamatok helyes működéséhez elengedhetetlen, hogy a fehérjék csak megfelelő helyen, időben és körülmények között kapcsolódjanak egymáshoz. Ennek szabályozásában kulcsszerepet játszanak a rövid lineáris motívumok, amelyek általában a fehérjék rendezetlen, mozgékony részein találhatók. Bár az utóbbi években a lineáris motívum kölcsönhatásainak biológiai fontossága egyre inkább elfogadottá vált, az ilyen típusú kölcsönhatások jelentős része még felfedezésre vár, mivel speciális tulajdonságaik miatt hagyományos módszerekkel nehezen vizsgálhatók. Ezért továbbra is nagy szükség van újfajta megközelítésekre és átfogó vizsgálatokra a lineáris motívumok rendszereinek tanulmányozásához.

Kutatócsoportom 2014. szeptember 1-jén kezdte meg működését az ELTE Biokémia Tanszékén. A pályázati időszakban, illetve az azt követő 5 évben a csoport a lineáris motívumok és kötőfehérjéik kölcsönhatását tanulmányoztam kísérletes és számítógépes módszerek, valamint különböző betegségekhez kapcsolódó adatok kombinálásával.

Kutatásaink során új bioinformatikai módszereket alkalmaztunk és dolgoztunk ki a rövid lineáris motívumok azonosítására, és gazdagítottuk az ismert kölcsönhatások és a hozzájuk kapcsolódó biológiai funkciók körét. Többek között feltérképeztük az LC8 fehérje kölcsönhatási hálózatát, és felfedeztük, hogy a korábban dinein-motorkomplex részeként azonosított fehérje evolúciósan konzervált, fontos szerepet játszik a Hippo jelátviteli útvonalban és a centroszómában is.

Másik fontos kutatási területünk a rák és a rendezetlenség kapcsolatának vizsgálata volt. Ennek keretében kifejlesztettünk egy új módszert, amellyel nemcsak teljes fehérjék, hanem azon belül olyan rendezett és rendezetlen fehérjerészek is azonosíthatók, amelyek gyakran mutálódnak különböző rákos betegek mintáiban. Vizsgálatainkkal kimutattuk, hogy a rendezetlen fehérjék fontos funkciós helyei, ezen belül például a fehérjék lebontását szabályozó degronok kulcsszerepet játszanak a rák kialakulásában. Ezek az eredmények is megerősítik azt a feltételezést, hogy a rendezetlen fehérjék kulcsszerepet játszhatnak bizonyos betegségek kialakulásában, és potenciálisan új terápiás megközelítések kiindulópontjai lehetnek.

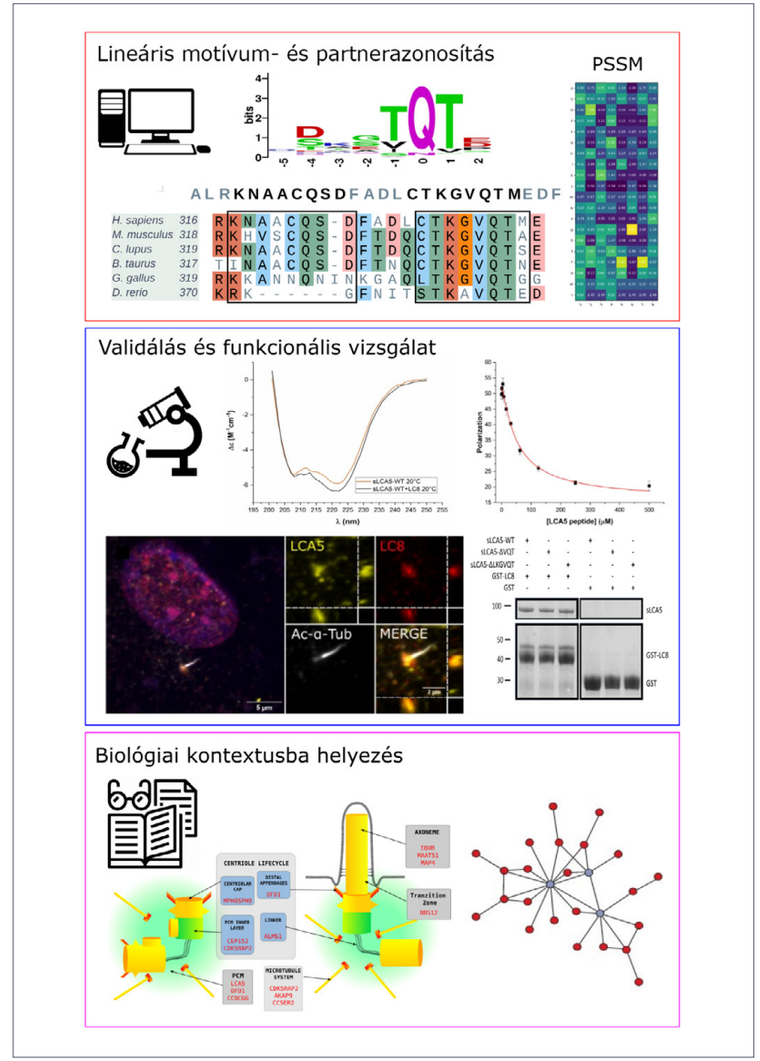
Nagy hangsúlyt fektetünk a rendezetlen fehérjék kutatását elősegítő bioinformatikai eszközök fejlesztésére. Ennek keretében továbbfejlesztettük az IUPred rendezetlenségjósló és az ANCHOR kötőhelyjósló módszereket, amelyekhez

ipari licencet is készítettünk. Hazai és nemzetközi együttműködések keretében részt vettünk több, rendezetlen fehérjékkel kapcsolatos adatbázis fejlesztésében, valamint a tárolt adatok elérhetőségének javításában.

Csoportunk aktívan részt vesz az ELTE Biológiai Intézetében zajló oktatásban, bioinformatikai kurzusokat indítottunk, és vezetésünkkel kidolgozták és elindították az ELTE biológus mesterszakon a bioinformatikai specializációt. A csoportból eddig hárman szereztek PhD-fokozatot, és jelenleg 3 aktív PhD-hallgató dolgozik itt. A korábbi csoporttagok közül többen neves külföldi laboratóriumokban (EMBL, Zürichi Egyetem, CNRS) folytatták pályafutásukat. A csoport több nemzetközi együttműködésben is részt vesz (COST, MSCA). Jelenleg tagjai vagyunk egy MSCA doktori hálózatnak és egy MSCA kutatócsere-programnak, továbbá konzorciumvezetők egy Twinning-pályázatban, amelynek során a Padovai Egyetemmel és a Cambridge-i Egyetemmel, valamint a neurodegeneratív betegségeket kutató német intézettel (Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen) fogunk együttműködni a rendezetlen fehérjék biomedicinális alkalmazásának elősegítése érdekében.

Az elmúlt 10 évben a rendezetlen fehérjék kutatása jelentős előrelépéseket ért el, amihez kutatócsoportunk is fontos hozzájárulásokat tett. Míg a globuláris fehérjék kutatásában a mélytanulásos módszerek áttörést hoztak, a rendezetlen fehérjék és a lineáris motívumok kutatása továbbra is számos izgalmas, feltárásra váró problémát rejt.

1. kép: A kutatócsoport tagjai 2022-ben (Gemenc) (balról jobbra): Deutsch Norbert, Dosztányi Zsuzsanna, Ujvári Vera, Szaniszló Tamás, Pajkos Mátyás, Erdős Gábor



1. ábra: Új, lineáris motívumok által közvetített kölcsönhatások felfedezése. Az ábra bemutatja azt a folyamatot, amellyel új lineáris motívumok által közvetített kölcsönhatások azonosíthatók és kapcsolhatók össze sejtbeli funkciókkal. A példában az LC8 fehérjéhez kötődő motívumokat vizsgáljuk centroszomális fehérjékben. **Fent:** A konzervált szekvenciamintázatok lehetséges kötőhelyeket jeleznek. **Középen:** A kísérletek megerősítik a kölcsönhatásokat, és megmutatják, hol történnek a sejtben. **Lent:** A validált motívumok a sejtes környezetben láthatók. A megközelítés alkalmazása rávilágít az LC8 szerepére a centroszóma és a csilló felépítésében és működésében.

JAKUS ZOLTÁN PÉTER

2014—2019

MTA—SE Lendület Nyirokélettani Kutatócsoport

A pulmonális nyirokrendszer fejlődése és szerepe a tüdő felkészítésében az újszülöttkori légzésre

Semmelweis Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Ajtay Kitti, Aradi Petra, Bálint László, Carolin Christ, Kemecsei Éva, Kovács Gábor, Németh Valéria, Ocskay Zsombor, Styevkóné Dinnyés Andrea, Szőke Dániel

SCHOLAR.SEMMELWEIS.HU/JAKUSZOLTAN/HU/NYIROKELETTANI_KUTATOCSOPORT

Lendület
Program

Az orvosi diploma és a PhD-fokozat megszerzését követően új tudományos irányokat keresve a Pennsylvaniai Egyetemen dolgoztam az Egyesült Államokban, ahol az orvosbiológia egy dinamikusan fejlődő területével, a nyirokrendszer vizsgálatával foglalkoztam. A Lendület Programban elnyert támogatás tette lehetővé, hogy visszatérjek Magyarországra, és önálló csoportot indítsak a Semmelweis Egyetem Élettani Intézetében. Az utóbbi években a kollégáimmal felépítettünk egy transzlációs szemléletű kutatócsoportot, amely a nyirokrendszer szervspecifikus funkcióinak a megismerésére fókuszál fiziológiás és patológiás körülmények között transzgenikus egérmodelleket felhasználva.

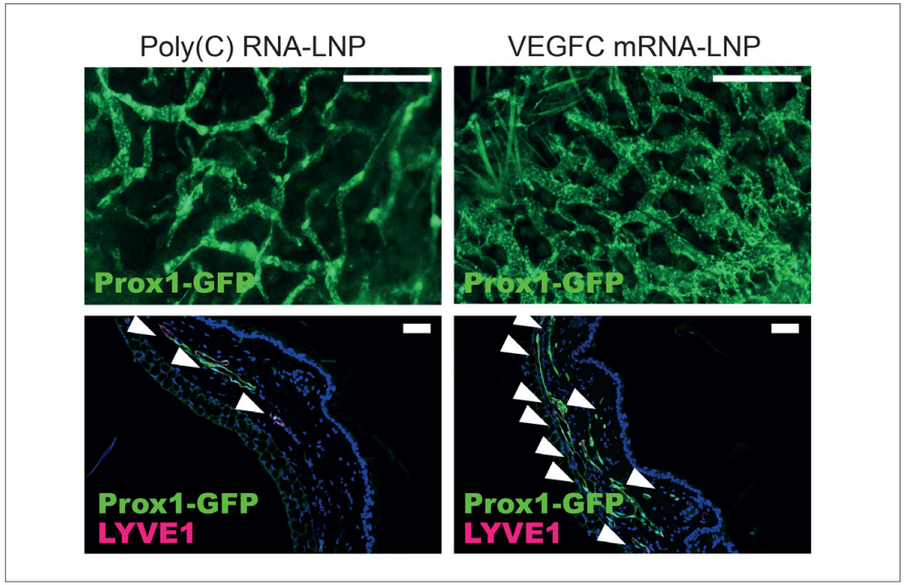
A legjelentősebb eredményeink, amelyeket jelentős nemzetközi tudományos folyóiratokban közöltünk, a következők. Kifejlesztettünk egy nukleozidmódosított mRNS-alapú rendszert, amely a VEGFC nyirokér-növekedési faktor kifejezésén keresztül lehetővé teszi a szervspecifikus nyirokér-növekedés serkentését és a kísérletes nyiroködéma visszafordítását. Allergiás kontakt dermatitisz állatmodelljében feltártuk a nyirokerek szerepét a betegség szenzibilizációs és elicitációs fázisaiban. Igazoltuk, hogy a nyirokáramlás károsodása esetén zavart szenved a posztnatálisan kialakuló meningeális nyirokerek érési programja. Feltártuk a CCBE1 szerepét az agyhártyanyirokerek fejlődésének és fenntartásának a szabályozásában. Kimutattuk egy genetikai modellben, hogy a magzati légzőmozgások károsodása mellett zavart szenved a nyirokáramlás is a fejlődő tüdőben. Az eredményeink felvetik, hogy a magzati légzőmozgások a pulmonális nyirokerekkel együttműködve készítik fel a tüdőt az újszülöttkori légzésre. Kimutattunk nemtől függő különbségeket az ateroszklerózis kórfolyamatában, és ezzel párhuzamosan jellemeztük az artériafal nyirokérstruktúráit. Kifejlesztettünk egy hatékony megközelítést a nyirokerek térbeli és időbeli növekedésének monitorozására átlátszóvá tett szövetekben. Igazoltuk, hogy a spirális artéria a placentában nyirokérmarkereket fejez ki, és a strukturális átalakulásuk hatékony lezajlásához elengedhetetlen a VEGFC/VEGFR3 nyirokér-növekedési jelpálya.

Aktív tudományos együttműködést tartunk fenn a tudományterület meghatározó műhelyeivel (University of Pennsylvania, USA; University of North Carolina Chapel Hill, USA; Memorial Sloan Kettering Cancer Center, USA; Northwestern University, USA). Az utóbbi években rendszeresen meghívott előadó lehettem rangos nemzetközi konferenciákon, így többek között a Next-Generation Nanomedicine — Keystone Symposia, a 9th International mRNA Health Conference, a 29th ISL World Congress of Lymphology és a 47th European Society of Congress of Lymphology említhető példaként. Nagy megtiszteltetés továbbá,

hogy 2024 novemberében meghívott előadóként lehettem részese a Karikó Katalin, Drew Weissman és Uğur Şahin által szervezett mRNS-konferenciának Szegeden.

Tudományos munkámat több díjjal ismerték el (pl. Junior Prima díj, Miklós György-díj, Merit díj, Kiváló tudományos diákköri nevelő). Munkatársaim is számos elismerésben részesültek. Kiemelném, hogy Kovács Gábor elnyerte a Pro Scientia Aranyérmesek Társaságának Reménység díját. A Semmelweis Egyetemen habilitációs oklevelet szereztem. A kutatócsoport vezetőjeként aktívan és intenzíven részt veszek az egyetem tudományos diákköri és PhD-képzési programjaiban.

Összességében a Lendület Program megteremtette a lehetőségét annak, hogy egy hosszú távú stratégiát követve elindítsak egy teljesen új kutatási programot a Semmelweis Egyetemen. A csoport vezetőjeként büszke vagyok arra, hogy ez új és egyben önálló irányokat követve valósulhatott meg, a kutatócsoport nemzetközileg is elismert, és felkerült a tudományterület térképére.



1. ábra: A nukleozidmódosított VEGFC mRNS-kezelés helyi nyirokérnövekedést eredményez
Forrás: Szőke et al.: Nucleoside-modified VEGFC mRNA induces organ-specific lymphatic growth and reverses experimental lymphedema. *Nature Communications*, 2021, 12, 3460.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): hátsó sor: Ocskay Zsombor, Kovács Gábor, Jakus Zoltán, Mohsen Pourmohammad, Antal-Köz Csaba; első sor: Fekete Anna Dorina, Griger Hanna, Németh Valéria, Sági Stella Márta, Tibiássy Tímea, Molnár Kornél, Kovács-Kemecsei Éva

JUHÁSZ GÁBOR

2014—2019

MTA SZBK Lendület Drosophila Autofágia Kutatócsoport

Az autofágia szerepe és szabályozása Drosophilában

HUN-REN Szegedi Biológiai Kutatóközpont

2023—2028

MTA—SZBK Lendület Lizoszómális Degradáció Kutatócsoport

Miért rendkívül sokfélék a lizoszómák?

HUN-REN Szegedi Biológiai Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Hussein Abuammar, Benkő Péter, Bíró Judit, Blastyák András, Boda Attila, Bozsó Szilvia, Csizmadia Tamás, Csordás Gábor, Dénes Dániel, Erdődi Ildikó, Daniela Evdokimova, Fehérné Juhász Erzsébet, Feil-Börcsök Dalma, Glatz Gábor, Hevérné Laczkó-Dobos Hajnalka, Horváth V. Gábor, Jipa András, Kenéz Lili, Kiss Viktória, Kovács Attila, Lakatos Enikő, Lakatos Zsolt, Lévay Luca, Lőrincz Péter, Lőw Péter, Maruzs Tamás, Pálfia Zsoltné Sipos Sarolta, Péter Lilla, Rubics András, Simon-Vecsei Zsófia, Somogyi Réka, Szabó Áron, Szenci Győző, Takáts Szabolcs, Tóth Sarolta, Ürmösi Adél, Varga Kata, Vincze Virág

JUHASZLAB.ELTE.HU

Lendület
Program

Autofágia során az eukarióta sejtek felesleges és sérült saját anyagaikat autofagoszómának nevezett vezikulumokba csomagolják, és a lebontásukat végző lizoszómákba szállítják. Az autofagoszómák kialakulásához evolúciósan konzervált Atg fehérjék szükségesek, amelyek felfedezéséért a 2016-os orvosi-élettani Nobel-díjat egy japán kutatónak ítélték. Yoshinori Ohsumi munkássága révén vált nyilvánvalóvá, hogy a folyamat hibái számos emberi betegség kialakulásához járulnak hozzá, mint például a rák, a fertőzések, az Alzheimer- és Parkinson-kór.

2014-ben Haladó kategóriában elnyert első Lendület-pályázatomban 3 fő célkitűzésünk volt:

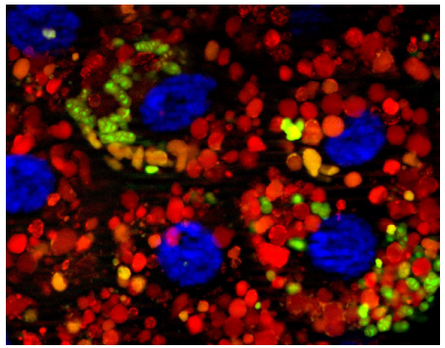
1. Az autofágiában és a kapcsolódó vezikulatranszport-utakban szereplő faktorok azonosítása és jellemzése. Ebből a témából 8 kísérletes cikket publikáltunk levelező szerzőségemmel.

2. A különféle anyagokat (hormonok, nyál, emésztőenzimek) termelő, azaz szekretáló sejtekben a kibocsátásra szánt anyagok egy része lebomlik, ahelyett, hogy a sejt kijuttatná ezeket a sejtközötti térbe. Kifejlesztettük az első olyan modellrendszert (*Drosophila*, azaz ecetmuslica nyálmirigyében), ahol genetikailag tudtuk vizsgálni a szekrétum lizoszomális lebontását: a krinofágiát. Elsőként azonosítottunk közel 20 ehhez a folyamathoz szükséges faktort, melyeket összesen 4 kísérletes cikkben jellemeztünk.

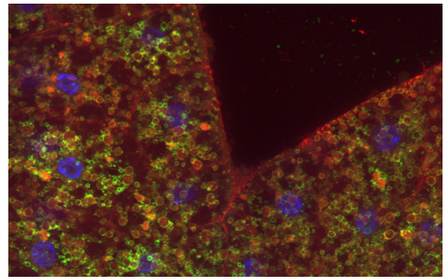
3. Autofág faktorok szerepének vizsgálata bélőssejtekben. A bélőssejtek biztosítják a bél fennmaradását, mivel az e szervünket bélelő hámsejtek rétege minden héten teljesen kicserélődik. Felfedeztük, hogy bizonyos autofágiában szereplő gének hibája rákos elváltozást, más géneké bélgyulladást, megint másoké pedig a bélőssejtek pusztulását okozza *Drosophilá*ban. Eredményeinket 3 kísérletes cikkben közöltük.

Ez a Lendület-támogatás adott lehetőséget arra, hogy az ELTE-n lejáró Wellcome Trust pályázatom mellett 2015. január 1-jén új csoportot alapítsak a Szegedi Biológiai Kutatóközpontban (SZBK). Kutatásaink iskolateremtő hatása korábbi tanítványaim sikerein keresztül látszik leginkább. A Lendület-projekten dolgozó munkatársaim közül eddig hárman alapítottak saját kutatócsoportot önálló pályázatok elnyerésével: Lőrincz Péter (Lendület Vezikuláris Transzport Kutatócsoport, ELTE); Arindam Bhattacharjee (Agharkar Research Institute, India); Takáts Szabolcs (ELTE). A pályázat a saját karrieremet is nagyban segítette: az MTA doktora cím 2016-os megszerzése után azonnal tudományos tanácsadónak neveztek ki az SZBK-ban.

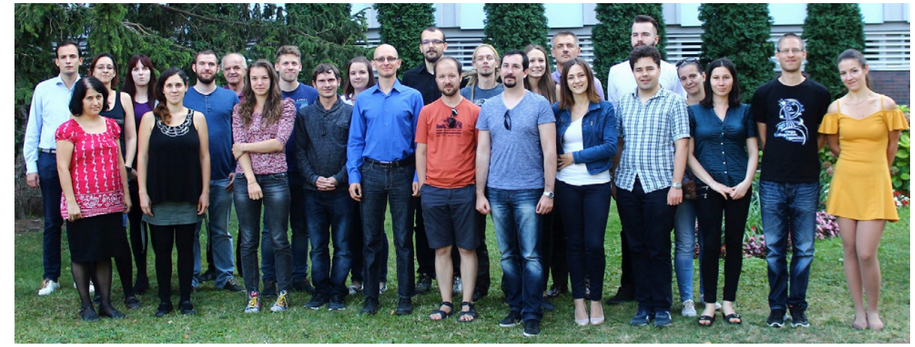
2023-ban másodszor is sikerült elnyerni a Lendület-pályázatot Haladó kategóriában. Előzetes eredményeink alapján tudtuk, hogy a lizoszóma lebontó aktivitásához szükség van a lizoszómába különféle anyagokat szállító vezikulumok fúziójára (tehát a lebontandó szállítmány érkezése váltja ki a lizoszóma savasodását és a lebontó enzimek aktiválódását). Kutatásaink során egyrészt az autofagoszóma-lizoszóma fúzióban szereplő Syntaxin 17 fehérje membránkötésének módját vettük górcső alá. Másrészt vizsgáljuk, hogy a lizoszómák sokféleségét milyen molekuláris összetételben tetten érhető különbségek jellemzik, és hogy ezek hogyan viszonyulnak az egyedi lizoszómák szintjén jelentkező, feltehetően ciklikus aktivitáshoz. Az első év fő eredményei: egyrészt sikerült kémcsőben rekonstruálni a Syntaxin 17 fehérje vízoldékony állapotból membránba épülését, másrészt humán sejttenyészeti rendszerben végzett kísérleteink rámutattak, hogy az autofagoszómán szintetizálódó foszfolipid (PI4P) biztosítja azt a negatív töltést, ami a pozitívan töltött fehérjét odatoborozza. A lizoszomális aktivitás szempontjából pedig azonosítottuk egy kalcium-ioncsatorna (TRPML1) kulcsszerepét, amelynek mutációi a mukolipidózis nevű, gyermekkorban jelentkező neurodegenerációs betegséget okozzák. Jelenleg a Syntaxin 17 kötőpartnereit vizsgáljuk, valamint a lizoszómák összetételének meghatározásán dolgozunk, hogy jobban megértsük működésüket.



1. kép: Krinofág lebontás a nyálmirigyben. A mikroszkópos felvételen a *Drosophila* nyálmirigyének részlete látszik. A kék festés a sejtmagokat jelöli, míg a szekrécióra szánt anyagot tartalmazó hólyagocskák zöld-sárga vagy (lizoszomális egyesülést követően) piros színben mutatkoznak.



2. kép: Autofág lebontás a zsírszövetben. A *Drosophila* zsírszövetében éhezésre vagy hormonális hatásra az elraktározott anyagok nagymértékű lebontása figyelhető meg. A mikroszkópos felvételen kékkel a sejtmagok, zölddel egy lizoszomális egyesülésben szereplő fehérje, míg pirossal az ilyenkor nagy számban megjelenő emésztő lizoszómák (és a sejtek határai) jelölődnek.



3. kép: A kutatócsoport tagjai 2017-ben (balról jobbra): hátsó sor: Szenci Győző, Simon-Vecsei Zsófia, Ürmösi Adél, Rubics András, Horváth V. Gábor, Lakatos Zsolt, Somogyi Réka, Jipa András, Glatz Gábor, Lévay Luca, Lőw Péter, Benkő Péter, Bozsó Szilvia; első sor: Hevérné Laczkó-Dobos Hajnalka, Varga Kata, Kenéz Lili, Boda Attila, Juhász Gábor, Maruzs Tamás, Lőrincz Péter, Kiss Viktória, Takáts Szabolcs, Börcsök Dalma, Csizmadia Tamás, Tóth Sarolta

4. kép: A kutatócsoport tagjai 2024-ben (balról jobbra): Csordás Gábor, Maruzs Tamás, Péter Lilla, Daniela Evdokimova, Lakatos Enikő, Fehérné Juhász Erzsébet, Blastyák András, Juhász Gábor, Szabó Áron, Feil-Börcsök Dalma, Erdődi Ildikó, Hussein Abuammar, Dénes Dániel, Vincze Virág, Bíró Judit

KÓSPÁL ÁGNES

2014—2018

MTA CSFK Lendület Korong-kutató Csoport

Csillag körüli korongok dinamikája — csillag- és bolygókeletkezés az ALMA-korszakban

HUN-REN Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Ábrahám Péter, Bőgner Rebeka, Andrés Carmona, Gianni Cataldi, Lei Chen, Csépány Gergely, Dencs Zoltán, Elek Elza, Faragó Zsuzsanna, Fehér Orsolya, Forró Adrienn, Király Sándor, Kun Mária, Mező György, Moór Attila, Németh András, Novák Roland, Pál András, Papp Sándor, Nicole Pawellek, Regály Zsolt, Szabó Zsófia, Zsidi Gabriella

WEBARCH.KONKOLY.HU/DRG

Lendület
Program

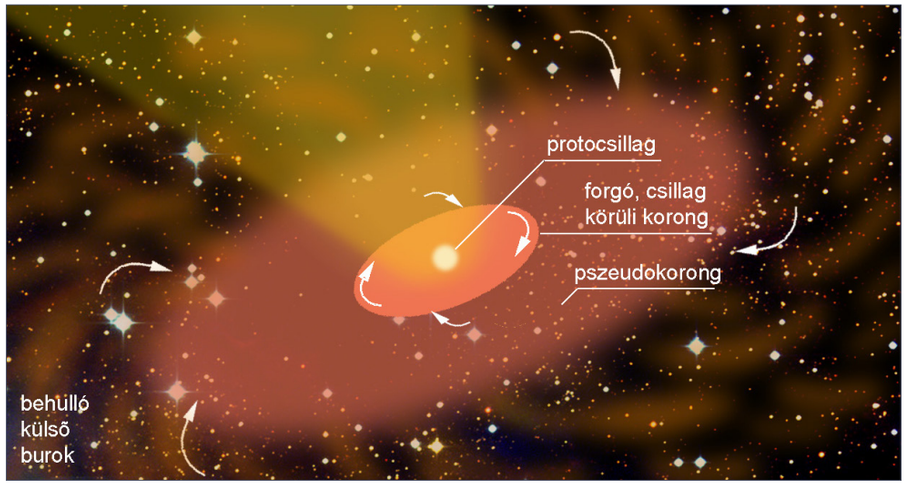
Miután az ELTE-n summa cum laude minősítéssel PhD-fokozatot szereztem, posztdoktori ösztöndíjasként a Leideni Obszervatóriumban majd az Európai Űrügynökségnél dolgoztam. 6 év hollandiai kutatómunka után 2014-ben tértem haza Magyarországra a MTA Lendület Programjának ösztöndíjával. A kutatócsoportomat az akkori MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézetében alakítottam ki. A Lendület-projekt célja a Nap-típusú csillagok és bolygórendszereik keletkezésének vizsgálata volt a legfejlettebb csillagászati csúcsműszerek és számítógépes szimulációk használatával. Ehhez a fiatal, még születőben lévő csillagokat körülvevő por- és gázkorongok fizikáját tanulmányoztuk: a legnagyobb távcsövekkel eredtünk a legkisebb részletek nyomába. Észleléseket végeztünk például a chilei ALMA rádióantenna-rendszerrel, egy olyan világszínvonalú műszeregyüttessel, amely a Hubble űrtávcsőhöz hasonló forradalmat indított el a csillagászatban. A távcsöves megfigyeléseket hidrodinamikai és radiatívtranszfer-szimulációkkal egészítettük ki.

Egyik legérdekesebb eredményünk az volt, hogy elsőként sikerült megfigyelnünk az anyagáramlásokat egy kitörésben lévő fiatal csillag környezetében. A V346 Normae egy 0,1 naptömegű, néhány százezer éves, jelenleg is növekvő protocsillag. A rendszer külső részén egy nagy, ritkás anyagburok helyezkedik el, amelyből a gáz és a por a központ felé hullik. Belül egy lapos korong található a születő csillag körül, amelynek belső részéről a csillag anyagot fog be, külső részét pedig a burokból behulló anyag táplálja. Utóbbi áramlásnak a mértékét sikerült most első alkalommal pontosan megmérnünk: kb. két földtömegnek adódott évente. Ez lényegesen több, mint amennyi anyag a csillag körüli korongról a protocsillagra hullik, amikor nincs kitörésben. A megfigyelések első ízben szolgáltattak közvetlen bizonyítékot arra, hogy a V346 Normaehoz hasonló fiatal égitestek kitörései akkor következnek be, amikor a belső és sűrűbb korongban annyira felhalmozódik a gáz és a por, hogy valamilyen instabilitás következtében időlegesen megnövekszik a protocsillagra történő anyagáramlás. A mérés egy alapvető fontosságú csillagászati folyamat megértéséhez járul hozzá: hogyan fejlődnek azok a csillag körüli korongok, amelyekből a Földhöz hasonló bolygók is kialakulhatnak.

Tudományos eredmények tekintetében a Lendület-pályázat eredményei hozzájárultak, hogy jobban megértsük a fiatal, kitöréseket mutató csillagok környezetének fizikáját. Meghatároztuk a fiatal csillagok körüli anyagburkok méretét, tömegét, morfológiáját, modelleztük a csillag körüli korongok belső szerkezetét és mozgásait, valamint megvizsgáltuk a korongok eltűnését és a bolygókkal való dinamikai kölcsönhatásukat. A jelenleg megszülető csillagok vizsgálatával

ezáltal kicsit közelebb jutottunk a saját Napunk és Naprendszerünk keletkezésének megértéséhez is. Infrastrukturális beruházás tekintetében beszereztünk egy számítógépet nagy számítási igényű numerikus hidrodinamikai és N-test szimulációk elvégzésére Tesla GPU egységek segítségével, továbbá műszaki fejlesztéseket is végeztünk a Piszkéstetői Obszervatórium távcsövein.

A Lendület Program tette lehetővé, hogy egy kollégámmal együtt határozatlan idejű szerződést kapjunk a Csillagászati Intézetben, több fiatal kollégát pedig sikerült elindítani a pályán, akik most neves külföldi egyetemeken, intézetekben végzik tanulmányaikat vagy munkájukat. A program keretében publikált eredmények és az ennek során felmerülő ötletek fontos szerepet játszottak abban, hogy 2017-ben elnyertem 1,3 millió eurót az Európai Kutatási Tanács Starting Grantjának keretében.



1. ábra: Évente közel két földtömegnyi anyag áramlik a V346 Nor jelű fiatal csillag környezetéből az égitest körüli korongra, majd hullik a születő csillagra, felfényléseket okozva. A nehezen megfigyelhető jelenséget Földünk mai legnagyobb távcsőrendszerével, az ALMA teleszkóppal azonosították magyar kutatók vezetésével. A mérés egy alapvető fontosságú csillagászati folyamat megértéséhez járul hozzá: hogyan fejlődnek azok a csillag körüli korongok, amelyekből a Földhöz hasonló bolygók is kialakulhatnak.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Lei Chen, Nicole Pawellek, Kóspál Ágnes, Ábrahám Péter, Andrés Carmona

MARIA *LUGARO*

2014—2019

MTA CSFK Lendület AGB Nukleáris Asztrofizika és Csillagpor Kutatócsoport (LANAC)

Óriáscsillagok szerepe a kozmikus kémiai fejlődésben

HUN-REN Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont

2023—2028

MTA—CSFK Lendület Nukleáris Égés Csillagokban Kutatócsoport

A meteoritokban megőrzött nukleáris égéstermékek mint nyomjelzői a Nap és a bolygók születésének

HUN-REN Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Balázs Gábor, Bányai Evelin, Hannah Brinkmann, Benoit Côté, Cseh Borbála, Carolyn Doherty, Farkas Szigfrid, Jacqueline den Hartogh, Taoyu Jiao, Kanizsai Péter, Molnár László, Pető Mária, Marco Pignatari, Plachy Emese, Soós Benjámin, Szabó Róbert, Szányi Balázs, Thomas Trueman, Világos Blanka, Benjamin Wehmeyer, Andrés Yagüe López

BURNINGSTARS.KONKOLY.HU

Lendület
Program

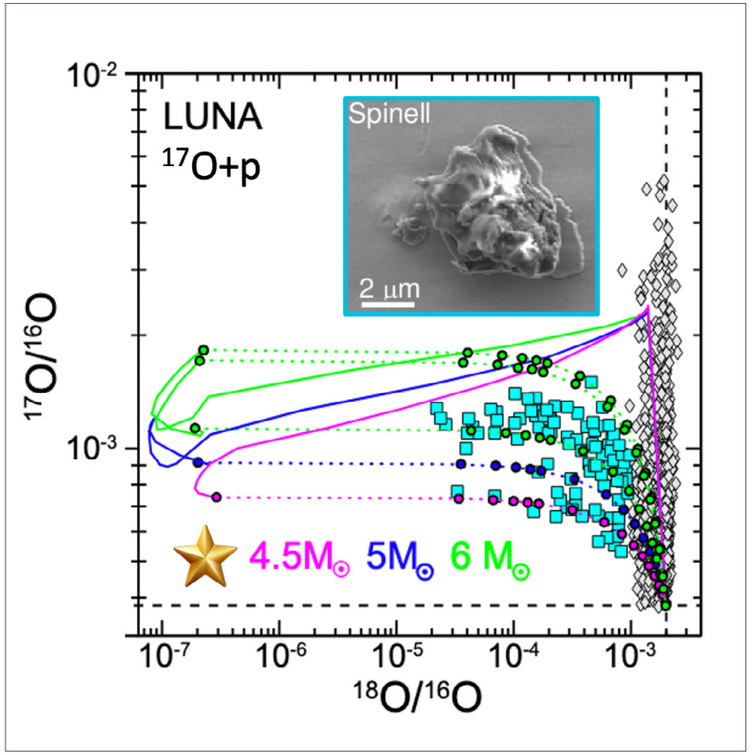
Az első Lendület-projekt arra a kérdésre összpontosított, hogy a Naphoz hasonló, kis tömegű csillagok életének utolsó, óriáscsillag-fázisához kapcsolódó csillagszele hogyan járul hozzá az univerzum és a Naprendszer kémiai összetételéhez. Az ilyen csillagok számos kémiai elemet hoznak létre az életük során, többek között olyanokat is, amelyek az életnek vagy a technológiának az alapját is képezhetik, vagyis a széntől és a nitrogéntől kezdve egészen az olyan nehezebb elemekig, mint a volfrám és az ólom. Apró csillagporszemcséket is termelnek, amelyek közül valamennyit akár meteoritokból is kinyerhetünk. A Lendület-csoport fedezte föl például, hogy a csillagok nehéz elemeivel kapcsolatos megfigyelések megmagyarázásához egy új, köztes neutronbefogási folyamat létezésére is szükség van; valamint azt is ez a csoport fedezte föl, hogy a meteoritokban található csillagporszemcsék jelentős részét a Napénál nagyjából kétszer nagyobb fémtartalmú csillagok hozták létre. Az ösztöndíj lehetővé tette számomra, hogy Ausztráliából visszaköltözzek Európába, ahol újra kapcsolatba kerülhettem a nukleáris asztrofizikai közösséggel, valamint különböző rangos nukleáris kísérleteket végző csapatokkal. 2015-ben például a LUNA kollaboráció tagjává váltam, amely a nukleáris asztrofizika egyik legsikeresebb kísérleti konstrukciója, valamint az első olyan, amelyik a föld alatt méri a nukleáris reakciósebességeket. A Lendület-csoport ennek a kapcsolatnak köszönhetően fedezte föl azt is, hogy a Napnál öt-hatszor nagyobb tömegű csillagok szintén jelentős részben felelősek a meteoritokban megtalálható csillagporért (*1. ábra*).

A Lendület Program keretében végzett munkának köszönhetően sikeresen pályáztam az ERC Consolidator Grantra egy olyan projekttel, amely a Nap születésénél jelen lévő radioaktív atommagok csillagok közt föllelhető eredetére összpontosít, mely atommagok aztán a radioaktív bomlásuk révén hozzájárultak a Naprendszer kőzettesteinek fölmelegítéséhez. Ennek érdekében ez a munka már kiterjedt a radioaktív anyagok egész tejútrendszerbeli evolúciójára is. Kihasználva, hogy bizonyos radioaktív anyagoknak hasonló a felezési idejük, a csoport fölfedezte a Nap keletkezése előtti utolsó neutroncsillag-összeolvadásnak az első közvetlen bizonyítékát, amely nagyjából 100 millió évvel a Nap keletkezése előtt történt (*2. ábra*). Ez különösen jelentős eredmény, mivel ezek az események nagyon ritkák, és nehéz közvetlenül megfigyelni őket.

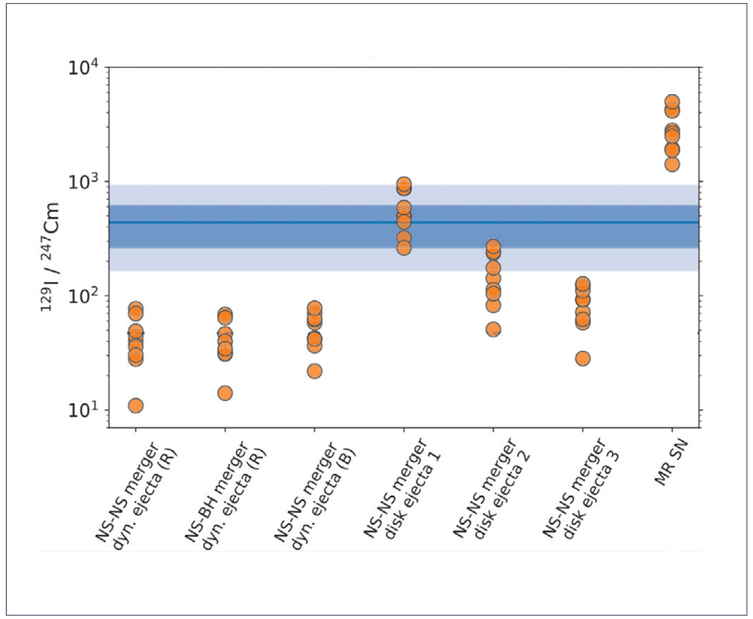
A Naprendszer különböző égitestein megfigyelhető különböző változások az atommagok arányaiban a kozmokémia jelenlegi egyik legvitatottabb témája, így a második Lendület-projekt ennek a problémának a kutatása céljából indult el. Ennek érdekében — valamint az ERC-projekt nyomán — a kutatások a Napnál jóval (legalább tízszer) nagyobb tömegű csillagok vizsgálatára is kiterjedtek,

amelyek életüket szupernóva-robbanással fejezik be, nem pedig a csillagszél fokozódásával, mint a kisebb tömegű csillagok. Fölfedeztük például, hogy a szupernóva-robbanást megelőzően egy masszív csillag belsejében a szén- és oxigénégető régiók közötti keveredés döntő fontosságú tényező számos ritka atommag keletkezésében.

Összességében a Lendület és az ERC támogatásai ezt a budapesti csoportot a nukleáris fizika, a csillagászat, az asztrofizika, valamint a kozmokémia területén dolgozó kutatók egyik fő nemzetközi találkozóhelyévé tették. 2015 óta több mint 10 külföldi kutató dolgozott a csoportban munkatársként, posztdoktorként és PhD-hallgatóként; 6 helyi diák — középiskolásoktól a PhD-hallgatókig — vett részt a kutatásban; és a csoport rövid vagy hosszú távú meglátogatása végett több mint 100 nemzetközi látogató érkezett Budapestre. Ezenkívül 3 nemzetközi konferenciát is szerveztünk: az elsőt az AGB-csillagokról szóló torinói workshop-sorozat részeként 2016 augusztusában, a másodikat az „Asztrofizika radioaktív izotópokkal” című workshopsorozat részeként 2022 júniusában; a harmadikat pedig a „p-folyamatú nukleoszintézis” című workshopsorozat részeként 2024 októberében. A Lendület- és az ERC-projektek eredményeit eddig mintegy 100, referált folyóiratban megjelenő tudományos cikkben publikáltuk, és így a csoport több mint 2100 független idézést gyűjtött össze.



1. ábra: A mikrométeres méretű csillagporszemcsék (mint például a jobb felső sarokban látható spinell) oxigén-összetétele ciánkék négyzetekkel jelölve. A vonalak és a kis pontok pedig a Napnál négy—hatszor nehezebb csillagok oxigénizotóp-evolúcióját jelölik. Az ábra tartalma a LUNA föld alatti kísérlet által elvégzett ^{17}O protonbefogási kísérletnek köszönhető, amely kétszer akkora értékről számolt be, mint a korábbi földfelszínen mért érték. *Forrás:* Lugaro, M. et al.: Origin of meteoritic stardust unveiled by a revised proton-capture rate of ^{17}O. *Nature Astronomy*, 2017, 1: 27.



2. ábra: A radioaktív jód és a kűrium (felezési idejük azonos, 16 millió év) meteoritokból következtetett arányát (kék terület) a legjobban a két neutroncsillag (NS) egyesülése (*merger*) körül keletkezett korongból (*disk*) származó kilövellések modelljei magyarázzák meg legjobban, jobban, mint a dinamikus (*dyn.*) kilövellések vagy a magnetorotációs szupernóvák (MR SN) kilövellései. Az egyes modellekhez tartozó pontok különböző magfizikai bemeneti adatok használatát jelölik.
Forrás: Côté, B. et al.: ^{129}I and ^{247}Cm in meteorites constrain the last astrophysical source of solar r-process elements. *Science*, 2021, Vol. 371, Issue 6532: 945—948.

1. kép: Csoportkép 2023. augusztus 23-án, az ERC-projekt záró workshopján. A workshopon a csapat korábbi és jelenlegi tagjai közül sokan részt vettek, köztük spanyol, holland és német posztdoktorok, diákok az Egyesült Királyságból és Magyarországról, a Konkoly-obszervatórium munkatársai, valamint látogatók Németországból és az Egyesült Királyságból. Balról jobbra: felső sor: Marco Pignatari, Cseh Borbála, Maria Lugaro, Jacqueline den Hartogh, Andrés Yagüe López, Roland Diehl kísérője, Georgy Makhatadze, Világos Blanka, Thomas Trueman; alsó sor: Soós Benjámin, Ramon Brasser, Roland Diehl, Martin Krause, Hannah Brinkman, Lorenzo Roberti, Benjamin Wehmeyer, Balázs Gábor, Thomas Lawson.

NAGY CSONGOR ISTVÁN

2014—2019

MTA—SZTE Lendület Föderális Piacok Kutatócsoport

Használni és kihasználni a közérdeket a szabad versennyel szemben

HUN-REN Társadalomtudományi Kutatóközpont; Szegedi Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Berezvai Zsombor, Wasiq Dar, Friedery Réka, Hajdu Gábor, Hoffmann Tamás, Kelemen Kitti, Rebecca Khan, Roden Gábor, Víg Zoltán

Lendület
Program

Bár a világon számos „föderális piac” létezik, sajnos ezek között a rendszerek között ez idáig korlátozott maradt a szellemi interakció. Az Európai Unió Bírósága, az ausztrál és az amerikai legfelsőbb bíróság és a WTO Vitarendezési Testülete ugyanazokkal a problémákkal szembesül, hasonló, sőt néha ugyanolyan ügyekben kell döntenie, ezek a rendszerek mindeddig mégis többnyire izoláltan fejlődtek. Nem könnyű kérdésről van szó. Ahogy az ausztrál legfelsőbb bíróság a *Cole v Whitfield* ügyben hozott ítéletében fogalmazott: ha egy joghallgatónak ezt a kérdést kellene tanulmányoznia, teljesen érthető módon becsukná jegyzetfüzetét, eladná jogi könyveit, és olyan könnyű tanulmányokba kezdene, mint a nukleáris fizika vagy a felsőbb matematika.

Kutatócsoportunk erre a hiátusra reagált. Összehasonlító módszerrel vizsgálta az európai integráció különböző kulcskérdéseit, úgymint a belső piac, a szabad kereskedelem alkotmányos védelme, az alapértékek és a szabad kereskedelem kapcsolata, a szövetségi szintű alapjogok államokkal szembeni védelme. A kutatás fő módszertani jellemzője az ezen a területen újszerűnek számító összehasonlító módszer: az európai integráció bizonyos kulcskérdéseit megfelelő összehasonlítási alapul szolgáló szövetségi államok és nemzetközi kereskedelmi rezsimek összefüggésében vizsgálta. A kutatócsoport módszertani krédója szerint az összehasonlító jog nem szabályok összessége, hanem kutatási módszertan, amely segíti az adott jogrendszer mélyebb megértését. A kutatás elsődleges témája a szövetségi belső piacok, ideértve az európai belső piac, alkotmányos szabályozása, a belföldi szabad kereskedelem alkotmányos védelme jelentette. Ennek keretében vizsgálta az állami kereskedelemkorlátozások megítélését, a szabad kereskedelem és a helyi szabályozás összeütközését, a kereskedelem és a helyi nem kereskedelmi érdekek összemérésének nehézségeit, valamint az állami versenykorlátozások szabályozását. Emellett a program hangsúlyosan foglalkozott — az európai jogállamisági vita összefüggésében is — a szövetségi szinten elismert és védett alapértékek, elsősorban alapjogok (tag)államokkal szembeni védelmének kérdésével.

A kutatócsoport eredményeit kiemelkedő rangsorú (számos Q1-es és D1-es) nemzetközi szaklapokban, valamint kiemelkedő nemzetközi elismertségű kiadók gondozásában megjelent kötetek formájában adta közzé. A program során több mint 100 tudományos közlemény született több nyelven, köztük számos monográfia és szerkesztett kötet. A tudományos eredmények disszeminációjának fontos eleme volt a tudományos előadások tartása (73 tudományos előadás), valamint a konferenciák (9 nemzetközi konferencia) és más tudományos események (11 műhelybeszélgetés) szervezése.

Kutatócsoportunk a Lendület Program keretében kapott támogatás több mint másfélszeresének megfelelő kutatási támogatást nyert el különböző nemzetközi pályázatokon. Ezek közül kiemelendő, hogy Magyarországon elsőként nyert konzorciumvezetőként európai H2020-as pályázatot a jogtudomány területén (CEPIL projekt). Ez a 10 országra kiterjedő, nemzetközi magánjogi tárgyú, empirikus és összehasonlító jogi kutatás megközelítette az 5 éves Lendület-pályázat szakmai és támogatási tartalmát. A CEPIL projekt végleges megvalósítására a Lendület-pályázat sikeres lezárását követően került sor.

A kutatócsoport munkájában számos kutató vett részt, és több fiatal kutató szakmai előmenetelét, köztük 3 kolléga doktori fokozatszerzését segítette elő. 2019-ben elnyertem az MTA doktora címet, 2023—2024-ben a Michigani Egyetem vendégkutatója voltam (CICL visiting fellow), majd 2024-ben professzori címet nyertem az írországi Galwayi Egyetemen.

1. kép: A kutatócsoport által publikált könyvek

NAGY G. LÁSZLÓ

2014—2019

MTA SZBK Lendület Gomba Evolúciós Genomikai Kutatócsoport

A gombák evolúciójának nagy lépései: egy integratív komparatív genomikai megközelítés a komplexitás evolúciójának megértésére

HUN-REN Szegedi Biológiai Kutatóközpont

2019—2024

MTA SZBK Lendület Gomba Genomika és Evolúció Kutatócsoport

Gombák génszabályozási mechanizmusainak feltérképezése a lignocellulóz-lebontás és a soksejtű fejlődés vizsgálatához

HUN-REN Szegedi Biológiai Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Ábrahám Edit, Bálint Balázs, Csernetics Árpád, Fekete Ildikó, Földi Csenge, Fürtön Anett, Hegedüs Botond, Zhihao Hou, Kiss Enikő, Kószó Zsanett, Kristóffy János Zsolt, Ji-Peng Li, Lipinszki Zoltán, Xiao-Bin Liu, Miklovics Nikolett, Merényi Zsolt, Nagy-Demcsák Anett, Nyári Dóra, Szafián Dorottya, Szathmári Benedek, Virág Lilla, Virágh Máté, Hongli Wu, Qing Yang, Jinwei Zhang

GROUP.SZBK.U-SZEGED.HU/SYSBIOL/NAGY-LASZLO-LAB-INDEX.HTML

Lendület
Program

Az elmúlt két évtizedben a genomika forradalmasította az élettudományok számos területét. Az összehasonlító genomszekvenálási projektek egyik első célpontjai a gombák voltak, köszönhetően kisméretű, többnyire kompakt genomjaiknak — a modern szekvenálási technológiák, mint például az új generációs szekvenálás (NGS), lehetővé tették a gombagenomok gyors és költséghatékony feltérképezését. Ez jelentős előrelépést hozott, különösen a nem modell gombafajok genetikai diverzitásának feltárásában, aminek következtében a 2010-es évek során több száz gombagenom vált elérhetővé.

Kutatócsoportunk a Lendület Program 10 éves támogatásával, a gombagenomokat használva jelentősen hozzájárult a soksejtűség evolúciójának, a szimbiózisok kialakulásának, a gombák lignocellulóz-bontó képességének és filogenetikai kapcsolatrendszerük megértéséhez. Kutatásaink során különös figyelmet fordítottunk a soksejtűség és a komplex fejlődési programok evolúciójára. Bár a gombák a harmadik legdiverzebb makroszkopikus, soksejtű élőlénycsoport, az állatokkal és növényekkel ellentétben nagyon keveset tudtunk fejlődési programjaik evolúciójáról.

Kutatásaink során feltártuk a gombafonalak (hifák) és a komplex termőtestek evolúciós eredetét, a megjelenésükhöz köthető genetikai innovációkat és a részt vevő géncsaládok filogenetikai mintázatait. Egyedülálló módon gombák körében a komplex soksejtűség — amely 3 dimenziós komplex szerveződési szintekre utal — egymástól függetlenül többször is, ún. konvergens módon kialakult. A gombák soksejtűségére vonatkozó kutatásaink hatására a soksejtűség kutatásának nemzetközi közössége is felismerte, hogy a gombák kiváló modelljei lehetnek a soksejtűség kutatásának, és hogy rajtuk keresztül a folyamat általános törvényszerűségei is jobban megismerhetőek.

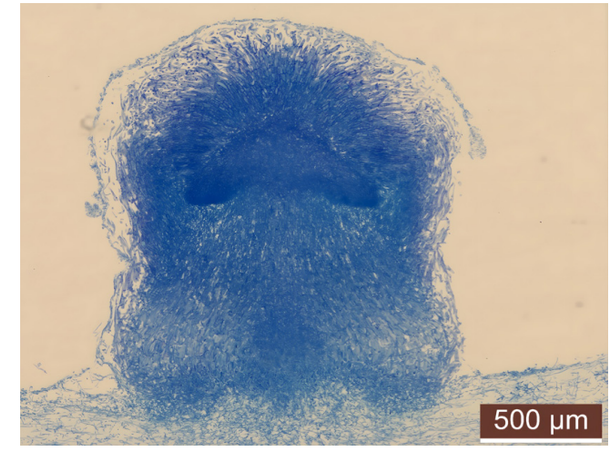
A soksejtűség mellett kutatásaim során sok figyelmet szenteltem a gombák életmód-evolúciójának, azon belül az ektomikorrhizás, korhadékbontó és patogén gombák genomikai vizsgálatának. Szemben a komplex fejlődéssel az életmódok közötti átmenetek jól leképeződnek a gombák genomjában, és tetten érhetőek, sőt jósolhatóak a genomok bizonyos géncsaládjainak vizsgálatán keresztül. Ezek elsősorban olyan extracelluláris enzimeket kódolnak, amelyek a gombák fő táplálékának számító elhalt növényi biomassza különböző komponenseit képesek lebontani. Az egyes gombafajok fő szubsztrátjaik összetételének — lignin-, cellulóz-, hemicellulóz- vagy pektintartalom — megfelelően eltérő géncsaládprofilokkal rendelkeznek. Míg a szaprotróf gombák genomjaiban fő táplálékforrásaiknak megfelelő géntartalmat látunk, addig a mikorrhizás gombák esetében, amelyek növényekkel alkotnak szimbiózist, e géncsalá-

dok jelentős vagy teljes elveszéséről beszélhetünk. A gombák életmódja egy rendkívül dinamikusan változó jelleg, az összehasonlító genomikai kutatások, amelyekben kutatócsoportunk mind módszertanilag, mind az adatsorok létrehozását tekintve világszinten is az élen jár, lehetővé tették a folyamat evolúciós mechanizmusainak mélyebb megértését. A gombák extracelluláris enzimei a növényi biomasszára épülő biotechnológiai folyamatokban, mint a bioüzemanyag-gyártás, is jelentős szerephez jutnak. Ezért hosszabb távon a gombák életmód-evolúciójára fókuszáló kutatások újabb és jobb enzimeket hozhatnak felszínre, így növelve több ipari alkalmazás hatékonyságát is.

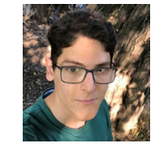
A gombagenomokban kódolt géntartalom, bár sok kérdésre jól használható, bizonyos biológiai jellegek esetében csak részleges választ tud adni. Ezért 2019-ben egy nemzetközi projektet indítottunk útjára, amelyben 5 biotechnológiailag fontos gombafaj teljes génszabályozási hálózatainak rekonstruálása volt a cél. Ezt második, Lendület II. pályázatunk támogatta. Bár a munka még tart, az eddigi eredmények alapján egyértelmű, hogy még olyan, a DNS-szekvencia szintjén jól vizsgálható jellegek esetében is, mint pl. az életmód-evolúció, a posztgenomikai megközelítések jelentős áttöréseket hozhatnak, és a hálózatszintű megközelítéseknek lényegesen nagyobb a magyarázó erejük a szimplán genomi módszerekhez képest.

Kutatócsoportomat a Szegedi Biológiai Kutatóközpont Biokémiai Intézetében alapítottam az USA-beli Clark Egyetemről hazatérve a Lendület I. támogatásával. Emellett 2017-ben elnyertem az ERC Starting Grantját, amelynek segítségével csoportom tovább bővült és nemzetköziesedett. A munka színvonalának és hatékonyságának megtartásában jelentős szerepet kapott 2019-től a Lendület II. támogatása, valamint 2023-tól az ERC Consolidator pályázata. Csoportom jelentős szerepet vállal a kutatók következő generációinak nevelésében is.

1. kép: A tintagombák családjának egy képviselője (*Coprinellus sp.*), amely a kutatócsoport fő modellorganizmusait tartalmazza



2. kép: A trágyatintagomba (*Coprinopsis cinerea*) fiatal termőtestének keresztmetszete. Ez a faj a gombák soksejtűségére irányuló kutatások fő modellje.



3. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Nagy G. László, Merényi Zsolt, Fekete Ildikó, Virágh Máté, Kószó Zsanett, Csernetics Árpád, Virág Lilla, Zhihao Hou, Miklovics Nikolett, Hegedüs Botond, Szafián Dorottya, Ábrahám Edit, Bálint Balázs, Hongli Wu, Földi Csenge, Ji-Peng Li, Xiao-Bin Liu; portrék: Szathmári Benedek, Nagy-Demcsák Anett, Lipinszki Zoltán

TÓTH SZILVIA ZITA

2014—2020

MTA SZBK Lendület Molekuláris Fotobioenergetikai Csoport

Az aszkorbát új szerepei a fotoszintézisben, a növényi produkcióban és a zöldalgák hidrogéntermelésében

HUN-REN Szegedi Biológiai Kutatóközpont

2024—2029

MTA—HUN-REN SZBK Lendület Molekuláris Fotobioenergetikai Kutatócsoport

A fotoszintetikus áram- és hidrogéntermelés zöldalgákban: A mechanizmusoktól az alkalmazási lehetőségekig

HUN-REN Szegedi Biológiai Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Csorba Attila, Herman Éva, Kovács László, Soujanya Kuntam, Nagy Valéria, Naresh Paneer Selvam, Podmaniczki Anna, Széles Eszter, Tóth Dávid, André Manuel Vidal-Meireles

SZILVIAZTOTH-BRCSZEGED.COM

Lendület
Program

A Lendület Program támogatását a potsdami Max Planck Növényélettani Intézetéből hazatérve nyertem el. A kutatási projekt témája az aszkorbát (C-vitamin) új szerepei a fotoszintézisben, a növényi produkcióban és a zöldalgák hidrogéntermelésében volt. A Lendület Program lehetővé tette egy új, nemzetközi kutatócsoport létrehozását, amely 10-12 főből áll, és 5 PhD-fokozat, illetve számos szakdolgozat kötődik már a csoport működéséhez.

Az aszkorbát-bioszintézis vizsgálata során megállapítottuk, hogy a szabályozás mechanizmusa alapvető eltéréseket mutat növényekben és zöldalgákban. A növényekkel ellentétben a zöldalgák az aszkorbáttartalmukat órákon belül többszörösére képesek emelni, aminek a környezeti körülményekben hirtelen bekövetkező változások esetén van rendkívüli jelentősége.

Növényekben az aszkorbát elengedhetetlen a fotoprotektív folyamatokhoz, amelyek során a növények a felesleges fényenergiától hő formájában szabadulnak meg. Megállapítottuk, hogy zöldalgákban a fotoprotektív folyamatok más mechanizmussal működnek, és ezekhez nincs szükség aszkorbátra. Legújabban a kutatócsoport pedig kimutatta, hogy az aszkorbát a jól ismert oxidatív stresszel szembeni védekezés mellett a növények anyagcsere-folyamatait is szabályozza.

Oxigénben szegény körülmények között az algák a fotoszintézis melléktermékeként hidrogéngázt bocsáthatnak ki, amelyet a kutatók régóta próbálnak megújuló energiaforrásként hasznosítani. A hidrogéntermelés megindítására használt legelterjedtebb módszer sokáig a kénmegvonás volt, ez azonban erős stresszhatással jár, és végső soron az algasejtek pusztulásához vezet. A kutatócsoportunk kimutatta, hogy a hidrogéntermelés folyamatában az aszkorbát nagy jelentőséggel bír, ugyanis a kénmegvonás hatására nagy mennyiségben termelődik, ami — áttételesen — lehetővé teszi a hidrogéntermelődésért felelős enzimek aktiválódását.

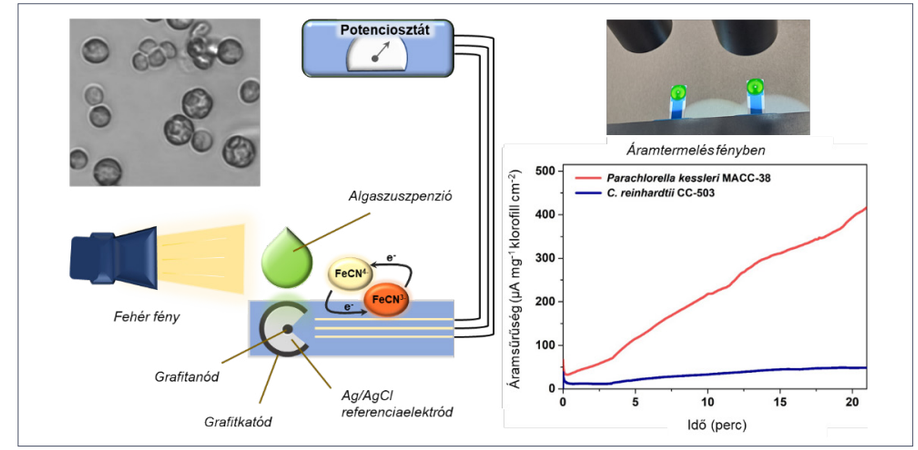
A klasszikus kénmegvonási módszer tanulmányozása mellett kifejlesztettünk egy alapvetően új biohidrogén-termelési rendszert, amely többszörösen felülmúlja az eddigi módszerek hatékonyságát, nem jár jelentős stresszhatással, és ezért hosszabb távon fenntartható. Mivel ez a rendszer biotechnológiai szempontból gazdaságos lehet, európai szabadalommal védtük le.

A Lendület I. kutatási program sikerességét jelzi a kiváló záróértékelés, a 2022-ben megszerzett MTA doktora cím, illetve az, hogy 2024 júliusától a HUN-REN SZBK Növénybiológiai Intézetének igazgatójává neveztek ki.

A 2024-ben indult Lendület II. keretében fel szeretnénk tárni, hogy az algák hidrogéntermelése során kialakuló különleges élettani körülmények hatására milyen változások jönnek létre az anyagcserében. Ennek célja kettős: Egyrészt szeretnénk olyan tényezőket beazonosítani, amelyek korlátozzák a hidrogéntermelés hatékonyságát, másrészt pedig elképzelhető, hogy értékes, biotechnológiai szempontból jelentős metabolitokat sikerül beazonosítani és a későbbiekben hasznosítani.

A zöldalgák a fotoszintézist felhasználva áramtermelésre is foghatók, így szintén ígéretes megújuló energiaforrásnak bizonyulnak. Az ún. bio-fotovoltaikus (BPV) eszközökben az algák fotoszintetikus rendszerén átáramló elektronok egy része a sejtet elhagyva elektromos áramot termel. A folyamat mechanizmusa nem ismert, és a jelenlegi BPV-készülékek kis hatékonyságúak. A hatékonyság fokozása érdekében célul tűztük ki az áramtermelést befolyásoló fotoszintetikus elektrontranszport-folyamatok megismerését és módosítását, az exoelektrogén aktivitásban részt vevő fehérjék azonosítását, valamint hosszú időtartamú áramtermelésre alkalmas BPV-rendszerek fejlesztését.

A megszerzett tudásanyag lehetővé teszi új stratégiák kifejlesztését a zöldenergia-termelő rendszerek hatékonyságának növelésére. Eredményeinkkel hozzájárhatunk mind a BPV-, mind a fotoszintézis-alapú hidrogéntermelés hosszú távú bioipari megvalósíthatóságához.



1. ábra: A *Parachlorella kessleri* MACC-38 zöldalgatörzs áramtermelése kiemelkedő. Bio-fotovoltaikus eszközökben megvilágítás hatására a zöldalgák fotoszintéziséből származó elektronok egy része mediátormolekulát (ferricianid, FeCN) redukál, amely az elektródon elektromos áramot hoz létre (**balra**). A kutatócsoport által azonosított *Parachlorella kessleri* MACC-38 törzs áramtermelése mintegy tízszerese a referenciaként használt *Chlamydomonas reinhardtii* CC-503 törzsének (**jobbra**).
Forrás: Petrova et al.: Enhancing biophotovoltaic efficiency: Study on a highly productive green algal strain *Parachlorella kessleri* MACC-38. *Bioresource Technology*, 2024, 394: 130206 nyomán

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): első sor: Tóth Dávid, Nagy Valéria, Tóth Szilvia Zita, Herman Éva, Nia Petrova, André Vidal-Meireles, Mohd Kashif Shaikh; hátsó sor: Kovács László, Dabosi Zsombor, Kis Mihály, Soujanya Kuntam

2015

ADAMIK BÉLA

2015—2020

MTA NYTI Lendület Számítógépes Latin Dialektológiai Kutatócsoport

---

Lendület Számítógépes Latin Dialektológiai Kutatócsoport

HUN-REN Nyelvtudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Barta Andrea, Gonda Attila, Paulus Nóra, Simon Zsolt, Silvia Tantimonaco

ARCHIVE.NYTUD.HU/OSZT/FINNUGOR/INDEXLENDULET.HTML

Lendület
Program

Kutatócsoportunk létrejötte és működése jelentős impulzust adott a Császárkori latin feliratok számítógépes nyelvtörténeti adatbázisához (lldb.elte.hu) kapcsolódó latin dialektológiai kutatásoknak. A Lendület-projektnek köszönhetően az adatbázis számos fejlesztéssel és a nemzetközi adatgyűjtő csapat munkájának köszönhetően több mint 42 000 digitális adatlappal gyarapodott. 115 (85 idegen nyelvű és 30 magyar) konferencia- és egyéb előadás, továbbá 76 (57 idegen nyelvű és 18 magyar) publikáció igazolta a kutatócsoport tagjainak és együttműködő munkatársainak aktivitását, produktivitását, amit a pandémia sem tudott lényegesen befolyásolni. A pályázati kutatási tervben vállaltakat legnagyobbrészt sikerült teljesítenünk, sőt túlteljesítenünk. A nemzetközi szinten is jelentős kutatási eredmények létrejötte nagymértékben az International Workshop on Computational Latin Dialectology életre hívásának és (a pandémiáig zavartalan) évenkénti kutatóhelyi megszervezésének, valamint a 13th International Colloquium on Late and Vulgar Latin 2018-as megrendezésének köszönhető. A kutatócsoport nemzetközi beágyazottságát és vonzerejét mutatja, hogy 2018 októberétől Marie Skłodowska-Curie-ösztöndíjas tudományos munkatársa is volt Silvia Tantimonaco PhD személyében.

Kutatócsoportunk működését 2020 nyarán jónak ítélte az MTA elnöke, és a kutatócsoport projekttámogatásának intézményi költségvetésbe való beépítését javasolta, ezt azonban az egykori MTA-kutatóhálózatot irányító ELKH akkori vezetése nem támogatta. 2020 nyarán a ERC Advanced Grant pályázatot nyújtottam be a további működés és továbblépés biztosítására, ez azonban kedvező értékelése ellenére nem jutott túl az első körös értékelésen. Kutatócsoportunk (Latin nyelvtörténeti és dialektológiai kutatócsoport néven) csökkenő létszámmal, de folytatta működését az akkor már ELKH Nyelvtudományi Intézetben, majd Nyelvtudományi Kutatóközpontban, elsősorban a kutatóközpont saját finanszírozásában. Az idővel lényegében egyfősre zsugorodott kutatócsoport helyzete végül a 2022-ben benyújtott és 2023 nyarán elnyert ERC-2022-ADG 101098102 számú, „Digital Latin Dialectology (DiLaDi): Tracing Linguistic Variation in the Light of Ancient and Early Medieval Sources” című projektnek köszönhetően stabilizálódott.

Az DiLaDi ERC-projekt folytatja és kiteljesíti azokat a sikeres munkálatokat, amelyek még a Lendület-projekttel kezdődtek el 2015-ben. A DiLaDi interdiszciplináris projekt célja, hogy újszerű, átfogó kutatás keretében tárja fel a latin nyelv változatainak jellemzőit a Kr. u. 1. évezredben, a földrajzi és kronológiai szempontokra, valamint a latin-újlatin, illetve román átmenetre is tekintettel, az ókori és kora középkori szövegekben fellelhető hibák — a normától való eltérések — feldolgozása és elemzése révén a Császárkori latin feliratok szá-

mítógépes nyelvtörténeti adatbázisa segítségével. A DiLaDi ERC-projekt 2024 októberétől kettéválva működik, a HUN-REN Nyelvtudományi Kutatóközpont mellett immár a projektkoordinátori funkciókat átvevő velencei Ca'Foscari Egyetem Bölcsészettudományi Karán is, ahol a projekt témavezető kutatójaként 2024 októberétől határozatlan idejű professzori kinevezést kaptam.

Így végül azok a kutatási munkálatok és szervezeti-humánerőforrásbeli fejlesztések, amelyek az MTA Lendület Programjának támogatásával 2015 és 2020 között jöttek létre, immár a nemzetközi tudományos erőtérbe lépve, az EU Horizont Európa programjának keretében az ERC támogatásával folytatódhatnak és teljesedhetnek ki a velencei Ca'Foscari Egyetem és a HUN-REN Nyelvtudományi Kutatóközpont együttműködésében.

1. kép: LLDB — Császárkori latin feliratok számítógépes nyelvtörténeti adatbázisa

2. kép: A Fifth International Workshop on Computational Latin Dialectology (WCLD 5 Budapest 2022) résztvevői (balról jobbra): Bohacsek Dóra, Szlovicsák Béla, Adamik Béla*, Daniela Urbanová, Jiří Honzl, Barta Andrea*, Serena Barchi, Francesca Cotugno, Silvia Tantimonaco*, Alessandro Papini, Dragana Kuncer, Nemes Szilvia, Ferenczi Zsanett, Vágási Tünde, Ittzés Máté, Simon Zsolt* (* a Lendület-kutatócsoport tagjai)

BÖDÖR CSABA

2015—2020

MTA—SE Lendület Molekuláris Onkohematológia Kutatócsoport

Személyre szabott és célzott daganatterápia. A B-sejtes malignitások epigenetikai hátterének vizsgálata

Semmelweis Egyetem

2024—2029

MTA—SE Lendület Molekuláris Onkohematológia Kutatócsoport

Precíziós rizikóbecslés, célpontpredikció és érzékeny nyomon követés integratív omikai analízisek alkalmazásával limfoid malignitásokban

Semmelweis Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Alpár Donát, Bátai Bence, Bedics Gábor, Bekő Anna, Egyed Bálint, Hegyi Lajos, Kardos Balázs, Kenéz Lili, Kotmayer Lili, László Tamás, Oravecz Orsolya, Péterffy Borbála, Szepesi Gabriella, Varga Luca

SCHOLAR.SEMMELWEIS.HU/BODORC/KUTATAS

Lendület
Program

Kutatócsoportunk fő célkitűzései a különböző hematológiai daganatok genetikai hátterének vizsgálatát foglalták magukban, különös tekintettel a B-sejtes limfómák csoportjára. Kifejezett cél volt egy olyan kutatócsoport és kutatási, majd diagnosztikus infrastruktúra megalkotása, amely együttműködik és szerves hálózatot alakít ki az onkohematológiai betegellátásban részt vevő hazai klinikai centrumokkal, valamint a hazai kutató- és orvosképzésben való részvétel mellett, az elméleti tudományos ismeretek bővítésén túl a legkorszerűbb eljárások meghonosítása által meghatározó szerepet tölt be az onkohematológiai molekuláris diagnosztika hazai fejlesztésében is.

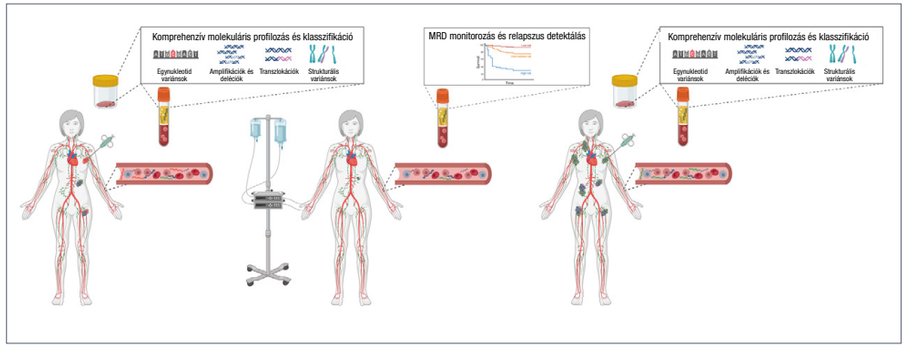
A Lendület-pályázat során kutatócsoportunk feltérképezte a legfontosabb célozható genetikai eltéréseket a hazánkban follikuláris limfómában (FL) és krónikus limfoid leukémiában (CLL) szenvedő betegek körében. Kiemelendő a funkciónyeréses és célozható EZH2-mutációk kimutatására alkalmas, új generációs szekvenáláson (NGS) és digitális PCR-technológián alapuló eljárások kidolgozása, így az ígéretes eredményeket mutató EZH2-gátlószerekkel való kezelésre legalkalmasabb betegcsoport azonosítható. A kutatócsoport a CLL célzott kezelése során megjelenő rezisztenciamutációkat is feltérképezte, és korai kimutatásukra alkalmas diagnosztikus eljárást is kidolgozott.

Létrehoztunk egy NGS laboratóriumi infrastruktúrát, amely hazánkban elsőként vált alkalmassá az onkohematológiai kórképek személyre szabott terápiájához szükséges valamennyi genetikai eltérés legkorszerűbb azonosítására. Ezen infrastruktúra alkalmazásával számos, a kutatási program során vizsgált biomarker analízisét állítottuk a program későbbi fázisaiban a mindennapi diagnosztika szolgálatába. A Magyar Gyermekonkológiai Hálózattal karöltve ebből a célból indítottuk útjára a Magyar Gyermekleukémia Molekuláris Profilozási Programot, amely országos összefogás keretében biztosítja a hazai leukémiás gyermekek mintáinak a korábbinál jóval részletesebb molekuláris diagnosztikai jellemzését.

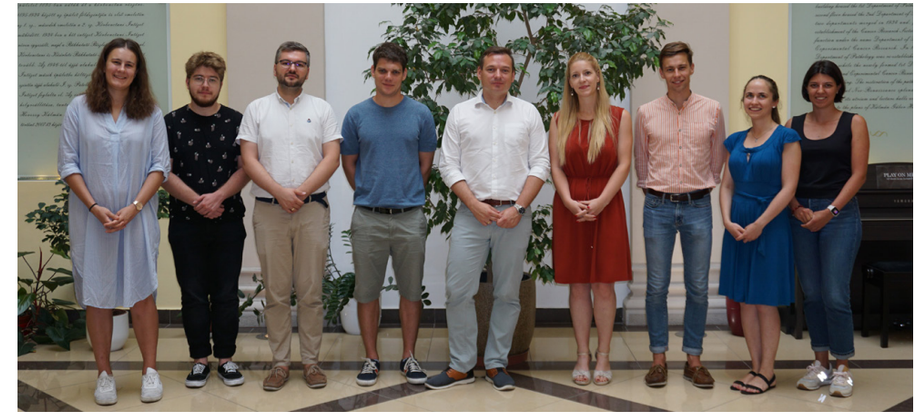
2008-ban szereztem PhD-fokozatot a Semmelweis Egyetem Patológiai Tudományok Doktori Iskolájában. 2010 és 2013 között az Európai Hematológus Társaság posztdoktori ösztöndíjának támogatásával az Egyesült Királyságban, a londoni Barts Cancer Institute onkohematológiai centrumában dolgoztam, ahol a B-sejtek daganatos megbetegedései (ún. B-sejtes limfómák) genetikai hátterének feltérképezésével foglalkoztam. Hazatérésemet követően nyertem el a Lendület Program támogatását, amely lehetővé tette a molekuláris onkohematológiai kutatások meghonosítását és kiterjesztését Magyarországon. A program keretében elért tudományos eredményeknek is köszönhetően 2021-ben habilitáltam a Semmelweis Egyetemen, és szereztem az MTA doktora

címet. 2022 óta a Semmelweis Egyetem Patológiai és Kísérleti Rákkutató Intézet egyetemi tanára és igazgatóhelyettese vagyok. 2021-ben klinikai biokémikus, 2023-ban molekuláris biológiai diagnoszta és klinikai laboratóriumi genetikus szakképesítést szereztem. A kutatócsoport több tehetséges fiatal tagja az elmúlt években önálló pályázati támogatást nyert el hazai és nemzetközi pályázati kiírásokon egyaránt. A Lendület Programhoz kapcsolódva az elmúlt években a kutatócsoport 6 tagja szerzett PhD-fokozatot.

2024-ben elnyertem a Lendület Program haladó pályázatát, amely a kutatócsoport korábbi eredményeire építve, új megközelítéssel fog vizsgálni bizonyos hematológiai daganatokat. A tervezett kutatás során a B-sejtek két gyógyíthatatlan daganattípusának, a follikuláris limfómának és a mielóma multiplexnek korábban nem látott részletességű feltérképezését fogjuk elvégezni a legkorszerűbb, ún. omikai vizsgáló módszerek és mesterséges intelligencia alkalmazásával. A teljes genetikai állomány vizsgálata során a kódoló eltérések mellett különös figyelmet fordítunk a fehérjéket nem kódoló genomikai eltérések vizsgálatára is, valamint a gének kifejeződésében kialakuló változások átfogó elemzésére is. Mindez a betegség lefolyásával, illetve az alkalmazott kezelésre mutatott válaszkészséggel vagy annak hiányával kapcsolatba hozható összefüggések azonosításához vezet majd. A kutatás eredményeképpen a fenti betegségek kialakulásának és előrehaladásának jobb megértését támogató új tudományos ismeretek mellett a mindennapi gyakorlatban alkalmazható eredmények is várhatóak, amelyek a betegek pontosabb rizikóbecsléséhez és nagy érzékenységű nyomon követéséhez járulhatnak hozzá.



1. ábra: Személyre szabott genomikai profilozás és nyomon követés B-sejtes limfómákban



1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Kotmayer Lili, László Tamás, Bedics Gábor, Nagy Ákos, Bödör Csaba, Krizsán Szilvia, Bátai Bence, Péterffy Borbála, Bekő Anna

HANGYA BALÁZS

2015—2020

MTA KOKI Lendület Rendszerszintű Idegtudomány Kutatócsoport

A kolinerg és GABAerg bazális előagyi vetítő rendszerek szerepe a tanulásban

HUN-REN Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet

2024—2029

MTA—HUN-REN KOKI Lendület Rendszer-neurobiológia Kutatócsoport

A laterális szeptum idegsejtjeinek szerepe egészséges tanulásban és demenciában

HUN-REN Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Malek Aouadi, Benke Annamária, Dormán Hanga, Kispál Réka, Lengyel Zoltánné, Victoria Lyakhova, Yaha Sulok, Szabó Írisz

KOKI.HUN-REN.HU/KUTATOCSOPORTOK/RENDSZER-NEUROBIOLOGIA

Lendület
Program

Egyetemi tanulmányaimat a Semmelweis Egyetem Általános Orvostudományi Karán (1999—2006), valamint az Eötvös Loránd Tudományegyetem matematika szakán (2001—2007) folytattam, majd 2010-ben a Semmelweis Egyetem Szentágothai János Doktori Iskolájában szereztem PhD-fokozatot Freund Tamás laboratóriumában. 2010-től 2015-ig az amerikai Cold Spring Harbor Laboratoryban dolgoztam posztoktorként Kepecs Ádám irányítása alatt. 2015-ben alapítottam kutatócsoportomat a Lendület Program támogatásával. A pályázat Induló kategóriája lehetőséget adott, hogy amerikai posztdoktori állásom után újra Magyarországon folytassam a pályafutásomat.

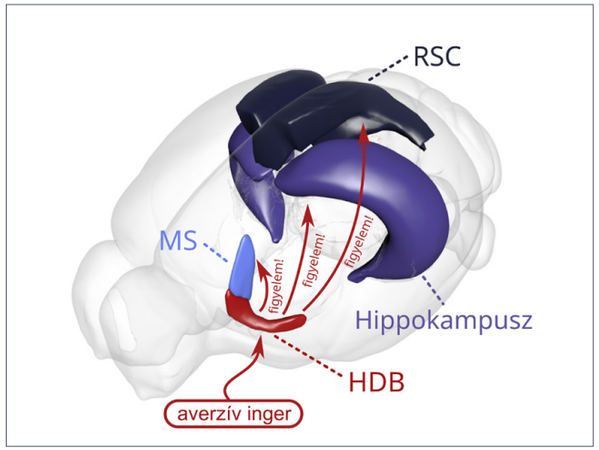
A Lendület-pályázat fő célkitűzése az volt, hogy jobban megértsük egy a tanulásban fontos agyterület, a bazális előagy kolinerg és GABAerg sejtjeinek működését a tanulási és memóriafolyamatokkal összefüggésben. Ezeknek az agyi sejttípusoknak az adja a különleges jelentőségét, hogy pusztulásuk vélhetően hozzájárul neurodegeneratív demenciák, mint például az Alzheimer-kór, kialakulásához, és állapotuk a normális öregedés lefolyását is meghatározhatja.

Kutatásunk abból a megfigyelésből indult ki, hogy a bazális előagyi kolinerg sejtek jutalmazó ingerek hatására aktiválódnak, attól függően, hogy a jutalom érkezése kiszámítható volt-e (minimális aktiváció), vagy meglepő (maximális aktiváció). Ez felvetette, hogy a kolinerg sejtek a középagyi dopaminerg sejtekhez hasonlóan a jutalom-előrejelzés hibáját, vagyis a tényleges és a várt jutalom különbségét reprezentálják. A jutalom-előrejelzési hiba agyi reprezentációja teszi lehetővé, hogy megtanuljunk egyébként neutrális ingerekhez (például egy darab színes papír) értéket társítani, mely képesség a tanulás lényeges eleme. Ezért vizsgáltuk, hogy a kolinerg sejtek is részt vesznek-e ebben a folyamatban.

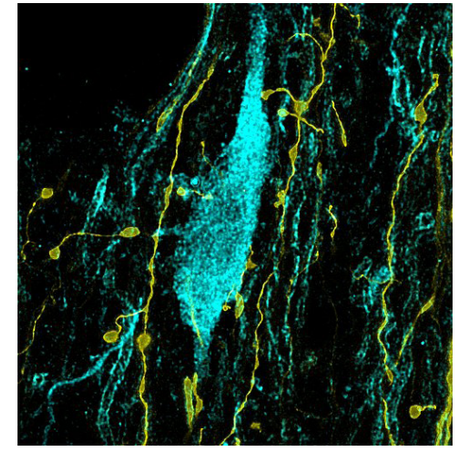
Ennek során egereket tanítottunk egy pavlovi kondicionálási feladatra, melynek keretében különböző hangok eltérő valószínűséggel jelezték előre a későbbi jutalom, illetve büntetés érkezését. Büntetésként levegőt fújtunk az egerek arcára, ami enyhe averzív inger a számukra. Megállapítottuk, hogy a kolinerg neuronok a jutalmat és az azt előre jelző ingereket a jutalom-előrejelzési hiba szabályai szerint reprezentálják, azaz elsősorban a valószínű jutalmat jelző hang és a meglepő jutalom hatására aktiválódnak, hasonlóan a dopaminerg neuronokhoz. Szintén megállapítottuk, hogy büntetés után is aktiválódnak a kolinerg idegsejtek, ami viszont különbözik a legtöbb dopaminerg sejt korábban leírt aktivitási mintájától.

Ugyanebben a pavlovi kondicionálási feladatban vizsgáltuk a bazális előagy parvalbumin nevű, kalciumkötő fehérjével rendelkező GABAerg sejtjeit. Ezek a sejtek távoli agykérgi területekre küldenek nyúlványokat, ezért feltételezték, hogy a kolinerg sejtek mellett szintén részt vesznek a kognitív folyamatok szabályozásában. Megállapítottuk, hogy ezek a sejtek leginkább a büntetéseket követően aktívak, és ez az aktivitás szükséges ahhoz, hogy az egerek tanuljanak a negatív visszajelzésekből. Összeségében tehát a bazális előagy két fontos sejttípusa, a kolinerg és a parvalbuminos GABAerg sejtek a tanulás eltérő aspektusait szabályozzák.

Kutatócsoportunk 2024-ben új kutatási irányt indított a Lendület-pályázat Haladó kategóriájának támogatásával. A bazális előagy vizsgálata során újra felfedeztünk egy „elfelejtett" agyi kolinerg vetítő rendszert, melynek sejtjei nem a bazális előagyban, hanem a laterális szeptum nevű agyterületen találhatóak. A laterális szeptum a tanulás, jutalmazás, szorongás és szociális viselkedés szabályozásában fontos, ezen belül azonban a kolinerg sejtek szerepe teljesen ismeretlen. Az új Lendület-pályázat keretében vizsgáljuk, hogyan vesznek részt a laterális szeptum kolinerg sejtjei ezekben a funkciókban, elsősorban a tanulási és jutalmazási folyamatokra fókuszálva.



1. ábra: A bazális előagyban a Broca-féle diagonális köteg (HDB) parvalbuminos sejtjei a mediális szeptum (MS), a hippokampusz és a retrospleniális kéreg (RSC) területére küldenek a figyelmet szabályozó nyúlványokat
Forrás: Schlingloff Dániel



1. kép: A Broca-féle diagonális köteg parvalbuminos rostjai (sárga) beidegzik a mediális szeptum kolinerg sejtjeit (kék)
Fotó: Hegedüs Panna

2. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Jakab Ilka, Velencei Anna, Király Bálint, Pillár Vivien, Schlingloff Dániel, Hangya Balázs, Lengyel Zoltánné, Szabó Milán, Benke Annamária, Konstantinos Lygdas, Victoria Lyakhova, Szabó Johanna, Hegedüs Panna

KISS VIKTÓRIA

2015—2020

MTA BTK Lendület Mobilitás Kutatócsoport

Csontoktól, bronzoktól és telepektől a társadalomig: Vándorlások és társadalmi változások multidiszciplináris kutatása a bronzkori Magyarországon (Kr. e. 2500—1500)

HUN-REN Bölcsészettudományi Kutatóközpont

2023—2028

MTA—BTK Lendület Bázis Kutatócsoport

Bronzkori társadalmi-gazdasági stratégiák a Közép-Duna-vidéken: digitális adatBÁZIS (Kr. e. 2500—1500)

HUN-REN Bölcsészettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Barkóczy Péter, Czajlik Zoltán, Czene András, Csányi Marietta, Dani János, F. Romhányi Beatrix, Fábián Szilvia, Fülöp Kristóf, Gál Erika, Gerber Dániel, Guba Szilvia, Hajdu Tamás, Ilon Gábor, Káli György, Kasztovszky Zsolt, Kertész Zsófia, Király Ágnes, Kis Zoltán, Köhler Kitti, Kreiter Attila, Kulcsár Gabriella, Major István, Maróti Boglárka, Melis Eszter, Mende Balázs Gusztáv, Molnár Mihály, Nagy Marcella, P. Fischl Klára, Pásztókai-Szeőke Judit, Palcsu László, Patay Róbert, Pető Ákos, Priskin Anna, Serlegi Gábor, Somogyvári Ágnes, Szabó Géza, Szabó Nóra, Szathmári Ildikó, Szécsényi-Nagy Anna, Szentmiklósi László, Szeverényi Vajk, Szikszai Zita, Tarbay János Gábor

Lendület
Program

BAZIS.RI.ABTK.HU

Kutatócsoportunk a Kárpát-medencei bronzkor közel 2000 éves időszakának első 1000 évében (Kr. e. 2500—1500 között) vizsgálta a nagy piramisok építői és a mükénéi aknasírokba temetett görög hősök Magyarország területén élt kortársainak emlékeit. A multidiszciplináris együttműködések révén több élet- és természettudomány (genetika, patológia, abszolút kormeghatározás, izotóp-geokémia és geofizika) folyamatosan finomodó módszereinek a régészetbe történő integrálásával a projekt legfontosabb kutatási kérdése a korabeli társadalom mobilitásának és rétegzettségének, valamint a cserekereskedelmi kapcsolatoknak az eddiginél részletesebb feltérképezése volt (*1. kép*).

A korhasztásos sírokba és települési gödrökbe temetett elhunytak fogaiból a Quinnipiac Egyetemmel és a Yale Egyetemmel, valamint a HUN-REN Atomkival együttműködésben végzett stronciumizotópos elemzések a Kárpát-medencén kívülről érkezőkre utaltak. Az MTA Vendégkutatói Programja segítségével a Bolognai Egyetemmel közösen elvégzett vizsgálatok a hamvasztásos sírokból vett minták esetében is hasonló eredményekkel szolgáltak. Eszerint a korszakban élt közösségeknél a (migrációnál tágabban értelmezett) mobilitás mértéke magas volt, esetenként a 35-40%-ot is elérte. A Bölcsészettudományi Kutatóközpont Régészeti Intézet Archeogenetikai Laboratóriumával (ma HUN-REN Archeogenomikai Intézet) és a Harvard Egyetem Genetikai Tanszékével együttműködésben készült genetikai vizsgálatok is világosan jelzik a térségben korábban ismeretlen haplocsoportokkal jellemezhető, vagyis újonnan érkezett egyének és csoportok meglétét. A bevándorlók között nagyobb arányban találunk nőket, de akadnak férfiak és gyermekek is. A vizsgált csoportokban tehát a helyi férfiak távolabb élő közösségekből választottak feleséget, vagyis jelen volt az exogámia, az adott csoporton kívülről való házasodás szokása, emellett bevándorló családokkal is számolhatunk (*1. ábra*).

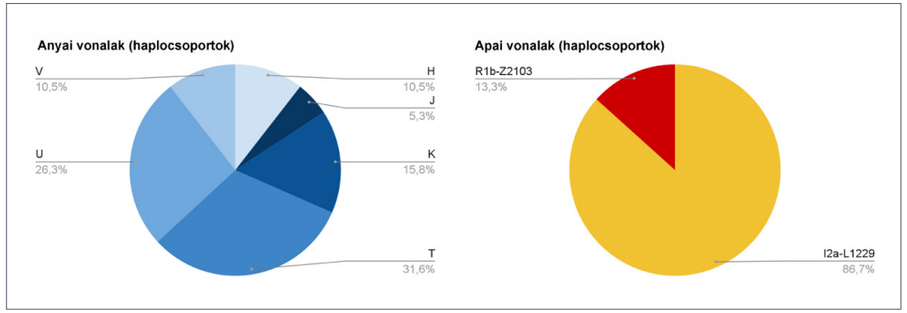
A német és lengyel együttműködésben végzett archeometriai vizsgálatoknak köszönhetően a regionális, antimonban, arzénban és ezüstben gazdag rézérc nyersanyag Skandináviáig kimutatható használata és a balti borostyán kereskedelme szintén a Kárpát-medence bronzkori közösségeinek többirányú kapcsolataira hívja fel a figyelmet. E kereskedelmi hálózat ellenőrzése a hatalom megszerzésének egyik lehetséges módja lehetett. Így a társadalmi egyenlőtlenségek jelentősebbé váltak, amit a kiemelkedő státuszt jelző sírmellékletek mellett a korszakban kialakuló többszintű településrendszer (az erődített és központi telepek mellett nyílt színi falvak) is jelez. A cserekereskedelmi kapcsolatok hozzájárultak a főnöki társadalom kialakulásához, amely kiemelkedően fontos lépcsőfok a néhány száz főt számláló egalitárius, falusias közösségek és a tízezres létszámú ókori (pl. egyiptomi) bürokratikus állami rendszerek között.

A legmodernebb elemzési technikák alkalmazásával a kutatócsoport közelebb juthatott a bronzkorkutatás számos, évtizedek óta nyitott kérdésére adható válaszokhoz, bekerülve a korszak nemzetközi kutatásának élvonalába.

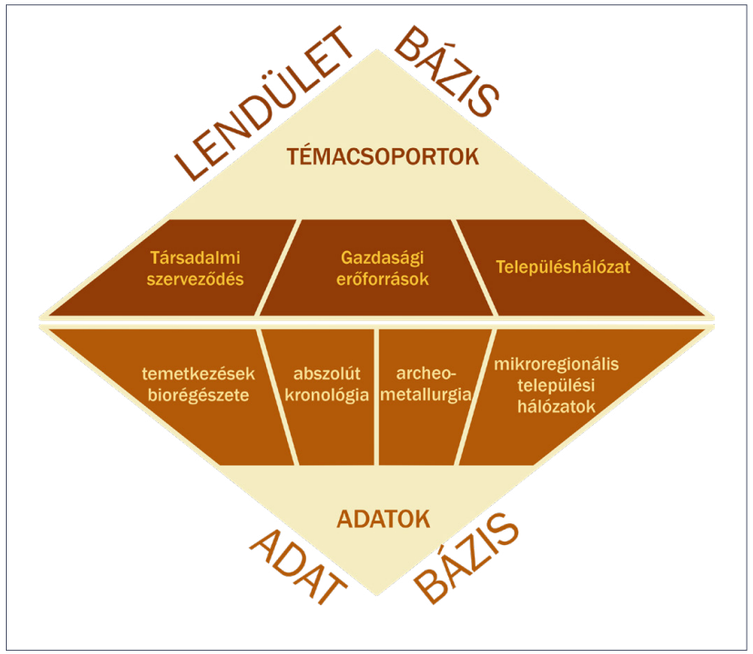
A Lendület Program Haladó kategóriájában 2023-ban támogatást nyert kutatócsoport a bronzkor első 1000 évét érintő multidiszciplináris alapkutatások szerves folytatását és módszertani megújítását végzi el. A projekt a legmodernebb régészeti és természettudományos vizsgálatokból származó biorégészeti és az anyagtudományokkal együttműködésben megszületett archeometriai adatok új szemléletű rendszerezésére, elemzésére és többszintű, felhőalapú adatbázisokban való közzétételére vállalkozik. A rendelkezésre álló adatokat egy eddig kevésbé kutatott témával, a korszak gazdasági erőforrásaira vonatkozó új ismeretekkel is továbbfejlesztjük, ezeket integrálva a településhálózati kutatásokba.

Az új módszerekkel végzett komplex elemzések a makroszintű vizsgálatok mellett lehetőséget nyújtanak a mikrotörténelem, a bronzkori társadalom különböző szintjeihez köthető emberek személyes történeteinek megismerésére is. A tudományos eredmények társadalmi hasznosulását szolgálják a projekt honlapján és közösségi média felületén elérhető ismeretterjesztő bejegyzések, továbbá rövidfilmek, podcastek és több kiállítás készítésében, valamint az MTA Alumni Programjában előadásokkal való részvétel. A projekt egyik leginkább előremutató eredménye annak a hazai kutatói hálózatnak a létrejötte, amelynek révén a régészeti elemzésekben korábban nem vagy csak külföldi együttműködéssel végezhető multidiszciplináris vizsgálatok valósultak meg, továbbá a fiatal kutatók bevonása ebbe a hálózatba.

1. kép: Az MTA—BTK Lendület Mobilitás Kutatócsoport témacsoportjai és módszerei
Grafika: Kulcsár Gabriella, Szabó Nóra



1. ábra: Mitokondriális DNS, vagyis anyai (V, U, H, J, K, T, Y) kromoszóma-haplocsoportok és Y-kromoszóma, vagyis apai (R1b-Z2103, I2a-L1229) haplocsoportok megoszlása a Balaton-keresztúr-Réti-dűlő lelőhelyen feltárt kora bronzkor végi és középső bronzkori temetkezések genetikai anyagában
Grafikon: Gerber Dániel



2. ábra: Az MTA—BTK Lendület Bázis Kutatócsoport témacsoportjai és az adatbázisok felépítése
Grafika: Szabó Nóra

2. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): felső sor: Kiss Viktória, Kulcsár Gabriella, P. Fischl Klára, F. Romhányi Beatrix; alsó sor: Melis Eszter, Szabó Nóra, Fülöp Kristóf
Fotó: Hámori Péter

MÁTÉS LAJOS

2015—2020

MTA SZBK Lendület Tumor Genom Kutatócsoport

A genomi plaszticitás új dimenziója és a rák kialakulása közötti kapcsolat vizsgálata

HUN-REN Szegedi Biológiai Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Imre Gergely, Kálmán Péter, Kocsis Dominik Sándor, Mátés Lajos, Mátés-Nagy Andrea, May Raya, Verebi Olívia Orsolya

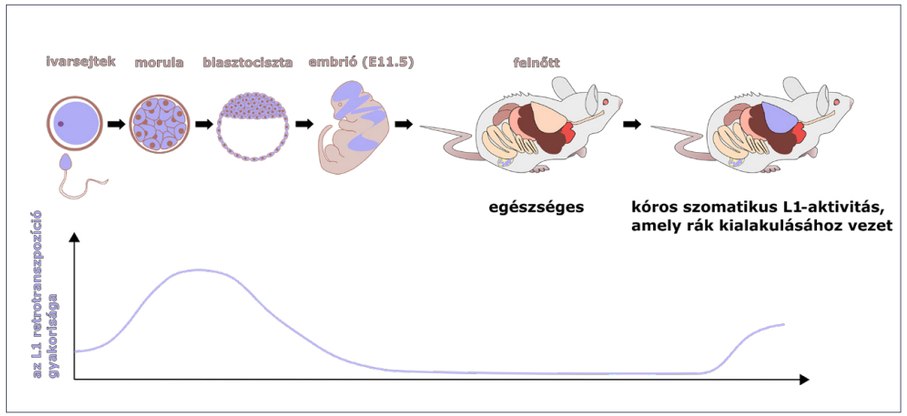
BRC.HU/EN/RESEARCH/INSTITUTE-OF-GENETICS/GENOME-INSTABILITY-AND-CARCINOGENESIS-UNIT/LABORATORY-OF-CANCER-GENOME-RESEARCH

Lendület
Program

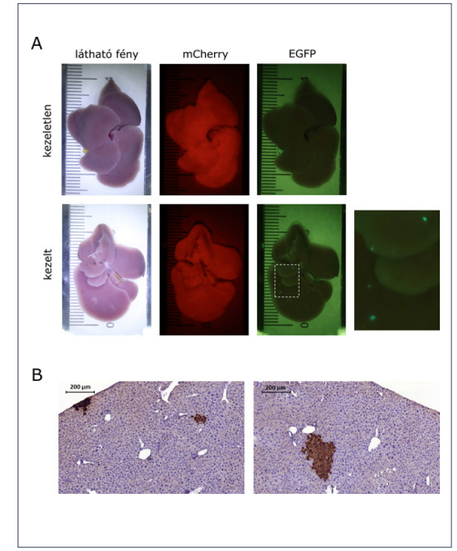
A Szegedi Tudományegyetemen szereztem molekuláris biológusi diplomát, majd ugyanitt PhD-fokozatot a Multidiszciplináris Orvostudományok Doktori Iskolában 2004-ben. Ezután 6 éves posztdoktori időszak következett a Max Delbrück Center for Molecular Medicine kutatóintézetben Berlinben. Itt már transzpozon-biológiával és a DNS-transzpozonok génbeviteli rendszerként való hasznosításával foglalkoztam. Az akkori kutatócsoportom tagjaival megosztva az SB100 transzpozáz enzim létrehozásáért elnyertem az Év molekulája 2009 díjat. A munka eredményeképpen szabadalom is született, amely iránt élénk ipari érdeklődés mutatkozott, és igen sikeres volt az értékesítése. Ezt követően 2011-ben megalakítottam a Tumor Genom Kutatócsoportot a HUN-REN Szegedi Biológiai Kutatóközpont Genetikai Intézetében. Itt tovább folytattam a kutatómunkát a DNS-transzpozon-rendszereket már eszközként használva fel a génterápia és a rákkutatás területén. A 2015-ben elnyert Lendület-pályázatban előirányzott vizsgálatok az emberi genomban is jelenlévő L1 (LINE1) retrotranszpozonok mutagén hatása és a rák kialakulása közötti összefüggés mélyebb feltárására irányultak. A Lendület-pályázat hathatós segítséget nyújtott ennek az igen összetett és nehezen vizsgálható tudományos kérdésnek a releváns állatmodellben való hatékony vizsgálatához. A pályázatban kitűzött kutatási célok jelentős része mára megvalósult, és több, a pályázat benyújtásakor előre még nem látható, időközben felmerülő, nagy jelentőséggel bíró tudományos kérdés vizsgálata is megkezdődött.

Ismert, hogy a genotoxikus hatások (sugárzás és vegyi anyagok) DNS-károsodást idéznek elő, ami mutációkat okoz a szomatikus (testi) sejtekben, ezek felhalmozódása pedig rosszindulatú átalakuláshoz vezet. Az utóbbi években bizonyítást nyert, hogy hasonló genotoxikus hatás az endogén L1 retrotranszpozonok szomatikus aktiválásán keresztül is közvetíthető (*1. ábra*). Az L1 retrotranszpozonok az egyedüli jelenleg is aktív mobilis genetikai elemek az emberi és a legtöbb emlősgenomban. Ivarsejtekben leírt alacsony aktivitásuk támogatja az emlősfajok evolúcióját. Elsődlegesen ivarsejtekben és a korai embrióban aktívak, de esetenként szomatikusan is újraaktiválódva elősegítik a rákos megbetegedések kialakulását és progresszióját (*1. ábra*). Az L1 elemek aktivitása által kiváltott DNS-károsodások pontmutációk helyett több ezer bázispár hosszúságú inszerciók és más genomi átrendeződések. Mostanra számos olyan, a malignus transzformációt elősegítő ún. rák-„driver” mutációt azonosítottak különböző daganattípusokban, amelyeket új szomatikus L1 integrációs események okoztak a vizsgált tumorokban.

Mindezek fényében az L1 retrotranszpozonok kóros szomatikus, illetve a tumorigenezishez kapcsolódó aktivációjának vizsgálata *in vivo* modellrendszerben igen értékes ismeretekkel szolgálhat, amelyek mind a rákmegelőzés, mind pedig a rákterápia területén hasznosíthatók. A szomatikus L1-aktivitás vizsgálatának előfeltétele az ivarsejtekben zajló és a korai embrionális L1-aktivitásról (*1. ábra*) leválasztott *in vivo* monitorozó rendszer kialakítása. Ebből a célból egérmodellben kifejlesztettünk egy májspecifikus szomatikus transzgenezis-eljárást, amely garantálja a tartós transzgénexpressziót az állatok teljes májsejtállományára kiterjedően. Segítségével képesek vagyunk az L1-aktivitás riportereit — olyan módosított L1 elemeket, amelyek sikeres retrotranszpozíciójukat követően egy riporterfehérje, rendszerint zöld fluoreszcens protein (EGFP) megjelenését idézik elő a sejtekben — kifejeztetni egerek májszövetében. Ez az elrendezés lehetőséget ad az L1 elemek szomatikus aktiválódásának érzékeny nyomon követésére az ivarsejt és az embrionális fejlődési életszakaszok elkerülésével. 2023-ban az eljáráshoz kapcsolódó két szabadalmi bejelentésünket a PCT (Patent Cooperation Treaty) fázisba léptettük. Az eljárás egyebek mellett a toxikológia területén is alkalmazható olyan, ún. indirekt genotoxinok kimutatására, amelyek az L1 elemek aktiválásán keresztül hatnak (*2. ábra*), így a jelenlegi toxikológiai vizsgálatokkal nem mutathatók ki.



1. ábra: Az L1 elemek fiziológiás aktivitása az egyedfejlődés során és esetleges patológiás újraaktiválódása szomatikus sejtekben



2. ábra: Az L1 elemek szomatikus aktivitásának nyomon követése májspecifikusan transzgenikus egérmodellben. **A:** A piros fluoreszcens protein (mCherry) jelenléte az L1 riporter elemet is kifejező transzgenikus májsejteket azonosítja, míg a zöld fluoreszcens protein (EGFP) megjelenése az L1 riporter aktiválódását (retrotranszpozícióját) jelzi. Bizonyos kemikáliákkal kezelt állatok a kezeletlen kontrollhoz képest jóval magasabb szomatikus L1-aktivitást mutatnak. **B:** Az L1 riporter aktivitást mutató májsejtek vizualizálása immunfestéssel (barna) egy az EGFP-t felismerő ellenanyag segítségével formalinfixált paraffinba ágyazott (FFPE) májszöveten.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): May Raya, Verebi Olívia Orsolya, Kocsis Dominik Sándor, Vecsernyés Kitti, Imre Gergely, Mátés-Nagy Andrea, Mátés Lajos

RÁSONYI MIKLÓS

2015—2020

MTA Rényi Lendület Pénzügyi Matematika Kutatócsoport

Mnemoszüné

HUN-REN Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Ngoc Huy Chau, Gerencsér Balázs, Lovas Attila, Nagy Lóránt, Nika Zsolt, Tikosi Kinga

RENYI.HU/KUTATOCSOPORTOK/PENZUGYI-MATEMATIKA

Lendület
Program

A Lendület-pályázat által támogatott kutatásaink a memória szerepére koncentrálódtak az optimális befektetések elméletében. Akkoriban az egyik legintenzívebben kutatott téma a pénzügyi matematikában az ún. frakcionális volatilitási modellek voltak. Első közelítésben egy tőzsdei árfolyam a trend és a körülötte oszcilláló „zaj" összegeként írható fel. Ez utóbbi zaj nagysága maga is egy kifinomult sztochasztikus folyamat, amelynek viselkedése fontos a befektetési döntések meghozatalakor. 2014-es eredmények arra mutattak, hogy a volatilitási folyamat talán nem Markov-típusú, és jelenlegi értékeit a múltbeli értékek jelentős mértékben befolyásolják. Így lett a memória központi kérdéssé.

Vitatottabb a hosszú memória jelenléte magukban az árakban. Sok empirikus tanulmány tör lándzsát emellett, legalábbis bizonyos pénzügyi termékosztályok esetén. Fő célunk az volt, hogy felfedjük, hogyan befolyásolja a memória a befektető sikerességét. Milyen stratégiákat kell alkalmaznia?

Sikerült kielégítő válaszokat találnunk a fenti kérdésekre. Amikor maga az ár frakcionális folyamat H memóriaparaméterrel, sikerült olyan optimális stratégiát találnunk, mely hasonló modellek egy széles osztályán jól teljesít. Jellemeztük, hogyan függ az eredményesség a H paramétertől, valamint a piaci likviditástól (azaz attól, mennyire könnyű venni/eladni nagyobb mennyiségű értékpapírt egy adott pillanatban).

Sztochasztikus volatilitási modellekre beláttuk invariáns mérték létezését, minimális feltételezésekkel a volatilitásról. Ehhez új eredményeket kellett kifejlesztenünk a véletlen közegbeli Markov-láncokra.

A kutatásból legalább 37 folyóiratcikk született, sok közülük nemzetközi társszerzők közreműködésével. A Lendület-pályázat lehetővé tette, hogy külföldi kollégákat hívjunk meg, illetve konferenciákon vegyünk részt. Ezek az alkalmak nagymértékben hozzájárultak minden résztvevő tudományos karrierjének fejlődéséhez.

SZÉKVÖLGYI LÓRÁNT

2015—2020

MTA—DE Lendület Genom szerkezet és Rekombináció Kutatócsoport

Génhurkok a térbeli kromatinszerkezetben: molekuláris komponensektől az öröklődésig

Debreceni Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Balajti Máté, Bogár Anita, Boros-Oláh Beáta, Bukó Zsanett, Deák Tímea Kinga, Fazekas-Bálint Ágnes, Feró Orsolya, Fillér Csaba, Fürtös Ibolya, Gyapjas Boglárka, Halász László, Hetey Szabolcs, Hornyák Lilla, Horváth Adrienn, Jónás Dávid, Kállainé Inci, Karányi Zsolt, Kósa Zsuzsanna, Kuik-Rózsa Tímea, Qiuzhen Li, Miskei Márton, Mosolygó-Lukács Ágnes, Nagy Dénes, Nagy Éva, Petrucz Anita, Sipos Éva, Varga Dóra, Tóth Erzsébet

GENEART.MED.UNIDEB.HU

Lendület
Program

A Lendület Program az MTA kiváló projektje, hiszen magas nemzetközi mércét állít a pályázóknak. Ugyanazokat a standardokat hozta el Magyarországra, amelyek a világ legszínvonalasabb kutatással rendelkező országaiban szokásosak. Olyan versenyfeltételek elé állítja a pályázó kutatókat, amelyek bárhol a világon erősnek számítanak. Hazahívott számos fiatal kutatót, akik így Magyarországon is tudtak megfelelő feltételek mellett kutatni, másképp sokuk nem jött volna vissza. A Lendület-csoportoktól érkezett tudományos eredmények jellemzően az élvonalba tartoznak.

Kutatócsoportunk célja az volt, hogy feltárjuk a kromoszómák sérüléseinek molekuláris összetevőit, és megvizsgáljuk kapcsolatukat a genomszerkezet háromdimenziós konformációjával és bizonyos ráktípusokkal. A Debreceni Egyetem Orvostudományi Kar Biokémia és Molekuláris Biológia Intézetének Genomi Medicina és Bioinformatikai Szolgáltató Központjában alakultunk meg 2015-ben. Ez a közeg kiváló alapot nyújtott kutatásainkhoz, amelyet a Lendület Program támogatási periódusának lejárta után sajnos el kellett hagynunk. Csoportunk átlagos létszáma 10 fő volt, köztük tapasztalt posztdoktorok, bioinformatikusok és ügyvivő szakértők. Jelenleg kisebb létszámmal, 4 fővel működünk tovább a Debreceni Egyetem Gyógyszerésztudományi Karán, de lelkesedésünk töretlen maradt.

Kutatócsoportunk a kromoszómák térszerkezetének nagy felbontású genomikai vizsgálatát honosította meg hazánkban, a genomkonformáció-leképezés nevű módszer segítségével. A pályázat keretében beszerzett nagyműszerek nagyban hozzájárultak ahhoz, hogy megfeleljünk a molekuláris medicina és biotechnológia területén tapasztalható gyors fejlődés követelményeinek.

Eredményeinket több rangos, nemzetközi folyóiratban publikáltuk, amelyek megalapozták csoportunk nemzetközi elismertségét is. Bevezettünk például egy új genomikai térképezési metodikát, amely lehetővé tette speciális DNS-szerkezetek, ún. kromoszomális R-hurkok kimutatását bármely modellszervezetben. Ez a módszer nemcsak a gyakorlati alkalmazhatóság szempontjából bizonyult jelentősnek, hanem elméleti következtetések levonására is alkalmat adott. Eredményeink hozzájárultak a térbeli genomszerkezet és az evolúciós homológia kérdéseinek jobb megértéséhez is. Kiemelendő, hogy a támogatási periódusban és azután is a csoportunk anyagilag és szakmailag is önálló maradt, új eredményeinket folyamatosan publikáljuk nemzetközileg jegyzett folyóiratokban. A Lendület Program keretében elért anyagi függetlenség lehetővé tette, hogy kutatásainkat szabadon, külső korlátok nélkül végezzük, ami különösen fontos egy egyetemi kutatócsoport számára.

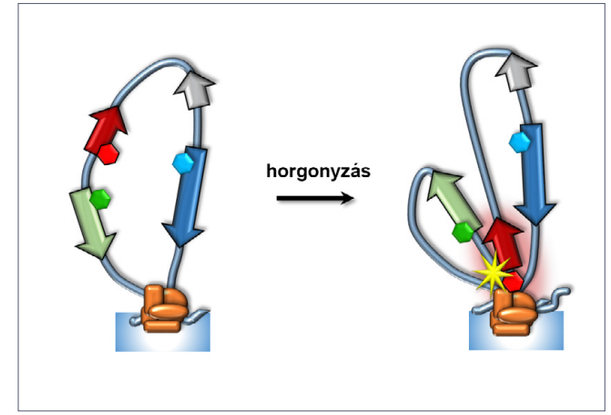
A Lendület Program kiemelt anyagi és erkölcsi támogatása lehetőséget adott, hogy megalapozzam saját kutatási irányomat, és önálló kutatóként folytathassam munkámat. A támogatási időszak során évente átlagosan 1-2 diplomamunka született, összesen 10 darab, és több hallgató PhD-hallgatóként folytatta nálunk megkezdett kutatásait. Eddig 3 PhD-védés valósult meg, és számos további hallgató folytatja kutatásait a csoportnál.

A Lendület Programnak köszönhetően csoportunk számos értékes műszert vásárolhatott, és fiatal kutatók bevonásával bővíthettük tevékenységünket. Kollégáink rendszeresen részt vettek rangos nemzetközi konferenciákon, ahol bemutathattuk kutatási eredményeinket. A támogatás lehetővé tette, hogy laboratóriumunk a mai napig korszerű műszerekkel dolgozzon. A kutatási periódus végén csoportunk „kiváló" minősítést kapott a tudományos teljesítménye alapján, ami további elismerést jelentett számunkra.

A Lendület Program keretében elért legnagyobb sikereink közé tartoznak a *Genome Research* és a *Nature Communications* folyóiratokban megjelent publikációink, amelyek kizárólag magyar szerzőkkel készültek. Ezek a cikkek a Debreceni Egyetem kutatógárdájának közös munkáját tükrözik, és fontos mérföldkövei kutatásainknak.

Ha egyetlen mondatban kellene összefoglalnom a Lendület Program hatását, akkor azt mondanám: A Lendület Programban való részvétel nemcsak óriási megtiszteltetés, hanem nagy felelősség is, hiszen kutatásainkat a szakma és a nyilvánosság fokozott figyelemmel követte. Emellett hatalmas lehetőséget biztosított arra, hogy önálló, integritással bíró kutatóvá válhassak Magyarországon.

A program kiemelkedő anyagi támogatása nemcsak a tudományos munkánk számára jelentett biztonságot, hanem személyes életemben is stabilitást adott, különösen a családom számára. Több nehézséggel kellett szembenéznünk a támogatási időszak alatt, de végül sikerült átvészelnünk a legnagyobb viharokat is.



1. ábra: A genetikai rekombináció ún. kibővített hurok-tengely modellje
Forrás: Karányi et al.: Nuclear dynamics of the Set1C subunit Spp1 prepares meiotic recombination sites for break formation. *Journal of Cell Biology*, 2018, 217: 3398—3415.

1. kép: A kutatócsoport

TORY KÁLMÁN

2015—2020

MTA—SE Lendület Nephrogenetikai Kutatócsoport

Interallelikus kölcsönhatások és új gének monogénes gyermekbetegségekben

Semmelweis Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Antal Violetta, Balogh Eszter, Jávorszky Eszter, Kaposi Ambrus, Keszthelyi Magdolna, Kétszeri Máté, Légrádi Regina, Mikó Ágnes, Seidl Dániel, Varga Máté

SEMMELWEIS.HU/BOKAYKLINIKA/KUTATAS/MTA-SE-LENDULET-NEPHROGENETIKAI-KUTATOCSOPORT

Lendület
Program

Kutatócsoportomat a párizsi Imagine Intézetből való hazatérésem után hoztam létre a Semmelweis Egyetem Bókay Gyermekklinikán. Franciaországban korábban több új gén azonosításában vettem részt, és azonosítottam az első olyan humánvariánst egy autoszomális recesszív betegségben, amely csak meghatározott variánsokhoz társulva okoz betegséget. E betegség egy fehérjevizeléssel járó vesebetegség, nefrózisszindróma volt.

A kutatócsoport első célja ismeretlen eredetű vesebetegségek mechanizmusának az azonosítása volt. Munkánk során azonosítottuk a nefrózis egy korábban le nem írt formájában a kóroki gént (*DKC1*). Több munkacsoporttal való kollaborációban feltártuk e betegség mechanizmusát: az RNS leggyakoribb módosításának, a pszeudouridilációnak a zavarát, mely a riboszomális RNS mennyiségének csökkenéséhez, riboszomopátiához vezet. Részben a Lendület-kutatómunka éveiben, részben azt követően két további új gént azonosítottunk ritka vesebetegségekben, melyeknek elvégeztük, illetve jelenleg is végezzük a funkcionális vizsgálatait, állat- és sejtes modelljét. Kialakítottunk egy *Caenorhabditis elegans*-laboratóriumot, ahol sikeresen hoztunk létre génmódosított féregtörzseket.

A kutatócsoport másik célja olyan variánsok azonosítása volt autoszomális recesszív betegségekben, melyek kórokiak, de az érintetteknek csak egy részében okoznak betegséget, azaz inkompletten penetránsak. Az inkompletten penetráns variánsok azonosításának a gyakorlati jelentőségét az adja, hogy a nagy léptékű genetikai vizsgálatok elterjedésével egyre több variánst azonosítunk a genetikai vizsgálatok során mellékleletként. A penetrancia ismeretének hiányában tévesen ítélhetjük meg egy betegség kialakulásának a kockázatát.

Ehhez egy új populációgenetikai módszert dolgoztunk ki, amelynek a segítségével 16 autoszomális recesszív betegségben 22 új inkompletten penetráns variánst azonosítottunk. Jelenleg a kutatócsoport azon dolgozik, hogy e populációgenetikai algoritmus mindenki számára hozzáférhető, webalapú legyen, és mennél több betegségben, mennél nagyobb betegkohorszokon lehessen használni. A közelmúltban egy gyakori vesebetegség, az Alport-szindróma autoszomális recesszív formájában azonosítottunk inkomplett penetráns variánsokat, melyeknek funkcionális vizsgálatain jelenleg is dolgozunk sejtes modellen.

Az inkomplett penetrancia ritka formája az általam feltárt interakció a két szülői allél között. Az elmúlt években megértettük az ezen interallelikus interakció által érintett fehérje, a podocin élettani funkcióját és az interallelikus interakció mo-

lekuláris alapját. Ehhez sejtes modellen fejeztünk ki különböző fehérjepárokat, és a podocin által szabályozott molekulák közötti távolságokat mértünk. A funkcionális vizsgálatok révén két további olyan inkompletten penetráns variánst azonosítottunk, amelynek a patogenitása a másik szülői variáns függvénye. Ezen interallelikus interakciók összességében igen ritkák, és a nemzetközi ajánlások nem is veszik őket figyelembe a variánsok patogenitásának értékelésekor. A kutatócsoport munkájának jelentősége részben abban rejlik, hogy felhívta a figyelmet a létezésükre, részben pedig abban, hogy a vizsgált variánsok esetében meg tudjuk mondani, mely társulásokban okoznak betegséget. Közvetlen klinikai jelentőségét ennek jól mutatja, hogy rendszeresen konzultálunk a világ minden tájáról betegeket, több téves diagnózist sikerült tisztáznunk, és betegnek vélt, de egészséges magzat abortuszát megakadályoznunk.

A kutatócsoport a populációgenetikai algoritmus létrehozásától a több különböző módon génmódosított *C. elegans*-törzseken át a fehérjék távolságának FRET-alapú méréséig számos új molekuláris biológiai módszert és modellt vezetett be a Semmelweis Egyetem Bókay Gyermekklinikáján (célzott mutagenezis, ciliogenezis, immunprecipitáció), melyek lehetővé teszik a klinikán látott ritka betegségek molekuláris szintű vizsgálatát és modellezését.

1. kép: A kutatócsoport tagjai, az MTA munkatársai és más kutatócsoportokban (ELTE és SE) dolgozó kollaboránsok

WEISZ BOGLÁRKA

2015—2020

MTA BTK Lendület Középkori Magyar Gazdaságtörténet Kutatócsoport

A magyar gazdaság mozgatórugói a középkor évszázadaiban

HUN-REN Bölcsészettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Benda Judit, Draskóczy István, Gál Judit, Kádas István, Kolláth Ágnes, Kovács Viktória, Körmendi Tamás, Lővei Pál, Mordovin Maxim, Neumann Tibor, Péterfi Bence, Skorka Renáta, Szende Katalin, Tóth Csaba, V. Székely György †

TTI.ABTK.HU/KUTATASOK/LENDULET/KOZEPKORI-GAZDASAGTORTENET

Lendület
Program

A középkori gazdaságtörténeti kutatások az 1980-as éveket követően háttérbe szorultak, és jóllehet ezt követően jelentős, a kutatás számára meghatározó résztanulmányok, forráskiadványok születtek, melyek régészeti és numizmatikai feldolgozásokkal egészültek ki, a gazdaságtörténeti kutatások mégsem voltak képesek a középkorkutatás előterébe kerülni. A kutatócsoport felállítása lehetőséget teremtett arra, hogy a széttagolt és egymástól elszigetelt kutatásokat egybeterelje, és így megtöbbszörözze a hatásfokukat. A gazdaságtörténeti kutatásokat felülről, azaz az uralkodó és a városok irányából közelítettük meg, szisztematikus forrásfeltárást végeztünk (számos hazai és külföldi levéltárban, kézirattárban, valamint múzeumban folytattunk kutatást), mely egyaránt kiterjedt az írott és tárgyi forrásokra, ez utóbbiak esetében kiemelt figyelmet szentelve a képi ábrázolásoknak is. A forrásfeltárással jelentős hungarikakutatást végeztünk, melynek során számos a kutatás számára eddig nem ismert és így nem hasznosított forrást sikerült feltárnunk. A felkutatott anyagban így például megtaláltuk Nógrád megye 1457. évi adójegyzékét; a 14. századi körmendi harmincadra vonatkozó ismeretlen oklevelet, amivel azonosítottunk egy eddig ismeretlen harmincadszedő helyet; egy eddig elveszettnek hitt 1412. évi oklevél teljes szövegű másolatát, mely a pénzverésben szerepet játszó probator tisztséghez nyújt adalékot; több oklevél került elő, mely a 15. század végi budai lerakat működésébe és a boroszlói kereskedők itteni tevékenységébe enged betekintést; a Thurzó-kódexben sikerült azonosítani egy 1501 előtt keletkezett gölnici városkönyvet; a plombaleletek összegyűjtése során előkerült textilbárcák egy része olyan városok termékeiről tesz tanúbizonyságot, amelyek az írott forrásokban nem bukkannak elő; az ólomsúlyok elemzése során kiderült, hogy a budai márkaként ismert súly már a 13. század első felében is ismert és használt volt, azaz a budai márkának létezett egy előzménye; a gyűjteményekben folytatott kutatások új éremtípusokat hoztak a felszínre.

Munkánk során arra törekedtünk, hogy ahol lehet, monografikus feldolgozást vagy katalógust, kézikönyvet, forráskiadást jelentessünk meg (összesen 36 kötet látott napvilágot), máskor azonban résztanulmányok készítésére kellett szorítkoznunk (összesen 316 tanulmányt készítettünk), mert a mélyfúrások sok esetben rámutattak a korábbiakban általánosan elfogadott gazdaságtörténeti megállapítások helytelen voltára (pl. a kincstartói hivatal 1340-ben jelenik meg, miközben az 1320-as évektől kimutatható; I. Károly bevezette az urbura harmadát, miközben az az Árpád-kortól bevett gyakorlat volt), ami újabb mélyfúrások elvégzésére ösztönöz, mielőtt monografikus szintű feldolgozást vállalnánk fel. Különösen fontos volt a csoport munkája során, hogy olyan kutatásokat is bevonjunk a gazdaságtörténetbe, amelyekről korábban azt gondolni sem lehetett, vagy nem kaptak kellő hangsúlyt, így például a művészettörténetet (kőanyagok

piac- és bányakörzeteinek feltárása), a hagiográfiát (szentkultusz a bányavárosokban) vagy a heraldikát (pénzek korrendjének pontosabb meghatározása). Ehhez egyrészt szükség van arra, hogy a csoport tagjai között különböző tudományterületek képviselői dolgozzanak együtt az interdiszciplináris kutatások érdekében, a kutatók között folyamatos legyen a kommunikáció, egymás munkáját a háttérből is segítsük, másrészt a csoport tagjain kívüli kutatókat kérjünk fel egy-egy téma vizsgálatára.

Kiemelt figyelmet fordítunk arra, hogy a szakmai eredmények minél szélesebb körben hasznosuljanak, így jelentős munkát fejtünk ki a tudomány-népszerűsítésben (előadások, cikkek, kötetek), középiskolás diákoknak és a történelem iránt érdeklődőknek vándorkiállítást készítettünk (eddig 20 helyszínen volt látható), egyetemistáknak mesterkurzust tartottunk.

A Lendület-pályázat 2020. évi kiváló minősítésű lezárását követően számos jelentős pályázatot sikerült elnyerni, ennek is köszönhető, hogy a kutatócsoport 2015. évi megalakulása óta folyamatosan működik. A Lendület Program jelentős hatással volt a pályámra, csoportirányításban kialakult jártasságomnak köszönhetően osztályvezetőként dolgozom, és ismertté váltam a nemzetközi kutatásban.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): felső sor: Galambosi Péter, Péterfi Bence; középső sor: Kádas István, Kolláth Ágnes, Skorka Renáta, Draskóczy István, Lővei Pál; alsó sor: Kuffart Hajnalka, Kovács Enikő, Weisz Boglárka, Gál Judit, Borbás Benjámin

2016

ABLONCZY BALÁZS

2016—2020

MTA BTK Lendület Trianon 100 Kutatócsoport

Trianon — száz év után. Kontextus, lokalitás, régió

HUN-REN Bölcsészettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bazsalya Balázs, Bencsik Péter, Bódy Zsombor, Gaucsík István, Glant Tibor, Győri Róbert, Hornyák Árpád, Juhász Balázs, Krizmanics Réka, L. Balogh Béni, Mészáros Flóra, Nagy Szabolcs, Révész Tamás, Rigó Máté, Romsics Gergely, Simon Attila, Szeghy-Gayer Veronika, Szűts István Gergely, Wintermantel Péter, Zahorán Csaba, Zeidler Miklós

TRIANON100.HU

Lendület
Program

A Lendület Program által támogatott kutatásunk négy pillér köré szerveződött:

1. Diplomáciai iratok kiadása magyarul;
2. Az összeomlás és a magyar társadalom;
3. A békerendszer megszilárdulása;
4. Utókor és emlékezet.

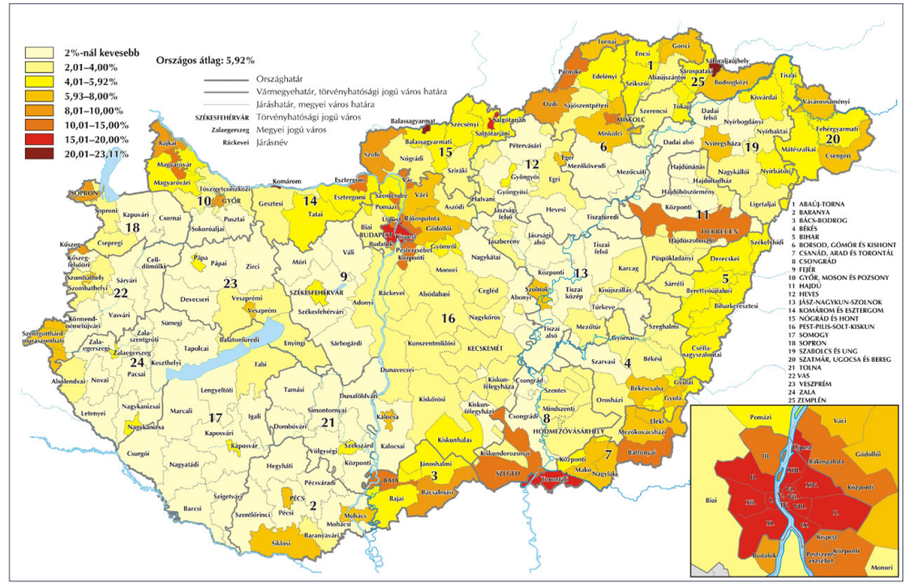
A kutatócsoport munkáját az értékelések minden alkalommal kitűnőre értékelték, ez lehetővé tette, hogy a Lendület történetében az utolsók között a kutatócsoport beépülő támogatással folytathassa kutatásait egészen 2024-es megszűnéséig.

E működés keretében 13 saját kiadású kötet jelent meg, további 10 kötet pedig más tudományos szereplőkkel kooperációban, a tanulmányok száma több tucat, a kutatócsoport munkáját a folyamatosan karbantartott és ma is létező honlapján és a közösségi profilján lehetett követni. Ebben a tevékenységben, a tervezés során előre nem látható módon a városi séta tervezésétől kezdve a forgatókönyv- és színdarab-értékelésen keresztül az adatbázis-építésig, népszerűsítő előadásokig sok minden más is szerepelt.

A kutatócsoport munkájának centrumában konferenciák szervezése és saját kiadványok létrehozása, új kutatások támogatása állt. A kutatócsoport által kiadott munkák közül kiemelendő a magyar békedelegáció naplójának, illetve a békeszerződéssel kapcsolatos olasz, amerikai, japán, szerb, csehszlovák, román diplomáciai dokumentumok magyar nyelvű kiadása; a monográfiák közül Révész Tamás összegzése a magyar állam katonapolitikájáról 1918—1919-ben (*Nem akartak katonát látni?*), Bencsik Péteré az újonnan kialakuló határrezsimekről (*Demarkációs vonaltól államhatárig. A határ menti társadalom és konfliktusai az 1920-as években*), Murber Ibolyáé a Nyugat-Magyarország körüli küzdelmekről (*Nyugat-Magyarországtól Burgenlandig, 1918—1924. Határtörténetek az első világháború után*) és minden túlzás nélkül mérföldkőnek nevezhető Rigó Máté angolból lefordított könyve a béke kevéssé pertraktált gazdaságtörténeti oldalairól, a gazdasági elitek ebben játszott szerepéről (*Háború, profit, Trianon. Hogyan vészelte át a polgárság az első világháborút?*). Romsics Gergely terjedelmes monográfiája (*Összeomlás és útkeresés*) a magyar külpolitika 1918 és 1920 közötti dilemmáit állította a középpontba, a diplomáciatörténet mellett a nemzetközi kapcsolatok elméletének teljes arzenálját felhasználva elemzésében. A tematikus tanulmánykötetek közül kiemelhető a Bódy Zsombor által szerkesztett *Háborúból békébe. A magyar társadalom 1918 után* című gyűjtemény, amely a közellátástól a nők helyzetén át a kulcsfontosságúnak bizton tekinthető

szénkérdésig tekintette át a korszak alapvető kérdéseit, az általam szerkesztett *Úton — Menekülés, mobilitás, integráció Közép-Európában és Magyarországon az első világháború után* pedig egy 2018-as, általunk szervezett nemzetközi konferencia előadásait felhasználva először tett kísérletet arra, hogy összegezze a magyar szakirodalom addigi, menekültkérdésről alkotott munkásságát. E munkákat is felhasználva írtam meg az *Ismeretlen Trianon* című népszerűsítő munkát, amely ezeket az új kutatási irányokat összegezte a nagyközönség számára, és amely a 100. évfordulón jelentős piaci sikert is elért.

A csaknem 8 éven át tartó munka során a kutatócsoport sohasem számlált többet 2,5 állásban foglalkoztatott munkatársnál, viszont mintegy másfél tucatnyi állandó segítő mellett egy szélesebb, 50-60 külföldi és magyar kutatóból álló hálózattal dolgoztunk együtt: mindenekelőtt az ő munkájuknak köszönhető, hogy a magyar történettudomány fontos új eredményekkel állhatott a nagyközönség elé a 100. évforduló időszakában. A kutatásnak számos további iránya lehetséges a közép-európai kérészállamok történetének vizsgálatától egészen a magyarországi népességmozgatások eszmetörtének feltárásáig.



1. ábra: Határon túl születettek aránya az 1930. évi népszámlálás alapján. A térkép azt mutatja meg, hogy az 1930-as népszámlálás során az ország lakosai között talált, határokon túl született, a populáció 5,92%-át kitevő csoport területileg milyen eloszlásban jelenik meg az országban. A szám jó indikátora a trianoni menekülthullámnak is — még ha nem volt is minden határon túl született menekült. Viszont tudunk számos olyan személyről, akinek 1918 után el kellett hagynia Romániát, Csehszlovákiát vagy Jugoszláviát, viszont nem az adott területen születtek, hanem az ország belső részein. A térkép azt is bemutatja, hogy ez a belső vándorlás döntően a határ menti járásokba, illetve a nagyvárosokba irányult: itt volt elegendő számú munkahely és lakás a jobbára közszolgálatban álló egykori menekülteknek. Külön is érdemes kiemelni olyan határ menti városokat, mint Sátoraljaújhely, Komárom, Balassagyarmat, ahol a lakosok több mint ötödét tették ki az elszakított területeken születettek.

BEKE-SOMFAI TAMÁS

2016—2020

MTA TTK Lendület Biomolekuláris Önrendeződés Kutatócsoport

Membránaktív mesterséges hordó szerveződések

HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Kamal el Battioui, Juhász Tünde, Kohut Gergely, Kővágó Bence, Bilal Nizami, Mayra Quemé Pena, Maria Ricci, Priyanka Singh, Szigyártó Imola Csilla, Vignesh Un, Zsila Ferenc

TTK.HUN-REN.HU/AKI/BIOMOLEKULARIS-ONRENDEZODES-KUTATOCSOPORT

Lendület
Program

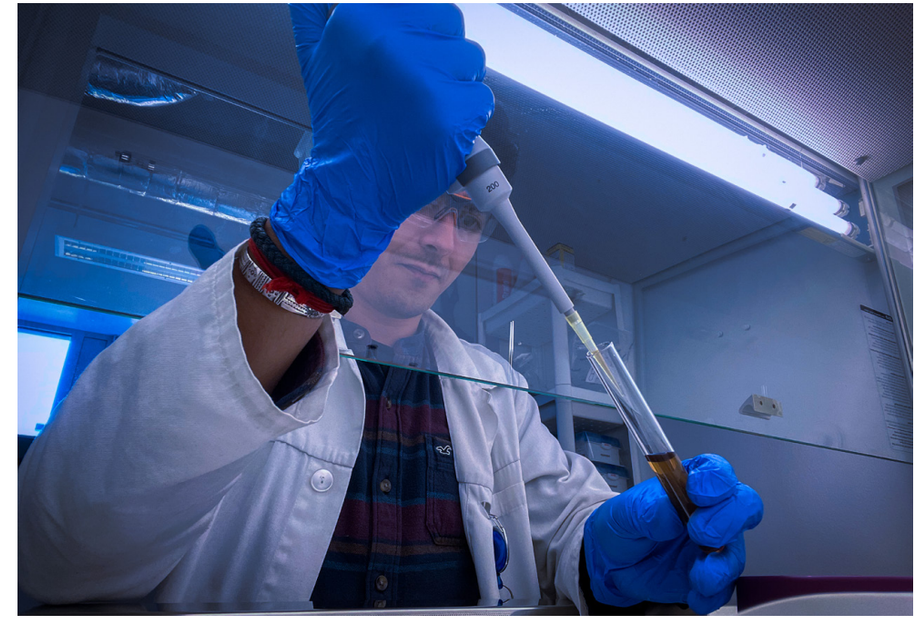
Az antibiotikumokkal szembeni egyre növekvő rezisztencia fenyegetése miatt roppant fontos új kémiai vegyületek tervezése, lehetőleg olyanoké, amelyeknek egyedi a hatásmechanizmusuk. A peptidalapú asszociátumok egyre nagyobb figyelmet kaptak a nanotechnológia, a farmakológia és a molekuláris biológia különböző területein. A természetes antimikrobiális peptidek többségének alacsony a biostabilitása, ami korlátozza a széles körű terápiás alkalmazásukat. Ilyen értelemben nem természetes analógjaik, az ún. β-peptidek különösen ígéretesek, mivel változatos szerkezetük, magas metabolikus stabilitásuk és önasszociációs képességük nagyszerű alapot nyújt új antimikrobiális vegyületek kifejlesztéséhez.

A Lendület-pályázat fő célkitűzéseként szupramolekuláris antibiotikumok irányába szerettünk volna elmozdulni, és ehhez vízben oldódó, membránaktív nyílt láncú β-peptidek sorozatát terveztük meg. Ezek képesek voltak kis asszociátumokban, 10-14 peptid részvételével oligomerekké összeállni. Az egyes peptidek zig-zag szerkezetet öltöttek, a peptidlánc két oldalán pedig a természetes peptidek β-száljának szerkezetével egyező módon helyezkedtek el a tervezett oldalláncok. Ez az oligomer összeállítás alapozta meg a projekt további folytatását és a kutatócsoport egyik fő irányvonalát. Ehhez kapcsolódva csoportunk a természetes antimikrobiális peptidrendszerek esetében is demonstrálta, hogy képesek koasszociátumokat létrehozni változatos eredetű kismolekulákkal. Ennek során mikrométeres kiterjedt hálózatok képződtek, melyek funkcionális jelentőségét is bemutattuk csoportunk több mint 20 idevágó publikációjában.

A β-hexapeptid összeállításra vonatkozó tudásunk folytatásaként továbbfejlesztettük az eredeti szekvenciákat. A specifikusabb antibakteriális alkalmazások érdekében pozitívan töltött aminosavakat illesztettünk a tervezett peptidekbe, és úgy terveztük meg őket, hogy képesek legyenek koordinálni az *E. coli* foszfátban gazdag lipopoliszacharidjaira (LPS), amelyek a leggyakoribb külsőmembrán-lipidkomponensek a rezisztens Gram-negatív baktériumokban. A tervezett β-peptidek, melyeket lamellineknek neveztünk, magas antibakteriális hatékonyságot mutattak, és a monomerek hosszú fibrilláris szupramolekuláris rendszerekké alakultak a baktériumok külső membránjain. Sikerült bemutatnunk krio-EM-képek segítségével, hogy a tervezett peptidek *in situ* képesek összeállni toxikus szupramolekulákká az LPS-re való koordináció révén. Reméljük, hogy ez jelentős lépés volt a membráncélzott *in situ* formált szupramolekuláris antibiotikumok felé.

Ez a legutóbbi tanulmány jelentős médiavisszhangot kapott, több mint 18 nemzeti és nemzetközi weboldal számolt be az eredményeinkről. Tudományos szempontból ezek az eredmények lehetővé teszik a lamellin-β-peptidek egyéb antimikrobiális önrendeződési folyamatainak további vizsgálatát, például a mikrobiális fertőzések során termelődő veszélyjelző molekulák hatására kialakuló asszociátumok esetén.

A Lendület-pályázat lehetővé tette a kutatócsoport létrehozását a HUN-REN TTK-n. Ezenfelül létrehoztuk a Biológiai Lágyanyag platformot is, amely mostanra négy kutatócsoportból áll, mindegyik a membránrendszerekre vagy peptidvegyületekre összpontosít. A kutatócsoportunkban jelenleg 4 senior csoporttag dolgozik különböző háttérrel, a kvantumszámítástól kezdve az *in vivo* egérkísérletekig. 2022-ben elnyertünk egy Élvonal-támogatást, amely lehetővé tette az első automatikus mikroskálás termoforézis-készülék telepítését, ami képes kis molekula-peptid interakciók széles körű térképezésére. Párhuzamosan többéves kutatási projektet indítottunk a Richter Gedeon Nyrt.-vel. Eddig több mint 25 nemzetközi posztdoktor, PhD-hallgató, egyetemi hallgató és vendégkutató végezte tanulmányait a csoportunkban. Jelenleg Spanyolországban, az Egyesült Királyságban, Máltán, Üzbegisztánban, Kínában, Indiában, Belgiumban, az Egyesült Államokban vagy Magyarországon dolgoznak. Az elmúlt év során a HUN-REN főigazgatója kinevezett az Anyag- és Környezetkémiai Intézet igazgatóhelyettesének, ahol a jelenlegi vezetőséget az intézet stratégiai tervezésében segítem.



1. kép: A csoport kutatója, Kamal el Battioui minta-előkészítés közben

2. kép: A kutatócsoport

BIRÓ PÉTER

2016—2020

MTA KRTK Lendület Mechanizmus Tervezési Kutatócsoport

Párosítási piacok komplex tervezése

HUN-REN Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont

2021—2026

MTA KRTK Lendület Mechanizmustervezés Kutatócsoport

Mérnöki közgazdaságtan párosítási piacokon

HUN-REN Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Ágoston Kolos, Ata Atay, Benedek Márton, Burka Dávid, Csáji Gergely, Cseh Ágnes, Csercsik Dávid, Dücső Márton, Ferkai András, Fleiner Tamás, Gyetvai Márton, Jankó Zsuzsanna, Juhos Attila, Palincza Richárd, Schlotter Ildikó, Solymosi Tamás, Tóth Csaba, Utkarsh Verma

KTI.KRTK.HU/EN/KUTATOCSOPORT/MECHANISM-DESIGN

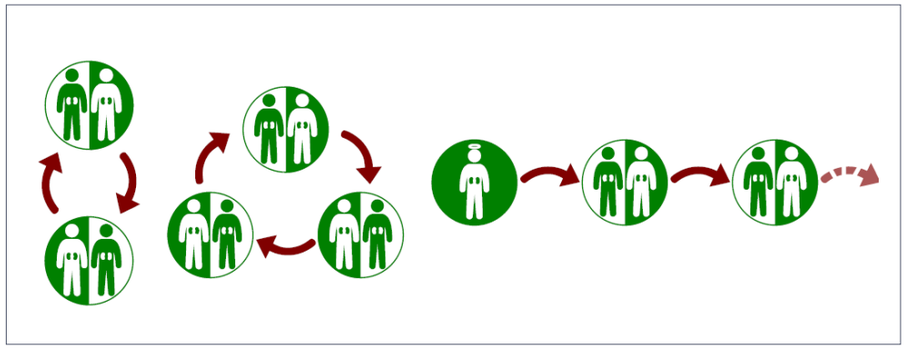
Lendület
Program

2003-ban szereztem MSc-t matematikából a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen, majd 2007-ben ugyanott PhD-fokozatot matematikából és számítástechnikából. Ebben az időszakban 5 évig közgazdaságtant is tanultam a Budapesti Corvinus Egyetemen (BCE). Ezt követően 3 és fél évig posztdoktori ösztöndíjas voltam a Glasgow-i Egyetem Számítástudományi Tanszékén. 2010-ben visszaköltöztem Budapestre, hogy az MTA KRTK Közgazdaságtudományi Intézetének tudományos munkatársa lehessek. 2010-től 2016-ig a Játékelmélet Lendület Kutatócsoportban dolgoztam, 2016-ban pedig a Lendület Program támogatásával megalapíthattam a saját kutatócsoportomat. 2013 óta oktatok részmunkaidőben a BCE Operációkutatási Tanszékén. Két alkalommal voltam kutatói szabadságon, először 2014-ben vendégprofesszorként a Stanford Egyetem Közgazdaságtudományi Tanszékén a Nobel-díjas Al Roth meghívására, majd 2023-ban, amikor társszervezőként 4 hónapos programban vettem részt a Simons Laufer Mathematical Sciences Institute-ban (Berkeley, USA). Érdeklődési köröm a piactervezés, a mérnöki közgazdaságtan interdiszciplináris területei, ezen belül a preferenciaalapú párosítási problémák. Kutatásaim során többféle megközelítést alkalmazok, beleértve a játékelméletet, az algoritmuselméletet, a gráfelméletet és az optimalizálást. Az elméleti kutatások mellett számos gyakorlati alkalmazásban vettem részt, közülük a vesecsereprogramok alkalmazását a felsorolás után végén emeljük ki:

— optimalizációs algoritmus kidolgozása és az Egyesült Királyság vesecsereprogramjának, a párosítási futtatásoknak a szoftveres támogatása (2007—2010);
— új algoritmus kidolgozása a skót rezidensallokációs rendszerhez (2009—2010);
— tanácsadás a magyar felsőoktatási felvételi rendszer párosítási algoritmusának újratervezéséhez (2007—2008);
— az óvodai helyek kiosztási rendszerének újratervezése Harku városában, Észtországban (2014—2016);
— a BCE-n és két másik CEMS-partnernél Németországban és Lengyelországban CEMS Business-projektek allokációjának megtervezése és szoftveres támogatása (2016—);
— webes portál és optimalizálási algoritmus tervezése önkéntes mentorok allokálására diákokhoz online mentorálás céljából a Covid miatti lezárások idején (2020—2021).

Európai vesecsereprogramok szoftverének kifejlesztése: A vesecsereprogramokban inkompatibilis beteg-donor párok regisztrálnak annak reményében, hogy donorjaikat elcserélve kompatibilis donoroktól kaphassanak vesét élő donoros transzplantáció révén (*1. ábra*).

Az ENCKEP COST Action (2016—2021) keretében először felmértük az európai vesecsereprogramok helyzetét, ahol a munkacsoportot vezettem. A kutatócsoportunk részt vett az ENCKEP-szimulátor kifejlesztésében nemzeti és nemzetközi vesecsereprogramok hatékonyságának vizsgálatára. Az ezt követő KEPSOFT COST Innovators Grant (2021—2022) keretében a KEPsoft szoftvert a Glasgow-i Egyetemmel, az Óbudai Egyetemmel és az INESC TEC Portóval együttműködve fejlesztettük ki. A végleges üzleti tervben foglaltak szerint a KEPsoft szoftver karbantartását és támogatását a glasgow-i székhelyű nonprofit társaság, a KEPsoft Collaborative (kepsoft.org) biztosítja. Ami az alkalmazásokat illeti, 2022 júniusában telepítettük a spanyol vesecsereprogram támogatására a KEPsoft szoftver egy korai verzióját, amely azóta is használatban van. 2024 júniusában az OVSZ által koordinált magyar vesecsereprogram első párosítását is a KEPsofttal végeztük. 2024 őszén indul egy 3 éves EU4Health-projekt EURO-KEP néven a nemzeti és nemzetközi vesecsereprogramok létrejöttének és fejlesztésének elősegítésére, ahol a kutatócsoportunk finanszírozást kap egy programozó alkalmazására a KEPsoft továbbfejlesztésének céljából.



1. ábra: Vesecsere-módozatok: kettes és hármas cserekör, valamint önkéntes donor által indított cserelánc

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Fleiner Tamás, Benedek Márton, Jankó Zsuzsanna, Csercsik Dávid; portrék: Cseh Ágnes, Schlotter Ildikó (felül), Csáji Gergely

DÉNES ÁDÁM

2016—2021

MTA KOKI Lendület Neuroimmunológia Kutatócsoport

A mikroglia szerepe a neuronális aktivitás szabályozásában és ennek hatása az agyi sérülés kialakulására

HUN-REN Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet

2022—2027

MTA KOKI Lendület Neuroimmunológia Kutatócsoport

Neuronális és vaszkuláris folyamatok mikroglia általi, kompartmentspecifikus szabályozásának szerepe az idegrendszeri betegségmechanizmusokban

HUN-REN Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Rita Brás, Császár Eszter, Cserép Csaba, Fekete Rebeka, Környei Zsuzsanna, Lénárt Nikolett, Pósfai Balázs, Schwarcz Anett, Szabadits Eszter

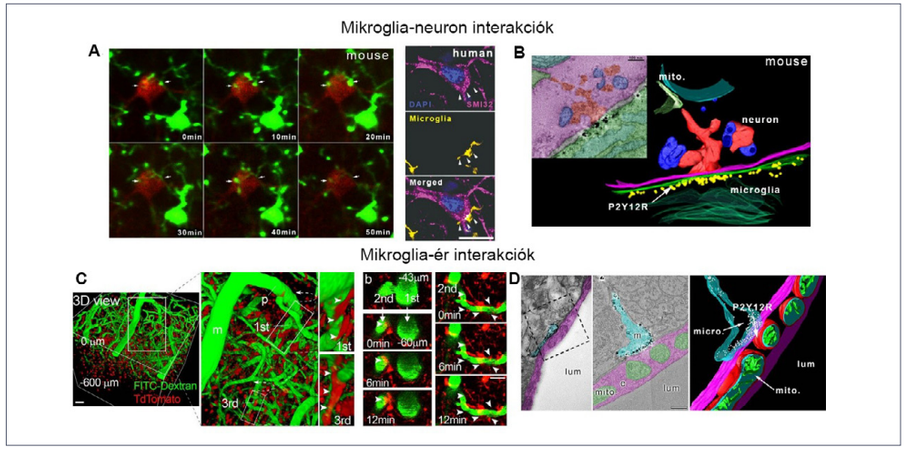
KOKI.HUN-REN.HU/RESEARCHGROUPS/NEUROIMMUNOLOGY

Lendület
Program

Kutatásaim során az immunrendszer és az idegrendszer kétoldalú kapcsolatait vizsgálom. Kutatócsoportom felfedezései nagyban hozzájárultak a gyulladásos folyamatok gyakori idegrendszeri betegségekben betöltött szerepének megértéséhez. Mivel a gyulladásos folyamatok számos idegrendszeri betegség kialakulásában játszanak szerepet, vizsgálataik során arra keresik a választ, milyen módon hatnak a szervezetben az agyon kívüli (ún. szisztémás) gyulladásos folyamatok az agyra, és az agyi (ún. centrális) gyulladás milyen útvonalakon át vezet el az idegsejtek és az agyi erek károsodásához stroke, epilepszia, neurodegeneráció vagy agyi vírusfertőzések során. Kutatásaink fókuszában a központi-idegrendszer fő gyulladásos sejttípusa, a mikroglia áll. A Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézetben (KOKI) végzett vizsgálataink során modern módszerek felhasználásával merőben új kommunikációs útvonalakat azonosítottunk a mikroglia, az idegsejtek és az agyi erek között. E kutatások révén a KOKI a neuroimmun mechanizmusok és mikroglia-kutatások nemzetközileg elismert műhelyévé vált.

2013-ban tértem haza a Manchesteri Egyetemről, ahol egy Európai Unió által finanszírozott átfogó kutatási programban a gyulladásos folyamatok stroke során betöltött szerepét vizsgáltuk. Hazai kutatócsoportom megalapításában kiemelt szerepet játszott a Lendület Program 2015-ben elnyert támogatása, amely ezt követően nagyban segítette Európa legrangosabb kutatási pályázatának (ERC) elnyerését is. Az 5 éves Lendület-pályázat legfontosabb célkitűzése annak megértése, milyen molekuláris útvonalak révén képes a mikrogliasejt kommunikálni az idegsejtekkel, és milyen módon kap információt az idegi károsodás kialakulásáról. Megállapítottuk, hogy a mikroglia képes az idegsejtek és komplex idegsejthálózatok aktivitásának szabályozására, egyben meghatározza a sérült idegsejtek sorsát az agyban. Feltártuk, hogy a mikroglia-idegsejt kommunikációban kiemelt szerepet játszik egy új, korábban nem azonosított kapcsolattípus, amelynek révén a mikroglia érzékeli az idegsejtek aktivitásának változásait, energetikai állapotát, valamint képes az idegsejtek sérülésére gyorsan válaszolni. E kapcsolatoknak köszönhetően a mikroglia véd például az agyi vírusfertőzések terjedése ellen, és eltakarítja a menthetetlenül károsodott idegsejteket számos különböző agyi betegség során. Munkánk során számos új technikát állítottunk be, és kidolgoztuk a humán agyszövet gyulladásos folyamatainak komplex molekuláris biológiai/anatómiai vizsgálatát is. Elsőként azonosítottuk továbbá a mikrogliasejtek szerepét az agyi keringés szabályozásában, és feltártuk a mikroglia által termelt gyulladásos fehérjék szerepét a krónikus fájdalom kialakulásában.

2022-ben újból elnyertem a Lendület Program támogatását. Építve korábbi eredményeinkre, folyamatban lévő vizsgálataink során azt vizsgáljuk, milyen útvonalakon keresztül érzékeli a mikroglia az idegsejtek és az agyi erek állapotváltozásait, és hogyan hat vissza a komplex idegi és érrendszeri folyamatok szabályozására. Eredményeink szerint a mikroglia nem megfelelő működése, amely számos gyulladásos kórképben, fejlődési zavarok során vagy az öregedéssel párhuzamosan megfigyelhető, önmagában is komoly patológiás tényezőnek tekinthető az idegrendszeri betegségek kialakulásában. Megállapítottuk, hogy a mikroglia-idegsejt kapcsolatok elengedhetetlenek az agykéreg fejlődéséhez és normális működéséhez, miközben a szisztémás gyulladás képes nagymértékben gátolni a mikrogliasejtek kommunikációját az idegsejtekkel és az agyi erekkel. E folyamatok révén a mikroglia fontos a Covid-19-cel összefüggő akut agyi károsodás és a poszt-COVID idegrendszeri tünetek kialakulásában is. Jelenleg gyógyszergyári együttműködések keretében új, gyulladásos gyógyszercélpontok azonosításán dolgozunk, amelyek segíthetnek hatékonyabb terápiás módszerek kidolgozásában számos neurológiai kórkép esetén.



1. ábra: A mikroglia modulálja az idegsejtek és agyi erek állapotát dinamikusan változó, direkt sejt-sejt kapcsolatok révén. **A:** *In vivo* kétfoton-mikroszkópia és konfokális mikroszkópia láthatóvá teszi a speciális mikroglia-idegsejt kapcsolatokat az egér (balra) és a humán (jobbra) agykéregben. **B:** Elektron-tomográfiás vizsgálat a mikroglia-idegsejt kommunikációban alapvető mikrogliális P2Y12 receptorok (sárga) feldúsulását mutatja az idegsejtek mitokondriumainak közelében. **C:** A mikroglia-ér kapcsolatok 3D, kétfoton-mikroszkópiás rekonstrukciója az egéragykéregben. **D:** Elektron-tomográfiás vizsgálatok a mikrogliális P2Y12 receptorok feldúsulását mutatják az erek falában lévő mitokondriumok közelében.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Környei Zsuzsanna, Szelényi Judit †, Galamb Eszter, Lénárt Nikolett, Rita Brás, Császár Eszter, Dénes Ádám, Cserép Csaba, Gali-Györkei Dóra, Fekete Rebeka, Szabadits Eszter, Pósfai Balázs, Bánkövi Orsolya, Kellermayer Anna, Schwarcz Anett

INSPERGER TAMÁS

2016—2021

MTA—BME Lendület Emberi Egyensúlyozás Kutatócsoport

Az emberi egyensúlyozás határainak kiterjesztése

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Balogh Tamás, Bencsik László, Buza Gergely, Giuseppe Habib, Hajdu Dávid, Kovács Balázs, Lehotzky Dávid, Miklós Ákos, Molnár Csenge, Nagy Dalma, Sykora Henrik Tamás, Várszegi Balázs, Wohlfart Richárd, Zelei Ambrus

Lendület
Program

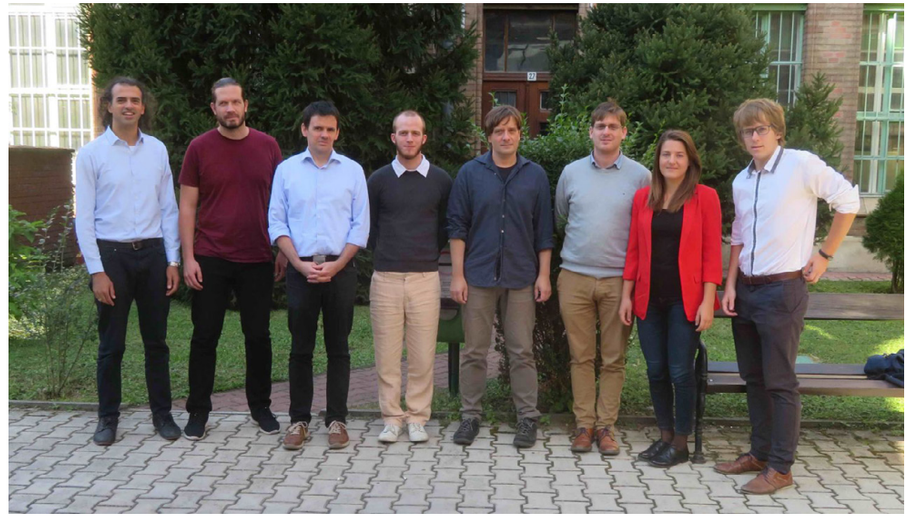
A BME Gépészmérnöki Karán, a Műszaki Mechanikai Tanszéken a Lendület Program támogatásával alakult kutatócsoportunk célja az emberi idegrendszer működésének pontosabb matematikai modellezése volt különböző egyensúlyozási feladatok kísérleti megvalósításának dinamikai vizsgálatán keresztül. A projekt támogatásával számos olyan berendezést és mérőeszközt sikerült beszereznünk, amelynek segítségével új, az emberi egyensúlyozási képességeket felmérő kísérletsorozatot végezhettünk el. Vizsgálati módszereket dolgoztunk ki többek között ujjhegyen való rúdegyensúlyozásra, lineárisan megvezetett inverz ingával való egyensúlyozásra, virtuális rúdegyensúlyozásra, mérleghintán gördülő kocsi pozíciószabályozására, egyensúlyozó deszkán való egyensúlyozásra mint a frontális és a szagittális síkban az emberi test perturbáció hatására történő egyensúlyozására egy helyben állás közben, valamint megépítettünk egy részletes reakcióidőt mérő rendszert.

A kutatócsoportunk eredményei közül csak néhányat emelnék ki. Meghatároztuk és számszerűsítettük visszacsatolási időkésést tartalmazó szabályozások esetén azokat a korlátozó feltételeket, amelyek a szabályozó minőségét befolyásolják, pl. a legnagyobb megengedhető időkésés, illetve a szükséges érzékelési felbontás mértéke. Az eredményeket emberi mozgásszabályozásra is átültettük. A reakció-időkésés hatását egy egyszerű példán keresztül szemléltethetjük. Egy rövid pálcát, pl. egy 20 cm-es ceruzát nem tudunk az ujjunk hegyén egyensúlyozni, de egy hosszabbat, pl. egy seprűnyelet már igen. Ennek az az oka, hogy a rövid rúd gyorsabban dől, mint a hosszú rúd, ezért az emberi idegrendszeri szabályozási folyamaton keresztül már túl későn tudunk beavatkozni, és a rövid rúd eldől. Az egyensúlyozási feladat minőségét az érzékelési folyamat is befolyásolja. Például egy előre-hátra megvezetett rudat nehezebb egyensúlyozni a rúd helyzetének meghatározásához szükséges mélységérzékelés miatt, mint egy oldalirányba megvezetettet. A projekt keretében a teljes emberi test egyensúlyozását egyensúlyozó deszkán végrehajtott mérésekkel vizsgáltuk, ahol az egyensúlyozó deszka paramétereinek változtatásával a feladat nehézsége is változik. Itt is kimutattuk a reakció-időkésés és az egyensúlyozási képességek közötti kapcsolatot. A projekthez kapcsolódva több mint 40 publikációnk jelent meg nemzetközi folyóiratokban, és közel 50 előadást tartottunk nemzetközi konferenciákon. Számos hallgatói projektfeladatot írtunk ki, és elindítottuk az Egyensúlyozás dinamikája című tárgyat a gépészmérnöki alapképzésen, amelyet azóta is évente meghirdetünk.

Kutatócsoport-vezetőként saját szakmai karrierem szempontjából meghatározó volt a Lendület Program támogatása. Az MTA doktora címet egy évvel a Lendület-kutatócsoport indulása előtt nyertem el, az MTA levelező tagja a csoport

működése alatt lettem, és idén, az MTA 200 éves ünnepi évében választottak az MTA rendes tagjai közé. A Lendület-projekt új nemzetközi kapcsolatok megnyílását is jelentette, egy nemzetközi PhD-kurzus előadója és egy másik szervezője voltam, több külföldi PhD-védésen voltam bizottsági tag, és a projekt indulása óta 3 nemzetközi tudományos folyóirat szerkesztőbizottságába választottak be.

A Lendület Program támogatása nemcsak az én tudományos karrierem szempontjából volt meghatározó, hanem a kutatócsoport tagjainak számára is. A projekt 5 éves időtartama alatt összesen 13 fiatal kutató dolgozott a kutatócsoportban, 8 PhD-fokozat született, a csoport fiatal tagjai között volt, aki a projekt zárása után saját Lendület-kutatócsoportot alakított, valamint hárman is nyertek fiatal kutatók számára kiírt NKFIH-pályázatot. A kutatócsoport tagjai közül tízen ma is hazai egyetemen dolgoznak, ketten a versenyszférában kutatás-fejlesztési területen, egy volt kutatócsoporttagunk pedig külföldi egyetemen dolgozik.



1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Giuseppe Habib, Zelei Ambrus, Insperger Tamás, Kovács Balázs András, Wohlfart Richárd, Bencsik László, Molnár Csenge Andrea, Várszegi Balázs

MARKÓ ALEXANDRA

2016—2021

MTA—ELTE Lendület Lingvális Artikuláció Kutatócsoport

Lingvális koartikuláció

Eötvös Loránd Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bartók Márton, Csapó Tamás Gábor †, Deme Andrea, Grászi Tekla Etelka, Juhász Kornélia

Lendület
Program

Azt gondolhatjuk, hogy amikor beszélünk, beszédhangokat ejtünk egymás után, holott az artikuláció úgy működik, hogy az első beszédhang kiejtésekor már a következő beszédhang(ok) kiejtésére készülnek a beszédszervek. Így már az első beszédhang is magán viseli a következők artikulációs sajátosságait. Ez a folyamat természetesen nemcsak hátrahat, hanem előre is, így az első beszédhang ejtése is hatással lesz a következőkére, sőt nemcsak egy-egy beszédhangnyi tartományban érvényesül, hanem nagyobb hatókörben is. E miatt a jelenség miatt — amelyet a *koartikuláció* szakszóval nevezünk meg — bármelyik beszédhangot választjuk is ki elemzésre a beszédből, az valamilyen mértékben magán viseli az őt megelőző és követő hangzók ejtési sajátosságait is. Az, hogy mennyire hat egy adott beszédhang a környezetére, vagy éppen rá mennyire és milyen módon hat a környezete, sok tényezőtől függ. Például attól, hogy a vizsgált beszédhang hangsúlyos szótagban van-e, vagy pedig a szomszédságában van-e hangsúlyos szótag (a hangsúlyos szótagbeli beszédhangokra kevésbé hat a koartikuláció, ők maguk azonban nagyobb mértékben befolyásolják a szomszédos hangsúlytalan szótagbeli hangzók ejtését).

Ugyan a magyar koartikulációs jelenségeket sokan vizsgálták már akusztikai szempontból, a jelen vizsgálatsorozat elsőként alkalmazott olyan műszereket, amelyekkel az artikulációs gesztusok követhetők. Az artikulációs és az akusztikai elemzések kiegészítik egymást, mivel az artikulációból nem lehet egyenesen következtetni az akusztikai szerkezetre, és fordítva. Ennek sok oka van, itt csak egyet említünk: az egyének közötti artikulációs eltérések igen nagyok, hiszen a képzőszerveink alakja, mérete egyéni sajátosság. Így még ha az akusztikai kimenet igen hasonló is, ugyanazokat az akusztikai sajátosságokat az egyes beszélők eltérő ejtési stratégiákkal hozhatják létre. A vizsgálataink ezért ötvözték az artikulációs és akusztikai módszertant, és az e két területen kapott adatok egymásra vonatkozatott elemzéséből vontunk le következtetéseket.

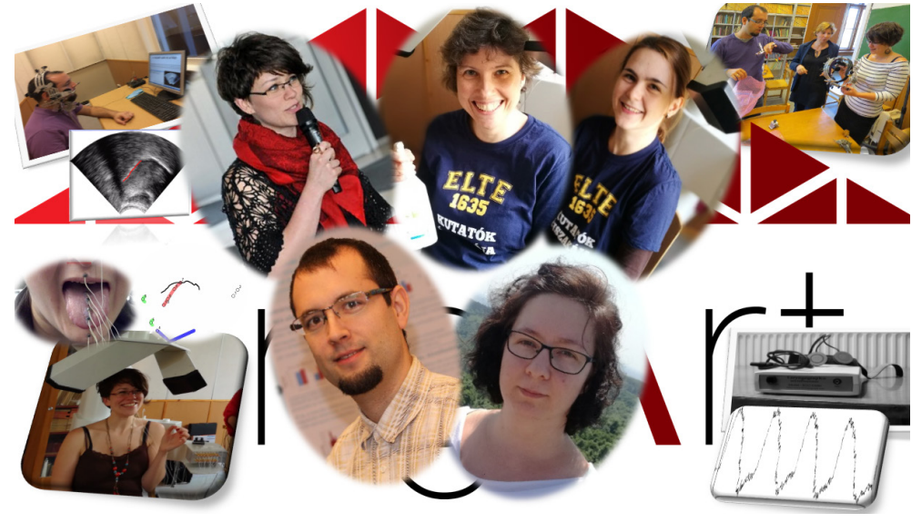
Az elemzéseink a magánhangzók és a mássalhangzók koartikulációs sajátosságairól is tártak fel új eredményeket. Például a magyar mássalhangzók zöngésségével összefüggően különféle artikulációs mintázatokat találtunk az egyes beszélők esetén, sőt a zöngés/zöngétlen mássalhangzókat megelőző magánhangzók ejtési sajátosságaiban is mutattunk ki különbségeket a zöngés és zöngétlen hangok között, a beszélők közötti nagymértékű varianciával.

Az eredményeink sok esetben megkérdőjeleztek eddig általánosan elfogadott tudományos közhelyeket például a hosszú mássalhangzók kiejtéséről, amelyek kapcsán kimutattuk, hogy a hosszú mássalhangzókat megelőző magánhangzók ejtése is hosszabb, mint a rövid mássalhangzók előttieké. A magánhangzó-har-

mónia kapcsán is megcáfoltunk egy népszerű irodalmi állítást, amely szerint az ún. antiharmonikus tövek sajátos toldalékolása az artikulációs különbségeikből eredeztethető — erre nem találtunk bizonyítékot. A szomszédos szótagbeli magánhangzók egymásra hatása kapcsán kimutattuk, hogy az erre vonatkozóan széles körben elterjedt állítások hátterében a vizsgálatok korlátozott volta áll: egészen más eredményeket kaphatunk ugyanis attól függően, hogy ugyanazt a beszédanyagot artikulációs vagy akusztikai szempontból elemezzük.

A kutatásaink a beszédről való tudásunk bővülésén túl kiindulási alapot adnak a nyelvi változások vizsgálatához a későbbi korok számára. A beszédben valamely okból akadályozott emberek számára is segítséget nyújthatnak az eredmények, amelyek lehetővé teszik, hogy artikulációs alapon, gépi tanulás segítségével állítsunk elő hangzó beszédet.

A kutatócsoport eredményeire több további kutatási pályázat épült az artikulációs alapú beszédszintézis témájában Csapó Tamás Gábor irányításával, valamint 2024-től egy új Lendület-kutatócsoport is indult Gráczi Tekla Etelka vezetésével a neuroatipikus beszélők vizsgálatára. Ezekben a kutatócsoportokban is aktívan részt veszek szenior kutatóként.



1. kép: A kutatócsoport

SRAMKÓ GÁBOR

2017—2022

MTA—DE Lendület Evolúciós Filogenomikai Kutatócsoport

Evolúciós filogenomikai kutatások a sztyeppei élővilág eredetének feltárására

Debreceni Egyetem

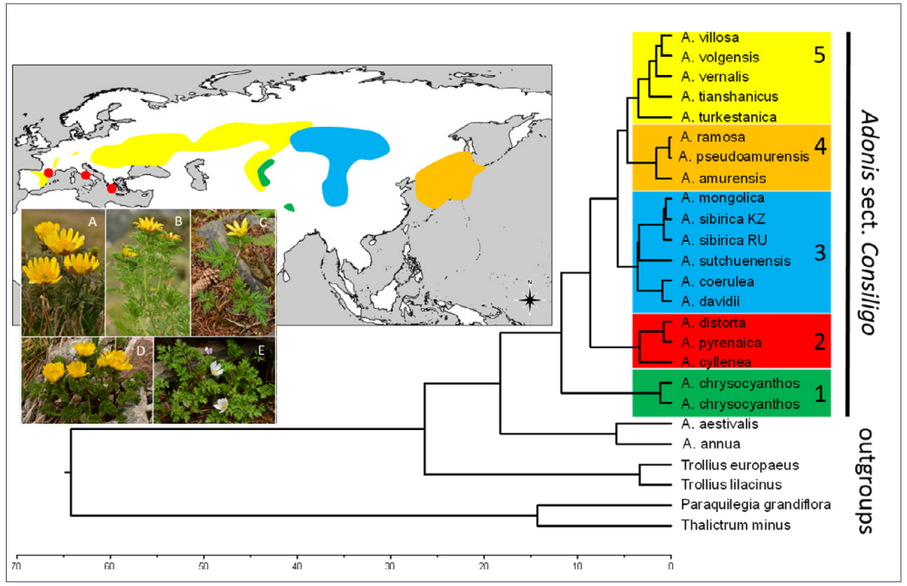
A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Cserkész Tamás, Kiss Johanna, Laczkó Levente, Malkócs Tamás, Szatmári Lajos, Takács Attila, Tóth János Pál

KFI.UNIDEB.HU/RESEARCH/GROUPS/31CE07CC-3770-4F85-8B15-15260B9F0F2B#0

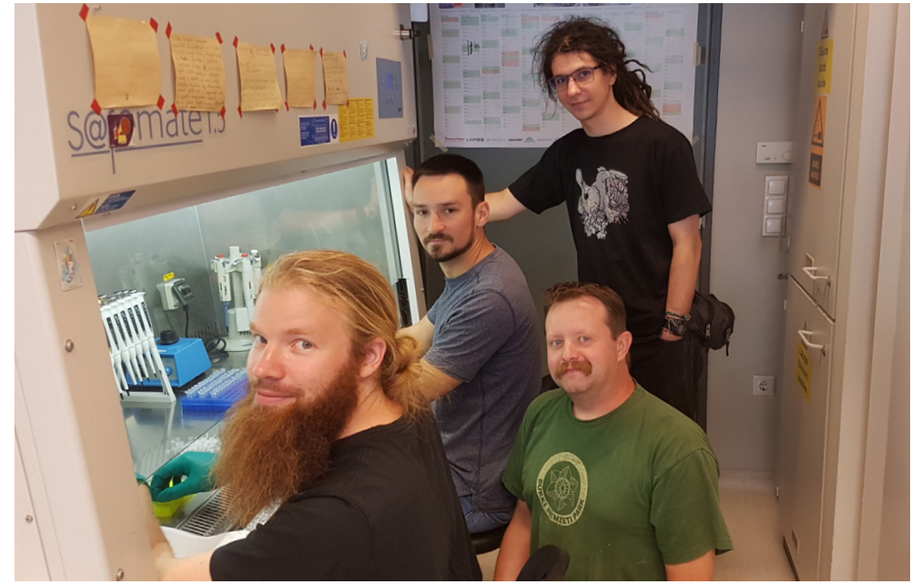
Lendület
Program

Kutatócsoportunk elsődlegesen megfogalmazott célja a sztyeppei flóra és fauna evolúciós eredetének feltárása molekuláris genetikai és genomi módszerek alkalmazásával, illetve egy magyarországi DNS-bank megalapítása. Ezen elsődleges célok mögött az a végső cél lebegett, hogy a hazai evolúciós diverzitásbiológiai kutatásban meghonosítsuk a napjainkban egyre nagyobb teret nyerő genomi módszertant. Ez utóbbiba illeszkedik bele a kutatócsoportban utólag zászlónkra tűzött cél, miszerint a genomi kutatások szintjét javasolt a célfajok teljes genomjának *de novo* összeszerelésével kiegészíteni. Az elsődleges cél eléréséhez 10 sztyeppei célfajt (6 növény- és 4 állatfajt) jelöltünk ki előzetesen, amelyek filogenetikai és filogeográfiai viszonyait terveztük tisztázni, hogy közös evolúciós mintázatok keresésével hozzájárulhassunk az eurázsiai sztyeppe evolúciós történetének megismeréséhez. A másodlagos cél egy olyan DNS-bank megalapítása, amely csatlakozhat a nagy nemzetközi DNS-bank-hálózathoz, és jól dokumentált minták fedjék le benne a pannon és sztyeppei területeket, melyek feltűnően alulreprezentáltak ezekben a nemzetközi gyűjteményekben. Kutatócsoportunk sztyeppei célfajok filogenetikai rokonságát feltáró munkája kapcsán a kökörcsin, a szöcskeegér, a görény és a hérics génuszban találta azt, hogy a nagy elterjedési területű sztyeppei fajok testvérfajai közép-ázsiai magashegységek lakói. Ugyanakkor egyes állatfajok esetében, mint például a közönséges ürge, a kis termetű földikutyák vagy a nagyfejű csajkó, világosan kis-ázsiai eredetet látunk. Egyelőre nyitott kérdés, hogy mi okozza ezt a különbséget. Közös viszont a fajon belül megtalált mintázat: sok esetben találtuk azt, hogy a jelenlegi sztyeppei elterjedési területre a fajok egy nyugati, sokszor Pannon-medencei refúgiumból kolonizáltak keleti irányba. Ezt a mintázatot látjuk a szöcskeegerek, a nagyfejű csajkó, a molnárgörény, egy boglárkalepke, a kerecsensólyom esetében, de hasonló mintázatot találtunk kutatásaink során az alábbi növényeknél is: volgamenti hérics, bókoló zsálya, erdélyi fátyolvirág, Bieberstein-gyújtoványfű. E kutatási eredmények arra engednek következtetni, hogy a Pannon-medence egy fontos refúgiuma volt a sztyeppei növényvilágnak a pleisztocén során. Napjaink nemmodell-szervezetekkel történő genetikai kutatásának fókuszában a genomi szintű vizsgálatok állnak. Ezek között az egyik legnépszerűbb és leginkább költséghatékonyabb módszert a RADseq (Restriction-site Associated DNA-sequencing) jelenti. Külföldön elkezdett kutatásaink folytatásaként hazánkban is implementáltuk ezt a módszert mind a sztyeppei fajok, mind kutatási együttműködések keretében. Mindemellett a számos RADseq-adatsor gyakorlati feldolgozása során merült fel bennünk egy módszertani újítás, amelyet azóta széles körben használnak ilyen adatsorok feldolgozása során. Kutatócsoportunk sikeresen implementálta a *de novo* genomösszerelést is, amelyet az első, Magyarországon összeszerelt nemmodell-növényfaj genomjának publikálása fémjelez. A Lendület Program

ilyeténképpen lehetővé tette, hogy kutatócsoportunk meghonosítsa a genomi módszerek alkalmazását nemmodell-, sejtmagvas („magasabb rendű”) élőlények körében Magyarországon, ezáltal felzárkózzunk e téren a világ vezető evolúciós ökológiai laborjaihoz. Ez magában foglalja azt is, hogy Debrecenben kialakuljon egy evolúciós genomikai iskola, ami nemcsak hazánkban, de a régiónkban is az egyik első ilyen lesz.



1. ábra: A kutatócsoport által tanulmányozott egyik sztyeppei nemzetség, az évelő héricsek (*Adonis* sect. *Consiligo*) evolúciós története



1. kép: A kutatócsoport tagjai 2022-ben

2017

CSONKA SZABOLCS

2017—2022

MTA—BME Lendület Nanoelektronika Kutatócsoport

Spinfizika alacsony dimenziós nanoszerkezetekben

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

2022—2027

MTA—BME Lendület Szupravezető Nanoelektronika Kutatócsoport

Topologikus szupravezető nanoáramkörök

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Berke Martin, Bodócs Mihály, Fekete Levente, Fülöp Gergő, Kalmár Tamás, Kocsis Mátyás, Kóti Dávid, Kupás Lőrinc, Kürtössy Olivér, Scherübl Zoltán, Sütő Máté, Vasas Bence

NANOELECTRONICS.PHYSICS.BME.HU

Lendület
Program

2006-ban szereztem PhD-fokozatot a BME Fizika Tanszékén molekuláris elektronika témájában, majd a Bázeli Egyetemen voltam Marie Curie-ösztöndíjjal posztdoktor. Ott szereztem tapasztalatot a kísérleti nanoelektronikában, és sikerült áttörő eredményeket elérnem a kvantumelektronika területén. 2009-ben adjunktusként visszatérve a BME-re, azt a célt tűztem ki, hogy a kísérleti kvantumelektronikai kutatásokat meghonosítom hazánkban. Ebben nagy segítségemre volt az ERC Starting Grant pályázat, amelynek támogatásával sikerült a szükséges eszközpark alapjait beszerezni. Az MTA MFA tisztaterével együttműködve elértük, hogy itthon is tudjunk világszínvonalú egyedi kvantumáramköröket gyártani. A BME Fizika Tanszékén kiépítettünk egy ultraalacsony hőmérsékleti laboratóriumot, ahol mK hőmérsékleten lehet a kvantumelektronikai eszközöket vizsgálni.

2016-ban fiatal kutatócsoportunk komoly dilemma elé került: kérdésessé vált, hogy egy ilyen összetett kísérleti kutatási tevékenységet lehet-e tovább folytatni hazánkban az ERC Grant nélkül. A 2017-ben elnyert Lendület-pályázatnak köszönhetően nem kellett külföldre távoznom, itthon tudtuk folytatni kutatásainkat. A Lendület Program páratlan konstrukció a hazai kutatói ökoszisztémában, ami kiválóságra alapozva nyújt stabil, rugalmas és hosszú távú támogatást fiatal kutatócsoportoknak. A 2017-ben, majd 2022-ben elnyert Lendület-támogatásnak köszönhetően kutatócsoportunk dinamikusan bővült. Büszkeséggel tölt el, hogy a világ vezető laboratóriumaiból sikerült posztdoktorokat hazacsábítani, és tucatnyi EU-s pályázatot tudtunk elnyerni és eredményesen végigvinni a Lendület Program stabil és rugalmas támogatásának köszönhetően.

A nanoelektronika legfontosabb mai kihívása, hogy a hagyományos CMOS-technológiát követően lesz-e olyan új alternatíva, amellyel fenn tudjuk tartani a számítógépek teljesítményének folyamatos növekedését. Kutatásainkban új nanoszerkezetekből fejlesztünk áramköröket, amelyek a hagyományos CMOS-chipektől eltérő működési elveket tesznek lehetővé. Kutatócsoportunk meghatározó eredményeket ért el a spintronika, a kvantumelektronika és a szupravezető-elektronika területein.

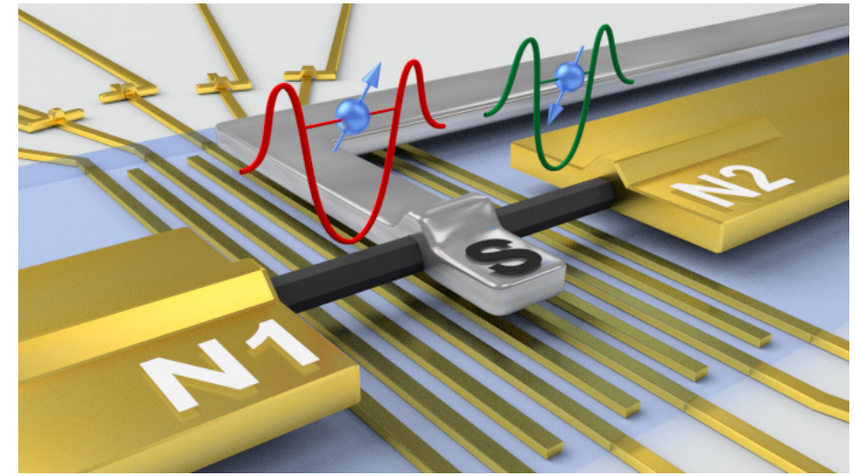
A spintronikai eszközök a modern információtárolás alapját képezik: kis mágnesek segítségével tudjuk biztonsággal tárolni adatainkat merevlemezeken, és spinszelepek biztosítják ezek gyors kiolvasását. Egy ferromágnes polarizációs irányát csak nehézkesen lehet átkapcsolni, például külső mágneses tér alkalmazásával vagy nagy áramok segítségével, ami gátolja a kisméretű és kis fogyasztású eszközök készítését. Kutatócsoportunk egy új elven működő spinforrást hozott létre, amely egy nem mágneses, de erős spinrenddel rendelkező

anyagot, az ún. BiTEBr-t használja. Ebben az anyagban az elektronok spinje és mozgásuk iránya erősen össze van kapcsolva, így, ha meghatározzuk az elektronok haladási irányát, az a spinjüket is rögzíti. Megmutattuk, hogy az áram irányát változtatva a BiTeBr-ban az anyagból kilépő áram spinpolarizációja változtatható. Ez az egyszerű, elektromosan elérhető kontroll a spinek felett új irányokat nyit jövőbeli hatékonyabb spintronikai eszközök fejlesztése felé.

Megbízhatóan működő kvantumszámítógépek létrehozását a kvantumos információtárolás sérülékenysége gátolja. A jelenlegi kvantumszámítógép-architechtúrák többségében a tárolt információ a másodperc törtrésze alatt elvész. A nemrégiben felfedezett topologikus szupravezető rendszerek izgalmas lehetőséget kínálnak arra, hogy a külső zajokra érzéketlen, védett kvantuminformáció-tárolást hozzunk létre. Csoportunk ilyen topologikus szupravezető rendszerek felépítésén dolgozik elemi építőkövekből. Mesterséges atomokat hozunk létre, melyeket szupravezetőkön keresztül kapcsolunk össze. Elsőként sikerült ilyen, ún. Andrejev-molekulákat létrehoznunk és spektrumaikat megérteni. E mesterséges molekulákat polimerizálva juthatunk el topologikus szupravezető qubitekhez.

Nagy sebességüknek és kis fogyasztásuknak köszönhetően szupravezetőkön alapuló elektronikák is ígéretesek jövőbeli alkalmazásokban. Elterjedésüket a logikai egységek nagy mérete nem tette eddig lehetővé. Az elmúlt években azonosítottak egy izgalmas jelenséget, amely szerint nanovezetékekben kapufeszültséggel ki lehet kapcsolni a szupravezetést, ami a térvezérelt tranzisztorok szupravezető analógiáját jelenti. Kutatócsoportunkkal megmutattuk, hogy változatos szupravezetőkben működik a jelenség. Korrelációs és zajmérési technikákkal sikerült beazonosítanunk a jelenséget okozó mechanizmust. Megterveztünk és elkészítettünk elemi logikai funkciókat mutató nanoáramköröket.

Nagy köszönettel tartozom a Magyar Tudományos Akadémiának, hogy 200 éves múltjához híven egy ilyen hatékony programmal támogatja a hazai fiatal kutatói közösségek nemzetközi versenyképességét. Megtiszteltetés a Lendület Programban immár másodízben részt venni!



1. ábra: Mesterséges atomokat (piros és zöld) és szupravezetőt (S) tartalmazó kvantumáramkör két fémelektróda között (N1, N2)

1. kép: A kutatócsoport „lendületben a fizikán túl”

CSÖRSZ RUMEN ISTVÁN

2017—2022

MTA BTK Lendület Nyugat-magyarországi Irodalom (1770—1820) Kutatócsoport

Irodalmi nyilvánosság a polgárosodó Nyugat-Magyarországon (1770—1820)

HUN-REN Bölcsészettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Borián Elréd, Dóbék Ágnes, Hegedüs Béla, Lengyel Réka, Mészáros Gábor, Rédey-Keresztény János, Vaderna Gábor

ITI.ABTK.HU/HU/LENDULET/NYMI1770-1820/MAGUNKROL/BEMUTATKOZAS

Lendület
Program

A kutatócsoport a 18. századi magyar irodalom egyik fontos régiójának vizsgálatára alakult. A dunántúli városok fejlődése 1750 után felgyorsult, s a gazdasági fellendülést a kulturális élet gazdagodása kísérte. Az egyházi és világi arisztokrácia hozzájárult az intézményalapításhoz (Pécs: Klimo-könyvtár; Keszthely: Festetics-könyvtár, Georgikon stb.). A mecenatúra a könyvek gyűjtésére és múzeumalapításra is kiterjedt (Széchényi Ferenc, Jankovich Miklós). A türelmi rendelet után megerősödött a protestáns értelmiség, a városokban felvilágosult szabadkőműves-páholyok alakultak. A könyvkiadás (Győr, Szombathely, Pécs) mellett fontos szerepet vállalt a pozsonyi *Magyar Hírmondó*, a győri *Sokféle* és Kultsár István újságjai. A kalendáriumok, vallásos és világi ponyvák piaca szintén kibővült.

A térséghez közismert írók sora kapcsolódik: Faludi Ferenc, Pálóczi Horváth Ádám, Ányos Pál, Csokonai Vitéz Mihály, Kisfaludy Sándor és Berzsenyi Dániel mellett Révai Miklós és a kevésbé ismert Nagy János, Kováts József és Kis János. Az irodalmi életet a napóleoni háborúk nem vetették vissza, de a Kazinczy Ferenc, majd Toldy Ferenc által képviselt irodalmi kánonban az itteni írók kissé másodlagossá váltak, ami megnehezítette objektív megítélésüket. A Dunántúl kulturális rangját jelzi Vörösmarty Mihály, Jókai Mór vagy akár Petőfi Sándor életműve, a Balaton kultuszhellyé válása és a verbunkoszene divatja.

A kutatócsoport tagjai sokoldalú alapkutatásokkal bővítették a térség irodalmára vonatkozó tudásunkat. Hálózati adatbázisokat építettünk, amelyek bárki által bővíthetők: *Írói és tudóslevelezés* (levelezes-lendulet.iti.btk.mta.hu); *Magyarországi populáris nyomtatványok, 17—19. század* (ponyva-lendulet.iti.btk.mta.hu); *Regények Magyarországon (1730—1836)* (regeny-lendulet.iti.btk.mta.hu); *Autograph.hu — Kézíráskataszter 1.0* (autograph.hu). Több szövegkiadást támogattunk Kisfaludy Sándor, Beöthy Zsigmond, Kalmár György műveiből és a 18. századi ponyvairodalomból. Megjelenés előtt áll Pálóczi Horváth Ádám két kéziratának (*Holmi IV.* és *Példabeszédek*) forráskiadása, Faludi Ferenc és Kováts József verseinek kritikai kiadása, s folytatódik Révai Miklós levelezésének feltárása.

A kutatócsoport két nemzetközi konferenciát szervezett: *Media and Literature in Multilingual Hungary* (Győr—Pannonhalma, 2018) és *Culture of Aristocracy in the Habsburg Empire* (Keszthely, 2019) címmel hazai, erdélyi, osztrák, szlovák, cseh, horvát, német és amerikai előadókkal. Mindkettőből angol—német tanulmánykötet készült. Konferenciát szerveztünk az olasz irodalom 18. századi magyarországi hatásáról, a 18. századi magánkönyvtárakról és Kis János költő és evangélikus püspök életművéről. A Covid-járvány megakadályozta

a Pálóczi Horváth Ádám halálának bicentenáriumán, illetve Jankovich Miklós születésének 250. évfordulóján tervezett tanácskozásokat, de mindkettőből tanulmánykötetet adtunk ki. Részt vettünk a Fazekas Mihály-szimpozionon, az Ostravai Egyetem *Countryside*-konferenciáján és az International Ballad Conference prágai és albániai vándorgyűlésein.

Öt kötettel bővült a *Doromb. Közköltészeti tanulmányok* sorozata. Dóbék Ágnes közreadta Barkóczy Ferenc egri püspök könyvtáráról szóló kötetét; a *Vitae* sorozatban Kováts József és Bodroghy Papp István életrajzát adtuk ki. Száznál több tudományos és ismeretterjesztő előadást tartottunk, a *Mindenes Gyűjtemény* című blog éveken át működött.

2023-ban pályázatot nyújtottunk be a kutatásaink folytatásához, azonban nem nyertük el a támogatást. Ennek híján több nagy tervünkről le kellett mondanunk. A csoport tagjai számára ma más pályázatok biztosítanak anyagi hátteret az Irodalomtudományi Intézetben és másutt. A szakmai együttműködés természetesen fennáll, s lehetőség szerint folytatjuk a könyvkiadásokat és a kutatásokat.

1. kép: Csörsz Rumen István kéziratokkal

2. kép: A kutatócsoport a Lendület Program támogatásával létrejött publikációi

3. kép: A kutatócsoport tagjai a keszthelyi Culture of Aristocracy című nemzetközi konferencia előadóival 2019-ben

Fotó: Csörsz Rumen István

ERDÉLYI GABRIELLA

2017—2022

MTA BTK Lendület Családtörténeti Kutatócsoport

Magyar családtörténet a modernitás előtt: Gyermekkor és családintegrációk a 16—19. században

HUN-REN Bölcsészettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Balogh Zsuzsanna, Bódai Dalma, Fehér Andrea, Fónagy Zoltán, Géra Eleonóra, Gyimesi Emese, Mérai Dóra, Nagy Sándor, Orgona Angelika, Őri Péter, Simon Katalin, Szabó András Péter, Szilágyi Adrienn

FAMILIES.HU

Lendület
Program

A kutatás azon a meglátáson alapult, hogy a premodern társadalomban a mostoha- vagy mozaikcsalád — a szülők és gyermekek biztonságos és meghitt közösségéről alkotott idealizált kép ellenére — sokkal gyakoribb volt, mint a mai társadalomban, amikor a családok válságáról és diverzifikációjáról szokás beszélni. Ma a válások, régen pedig az elhunyt családtagok pótlása miatt az emberek nagy része gyermekként vagy szülőként összetett családban élt. A kutatás ezért önálló történeti vizsgálat tárgyává tette a teljes, fél- és mostohatestvéreket, szülőket és mostohaszülőket integráló összetett családformációkat. Az évszázadokon és társadalmi rétegeken átívelő kutatás írott, tárgyi és vizuális források felhasználásával, több tudományág módszereit hasznosítva írta újra a tradicionális családokról élő idealizált képet és a mostohacsaládokhoz kapcsolt negatív elképzeléseket.

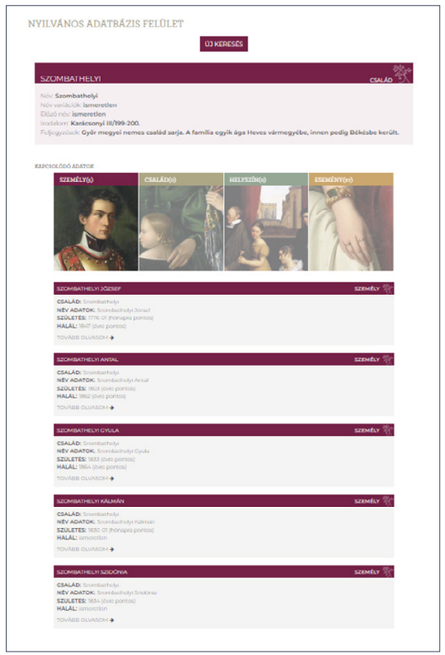
Vizsgáltuk a mozaikcsaládok létrejöttének esélyeit városi-polgár és vidéki-nemesi környezetben: az előbbiben a mozaikcsaládok nagyobb gyakoriságát a magcsalád több funkciója magyarázza, amelytől a nemesi leszármazási családmodellben a tágabb rokonság, a família számos funkciót átvett a gyermekneveléstől a vagyon generációk közötti átörökítéséig.

A mozaikcsaládok létrejöttét megelőző életciklusok, a gyermekek árvasága és szüleik özvegysége vizsgálatában a gyermekek nézőpontjának érvényesítésére és a társadalmi nemek közötti különbségekre koncentrálva jutottunk új meglátásokra (a férfiak sokkal gyakoribb újraházasodása stb.), és érzékeltük a régiók közötti különbségeket: Nyugat-Európához képest Kelet-Európában férfiak és nők magasabb újraházasodási arányát és főleg a nők nagyobb újraházasodási esélyeit, ami Kelet-Európában az egyszülős családok rovására a mozaikcsaládok nagyobb arányát eredményezte Nyugat-Európához képest. A hasonló élettapasztalatokkal rendelkező özvegyek közötti házasságok nagyobb aránya Kelet-Európában olyan komplex — a „gonosz mostohákról” alkotott népszerű elképzeléseknek táptalajul szolgáló — mozaikcsaládokat hozott létre, amelyekben a mostohaanyáknak ugyan volt anyai tapasztalatuk (ami növelhette a gyermekek túlélési esélyeit), ugyanakkor a házasságba hozott saját gyermekeik hátrányt jelenthettek fiatalabb féltestvéreik számára. Továbbá a mostohaszülő- mostohagyermek kapcsolatot, a mostohaszülők és a mostohagyermekek helyzetét megvizsgáltuk a különböző házasság- és háztartástípusok, illetve öröklési rendszerek összefüggésében is.

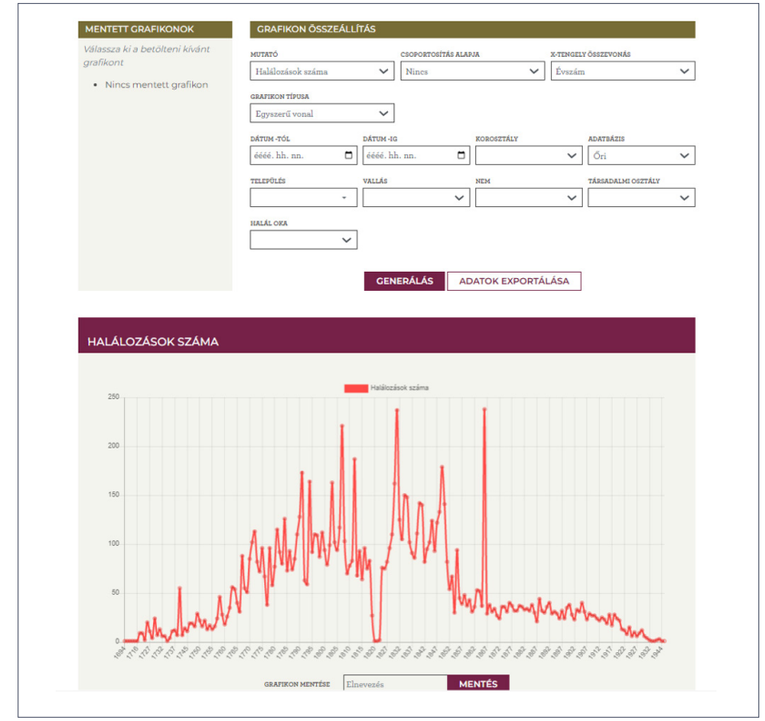
A kutatócsoport létrejötte nagy lendületet adott a hazai családtörténeti kutatásoknak. A kutatócsoport hatékonyan tudta integrálni a kutatókat (doktoranduszokat és posztdoktorokat kiemelten) az anyagi támogatás mellett egy

inspiráló-kreatív környezet megteremtésével (kéziratviták, online családtörténeti könyvtár, oktatóprogramok: adatbázis-építés, digitalitás a humán tudományokban, konferenciaszervezés, csoportos részvétel nagy nemzetközi konferenciákon). A kutatócsoport keretében jó lehetőség nyílt a szervezett és koncepciózus kutatásra, ami módszertanilag új irányt adott, a legújabb nemzetközi trendekhez kapcsolta a hazai kutatást, illetve a régi mozaikcsaládok új témájával egy új területét alkotta meg a nemzetközi családtörténet-írásnak.

Magyar Családtörténetek: Tanulmányok sorozatunkban 7 kötetet, a *Magyar Családtörténetek: Források* című könyvsorozatunkban pedig 6 kötetet publikáltunk. Nemzetközi porondon eredményeinket 6 külföldön megjelent kötet és számos tanulmány jelzi. A létrehozott Családrekonstrukciós Adatbázis egy újfajta kutatási segédeszköz, amely a családi kapcsolathálókat rekonstruálja, vizualizálja és teszi elemzésre alkalmassá. A széles közönség és az oktatás számára *Sorsfordító* című, játékos családtörténeti virtuális kiállításunk (http://families.hu/kutatas/kiallitas), amely elnyerte Az év virtuális kiállítása díjat, és havi blogposztsorozatunk (mindennapoktortenete.blog.hu) közvetítette eredményeinket.

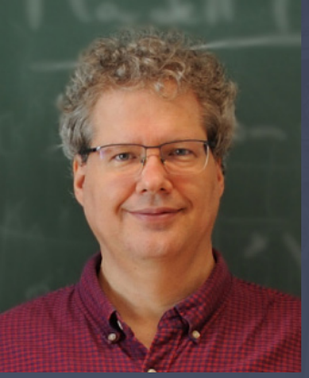


1. kép: Keresés az adatbázisban



2. kép: Elemzés az adatbázisban

3. kép: A *Sorsfordító* virtuális kiállítás nyitóoldala



HARCOS GERGELY

2017—2022

MTA Rényi Intézet Lendület Automorf Kutatócsoport

Spektrális módszerek aritmetikus sokaságokon

HUN-REN Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet

2024—2029

MTA—HUN-REN RI Lendület Automorf Kutatócsoport

Analitikus számelmélet és automorf spektrum

HUN-REN Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Balog Antal, Biró András, Giacomo Cherubini, Robin Frot, Niko Laaksonen, Maga Péter, Tóth Árpád, Han Wu, Zábrádi Gergely

RENYI.HU/KUTATOCSOPORTOK/AUTOMORF-FORMAK

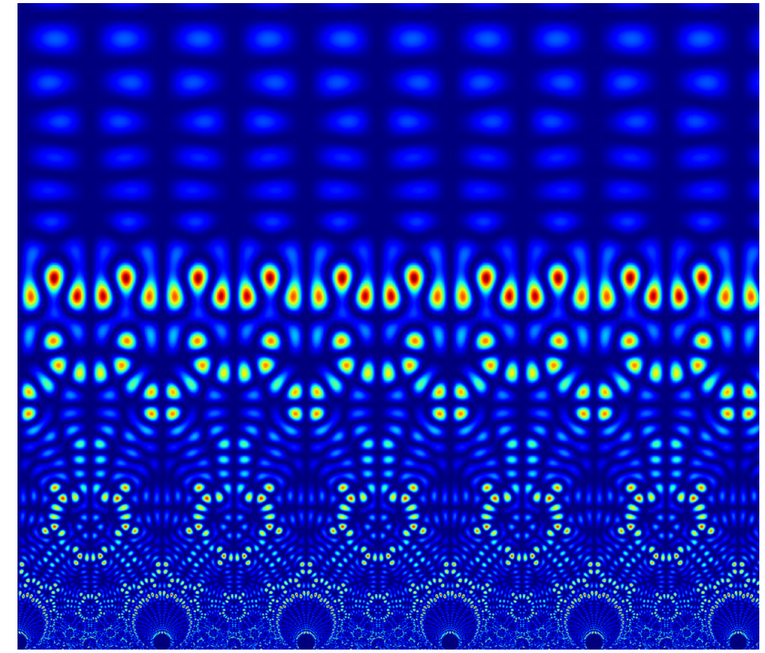
Lendület
Program

Az ismétlődő minták mindenütt jelen vannak a természetben: felfedik a világ rendjét és szépségét, amelyben élünk. Ennek a fogalomnak a matematikai absztrakciója a periodikus függvény. Egy periodikus függvény egy tér minden egyes pontjához egy számot rendel oly módon, hogy a tér bizonyos mozgásai mellett a hozzárendelés változatlan marad. Egy valós szám törtrésze például nem változik, ha a számot egy egész számmal eltoljuk, ezért a törtrészfüggvény egy periodikus függvény a számegyenesen. Ha kellően sok mozgás hagy egy függvényt invariánsan, akkor automorf függvénynek nevezzük. Minden automorf függvény egyértelműen felbontható jó harmonikus tulajdonságokkal rendelkező automorf függvényekre. Az automorf függvények harmonikus összetevőit automorf formáknak nevezzük. Az automorf formák meglehetősen kanonikus objektumok: sok szimmetriával és jó harmonikus tulajdonságokkal rendelkező függvények. Messzemenően általánosítják a jól ismert szinusz- és koszinuszhullámokat.

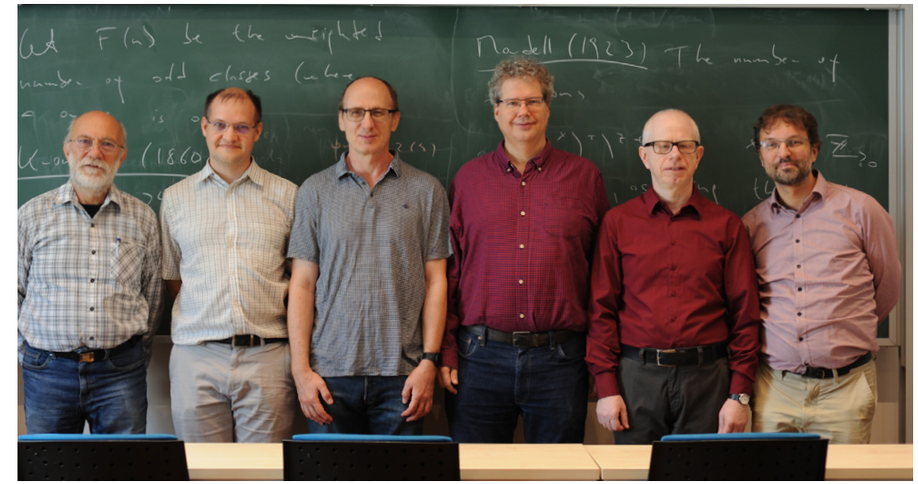
Az automorf formák a matematika több nagy ágában (algebra, analízis, geometria, számelmélet) és a fizika bizonyos területein is fontosak. A 19. században fedezték fel őket az egész számokkal kapcsolatos, alapvető kérdések tanulmányozása során, majd a 20. században világossá vált, hogy kulcsként használhatók az egész számok legmélyebb titkainak feltárására. Hadd említsek két híres eredményt, amelyekben az automorf formák alapvető szerepet játszottak. Jacobi (1834) egyszerű képletet talált arra, hogy hányféleképpen írható fel egy pozitív egész szám négy négyzetszám összegeként. Wiles (1994) pedig bebizonyította Fermat (1637) sejtését, miszerint egy pozitív egész szám köbe vagy magasabb hatványa soha nem írható fel két azonos kitevőjű, kisebb hatvány összegeként.

1995 körül — amikor a Fermat-sejtés bizonyítása megjelent — határoztam el, hogy az automorf formákkal fogok foglalkozni. Miután 1996-ban megszereztem a diplomámat az ELTE-n, az Illinois-i Egyetem, Urbana-Champaign doktorandusza lettem. Itt a mentorom Nigel Boston volt, a világ egyik legismertebb szakértője az említett bizonyításban használt matematikának. Miután megismerte a szűkebb érdeklődési területemet, javasolta, hogy jelentkezzem át a Harvardra vagy a Princetonra. Így végül 2003-ban a Princeton Egyetemen szereztem meg a PhD-fokozatot Peter Sarnak témavezetésével. 2006-ban költöztem vissza Magyarországra, miután 3 évet töltöttem a Texasi Egyetemen Austinban. Azóta a Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézetben dolgozom.

Az Automorf Formák Kutatócsoportot a Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézetben alapítottuk az első Lendület-pályázatom (2017—2022) segítségével. A célunk az volt, hogy egyesítsük a témával foglalkozó, magyar matematikusok erőit, valamint külföldi kollégákat alkalmazzunk a pályázatban szereplő konkrét projektekhez. Az első 5 évben a csoportnak 6 állandó tagja és 4 posztdoktori ösztöndíjasa volt. Maga Péter (2009-től 2013-ig a doktoranduszom) Lendület-pályázatának (2023—2029) és más forrásoknak köszönhetően további 7, automorf formákkal foglalkozó fiatal kutató (Keshav Aggarwal, Erdélyi Márton, Gilles Felber, Aritra Ghosh, Sumit Kumar, Prahlad Sharma, Tóth Dávid) csatlakozott az intézetünkhöz. A második Lendület-pályázatom (2024—2029) nagyban épít az elsőre, és az egyik új célkitűzése a doktoranduszok bevonása. A csoport immár része a nemzetközi vérkeringésnek. 2 nyári iskolát, 3 konferenciát és 2 workshopot szerveztünk, mintegy 450 résztvevővel és 190 előadással. Íme egy rövid áttekintés az elért matematikai eredményeinkről: sok új esetben igazoltuk az automorf sűrűségi hipotézist, megjavítottunk bizonyos eloszlási tételeket zárt geodetikusokra és hiperbolikus rácspontokra, új becsléseket állítottunk fel automorf formákra és L-függvényeikre, új becsléseket bizonyítottunk mátrix-Kloosterman-összegekre, általánosítottunk több spektrális eredetű azonosságot, és új struktúratételt találtunk a lokális Galois-csoportok reprezentációira.



1. ábra: Maass-forma a hiperbolikus síkon
Illusztráció: Fredrik Strömberg



1. kép: A kutatócsoport

KIRÁLY ILDIKÓ

2017—2022

MTA—ELTE Lendület Társas Elmék Kutatócsoport

Az emberi szocialitás kognitív alapjai

Eötvös Loránd Tudományegyetem

2023—2028

MTA—ELTE Lendület Társas Elmék Kutatócsoport

Emlékezés beszélgetésekben: kulcs az epizodikus emlékezet kibontakozásához vagy út a törékennyé válásához?

Eötvös Loránd Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Andrási Krisztina, Bencsik Rita, Elekes Fruzsina, Hegedűs Andrea, Kelemen Alexandra, Munding Márton, Nagy Márton, Oláh Katalin, Peres Krisztina, Pető Réka, Schvajda Réka, Sziklai András, Tolmás Fanni, Zsoldos Rebeka

PPK.ELTE.HU/TARSAS-ELMEK-KUTATOCSOPORT

Lendület
Program

Pályafutásomat a kognitív pszichológia és fejlődéstudomány területén folyamatosan végigkísérte a kultúra és a kognitív folyamatok közötti kapcsolat megértése. Pszichológiai és kulturális antropológiai diplomák megszerzését követően 2002-ben az ELTE-n kognitív pszichológiából szereztem PhD-fokozatot. Kutatásaimat az MTA Pszichológiai Intézetében kezdtem meg Gergely György mellett, majd az ELTE Kognitív Pszichológia Tanszékéhez csatlakoztam, ahol azóta is dolgozom tanszékvezetőként, és a Kognitív Pszichológia doktori program vezetőjeként. Ezek a pozíciók lehetővé tették számomra, hogy jelentős kutatási projekteket vezessek, és aktívan részt vegyek a tudományos utánpótlás nevelésében.

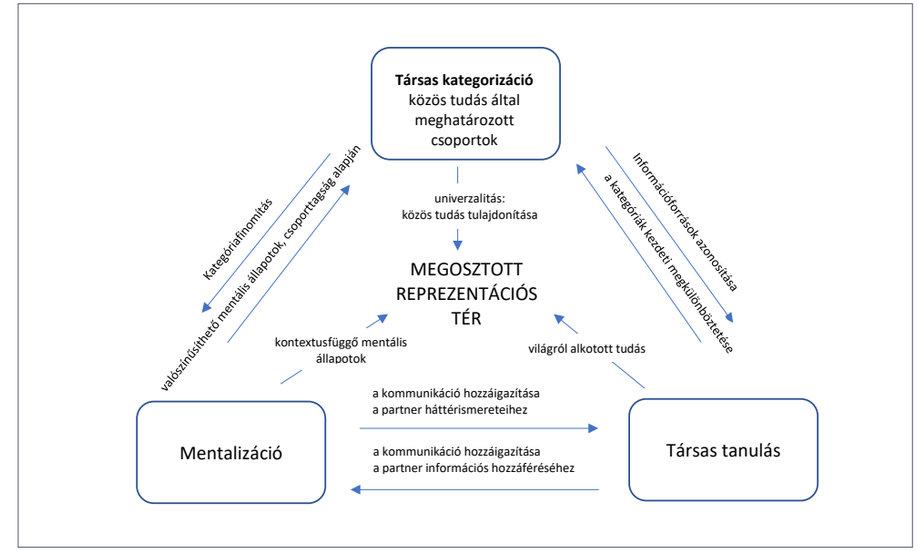
Az elmúlt 10 évben kutatási érdeklődésem annak megértésére irányult, hogy a kisgyermekek hogyan válnak a kulturális közösségek kompetens és aktív tagjaivá, különös tekintettel arra, hogy fejlődő kognitív képességeik hogyan támogatják ezt a folyamatot. 2017 óta az MTA—ELTE Lendület Társas Elmék Kutatócsoport vezetése értékes lehetőségeket kínál a kognitív fejlődéssel kapcsolatos alapkutatások előmozdítására. Az MTA támogatása révén megvizsgálhattuk azokat a mechanizmusokat, amelyek lehetővé teszik az emberek számára, hogy gyorsan és rugalmasan reprezentálják, hogyan látják mások is a világot. Ez az új irány a kutatásomban elismerést is hozott a szakterületen, meghívtak vendégelőadónak rangos kutatóhelyekre és nemzetközi tudományos konferenciákra. A Lendület-támogatás ideje alatt az Academia Europaea tagjává is megválasztottak 2019-ben.

2017-ben induló projektünk átfogó célja az volt, hogy feltárja, milyen alapvető megismerési képességek teszik lehetővé, hogy a legkisebbek is rövid idő alatt teljes értékű tagjaivá váljanak az emberi közösségeknek, melyek gazdag tudással és kulturális szabályokkal élnek. Kutatásainkban új viselkedéses vizsgálatok sorát alakítottuk ki, melyek révén igazoltuk, hogy már a csecsemők sem csak individuumként sajátítják el a tudást, hanem az első pillanattól kezdve egy csoport tagjaként is. Megtanulják, hogy aki hozzájuk közelebb áll, annak nagyobb valószínűséggel van számukra relevánsabb tudása. A tudásháttérre való érzékenység abban segíti az embereket, kicsiket és nagyokat is, hogy kiválasszák, kitől és mit érdemes megtanulni. Ezeket a jegyeket hosszú távú tudás kiválasztására és szervezésére is felhasználják, illetve képesek e jegyek segítségével jobban jósolni partnereik gondolatait. A projekt sikere arra ösztönzött, hogy ismét jelentkezzem. A 2023-ban induló, Haladó kategóriájú Lendület-projekt keretében a fenti integratív megközelítést újszerű kérdésekkel bővítem: milyen

szerepet játszanak a fejlődő emlékezeti folyamatok a komplexebb probléma-megoldásban; milyen társas tényezők felelősek az emlékezet törékenységéért és rugalmasságáért egyaránt.

E projekt újszerű elméleti javaslata az, hogy a valódi epizodikus emlékezet társas kontextusban jön létre, méghozzá azért, hogy képessé tegyen a tudás frissítésére. A gyermekek már korán képesek kihasználni a velük megtörtént emlékek beazonosításának képességét mint a problémamegoldás és a tudás revíziójának kiválasztási kritériumait. Ezt a képességet azonban az emlékezeti beszélgetések többféle szociális céllal is gazdagítják. A közös visszaemlékezés során a gyermekeket arra tanítjuk, hogy az epizodikus emlékezetet többféle társas célra használják, amelyben az epizodikus emlékezet egyik alapvető jellemzője, az eredeti részletek pontosságának ellenőrzése felfüggesztésre kerül. Ez az újszerű megközelítés magyarázatot kínál az emlékezeti befolyásolhatóság eredetére. Megkezdtük ennek az elméleti javaslatnak a kísérleti tesztelését.

A Lendület Program meghatározó szerepet játszott karrierem alakulásában, lehetőséget adott arra, hogy jelentős kutatásokat vezessek, és hozzájáruljak a tudományos vitákhoz. Csapatunk munkája tehetséges, nagyon ötletes fiatal kollégákkal érdemben segítette annak megértését, hogy a kognitív mechanizmusok hogyan járulnak hozzá ahhoz, hogy a társas csoportok gyakorlott tagjaivá váljunk.



1. ábra: A „megosztott reprezentációs tér” létrehozásának modellje, mely a társadalmi interakciók szolgálatában álló kognitív mechanizmus

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Marno Hanna, Tolmár Fanni, Kis Hunor, Bencsik Rita, Schvajda Réka, Munding Márton, Király Ildikó, Nagy Márton, Elekes Fruzsina, Oláh Katalin, Pető Réka, Zsoldos Rebeka, Andrási Krisztina

LENGYEL BALÁZS

2017—2022

MTA KRTK Lendület Agglomeráció és Társadalmi Kapcsolathálózatok Kutatócsoport

---

Agglomeráció és társadalmi kapcsolathálózatok

HUN-REN Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont

2024—2029

MTA—HUN-REN KRTK Lendület Agglomeráció, Hálózatok és Innováció Kutatócsoport

---

Innováció és egyenlőtlenség dinamikus városi hálózatokban

HUN-REN Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Barcsa Bianka, Bokányi Eszter, Borza Endre Márk, Czaller László, Elekes Zoltán, Hoór Dorottya, Ilyés Virág, Juhász Sándor, Koren Miklós, Kovács Ádám József, Lengyel Balázs, Lőrincz László, Luis Guillermo Natera Orozco, Németh Brigitta, Novák Martin, Ságvári Bence, Samu Flóra, Michael Szell, Zádor Zsófia

ANETILAB.ORG

Lendület
Program

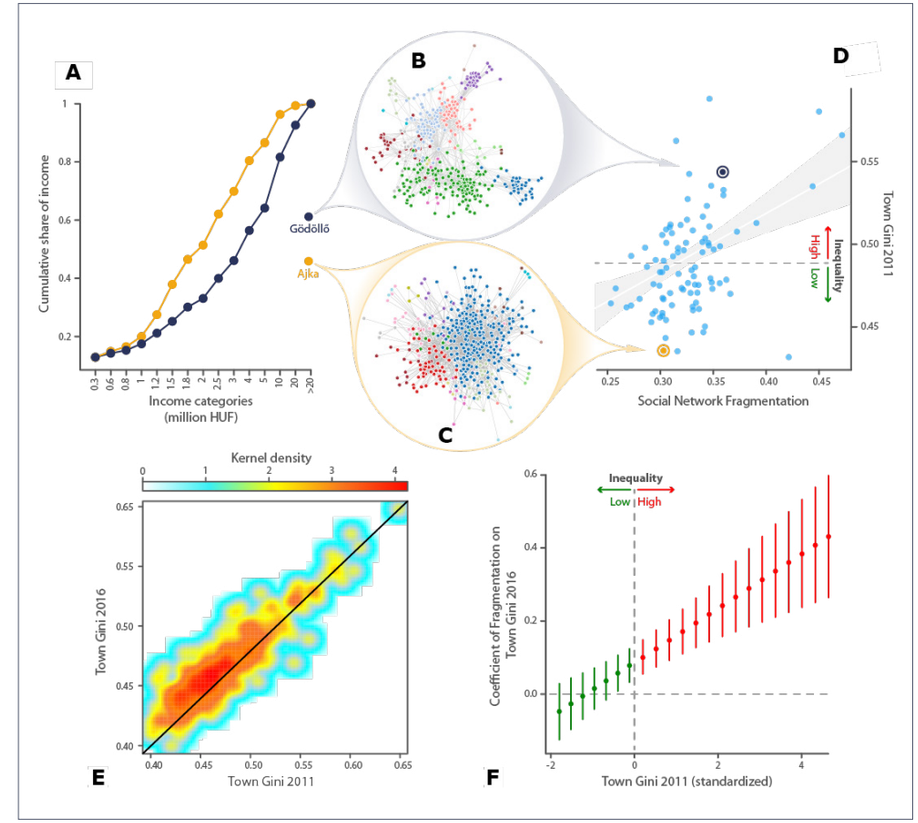
Az MTA KRTK Lendület Agglomeráció és Társadalmi Kapcsolathálózatok Kutatócsoport (ANETI Lab) egy interdiszciplináris laboratórium, amely a HUN-REN Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont Közgazdaság-tudományi Intézetében működik. A labort 2017-ben alapítottam ANET Lab néven (az „I” nélkül a végén) a rangos Lendület Program támogatásával, amelyet akkor nyertem el, amikor vendégkutatóként a Massachusetts Institute of Technologyn dolgoztam. Az ANET Lab tagjai azzal a kérdéssel foglalkoztak, hogy a társadalmi és kommunikációs hálózatok hogyan segítik elő a városok és régiók gazdasági és technológiai fejlődését. Folytatásként 2024-ben is elnyertem a Lendület-támogatást Haladó kategóriában, ekkor változtattam a laboratórium nevét ANETI-re, ami tükrözi a csoport érdeklődését az innováció folyamatai iránt. Ebben az évben az ANET Lab és annak testvércsoportja, a Corvinus Institute for Advanced Studies NETI Lab közötti együttműködés megerősödött, és megalakult az ANETI Lab.

Az ANETI keretében végzett kutatások a közgazdaságtan, a földrajz, a hálózattudomány és a számítógépes társadalomtudományok megközelítéseit ötvözik, hogy feltárják ezt a lenyűgöző kutatási területet. Kutatócsoportommal nagyméretű munkatársi hálózatelemzést vezettem be a munkaerőpiaci eredmények, például a vállalati és regionális termelékenység növekedésének megértéséhez. Az ANETI egyik legfontosabb eredménye a hálózati divergencia és konvergencia általános keretrendszere, amely magyarázatot ad a városi innovációra, valamint a városok egyenlőtlenségeinek dinamikájára. Kimutattuk például, hogy a jövedelmi egyenlőtlenségek növekednek azokban a magyar városokban, amelyekben a társadalmi hálózatok széttöredezettsége egyenlőtlenségekkel párosul (*1. ábra*), ami a hálózati divergenciát jelzi. Ugyanakkor a széttöredezett hálózatokban a hídkapcsolatok segíthetik a keveredést. Például a különböző szakterületek közötti áthidaló feltalálói együttműködések serkentik a radikális innovációt (*2. ábra*).

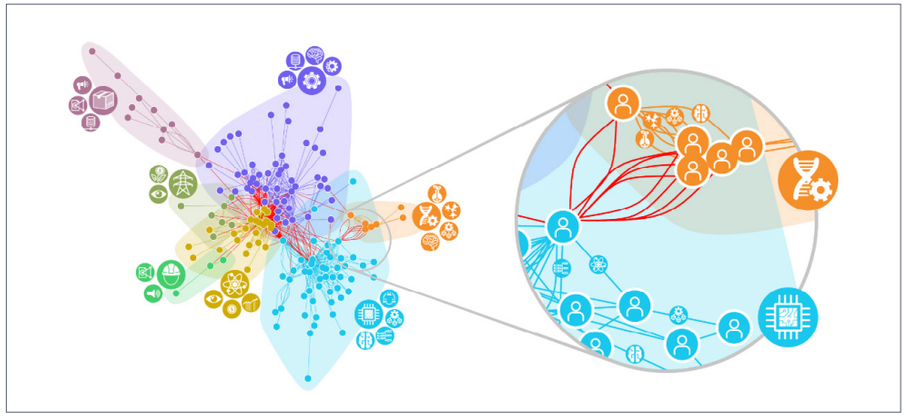
Annak jobb megértése érdekében, hogy a hálózatok széttöredezettsége és keveredése hogyan vezet a városi innovációhoz és egyenlőtlenségekhez, az ANETI az Advanced Lendület-projekt során két hiányzó elemmel egészíti ki ezt a keretet: a városi mobilitással és az információterjedéssel. A kutatás célja, hogy feltárja a hiányzó ok-okozati összefüggéseket a térbeli társas interakció, a városi mobilitás és az információáramlás, valamint a tudás és a jólét megteremtése között. Az ANETI innovatív felmérési alkalmazásokat és adatadományozási technikákat fog kombinálni a szoftverfejlesztési dokumentációkkal, a városi mobilitással, online beszélgetésekkel, illetve adminisztratív, szabadalmi és tudományos publikációs adatállományokkal. A kutatás feltárja az időbeli és

térbeli dimenziókat és a társadalmi interakciók típusát, és modellezi az információterjedést a csoportokra, vállalatokra, városrészekre és városokra ható hálózatokban.

2006-ban kezdtem el dolgozni az MTA Regionális Kutatások Központjában. 2008-ban a Világgazdasági Intézetbe kerültem, 2010-ben védtem meg közgazdasági doktori disszertációmat a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen. Egy 2010—2011-es indonéz állami ösztöndíjjal eltöltött karrierszünet után a budapesti International Business Schoolban kezdtem el társadalmi hálózatokkal foglalkozni. 2013-ban csatlakoztam a Közgazdaság-tudományi Intézethez, ahonnan 2014—2015-ben az Umeåi Egyetemre, 2016—2017-ben pedig az MIT-re mentem dolgozni. 2017-ben elnyertem a Lendület-pályázatot, amely lehetővé tette számomra az ANET Lab megalapítását. 2020-ban meghívást kaptam a Budapesti Corvinus Egyetemre (CUB), ahol részt vettem a Hálózatok, Technológia és Innováció Laboratórium (NETI Lab) létrehozásában. 2024-ben a CUB kutatóprofesszora lettem.



1. ábra: Hálózati struktúra és jövedelmi egyenlőtlenségek a városokban. **A:** Egy magyarországi egyenlő (Ajka) és egyenlőtlen (Gödöllő) város jövedelemeloszlása. **B—C:** Az egyenlőtlen város hálózatának tagoltabb a hálózata, mint az egyenlő városé. **D:** A hálózat tagoltsága és a jövedelmi egyenlőtlenségek korrelálnak a városok között.
Forrás: Tóth et al.: Inequality is rising where social network segregation interacts with urban topology. *Nature Communications*, 2021, 12.
Megjegyzés: Az **A** és **D** alábrákon szereplő angol kifejezések fordítása: Income categories — Jövedelemkategóriák; Cumulative share of income — Kumulatív jövedelemarány; Social Network Fragmentation — A társas kapcsolathálózat széttöredezettsége; Town Gini 2011 — Városi Gini-index, 2011; Inequality — Egyenlőtlenség; High — Magas; Low — Alacsony



2. ábra: Az innovatív együttműködések hálózati struktúrája. A különböző specializációjú feltalálói közösségek együttműködései radikálisabb újdonságot eredményeznek.
Forrás: Abbasiharofteh et al.: Atypical combinations of technologies in regional coinventor networks. *Research Policy*, 2023, Vol. 52, Issue 10.

1. kép: A kutatócsoport tagjai 2017-ben (balról jobbra): Balla Mónika, Elekes Zoltán, Koren Miklós, Lengyel Balázs, Tóth Gergő, Juhász Sándor, Ságvári Bence

2. kép: A kutatócsoport tagjai 2019-ben (balról jobbra): felső sor: Juhász Sándor, Koren Miklós, Lengyel Balázs, Tóth Gergő, Czaller László; alsó sor: Novák Martin, Bokányi Eszter, Zádor Zsófia, Balla Mónika, Ságvári Bence

LIPINSZKI ZOLTÁN

2017—2022

MTA SZBK Lendület Sejtciklus Szabályozás Kutatócsoport

Fehérjefoszfatázok szerepe a mitózis szabályozásában

HUN-REN Szegedi Biológiai Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Ábrahám Edit, Bakacsi Ildikó, Dán Kinga, Fábri-Ördögh Lilla, Kármán Zoltán, Kókai Zsófia, Kormányos Zsófia, Lukács Katalin, Mihalik Boglárka, Pál Margit, Réthi-Nagy Zsuzsánna, Udvardy Andor, Udvardy Katalin

Lendület
Program

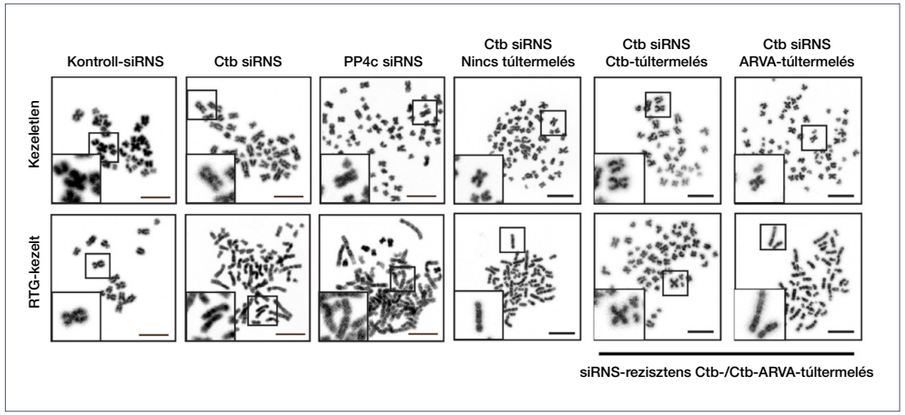
Az állati sejtek osztódása egy gondosan szabályozott folyamat, amely elengedhetetlen a sejt- és szöveti regenerációhoz, valamint a reprodukcióhoz. Az osztódás során az örökítőanyag megkettőződik, majd kromoszómákba rendeződve egyenlően oszlik el a két utódsejt között. Ennek molekuláris irányítása kulcsfontosságú, mivel hibái sejthalálhoz, kromoszóma-rendellenességekhez vagy daganatok kialakulásához vezethetnek. A folyamat szabályozásának egyik fő eleme a fehérjefoszforiláció, amely gyors és reverzibilis molekuláris kapcsolóként működik. Ez a módosítás befolyásolja a célfehérjék szerkezetét, sejten belüli lokalizációját, kölcsönhatásaikat és életidejüket, biztosítva a sejtosztódás precíz működését komplex organizmusokban. Míg a foszforilációt katalizáló kinázok szerepe jól ismert, az ellentétes hatású foszfatázok működése még kevésbé feltárt, ezért ezen enzimek kutatása új lehetőségeket kínál a sejtproliferációs betegségek kialakulásának megértésében.

Kutatócsoportunk pályázati célkitűzése a kevésbé ismert, de létfontosságú fehérjefoszfatázok vizsgálata volt, hogy feltárjuk szerepüket a sejtosztódás finomhangolásában. Kutatásaink során klasszikus genetikai és biokémiai technikák mellett modern molekuláris biológiai és proteomikai módszereket is alkalmaztunk. A Ser/Thr fehérjefoszfatáz enzimek átfogó vizsgálatát főként ecetmuslica modellorganizmusban, majd emlőssejtkultúrákban végeztük. Fő kérdésünk az volt, hogy ezek a foszfatázok mely célfehérjéket defoszforilálják a sejtosztódás és a DNS-hibajavítás során, hogyan ismerik fel ezeket a célpontokat, és a módosítás milyen hatással van a sejtműködésre.

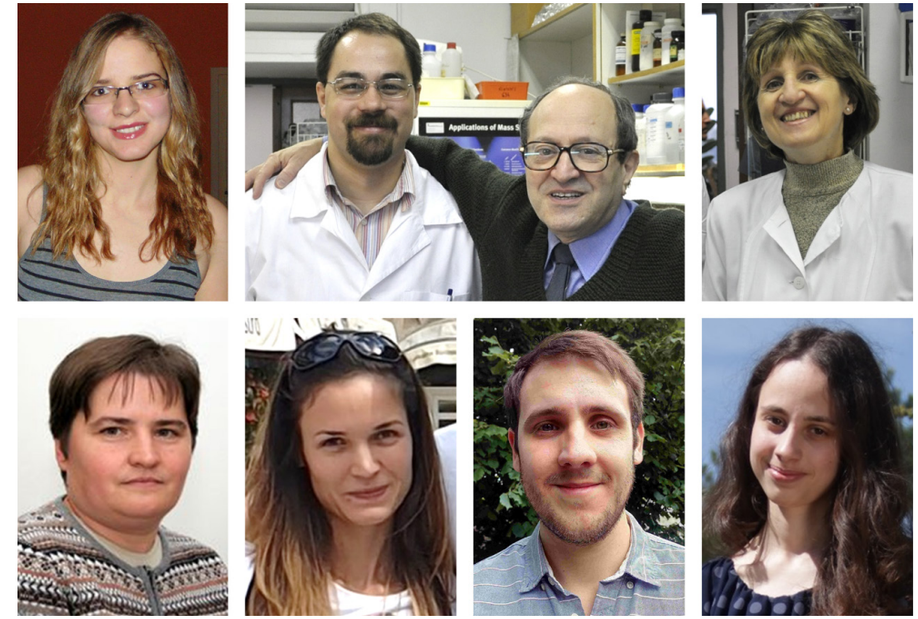
Legfontosabb eredményeink a PP4 és PP5 foszfatázok vizsgálatából származnak, melyekről több tudományos publikációt jelentettünk meg. A PP4 foszfatáz funkcionális egységeit és új célfehérje-felismerési mechanizmusát részletesen feltártuk, amely az élesztőtől az emberig konzervált. Több tucat PP4-célfehérjét azonosítottunk, amelyek a sejtosztódásban és a DNS-hibajavításban játszanak szerepet. Kimutattuk, hogy a PP4 jelenléte a kromoszómákon elengedhetetlen a kromoszóma-húzófonalakat pányvázó felület integritásához, a sejtmagmembrán kialakulásához, valamint más foszfatázok aktiválásához a mitózis során. Feltártuk a PP4 egy eddig ismeretlen funkciójú doménjének szerepét, és azonosítottuk azokat a PP4-célpontokat, amelyek a sejtosztódás orsó-összeszerelődési ellenőrző mechanizmusát szabályozzák. Emellett kimutattuk a PP4 szerepét a DNS-hibajavításban, és azonosítottuk a Ctb célfehérjét, amelynek PP4-gyel való kapcsolata elengedhetetlen a kettős szálú DNS-törések homológ rekombinációval történő reparációjához (*1. ábra*). A PP5 foszfatáz vizsgálata során felfedeztük, hogy részt vesz a mitotikus mesterkinázok, például a Plk4 és Plk1 defoszforilációjában, ezzel szabályozva azok működését. Megállapítottuk, hogy

a PP5 szerepet játszhat a centroszóma sejtszervecske összeszerelődésének és érésének kezdeti lépéseiben is, ami előfeltétele a mitotikus orsó kialakításának. Mások kutatásai arra is rávilágítottak, hogy a PP5 foszfatáz dajkafehérjékkel kölcsönhatásban képes visszaállítani az onkogén kinázok (ilyen a Plk4 és Plk1 is) natív állapotát, egyfajta „gyári beállítás”-t végrehajtva. Ez a felfedezés kiváló rákterápiás célponttá teszi a PP5-öt.

Kutatásaink számos TDK- és szakdolgozat, valamint doktori disszertáció alapját képezték, és hozzájárultak a fehérjefoszforiláció sejtciklusban betöltött szerepének mélyebb megértéséhez. Emellett számos hazai és nemzetközi együttműködést eredményeztek. A pályázati időszak lezárását követően kutatócsoportunk csatlakozott az SZBK Szintetikus és Rendszerbiológiai Egységéhez. Itt, a Lendület Gomba Genomika és Evolúció Kutatócsoport önálló wet lab egységként, biokémiai, sejt- és molekuláris biológiai módszereket alkalmazva vizsgáljuk a gombák fejlődésében és alkalmazkodásában szerepet játszó bonyolult jelátviteli folyamatokat, beleértve a foszforilációs eseményeket is.



1. ábra: A mitotikus kromoszómapreparátumok vizsgálata kimutatta, hogy a röntgen- (RTG) kezelés hatására kialakuló kettős szálú DNS-törések hibásan javulnak, ha a Ctb vagy PP4c kifejeződését siRNS-sel csendesítjük. Ilyen körülmények között „nyitott karú”, megnyúlt kromoszómák jelennek meg emlőssejtekben. Ez a jelenség megelőzhető, ha a sejtek vad típusú Ctb fehérjét termelnek, de nem akadályozható meg a PP4-et megkötni képtelen Ctb-ARVA mutáns fehérje jelenlétében. A megfigyelt probléma a homológ rekombináció során létrejövő, ún. Holliday-csomópontok hibás feloldódásából ered.
Forrás: Réthi-Nagy et al.: Protein Phosphatase 4 Is Required for Centrobin Function in DNA Damage Repair. *Cells*, 2023, 12(18): 2219.



1. kép: Csoportkép a 2017—2022-es időszakból (balról jobbra): Réthi-Nagy Zsuzsánna, Lipinszki Zoltán, Udvardy Andor, Udvardy Katalin, Ábrahám Edit, Fábri-Ördögh Lilla, Kármán Zoltán, Dán Kinga

MALÉTH JÓZSEF

2017—2022

MTA—SZTE Lendület Epitél Sejt Szignalizáció és Szekréció Kutatócsoport

Az endoplazmás retikulum — plazmamembrán mikrodomének felépítése és élettani szerepe polarizált epitélsejtekben

Szegedi Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Tim Hans Crul, Csicsely Stefánia, Dudás Krisztina, Görög Marietta, Jójárt Boldizsár, Kiss Aletta, Laub Hajnalka, Madácsy Tamara, Molnár Tünde, Pallagi Petra, Papp Noémi, Sáriné Konczos Zsuzsanna, Susánszki Petra, Szabó Viktória, Tél Bálint, Varga Árpád

EPISIGNAL.EU

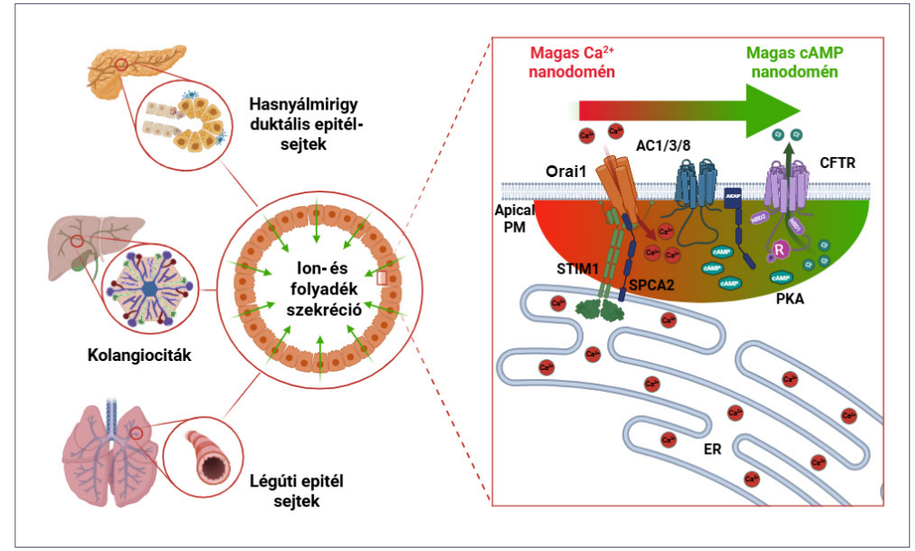
Lendület
Program

Kutatócsoportunk az epitélsejtek jelátviteli folyamatait vizsgálja ép és kóros körülmények között. Az epitélsejtek központi szerepet töltenek be a különböző szervek élettani működésében, mivel meghatározzák a szervezet folyadékterei mennyiségét és ionösszetételét. Ezzel szemben az epitélsejtek károsodása akár genetikai okból, akár káros környezeti tényezők hatására különböző, gyakran letális betegség kialakulásához vezet, mint például a cisztás fibrózis, a heveny hasnyálmirigy-gyulladás vagy a rosszindulatú adenokarcinómák. Éppen ezért az epitélsejtek jelátviteli és szekréciós funkciói mind térben, mind időben szigorúan szabályozott folyamatok. A szabályozás elemeinek pontos ismerete lehetővé tenné a célzott korrekciót kóros körülmények között, azonban a folyamatok számos komponense a mai napig nem ismert.

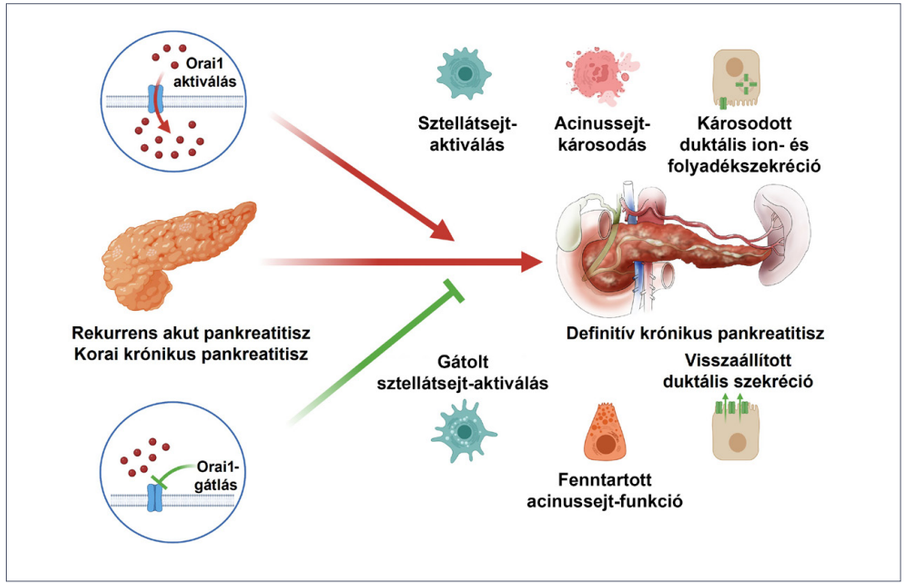
2014-ben tértem vissza Magyarországra az Amerikai Egyesült Államokból, ahol a National Institute of Healthben dolgoztam posztdoktorként. A munkacsoport 7 szenior kutatóból, 5 PhD-hallgatóból, 5 TDK-hallgatóból és 4 technikusból áll. A Lendület-pályázat és a Szegedi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Karának támogatásával megalakult kutatócsoporthoz a pályázat elnyerése óta 43 tudományos publikáció köthető, melyek közül 15 publikáció esetében a meghatározó szerzőket a kutatócsoport adta. A publikációk színvonalát jelzi, hogy összesen 19 D1-es, míg a legtöbb Q1-es besorolású folyóiratban jelent meg. Fontos megjegyezni, hogy eredményeink hasznosításának biztosítása érdekében számos nemzeti és nemzetközi szabadalmat nyújtottunk be. A kutatói utánpótlás-nevelést kiemelten fontos feladatnak tartjuk, ennek köszönhetően eddig 9 PhD-védés történt a laborban.

A Lendület-pályázat keretében végzett kutatásunk célja, hogy megértsük az endoplazmás retikulum — plazmamembrán mikrodomének összetételét és élettani szerepét, amelyek meghatározzák az epitélsejtek szignalizációját és szekrécióját polarizált epitélsejtekben, valamint ezek szerepét a gyulladásos betegségek kialakulásában. Legfontosabb eredményeink közül kiemelkedik, hogy vizsgálataink során felfedeztünk egy új, egyedülálló szabályozó mechanizmust a szekréciós epitélsejtekben. Azonosítottunk egy apikális membrán szignalizációs komplexet, amely a Secretory Pathway Ca^{2+}-ATPase-t (SPCA2), a STIM1/ORAI1 fehérjéket, az adenilil-ciklázokat és a CFTR-t foglalja magában. Ebben a komplexben az SPCA2 elősegíti a külső Ca^{2+} beáramlását az Orai1 csatornán keresztül, függetlenül a sejt Ca^{2+}-raktárainak telítettségétől. Kimutattuk azt is, hogy ez a folyamat alapvető fontosságú az epitélsejtek ionszekrécióját meghatározó CFTR csatorna bazális működéséhez. A folyamat során a helyi Ca^{2+}-növekedés a cAMP-szint emelkedést okozza, és aktiválja a CFTR csatornát külső stimulus nélkül, mintegy alapaktivitást tartva fenn. Igazoltuk,

hogy a jelenség általánosan igaz a szekréciós epitélsejtekben, hiszen ugyanaz a rendszer működik a hasnyálmirigyben, a légutakban és a májban, amely fenntartja a sejtek bazális ion- és folyadékszekrécióját függetlenül a neurohormonális ingerektől. Érdekes módon azt is kimutattuk, hogy az Orai1 által közvetített Ca^{2+}-beáramlás kóros körülmények között hozzájárul különböző betegségek kialakulásához vagy progressziójához. Tanulmányunkban *ex vivo* és *in vivo* preklinikai betegségmodelleket használtunk, és kimutattuk, hogy az Orai1 gátlása megakadályozza az ismétlődő akut hasnyálmirigy-gyulladás és a korai krónikus hasnyálmirigy-gyulladás progresszióját, és jelentős mértékben csökkenti a szövet fibrotikus átalakulását. Az Orai1 szelektív gátlása megakadályozta az ellenőrizetlen Ca^{2+}-emelkedést, megelőzte az acinus- és duktális epitélsejtek károsodását, csökkentette az immunsejt-infiltrációt, valamint gátolta a hasnyálmirigy-stellátsejtek aktiválódását, proliferációját és migrációját. Eredményeink alapján az Orai1 túlzott aktiválódása kulcsfontosságú patogenetikai lépés a korai krónikus hasnyálmirigy-gyulladás kialakulásában és előrehaladásában. Vizsgálatunk rávilágít továbbá arra is, hogy az Orai1 gátlása megakadályozhatja a végstádiumú krónikus hasnyálmirigy-gyulladás kialakulását. A bemutatott eredmények is illusztrálják kutatási filozófiánkat, mely szerint alapvető élettani és kóros mechanizmusok megértésére törekszünk, melyeket transzlációs kutatási projektekben vizsgálunk tovább új gyógyszercélpontok azonosítása és terápiás stratégiák kidolgozása céljából. Vizsgálataink olyan jelentős klinikai kihívást jelentő betegségek kezelésében eredményezhetnek áttörést, amelyek esetében jelenleg nem áll rendelkezésre definitív terápia, mint például a krónikus hasnyálmirigy-gyulladás vagy a cisztás fibrózis.



1. ábra: A CFTR kloridcsatorna aktivitásának szabályozása jelátviteli nanodoméneken keresztül szekréciós epitélsejtekben. A cisztás fibrózis transzmembrán konduktanciaregulátor (CFTR) Cl^--csatorna meghatározza az epitélsejtek ion- és folyadékszekrécióját, így alapvető a légúti folyadékfilm, a hasnyálmirigynedv, az epe és az izzadság képződésében. A klasszikus, neurohormonális ingerek által kiváltott cAMP/PKA-függő foszforiláció mellett az apikális membránon egy konstitutívan aktív SPCA2/STIM1/Orai1 nanodomént azonosítottunk, amely a CFTR bazális aktivitását szabályozza. Az SPCA2 fenntartja a STIM1—Orai1 klaszterеződést és a Ca^{2+}-beáramlást nyugalmi sejtekben; az Orai1 a CFTR-rel és a Ca^{2+}/kalmodulin által aktivált AC1/3/8 adenilát-ciklázokkal kolokalizálódik. Ez a konstitutív Ca^{2+}-áramlás határozza meg a CFTR-mediált bazális ion- és folyadékszekréciót a hasnyálmirigy, a légutak és a máj hámsejtjeiben, függetlenül az akut neurohormonális ingerektől.



2. ábra: A kompartmentalizált jelátviteli események patofiziológiai jelentősége epitélsejtekben. A krónikus pankreatitisz (CP) progresszív betegség, amely előrehaladott stádiumban fibrózissal és maradandó károsodással jár. A modell szerint egy „sentinel" akut pankreatitisz (AP) eseményt visszatérő AP-epizódok (RAP) követnek, amelyek korai, majd végstádiumú CP-hez vezetnek; csak a RAP és a korai CP reverzibilis, ezért kulcsfontosságú a korai terápia. Tanulmányunkban az Orai1-en keresztüli extracelluláris Ca^{2+}-beáramlást azonosítottuk közös patomechanizmusként: ez elősegíti az acináris sejtkárosodást, rontja a ductalis szekréciót és a CFTR-expressziót, valamint aktiválja és proliferációra készteti a hasnyálmirigy-sztellátsejteket. Az Orai1 gátlása megőrzi az acináris sejtfunkciót, helyreállítja a duktális folyadékszekréciót és gátolja a sztellátsejtek aktivációját, lassítva a CP progresszióját. Eredményeink alapján RAP-ban, korai vagy herediter CP-ben szenvedő betegek profitálhatnak az Orai1-gátló terápiából, összhangban az Orai1-gátló Auxora klinikai fejlesztésével akut pankreatitiszben.

1. kép: A kutatócsoport jelenlegi tagjai

MÁNDITY ISTVÁN

2017—2022

MTA TTK Lendület Mesterséges Transzporter Kutatócsoport

Bioinspirált mesterséges proteinmimetikus kloridtranszporterek tervezése és szintézise

HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Adamis Bálint, Bogdán Dóra, Csikos Attila, Deme Ruth, Erdei Eszter, Mándityné Huszka Beáta, Mándoki András, Orsy György, Szakál Dorottya, Szalontai Dorottya, Száraz-Nagy Réka, Varró Nikolett

TTK.HUN-REN.HU/AKI/MESTERSEGES-TRANSZPORTEREK-KUTATOCSOPORT

Lendület
Program

A szupramolekuláris kémia megjelenése óta a különböző funkciókkal rendelkező új molekulák fejlesztése kiemelt kutatási területté vált. E fejlesztések az önszerveződő rendszerektől a molekuláris gépeken át a legutóbbi peptidmimetikus vegyületekig terjednek, amelyek különleges anyagkémiai farmakológiai tulajdonságokkal és funkciókkal rendelkeznek. Ezek az oligomerek, amelyeket gyakran poliamidoknak is neveznek, jól meghatározott 3D szerkezetet hoznak létre, hasonlóan a természetes fehérjékhez, és lehetőséget nyújtanak a biológiai folyamatok utánzására, különösen a fehérje-fehérje kölcsönhatásokban és a membrántranszportban.

A projekt kiemelt célja volt, hogy bioinspirált mesterséges proteomimetikus kloridion-transzportereket hozzon létre. E transzporterek potenciális alkalmazásai között szerepelhet a csatornapótló terápia olyan betegségek esetén, mint a cisztás fibrózis (CF), ahol a kloridiontranszport hiányossága az elsődleges tényező.

A kutatás fő céljai a következők voltak:

1. bioinspirált mesterséges kloridion-transzporterek tervezése és létrehozása sejtmembrán-penetráló peptidek (CPP-k) alkalmazásával;
2. a CPP-alapú proteomimetikus transzporterek szerkezet-hatás kapcsolatának vizsgálata;
3. e rendszerek potenciális gyógyszerjelöltként való értékelése CF kezelésére.

A projekt sikeresen teljesítette az összes kitűzött célt.

1. CPP-alapú mesterséges kloridtranszporterek létrehozása: Kiterjedt elméleti számítások és kísérleti fejlesztések során mesterséges proteomimetikus kloridion-transzportert hoztunk létre, amelyekhez modell-CPP-ként a penetratint használtuk. A tervezett rendszerek önszerveződési tulajdonságokat mutattak, és igazolták, hogy aktívak a kloridionok lipidmembránon keresztüli transzportjában.

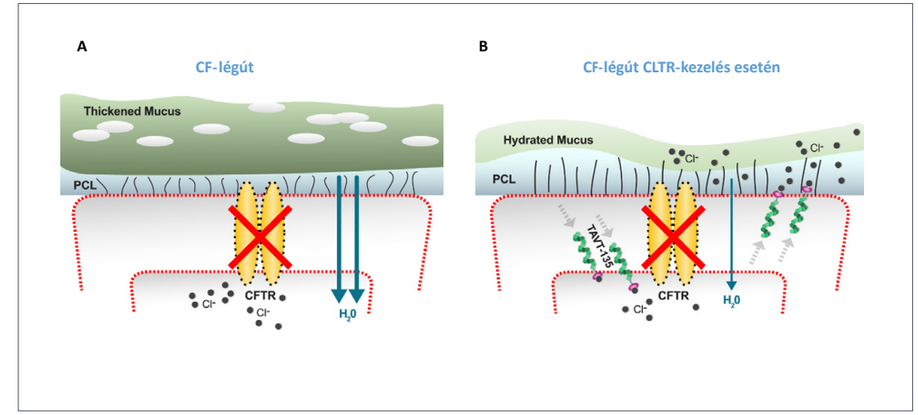
2. Szerkezet-hatás ismeretek: Jelentős előrelépést értünk el a proteomimetikus transzporterek szerkezetének és működésének megértésében. Szisztematikusan vizsgáltuk a 3D konformációt, a membránpermeabilitást és az ionszelektivitást. A vizsgálatok megerősítették, hogy a peptidgerinc és -oldalláncok módosításával finomhangolható a transzporterek aktivitása és szelektivitása. Ez alapot adott a transzporterek hatékonyságának és stabilitásának további optimalizálásához.

3. A terápiás alkalmazások lehetőségei cisztás fibrózisban (CF): A mesterséges kloridtranszporterek ígéretes hatékonyságot mutattak a kloridiontranszport facilitálásában, jelezve potenciális alkalmazhatóságukat terápiás ágensként CF esetén. Ez orvosolhatná a CFTR csatornák diszfunkcióját, ami cisztás fibrózisban az elégtelen kloridtranszport elsődleges oka.

A projekt elérte fő célkitűzését, amely a CPP-alapú bioinspirált mesterséges kloridion-transzporterek létrehozása volt. Ezek a transzporterek ígéretes aktivitást mutattak az iontranszportban, és értékes ismereteket nyújtottak a szerkezet-funkció kapcsolatról. Továbbá a CF kezelésében való potenciális alkalmazhatóságukat is igazoltuk, megalapozva a jövőbeli kutatásokat és terápiás fejlesztéseket. Kiemelendő, hogy a publikációk mellett ipari együttműködésben 3 szabadalomcsalád is született.

Az eredmények hangsúlyozzák a mesterséges proteomimetikus rendszerek fejlesztésének újdonságát és fontosságát, amelyek jelentős hatást gyakorolhatnak számos farmakológiai területre.

A pályázat jelentős mérföldkő volt a tudományos pályafutásomban. Lehetővé tette számomra, hogy függetlenné váljak kutatóként, és teljes mértékben megvalósíthassam tudományos álmaimat. A vegyület sikeres kifejlesztése nemcsak az álmaimat váltotta valóra, hanem ipari alkalmazásra is került, ami óriási eredmény. Ez az előrelépés új kutatási irányokat nyitott meg számomra, lehetővé téve új terápiás lehetőségek feltárását. Az élmény nagyban formálta tudományos jövőmet, és kiszélesítette a kutatási horizontomat.



1. ábra: A kloridion-transzporter (CLTR) hatásmechanizmusa
Magyarázat: CF: cisztás fibrózis; CFTR: cisztás fibrózis transzmembrán konduktanciaregulátor; PCL: periciliáris réteg. A Cl^--ionokat fekete körök, a bakteriális kolonizációt szürke ovális alakzatok jelölik. A nyilak a vízmozgás általános irányát és nagyságát mutatják.

1. kép: A kutatócsoport

NEMES-INCZE PÉTER

2017—2022

MTA EK Lendület Topológia Nanoszerkezetekben Kutatócsoport

Topológiailag nem triviális fázisok réteges anyagok heterostruktúráiban

HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont

2024—2029

MTA EK Lendület Topológia Nanoszerkezetekben Kutatócsoport

Korrelációk és sávtopológia hangolása romboéderes grafitban: új kölcsönható elektronrendszerek megvalósítása

HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Kálvin György, Kandrai Konrád, Kun Péter, Márity Krisztián, Pálinkás András, Tajkov Zoltán, Varga Dóra, Weiszmüller Roland

NEMESLAB.COM/HU

Lendület
Program

Topologikus anyagok, avagy hogyan lehet bogot kötni az elektronokra?

Az elektronok kristályokban való mozgása alapvetően meghatározza az anyagok tulajdonságait, mint például azt, hogy átlátszóak vagy átlátszatlanok-e a fény számára, illetve hogy vezetik-e az áramot, mint a fémek, vagy szigetelőként viselkednek. Ennek az elektronmozgásnak a kvantummechanikai alapelveit az 1930-as években fedezték fel, és azóta azt hittük, hogy teljes mértékben értjük a folyamatot. Ez az elmélet rendkívül sikeres volt, és olyan technológiákhoz vezetett, mint a tranzisztor, a LED-világítás vagy az elektronikus kommunikációs technológiák, amelyek forradalmasították világunkat. De mi hozhatja el a következő technológiai forradalmat? Az újonnan felfedezett topologikus, erős elektronok közötti kölcsönhatást mutató anyagok és az ezekben rejlő szilárdtest-fizikai jelenségek megértése és kiaknázása.

Mit jelent, hogy az elektronoknak topologikus tulajdonságuk van? Az 1980-as években kétdimenziós elektronrendszerek vizsgálatai olyan hatásokat mutattak, amelyek arra utaltak, hogy a jelenlegi, nagyon sikeres elektronmozgási modelljeink hiányosak. Ma már felismertünk egy új anyagosztályt, amelyet topologikus anyagoknak nevezünk, ezek az összes ismert kristályos anyag körülbelül egyharmadát alkotják. A topologikus anyagok viselkedésének teljes megértéséhez egy további mértani fogalom szükséges — a topologikus invariánsok. Ez azt jelenti, hogy amikor az elektronok egy topologikus kristályban mozognak, ez a mozgás jól meghatározott mértani tulajdonságokkal is rendelkezik. Egy egyszerű analógiával élve, ez olyan mintha az elektronok mozgás közben kibogozhatatlan „csomókat” képeznének. Azokban az anyagokban, ahol ez nem fordul elő, a hagyományos leírás jól működik. Azonban a topologikus anyagokban ezeknek a „csomóknak” a száma szorosan összefügg az atomi szerkezettel, ami a topológiához köthető tulajdonságokat rendkívül robusztussá teszi. Ezen analógiában a csomók számát topologikus invariánsnak nevezzük, amelynek fontos következményei vannak a fizikai tulajdonságokra. A legérdekesebb jelenségek azonban az anyag határainál fordulnak elő, ahol a „csomók” száma megváltozik, különösen a kristály határai, szélei mentén. Itt egyedi elektronállapotok jelennek meg, amelyek például az elektromos áramot ellenállás nélkül képesek vezetni. Ez csupán egy példa a sok közül, amelynek mélyreható hatása lehet a modern elektronikára.

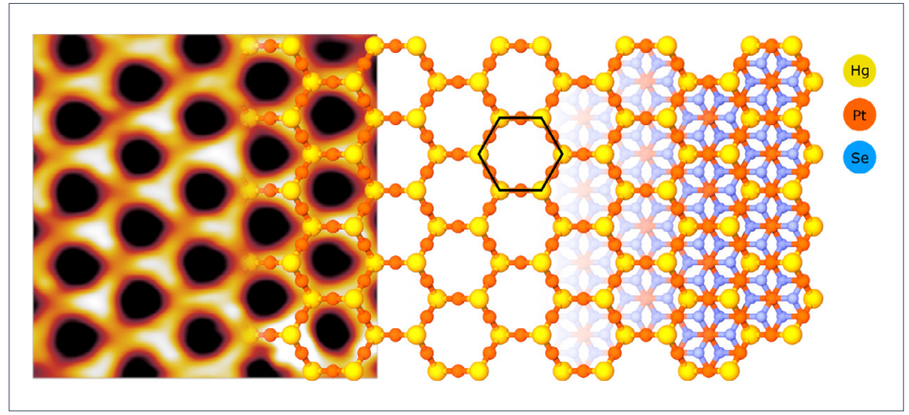
Az első Lendület-projektünk során csoportom ezeket a topologikus anyagokat vizsgálta atomi skálán, hogy olyan kétdimenziós kristályokat azonosítson, amelyek szobahőmérsékleten is mutatnak topologikus tulajdonságokat. Olyan anyagokra összpontosítottunk, amelyek néhány atom vastagságú rétegekben

készíthetők, és ezek elektronikus tulajdonságait pásztázó alagút-mikroszkópiával (STM) tanulmányoztuk. A Lendület-projekt 2022-es lezárásáig azonosítottunk egy kulcsfontosságú topologikus elektronrendszert, amelyet 2005 óta kerestek — az ún. Kane—Mele-szigetelőt. Ez egy híres modellje a topologikus elektronrendszereknek, és elméletileg a grafénben (grafit egyetlen atomi rétege) valósul meg. Azonban a topologikus hatások, mint például az élállapotok, kísérletileg nem figyelhetők meg a grafénben. Ahhoz, hogy ezeket a hatásokat megfigyeljük, egy grafénszerű méhsejtrácsra volt szükségünk szénnél jóval nehezebb elemekből. Több kétdimenziós anyag vizsgálata után felfedeztük, hogy a Pt_3HgSe_3 grafénszerű méhsejtrácsot alkot platina- és higanyatomokból, ami lehetővé teszi topologikus tulajdonságainak szobahőmérsékleten való megfigyelését — ez egy fontos áttörés volt ezen a kutatási területen.

A topologikus anyagok várhatóan jelentős szerepet játszanak a jövő elektronikájában, ezért fontos mélyíteni fizikájuk megértését. Különösen érdekes a topologikus tulajdonságok és az elektron-elektron kölcsönhatások közötti kapcsolat. Ez kulcsfontosságú a szilárdtest-fizika néhány jelentős kérdésének megoldásában, mint például a nagy hőmérsékletű szupravezetés mechanizmusa, a töltés- és spinfrakcionalizáció, valamint a Majorana-kvázirészecskék létrehozása. Ha e területek közül csak egyben is sikerül jelentős előrelépést tenni, az a tranzisztor felfedezésével összemérhető technológiai forradalmat hozhat.

A fizikus gondolkodásmód fontos része a bonyolult problémák egyszerűsítése, mivel ezáltal megérthetjük egy adott jelenség lényegét. A topologikus anyagok kutatása során rájöttünk, hogy a grafénból, a legismertebb kétdimenziós anyagból készült kristályok valószínűleg a legegyszerűbbek, amelyek egyszerre mutatnak topologikus tulajdonságokat és erős elektronok közti kölcsönhatásokat. Az első Lendület-projekt utolsó évében kimutattuk, hogy a romboéderes grafit vastag rétegei, amelyek különleges módon egymásra helyezett grafénrétegekből állnak, valóban erős elektronok közti kölcsönhatásokat mutatnak. A 2024-ben induló Haladó kategóriás Lendület-projektünk erre a meglepően egyszerű anyagra összpontosít, amelyet évtizedek óta figyelmen kívül hagytak. Ezen egyszerű topologikus kristály vizsgálata segíthet jobban megérteni az erősen kölcsönható, topologikus elektronrendszereket, és új alkalmazások fejlesztéséhez vezethet a topologikus tulajdonságok kiaknázásával.

A Lendület-projekt megnyerése után visszatértem Budapestre a németországi RWTH Aachen Egyetemről. A projekt lehetővé tette számomra, hogy létrehozzam saját kutatócsoportomat, amely nagyon kockázatos, ámde nagy nyereséggel kecsegtető kutatásokkal foglalkozik. Az 5 éves stabil finanszírozási ciklus lehetőséget adott arra, hogy a tudomány határait feszegetve számomra új kutatási területen próbáljam ki magam.



1. kép: Pt_2HgSe_3-kristály pásztázó alagút-mikroszkópos felvétele. A platina- és higanyatomok egy grafénszerű méhsejtrácsot alkotnak.

2. kép: A kutatócsoport tagjai 2024 szeptemberében (balról jobbra): Kálvin György, Pálinkás András, Varga Dóra, Nemes-Incze Péter, Kandrai Konrád, Márity Krisztián

SONKOLY BALÁZS

2017—2023

MTA—BME Lendület Hálózat Szoftverizációs Kutatócsoport

Hálózatok szoftverizálása a felhőben és a felhők alatt

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Czentye János, Dóka János, Fodor Balázs, Lévai Tamás, Nagy Bálint György, Németh Balázs, Németh Felicián, Pelle István, Rétvári Gábor, Szalay Márk, Toka László

NETSOFT.GSUITE.TMIT.BME.HU

Lendület
Program

Kutatásaink a hálózatok és felhők metszetét célozták, amit 2017-ben a népszerű 5G vízió fogott össze egy kerek történetbe. Az új generációs mobilrendszereket (5G/6G) kiemelkedő érdeklődés övezte és övezi szakmai és felhasználói oldalról egyaránt. Munkánk során olyan módszereket, megoldásokat és komponenseket dolgoztunk ki, melyek a jövőbeli 5G/6G rendszerek fontos részét képezhetik, és megjelenhetnek ipari partnerünk termékeiben is. És hogy jön egy ipari partner a Lendületbe? Erre a Célzott Lendület Program adott lehetőséget, ahol a támogatás egyik részét az MTA, a másikat egy ipari partner, a mi esetünkben az Ericsson biztosította. Az új hálózatok kontroll-/orkesztrációs és nagy teljesítményű virtuális adatsíkmegoldásai mellett számos új, jövőbe mutató alkalmazást implementáltunk, ami a felhasználók számára kézzelfogható módon képes demonstrálni a kidolgozott módszerek, platformok képességeit. Különös hangsúlyt fektettünk a kiterjesztett valóság különböző variánsaira, melyekben rendkívül nagy piaci potenciál van. Előrejelzések szerint az AR piac 2025-re eléri a 150-200 milliárd dolláros értéket. Az új rendszer és alkalmazások által nyújtott lehetőségeket működő prototípusok segítségével demonstráltuk különböző fórumokon.

Az évek során a kutatási fókusz fokozatosan tolódott felfelé a hálózati tartományból a felhő/peremfelhő számítási technikákon keresztül az általános szoftverfejlesztési és -üzemeltetési módszerek felé. Kutatómunkánk egyik fontos konklúziója, hogy a jövőbeli, akár nagy társadalmi hatással is bíró alkalmazások megvalósításához nélkülözhetetlen a cloud native ökoszisztéma szervesebb integrációja a hálózati rétegekkel. (A cloud native paradigma eleve felhőre tervezett szoftverek megvalósítását célozza.) Az általunk vizionált és kutatott környezetben a szoftver és az azt futtató felhő-peremfelhő kontinuum, valamint a dinamikus és volatilis komponenseket összekapcsoló fizikai és virtuális hálózatok együtt, valamilyen közös kontroll, egymásra hatás vagy interakció útján tudják csak biztosítani az új alkalmazások követelményeit. Ilyen elvárás például a késleltetésre, megbízhatóságra vagy kommunikációs kapacitásra vonatkozó garancia, amit a mai felhőplatformok tipikusan nem támogatnak.

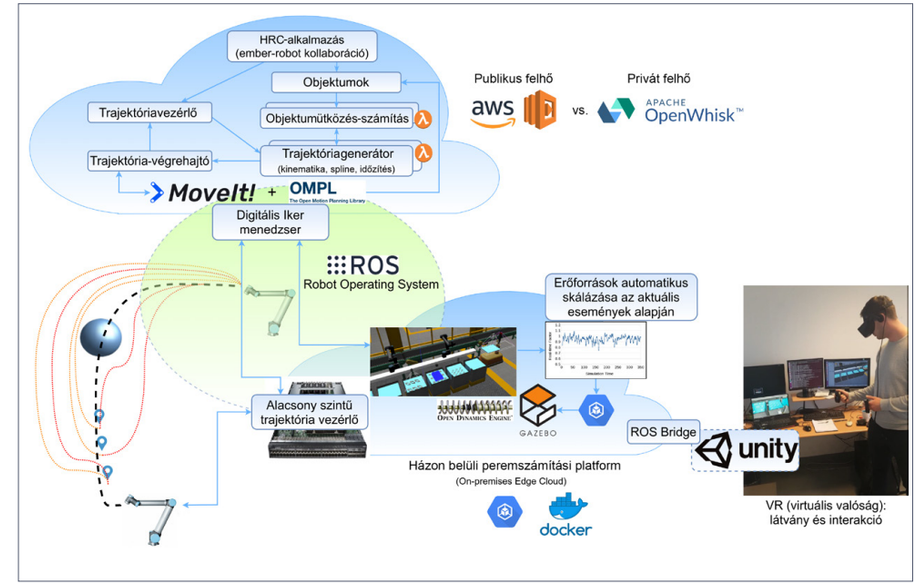
És mindeközben mit adott nekünk, nekem a Lendület? Egyrészt kialakult bennünk a kiválóságra való törekvés. Tudjuk, hogy vannak könnyebb publikációs fórumok, amelyek sok esetben segítenek „kipipálni” az elvárt metrikákat, monitoringmutatókat, de ezekkel nem kerülhetünk a nemzetközi élvonalba. Megtanultuk, hogy rá kell szánni az extra időt és energiát, hogy „beszenvedjük” a cikkeinket a top fórumokra is.

Másrészt lehetőséget kaptam egy kutatócsoport felépítésére, amelybe fiatal kutatókat tudtam integrálni, PhD-, MSc- és BSc-hallgatókat is. Többen ez idő alatt váltak hallgatóból önálló kutatóvá. Ehhez nemcsak anyagi keretet kaptunk, hanem az adminisztratív hátteret, támogatást is a TKI intézményén keresztül.

Azzal, hogy alapot kaptunk egy nagyobb csoport kialakítására, és látszott, hogy ebben a tömegben van az erő és potenciál a kiválóságra, kialakult egyfajta implicit, explicit törekvés ennek az egyben tartására, az önfenntartásra. Ennek eredménye, hogy aktív pályázókká váltunk, és az elmúlt években sikeresek voltunk EU-s és hazai KFI projektekkel, valamint alapkutatási OTKA-projektekkel is. És persze megtanultuk, hogy pályázni rosszabb, mint cikket írni, és az elfogadási arány sokszor vetekszik a top konferenciákéval. De kialakult a mentalitás, hogy csak úgy maradhatunk fenn, ha folyamatosan biztosítjuk a forrásokat, ezért nem baj a „reject”, amiből természetesen nagyon sokat kapunk, de meg kell tanulni elfogadni, (esetleg) tanulni belőle (ha lehet). Ha nem, akkor pedig kritikusan fogadni a bírálói (sokszor szubjektív) véleményeket, és nem feladni, hanem újra próbálkozni.

Egy másik fontos dolog, amit nekünk ez a speciális Célzott Lendület tanított, hogy célszerű a különböző típusú K+F tevékenységeket valamilyen szinten egy csoportba integrálni. Az alkalmazott kutatás a legerősebb lábunk, de ezt fontos ipari projektekbe és együttműködésekbe is kicsatolni, akár *spinoff* cégek formájában. Ezenkívül az alapkutatási láb szintén nélkülözhetetlen, amelynek szorosan együtt kell működnie az alkalmazott tevékenységekkel. Az elmúlt időszakban számos interdiszciplináris együttműködési lehetőség is alakult, ami talán a legizgalmasabb része (lesz) a munkánknak.

És végezetül a Lendület nem csak mint kutatónak adta meg a fejlődés lehetőségét. Nekem személyesen a kutatócsoport-vezetői szerepet is tanulnom kellett. Természetesen egyetemi dolgozóként hallgatók, PhD-hallgatók témavezetése alapján van valami elképzelésünk, de az teljesen új világ, amikor a finanszírozási kérdésekkel is nekünk kell foglalkozni, és mi vagyunk felelősek a kutatóink jövőjéért. Ebbe az új világba a Lendület segítségével jutottunk.



1. ábra: Felhő-/peremfelhő-alapú humán-robot kollaborációs platform AR/VR támogatással jövőbeli gyárakhoz

1. kép: A kutatócsoport

SZILÁGYI ISTVÁN

2018—2022

MTA—SZTE Lendület Biokolloidok Kutatócsoport

Antioxidáns hatású nanokompozit diszperziók kifejlesztése

Szegedi Tudományegyetem

2022—2027

MTA—SZTE Lendület Biokolloidok Kutatócsoport

Enzimutánzó nanorészecskék együttműködésén alapuló többfunkciós biokatalitikus rendszerek

Szegedi Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Akula Rita, Nizar B. Alsharif, Bakk Bálint, Bere Katalin Viktória, Fazekas Bettina, Vladimir Grachev, Halmágyi Tibor, Kádár Dániel, Bojana Katana, Kókai Kata Panna, Kónya Zsuzsanna, Mader Anna, Mao Meng, Muráth Szabolcs, Nagy Péter, Laila Noureen, Papp Gréta, Péter Tamás, Sáringer Szilárd, Mohamed Adel Sayed, Şeyma Miray Simav, Somosi Zoltán, Szalma Lilla, Szerlauth Adél, Takács Dóra, Terjéki Gergő, Xiong Xiong, Valtner Tamás, Varga Viktória, Vargáné Árok Zsófia, Vass Gábor, Viczián Dániel, Vörös Attila

SCI.U-SZEGED.HU/PHYSCHEM/BIOC

Lendület
Program

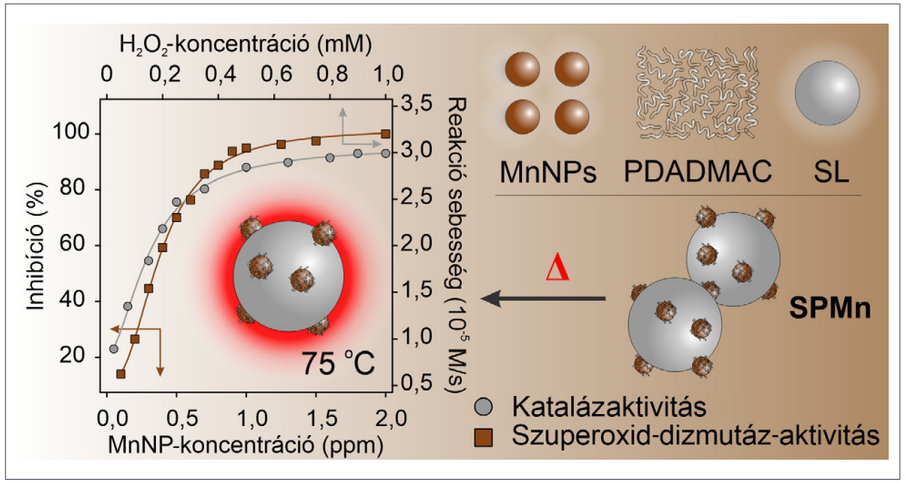
2006-ban doktoráltam a Szegedi Tudományegyetemen kémiatudományból. Ezután posztdoktori állásokat töltöttem be az ausztrál Murdoch Egyetemen és a svájci Genfi Egyetemen. Az utóbbin oktatói-kutatói pozíciót kaptam 2012-ben, ahol megalapítottam a kutatócsoportomat, és habilitáltam. Tudományos tevékenységemet a kompozit részecskék kolloid és anyagtudományi vonatkozásai területen végeztem. Nyertes Lendület-pályázatom eredményeként 2018-ban tértem vissza Magyarországra, az SZTE Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszékén hoztam létre a kutatócsoportom. Itt teljesítettem második habilitációmat, illetve 2023-ban megvédtem az MTA-doktori értekezésemet „Funkcionális diszperziók: A kolloidstabilitástól az antioxidáns kompozitokig” címmel. Kutatásaim folytonosságát a Lendület Program biztosítja, mivel 2022-ben sikeresen pályáztam Haladó kategóriában. Jelenlegi munkahelyemen egyetemi docensként, tanszékvezetői tanácsadóként, illetve a Kémiai Intézet helyettes vezetőjeként dolgozom, a kutatás mellett több tárgyat oktatok alap- és mesterszakos hallgatóknak, valamint doktoranduszoknak.

A Lendület-pályázathoz kapcsolódó tudományos munka során antioxidáns hatású nanokompozit diszperziók kifejlesztésén dolgozom a csoportommal. A téma fontosságát a reaktív oxigénszármazékok káros hatása adja, ami általánosságban a biológiai rendszerekben előforduló biomolekulák roncsolásában fejeződik ki. Ez felelős az oxidatív stressz és számos betegség kialakulásáért. Ezek a káros anyagok nemcsak az élő szervezetekben vannak jelen, hanem különféle ipari termékgyártási folyamatokban is, ahol roncsoló tevékenységük a termékek minőségének romlásával, illetve eltarthatóságuk idejének rövidülésével jár. Az oxidatív stressz csökkentéséért az antioxidánsok felelősek, viszont ezt a funkciójukat csak optimális körülmények között tudják ellátni. Ugyanakkor igény van antioxidánsok használatára olyan környezetben is, amikor a hőmérséklet, a nyomás vagy a pH-érték nem ideális. Ilyenek például a különféle terápiák, adalékanyagok vagy éppen bevonatok alkalmazása orvosbiológiai és ipari folyamatokban.

Az első alkalommal elnyert Lendület-pályázat (2018—2022) során, a fent említett hátrányokat kiküszöbölendő, olyan antioxidáns rendszereket fejlesztettünk ki, amelyek a reaktív oxigénszármazékokat ártalmatlan anyagokká alakítják, mint például víz vagy oxigén, viszont használhatóak olyan körülmények között is, amelyek alatt a természetes antioxidánsok alkalmazása nem lehetséges. Ezek az ún. 1-es típusú „nanozyme” kompozitok hordozó nanorészecskéből, antioxidáns hatással rendelkező anyagokból és a stabilitásért felelős polimerekből állnak. A megfelelő komponensek kiválasztása, illetve az előállítási körülmények körültekintő optimalizálása hosszadalmas és rendkívül alapos kutatómunka

eredménye. A laboratóriumi kémiai tesztek mellett a legígéretesebb „nanozyme”-ok biológiai rendszerekben is bizonyították oxidatívstressz-csökkentő képességüket.

A 2022-ben a Lendület Program Haladó kategóriájában induló kutatás az első pályázat eredményeire épül, annak folytatása. A csoport figyelme fokozatosan az ún. 2-es típusú egykomponensű „nanozyme” anyagok felé fordult, nagyban köszönhetően egy sikeres PhD-projektnek. Ez a pályázat második évében jár, de már olyan nanorészecske-koktélok kerültek kifejlesztésre, amelyek többféle „nanozyme” részecskét tartalmaznak, és ezek szinergisztikus hatása jól érvényesül a reaktív oxigénrészecskék lebontásában. A kutatásokat külföldi (francia, svájci, ausztrál, kínai, szlovén stb.) egyetemekkel együttműködve végezzük, az eddigi eredményeket pedig a tématerület vezető nemzetközi szaklapjaiban publikáljuk, illetve meghívást kaptunk összefoglaló közlemények írására is elismert folyóiratokban. Emellett a csoport tagjai folyamatosan tartanak előadásokat a szakterület legrangosabb konferenciáin világszerte.



1. ábra: Az ábra a mangán-dioxid-nanorészecskék (MnO_2 NP) felületi funkcionalizálását szemlélteti PDADMAC polielektrolittal, továbbá heteroaggregációjukat latex (SL) gömbökkel, kompozitokat képezve. Ezek a hibrid részecskék megtartják az MnO_2 NP-k kataláz- és szuperoxid-dizmutáz-szerű aktivitását, és ezáltal egy mesterséges kolloid platformot biztosítanak a reaktív oxigénszármazékok lebontására magas hőmérsékleten is.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): hátsó sor: Péter Tamás, Halmágyi Tibor, Vargáné Árok Zsófia, Katana Bojana, Bere Katalin Viktória, Papp Gréta, Noureen Laila, Kónya Zsuzsanna, Szerlauth Adél, Takács Dóra, Viczián Dániel, Bakk Bálint; elöl: Szilágyi István

TÖRÖK PÉTER

2017—2022

MTA—DE Lendület Funkcionális és Restaurációs Ökológiai Kutatócsoport

Új frontok a restaurációs ökológiában: A környezetbarát infrastruktúra kiépítésének és fenntartásának ökológiai szempontú elmélete

Debreceni Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
B.-Béres Viktória, Bajomi Bálint, Boros Panna Zsófia, Erdős László, McIntosh-Buday Andrea, Sonkoly Judit, Tóth-Szabó Edina, Tölgyesi Csaba

GRASSLAND-RESTORATION.EU

Lendület
Program

A Lendület-pályázat 5 éves támogatási időszakában 4 munkacsomagba rendezett 8 kutatási kérdéshez kapcsolódó vizsgálatokkal terveztük annak megalapozását, hogyan járulhatnak hozzá a gyakorlati élőhely-rekonstrukciók során nyert eredmények az ökológiai elméletek teszteléséhez és finomításához, illetve hogyan támogathatjuk egy elméletközpontú élőhely-rekonstrukciós paradigma gyakorlati megalapozását. A vizsgálatainkban túlnyomóan gyepi élőlényközösségeket vizsgáltunk, azonban a kolonizációs, fajkészlet-szerveződési, illetve közösségdinamikai folyamatokat és elméleteket erdőssztyepp és egyéb fás vegetáció, valamint vízi élőlényközösségek esetében is vizsgáltuk. Az első munkacsomagban szereplő kutatási kérdésekhez kapcsolódó elméletek főként a fajkészlet-szerveződés alapvető folyamataira, illetve az ezekre hatást gyakorló környezeti tényezők vizsgálatára fókuszáltak (élőhely-specifikus fajkészlet, sötét és rejtett diverzitás és újszerű ökoszisztémák létrejötte, klímaváltozás indukálta közösségszintű változások). A munkacsomaghoz számos vizsgálat kapcsolódott, melyek a szárazföldi növényközösségek, a bevonatalkotó (bentikus) és lebegő életmódú (planktonikus) közösségek dinamikai folyamatainak vizsgálatával foglalkoztak. A második munkacsomag főleg a táji környezet terjedésre és megtelepedésre gyakorolt hatásaira fókuszált. Azt vizsgáltuk, hogy a fragmentálódás és az adott élőhelyet körülvevő táj működésbeli sokfélesége és az egyes élőhelyek egymáshoz viszonyított elhelyezkedése hogyan befolyásolja a terjedést és megtelepedést. A harmadik munkacsomagban a helyi szintű élő és élettelen környezeti tényezők, valamint a zavarás (legeltetés) a megtelepedés által érintett közösségek produkciójára, fajkészletére és funkcionális jellemzőire gyakorolt hatását, továbbá egyes kulcsfajok funkcionális jellemzőinek a megtelepedésben és a fajdiverzitás alakításában betöltött szerepét vizsgáltuk. A negyedik munkacsomagban a közösségek időbeli változását meghatározó folyamatok a közösségszerveződési mechanizmusokra és a fajkészletre gyakorolt hatásaira fókuszáltunk. A szárazföldi növényközösségek mellett több, a vizes élőhelyek diverzitásában kulcsfontosságú bevonatalkotó közösség vizsgálatát is elvégeztük.

A pályázat végére célul tűztük ki a négy munkacsomagban vázolt kérdéskörök mentén végzett vizsgálatokon alapuló, jelentős számú publikáció készítését, illetve további kutatási pályázatok alapjául szolgáló nemzetközi együttműködések kiépítését. A pályázatban vállaltuk az első 3 évben a kutatási témakörökhöz kapcsolódva 20 Q1-es, illetve 2 magasan jegyzett D1-es cikk elkészítését. E célkitűzések messzemenően teljesültek; szerzőségemmel a 4 kutatási témakörben összesen 24 Q1-es publikáció született, ezek közül 15 cikk D1-es folyóiratokban jelent meg. (Ez utóbbiak közül 8 D1-es cikk meghatározó szerzőségemmel készült.) A pályázati támogatás utolsó két évében a 4 munka-

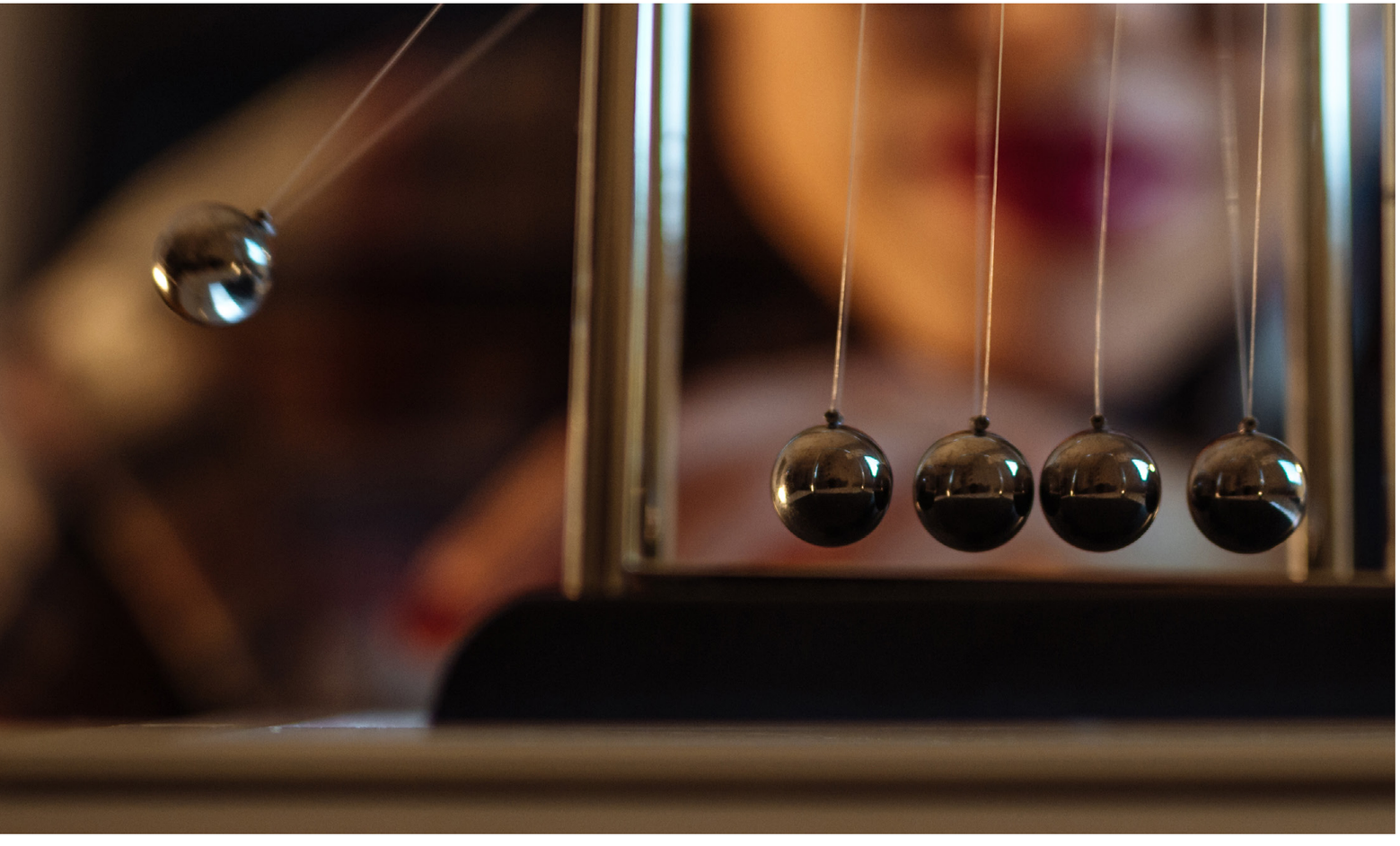
csomaghoz kapcsolódó, szintézisjellegű munkákat és a munkacsomagokhoz kapcsolódó publikációs tevékenységet, valamint a PADAPT adatbázis (padapt.eu) elkészítését valósítottuk meg. Az 5 éves munka a munkatervnek megfelelő módon és ütemezéssel zajlott, a kitűzött célokat teljesítettük, a kutatócsoport munkatársai közel 100 nemzetközi szintű tudományos publikációt készítettek. A Lendület-pályázat lezárását követően elnyertem a korábban az MTA-n kiírt támogatott kutatócsoport-pályázatot, így 2022—2027 között a kutatócsoport HUN-REN—DE Funkcionális és Restaurációs Ökológiai Kutatócsoport néven folytatja a munkáját. Szintén sikerrel szerepeltem az NKFIH Élvonal pályázatán is, a 2022—2027 közötti időszakra mintegy 310 millió forint támogatást nyertem el.

1. kép: Avar és talajrétegzés eltérő magméretű inváziós növényfajok csírázására gyakorolt hatásának vizsgálata

Forrás: Sonkoly et al.: Germination response of invasive plants to soil burial depth and litter accumulation is species-specific. *Journal of Vegetation Science*, 2020, 31, 1079—1087.

Fotó: Dr. Sonkoly Judit

2. kép: A kutatócsoport tagjai és logója (balról jobbra): Bajomi Bálint, B.-Béres Viktória, McIntosh-Buday Andrea, Boros Panna Zsófia, Erdős László, Sonkoly Judit, Tölgyesi Csaba, Tóth-Szabó Edina és a kutatócsoport vezetője, Török Péter



2018

BÁRTH DÁNIEL

2018—2023

MTA—ELTE Lendület Történeti Folklorisztikai Kutatócsoport

Alsópapság a 18—20. századi lokális közösségekben Magyarországon és Erdélyben

Eötvös Loránd Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Ament-Kovács Bence, Bárth János, Bednárik János, Berekméri Árpád Róbert, Borbély Rebeka, Dénesi Tamás, Fábián Borbála, Gyöngyössy Orsolya, Ilyefalvi Emese, Jakab Réka, Kis-Halas Judit, Komáromi Tünde, Kothencz Kelemen, Lappints Virág, Muntagné Tabajdi Zsuzsanna, Perger Gyula, Peták Imola, Prajczer Zsófia, Prikler Szilvia, Sáfár Anna, Smid Bernadett, Szakál Anna, Vásárhelyi Petra

HISTFOLK.ELTE.HU

Lendület
Program

A Lendület Program támogatásával folytatott kutatásaink elsősorban a levéltári történeti folklorisztika, az egyháztörténet és a történeti antropológia módszertanán alapultak. A forrásfeltáró alapkutatások célja a lokális társadalmakban fontos kultúraközvetítő szerepet játszó papság műveltségének, attitűdjének és funkciójának vizsgálata volt az újkori Magyarországon és Erdélyben. Fontos szempontként jelentkezett a közösségi oldal, a népi kultúra megnyilvánulásainak problematikája. A projekt előnyben részesítette a források közül az egodokumentumokat, a feldolgozások között pedig az esettanulmányokat. A kutatócsoport vállalásai között kiemelkedett egy digitális papi adatbázis kialakítása és működtetése.

A kutatócsoport szigorú szakmai ütemezéssel teljesítette, sőt számos ponton túlteljesítette előzetes vállalásait. A kutatócsoport a második évre élesítette saját honlapját, amelyen folyamatosan bővülő tartalommal a harmadik évtől nyilvánossá vált a *Lelkészek, papok néprajzi, helytörténeti munkái a 18. századtól a 20. század közepéig* című digitális adatbázis (histfolk.elte.hu/adatbazis). A projekt zárásakor 1365 ellenőrzött, lektorált tétel szerepelt benne. Tartalmazza az 1750—1950 közötti olyan nyomtatott művek bibliográfiai adatait és tartalmi mutatóját, amelyek szerzőjeként valamely keresztény felekezet papja, lelkésze azonosítható, és művében a közösségére vagy a népi kultúrára reflektál. A témakörre, felekezetre, idő- és téraspektusokra vonatozó metaadatokkal ellátott adatbázis nemcsak a kutatócsoport tagjai, hanem a témakör iránt érdeklődő egyháztörténészek, néprajzkutatók, művelődéstörténészek, sajtótörténészek, könyvtörténészek stb. számára is jó támpont.

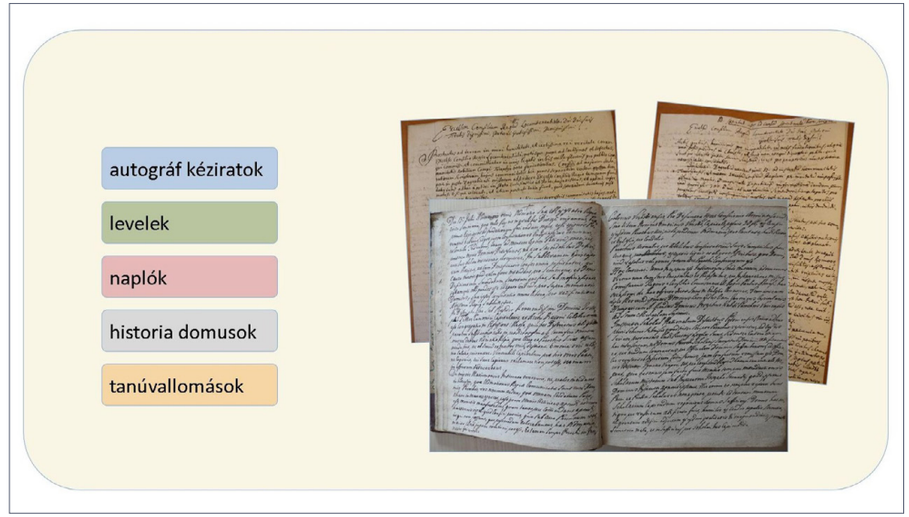
A kutatócsoport publikációs tevékenysége egyenletes, hivatkozottsága folyamatosan nő. A kutatócsoport tagjai által publikált angol, német és magyar nyelvű tanulmányok száma 49. A kutatócsoport tagjai 80 előadást tartottak hazai és nemzetközi fórumokon. A kutatás harmadik évében egy nagyszabású magyar konferenciát, a negyedik évében pedig nemzetközi szimpóziumot szerveztek Budapesten. A kutatócsoport emellett 6 workshopot tartott, amelyen magyarországi és a határon túli magyar kutatók vettek részt (ebből egy a projekt bemutatkozó, egy pedig a zárórendezvénye volt). E szimpóziumok anyagára épült 2 magyar nyelvű tanulmánykötet és 1 angol nyelvű tanulmánykötet megszerkesztése és kiadása. A kutatási projekt — vállalása szerint — 5 forráskiadványt jelentetett meg. (A megjelent kiadványok közül több a hosszú bevezető tanulmánya miatt monografikus igényű.) A felvállalt monográfiák közül 3 már megjelent (1 közülük jeles külföldi kiadónál angol nyelven), 1 megvédett doktori disszertáció szerkesztés alatt áll. A kutatócsoport vezetőjeként elkészítettem az eredményeket szintetizáló nagymonográfia kéziratát, amelyet akadémiai

doktori értekezésként nyújtok majd be. A csoport tagjai folyamatosan hangsúlyt fektettek az egyetemi hallgatók és doktoranduszok bevonására (publikációs lehetőséget is nyújtva számukra), az eredmények széles körű disszeminációjára, valamint a hazai a nemzetközi szakmai kapcsolatok fejlesztésére.

A projekt eredményei jelentősen hozzájárultak a levéltári kutatásokon alapuló történeti néprajz/folklorisztika megújulásához. A kutatócsoport tevékenységével hidat képezett a néprajz és az egyháztörténet között, e két tudományterület együttműködése kapcsán olyan mintaadó és megkerülhetetlen műhellyé vált, amely rendezvényei és publikációi révén közös mederbe terelte a párhuzamosan zajló hazai és nemzetközi kutatásokat.

A Lendület-projekt 5 éve személyes vonatkozásban kiemelkedő lehetőséget jelentett számomra: sikerült a fiatalabb kutatógárdából prosperáló szakmai közösséget alkotni, a csoport tagjainak szakmai fejlődését támogatni, a kitűzött kutatási irány hazai és nemzetközi népszerűségét jelentősen megnövelni. A projekt keretében megnyíló, hazai viszonylatban kiemelkedő anyagi lehetőség az egyetemi oktatói életpálya derekán — még ha időlegesen is, de mégiscsak — a megbecsültség ritkán tapasztalt érzését biztosította számomra.

1. ábra: Pap hívei körében: egy római katolikus keresztelő a 19. századi Alföldön (Vágó Pál metszete, 19. sz.)
Forrás: Az Osztrák—Magyar Monarchia írásban és képben. Budapest, 1891



2. ábra: Papi ego-dokumentumok

1. kép: A kutatócsoport tagjai megbeszélés közben

BATÁRY PÉTER

2018—2023

MTA ÖK Lendület Táj és Természetvédelmi Ökológiai Kutatócsoport

Paradigmaváltás szükségessége a természetvédelem területén: a tájstruktúra hatásának fontossága a biodiverzitás-mintázatokra és funkcióikra

HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Andresz-Dérer Patrícia, Deák Balázs, Gallé Róbert, Gallé-Szpisjak Nikolett, Kabai Melinda, Korányi Dávid, Koszta Csaba, Dorota Kotowska, Lakatos Tamás, Riho Marja, Palotás Brigitta, Révész Kitti, Szabó Ágota Réka, Szabó Borbála, Szitár Katalin, Torma Attila, Török Edina

LACE.ECOLRES.HU

Lendület
Program

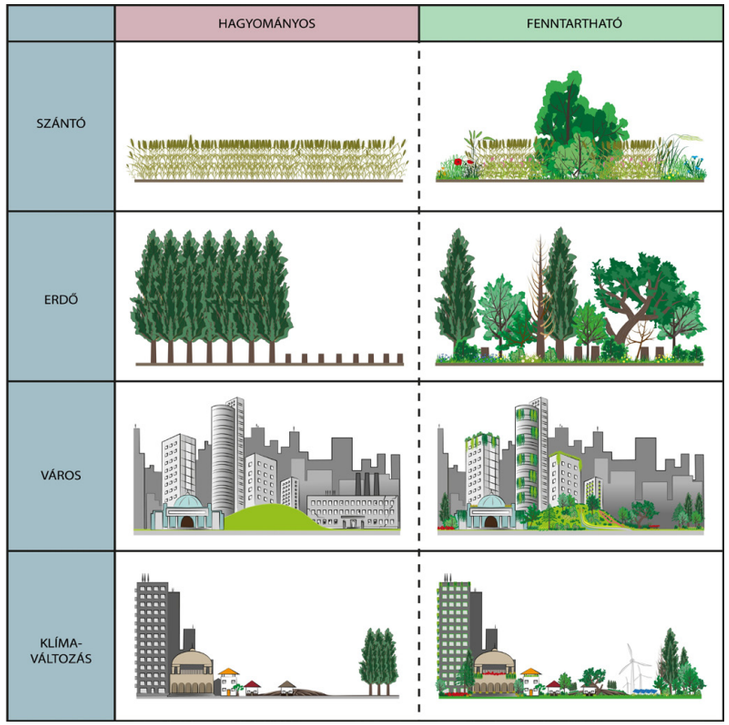
A Lendület Program lehetőséget adott arra, hogy több mint 10 év németországi kutatás után habilitált egyetemi docensként hazatérjek, és megalapítsam saját kiválósági kutatócsoportomat. Hazatérésem után röviddel megvédtem az MTA-doktori értekezésemet. A frissen alapított csoport a számos elnyert pályázatnak (pl. GINOP, H2020, Élvonal, Marie Skłodowska-Curie-ösztöndíj, OTKA) köszönhetően hamar az egyik legnagyobb és legjobban teljesítő kutatócsoporttá vált a központban és országosan is.

Kutatásaink agroökológiai, gyepökológiai és urbanizációs ökológiai témákkal foglalkoznak, a tájszerkezet hatásaira összpontosítva. Mind a mezőgazdaság intenzifikációja, mind a városiasodás negatívan befolyásolja az élővilágot és az ökoszisztéma-szolgáltatásokat (pl. beporzás), ezért tájléptékű természetvédelmi stratégiákra van szükség. Kutatásaink célja megérteni, hogyan befolyásolja a táj komplexitása az élővilágot és funkcióikat, hozzájárulva a természetvédelmi gyakorlatok javításához az agrár-környezetvédelmi programok továbbfejlesztésétől a városi biodiverzitás megőrzéséig.

A Lendület Program keretében 5 munkacsomagot valósítottunk meg. (1) Természetes élőhely-fragmentációs kutatásaink során kunhalmokat és erdős-sztyepp fragmentumokat vizsgáltunk a Dél-Alföldön és a Kiskunságban, különös tekintettel az izoláció, a szegélyhatások és az invazív fajok hatásaira. Eredményeink hozzájárulhatnak a gyepkezelési módszerek optimalizálásához. (2) A falvak mint vidéki szigetek munkacsomagban az urbanizáció és a mezőgazdasági intenzifikáció hatásait vizsgáltuk, melyek alapot nyújtottak egy sikeres Élvonal kiválósági pályázathoz. (3) A vasfüggöny tájtörténeti öröksége keretében a magyar és osztrák agrárrendszerek különbségeit vizsgáltuk, és hatásukat a növények és poszméhek diverzitására. (4) A negyedik munkacsomagban ökológiai döntéshozatalt támogattunk metaanalízisekkel és kvantitatív kutatásokkal. Publikáltunk többek között a beporzók és az agrár-környezetvédelmi programok kapcsolatáról, valamint az urbán szocioökonómiai gradiens hatásairól a biodiverzitásra. (5) Az utolsó munkacsomag célja a helyi kezelés és a tájszerkezet hatásainak vizsgálata volt. Kutatásaink több publikációban mutatták be az agrár-környezetvédelmi programok és az organikus gazdálkodás ökológiai hatékonyságát, valamint a tájösszetétel és tájkonfiguráció szerepét. Továbbá doktori munkák révén vizsgáltuk a szántóföldi beporzást és biokontrollt, melyekből több tudományos közlemény is született.

A projekt 5 éve alatt csoportunk 118 tudományos közleményt publikált, melyek többsége D1-besorolású, többek között olyan rangos folyóiratokban, mint az *Agriculture, Ecosystems and Environment, Biological Conservation, Journal*

of Applied Ecology, Science of the Total Environment, valamint vezető ökológiai folyóiratokban, például az *Ecology Letters és Trends in Ecology & Evolution*, illetve multidiszciplináris folyóiratokban, mint a *Nature Communications, Nature Food* és *PNAS*. Ezenkívül 113 előadást és 20 posztert mutattunk be nemzetközi és hazai konferenciákon.



1. ábra: A hagyományos tájhasználattól a magas biodiverzitást támogató fenntartható tájhasználatig vezető út szemléltetése. Szántóterület: A monokultúráktól a diverzifikált szántókig, beleértve a vegyes növénytermesztést, a féltermészetes mezőszegélyeket és a sövényeket, valamint a kisebb táblaméreteket. Erdő: Az egyfajú állományoktól és tarvágásoktól a változatos faállományokig lágyszárú- és cserjeszinttel, valamint az idős fák és holtfa megőrzésével. Város: A sűrűn beépített, szürke városoktól a zöld városokig zöldtetős épületekkel, valamint változatos kertekkel, parkokkal és egyéb zöldterületekkel. Klímaváltozás: A hőfelhalmozást és az üvegházhatású gázok kibocsátását előidéző tájhasználattól a CO_2 hatékony megkötését és zöldenergiát nyújtó változatos zöldítésig.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Riho Marja, Szitár Katalin, Gallé Róbert, Batáry Péter, Torma Attila, Dorota Kotowska, Lakatos Tamás; első sor: Kabai Melinda, Gallé-Szpisjak Nikolett, Palotás Brigitta, Korányi Dávid, Török Edina, Révész Kitti

BÍRÓ ANIKÓ

2018—2023

MTA KRTK Lendület Egészség és Társadalom Kutatócsoport

Egészség és társadalom

HUN-REN Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Csillag Márton, Elek Péter, Hajdu Tamás, Kertesi Gábor, Krekó Judit, Szabó-Morvai Ágnes, Volkov Mária

Lendület
Program

2011-ben szereztem közgazdasági PhD-fokozatot a Közép-európai Egyetemen. 2011—2015 között az Edinburgh-I Egyetemen oktattam és kutattam. Hazatérésemet követően sikerrel pályáztam a Lendület-támogatásra, ami nagyban elősegítette, hogy el tudjam indítani kutatói karrieremet Magyarországon. 2018—2023 között működő kutatócsoportom munkáját a záróbeszámolót követően az MTA kiválónak minősítette.

Kutatócsoportunk kutatási programjában az egészségügyi kimenetek és társadalmi-gazdasági tényezők közötti kétirányú kapcsolatokat elemezte, oksági összefüggések feltárására és az eredmények elméleti modellkeretekbe való illesztésére törekedve.

Kutatásunk lefedte az egyéni életpálya egészét — kutatásunk kérdései a fertilitástól és csecsemőkori egészségtől kiindulva az aktív életkori egészségügyi kimeneteken át az időskori egészségügyi kimenetekig és mortalitási egyenlőtlenségekig terjedtek. A koronavírus-járvány által felmerült népegészségügyi és társadalmi-gazdasági kérdésekre reagálva kutatási programunkba beemeltünk a koronavírushoz kapcsolódó kutatási kérdéseket is. További fontos kutatási irány volt csoportunkban a klímaváltozás egészségügyi hatásainak elemzése. Kutatási programunk utolsó éveiben hangsúlyosabb szerepet kaptak a munkapiaci fókuszú kutatások, elsősorban az időskori aktivitást elemezve.

Az ösztöndíj 5 éve alatt csoporttagjaink 30 folyóiratcikket jelentettek meg nemzetközi referált folyóiratban, emellett 6-ot pedig a magyarországi vezető közgazdaságtudományi folyóiratban, a *Közgazdasági Szemle*ben. Példaként 4 tanulmányt emelek ki:

Az *American Journal of Health Economics* folyóiratban megjelent tanulmányunkban a magyarországi intenzív koraszülött-ellátó rendszer és a koraszülöttek sürgősségi szállítását végző alapítványi hálózatok földrajzi expanziójának hatását elemeztük az érintett újszülöttek halálozási és maradandó egészségkárosodási valószínűségére. Bemutattuk, hogy az ellátásokhoz való hozzáférés jelentősen tudta csökkenteni a koraszülött-halálozást.

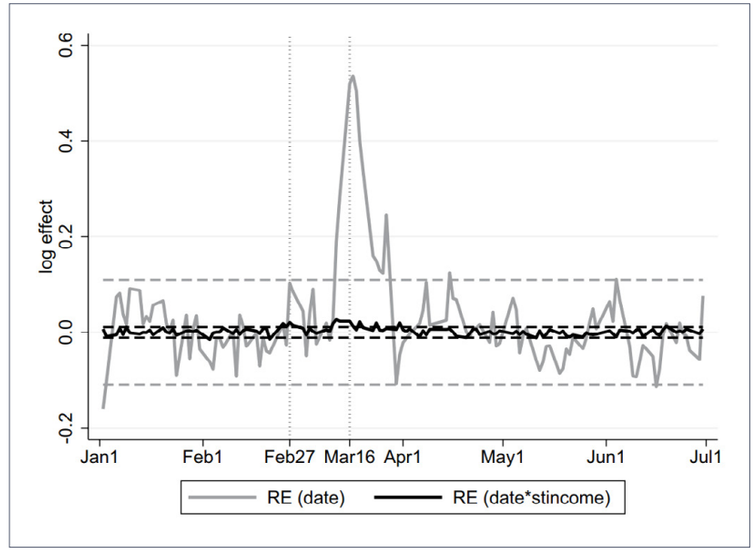
A *Population Studies* folyóiratban megjelent tanulmányunkban az országos halálozási regiszter, valamint a jövedelemre és népességszámra vonatkozó adminisztratív adatok alapján vizsgáljuk a várható élettartamban mérhető egyenlőtlenségek mértékét és eredetét Magyarországon. Bemutattuk, hogy

a megelőzhető, illetve kezelhető betegségekkel összefüggő halálokok jelentős szerepet játszanak a várható élettartam szerinti egyenlőtlenségekben, és elemeztük az emögött álló lehetséges mechanizmusokat.

A *Labour Economics* folyóiratban megjelent tanulmányunkban az állásvesztés rokkantnyugdíjazásra kifejtett hatását elemeztük, és megvizsgáltuk az összefüggését az egészségügyi kiadásokkal. Magyarországi egyéni szintű adminisztratív paneladatokat használva azt találtuk, hogy az elbocsátás 50%-kal növeli a rokkantnyugdíjazás valószínűségét 4 év alatt, az elbocsátottak egészségügyi kiadásai pedig jelentősen emelkednek a rokkantnyugdíjazáskor, ami eredményeink alapján magyarázható már meglévő, de korábban fel nem ismert krónikus betegségek diagnózisával.

A koronavírushoz kapcsolódó kutatásaink között, a *Health Economics* folyóiratban megjelent tanulmányunkban a koronavírus-járvány kitörésekor megfigyelhető gyógyszervásárlási láz időzítését, mértékét és jövedelemmel való összefüggését elemeztük Magyarországon. Eredményeink arra utaltak, hogy a gyógyszerek pánikfelvásárlása káros hatással lehetett a kiszolgáltatott lakossági csoportokra.

Közpolitikai jelentőségű eredményünk többek között, hogy csoportunk társszerkesztésében jelent meg a KRTK Munkaerőpiaci Tükör 2019-es kötete, amelynek fókuszában az egészség és a munkaerőpiac kapcsolata áll. Csoportunk kutatói meghatározó szerzői voltak az ELKH felkérésére készült *Fehér könyv a Covid-19-járvány társadalmi-gazdasági hatásairól* című kötetnek. A csoportunk látta el az ún. Egészség és Idősödés Európában (SHARE) páneurópai adatfelvétel magyarországi szakmai vezetését is.



1. ábra: Az antidepresszáns-fogyasztás időbeli mintázata a Covid-19-járvány magyarországi kitörése körül 2020 első felében (szürke vonal), valamint a jövedelem szerinti heterogén időbeli mintázat (fekete vonal) 95%-os konfidenciaintervallummal

Forrás: Elek, P. — Bíró, A. — Fadgyas-Freyler, P. (2021): Income gradient of pharmaceutical panic buying at the outbreak of the COVID-19 pandemic. *Health Economics*, 30(9), 2312—2320.

DÓRA BALÁZS

2018—2023

MTA—BME Lendület Topológia és Korreláció Kutatócsoport

Topológia és korreláció kvantumrendszerekben

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bácsi Ádám, Gulácsi Balázs, Hetényi Balázs, Okvátovity Zoltán, Oroszlány László

Lendület
Program

A topológia és korreláció összjátéka napjaink fizikájának egyik legizgalmasabb és legjobban kutatott területe, amit jól példáz a 2016-os fizikai Nobel-díj is. Bár mindkét téma önmagában is izgalmas és nehéz feladatok elé állítja az iránta érdeklődőt, összekapcsolásuk minőségileg is új jelenségek megjelenéséhez vezethet. Ez elméleti jelentőségén túl fontos szerepet játszik kvantumelektronikai és kvantumszámítási alkalmazásokban is, illetve a kvantumszámítógép alapegységének, a qubitnek a felépítésében is. Kutatócsoportunk tevékenysége ehhez a témához járult hozzá nemzetközileg is jelentékeny módon. A támogatás 5 éve alatt számos magas színvonalú kutatást jegyeztünk, ebből 2 a *Nature Communications*, 1 a *Physical Review X Quantum*, 9 a *Physical Review Letters* folyóiratban jelent meg, 1 pedig meghívott *APS Physics*-cikk.

Eredményeink felkeltették a nemzetközi közösség figyelmét is. Elméleti számításainkat olvasva két kísérleti csoport is felvette velünk a kapcsolatot, jóslatainkat kísérletileg is igazolták a nem hermitikus Kibble—Zurek-skálázást és a Weyl-félfémek magspin-relaxációját illetően. Csoportunk tagjai számos hazai és nemzetközi konferencián vettek részt meghívott előadóként a Lendület Programnak köszönhetően.

Az eredeti kutatási tervben részletezett elképzeléseket úttörő módon ötvöztük a nem hermitikus fizikával, mely szintén egyre nagyobb népszerűségnek örvend. A nem hermitikus kvantumfizika lazít a hagyományos kvantummechanika alapvető feltételein, és a módosított elmélet alkalmazható megfelelő feltételek mellett egy, a környezetével kölcsönható rendszer leírására. Ez lehetővé teszi újfajta, a hagyományos kvantumfizika keretein túlmutató jelenségek leírását, mint a szuperszonikus móduszok megjelenése, a kvantum-Zeno-effektus, illetve a disszipáció által indukált korrelációk.

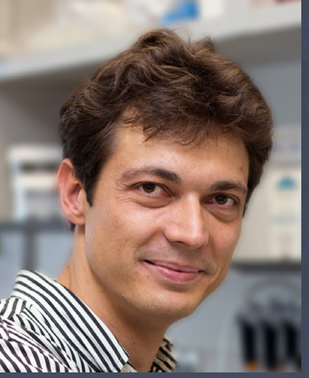
Legfontosabb eredményünk a Kibble—Zurek-skálázás általánosítása volt nem hermitikus rendszerekre. A hagyományos elmélet topologikus hibaképződést ír le, amikor egy klasszikus vagy kvantumrendszert véges sebességgel hajtunk át egy fázisátalakulási ponton. Egy fázisátalakulás során az anyag radikálisan megváltoztatja tulajdonságait, mint pl. a szilárd-folyadék vagy a mágneses átalakulás. Ez utóbbi során az anyag mágnesessé válik a fázisátalakulási ponton áthaladva. Véges sebességgel való áthaladás során különböző mágneses tartományok alakulnak ki, melyekben a mágnesezettség iránya eltér egymástól. E tartományok mérete egyre nő a sebesség csökkentésével, és végtelenül lassú áthaladás során csak egyetlen, egy irányba mutató mágneses tartományt

találunk. A Kibble—Zurek-skálázás azt mondja meg, mekkora egy tipikus tartomány mérete, amelyben a mágnesezettség egy irányba mutat, a fázisátalakulási ponton való áthaladás sebességének függvényében.

Ezen elmélet alapjait Tom W. B. Kibble kozmológus rakta le 1976-ban, aki a mintázatképződést vizsgálta az ősrobbanás utáni korai univerzumban, majd Wojciech H. Zurek mutatta meg 1985-ben, hogy ugyanez az elmélet alkalmazható egy hagyományos kvantummechanikai rendszerre, a szuperfolyékony héliumra is. Az elmélet által jósolt univerzális skálázást kiterjesztették számtalan egyéb mérhető fizikai mennyiségre, valamint számos kísérlet is megerősítette, a nagyenergiás fizikától kezdve a hideg atomi rendszereken át a szilárdtest-fizikai rendszerekig.

Általánosított elméletünk jelentős lehet adiabatikus kvantumszámítások tervezésénél nem hermitikus architektúrákon. Ilyen eljárás során a kvantumszámítógép olyan lassú műveletekkel dolgozik, amelyek a kiinduló rendszert átviszik egy megfelelő végső rendszerbe, ami tartalmazza a megoldást. E műveletek véges idő alatti végrehajtása elkerülhetetlenül hibákat generál. Az elméletünk alkalmazásával e hibák csökkentésére nyílik lehetőség, ami jelentősen javíthatja egy kvantumszámítógép teljesítményét.

Szakmai életutam: a PhD megszerzése után Triesztben, Budapesten és Drezdában töltöttem posztdoktori éveket. Hazatérve a BME Fizikai Intézetében lettem egyetemi docens, majd egyetemi tanár. A 2018-ban elnyert Lendület-pályázatnak saját kutatói profilom kiszélesítését és a tudományos közösség elismerését köszönhetem, mivel lehetővé tette, hogy pénzügyi gondoktól nagyjából mentesen kutathassak és oktathassak.



ENYEDI BALÁZS

2018—2023

MTA—SE Lendület Szöveti Sérülés Kutatócsoport

A szövetsérülés gyulladást eredményező mechanizmusainak felderítése

Semmelweis Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Nada Mohamed Al-Sheraji, Borbély Csilla, Fabian Dehne, Fazekas László, Kaszás Diána, Ladányi Zsuzsanna, Marinkás Ádám, Mihályi Vivien, Orbán Gábor, Benoit Roux, Sőti Dániel, Szöllősi Tamás, Tamás Szimonetta Xénia, Török Anna, Vágó-Kiss Klaudia, Vámosi Boldizsár

ENYEDILAB.COM

Lendület
Program

A szervezetünket felépítő sejtek folyamatos kommunikációban állnak egymással, ami elengedhetetlen feltétele a szövetek összehangolt működésének. Ez különösen fontos, amikor fertőző kórokozók, károsító kémiai ágensek vagy mechanikus hatások sérülést ejtenek a kültakarón. Ilyenkor a beinduló védekező reakciók központi eleme a gyors sebzáródás és a gyulladásos válasz, melynek során a sérült területre fehérvérsejt-vándorlás indul.

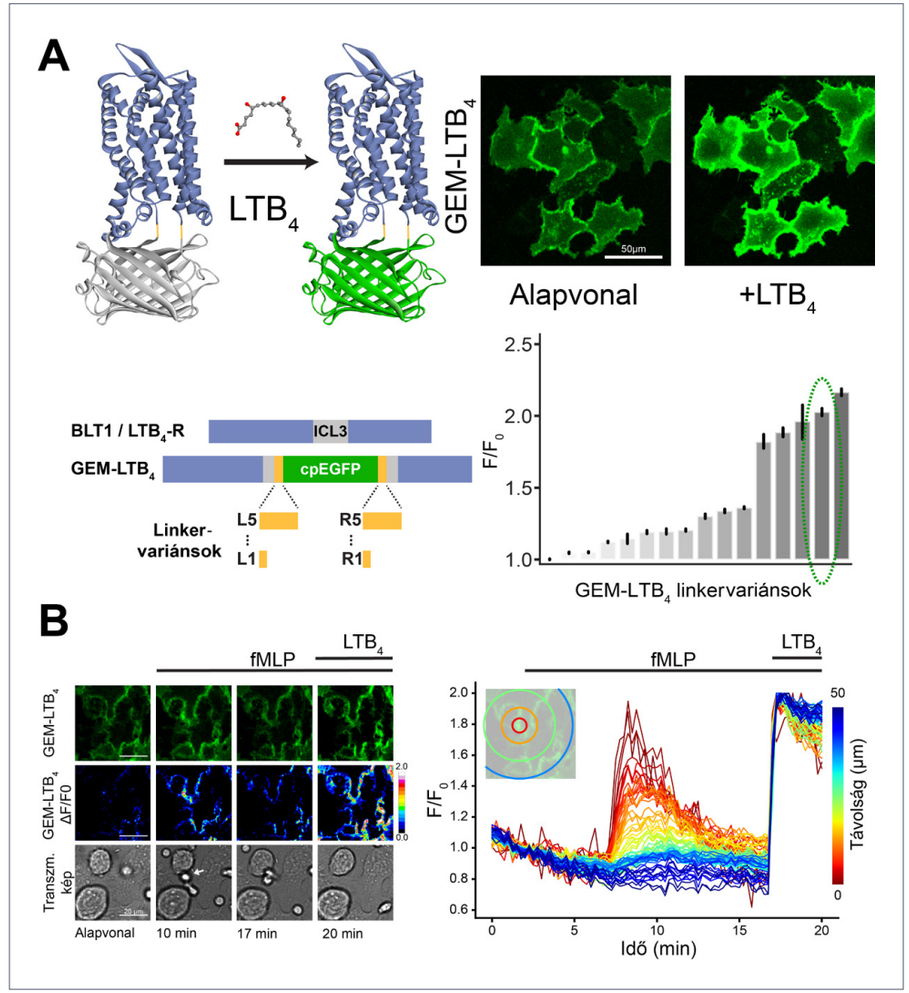
Kutatócsoportom megalapításával a fenti biológiai folyamatok vizsgálatát tűztem ki célul. A Semmelweis Egyetem Élettani Intézete ad otthont a kutatómunkának, ahová közel 5 év posztdoktori munkáját követően tértem vissza az Egyesült Államokból. 2006-ban szereztem diplomát a Semmelweis Egyetem Általános Orvostudományi Karán, PhD-tanulmányaimat az Élettani Intézetben folytattam. Külföldi munkám során a legrangosabb nemzetközi tudományos folyóiratokban (*Cell, Nature Cell Biology*) publikáltam. A Lendület Program támogatásának köszönhetően 2018-ban indíthattam el saját kutatócsoportomat, amely azóta több mint 10 fősre bővült.

Laboratóriumunkban a szövetsérülés által kiváltott gyulladással járó folyamatokat vizsgáltuk. Kísérleteinkben a legmodernebb molekuláris biológiai módszereket és élő mintákon végzett 3D konfokális lézermikroszkópiát alkalmazunk, hogy egyedi sejtek szintjén vizsgáljuk a szöveti sérülést követően beinduló jelátviteli utakat. Innovatív fejlesztéseink között olyan molekuláris eszközök szerepelnek, amelyek lehetővé teszik a legfontosabb gyulladásos faktorok monitorozását a szövetek közötti intersticiális térben. Létrehoztunk többek között egy szondát a központi jelentőségű kemoattraktáns, a leukotrién B4 szintjének és szöveti felszabadulásának mérésére. Ezen túlmenően adenozinnukleotidok detektálására alkalmas mérőeszközöket is kidolgoztunk. Új módszereinkkel elsőként figyeltük meg mikroszkópos módszerekkel, ahogy fehérvérsejtből kemoattraktáns molekulák szabadulnak fel. Ezen eredményeikről a *Nature Communications*ben megjelent publikációban számoltunk be.

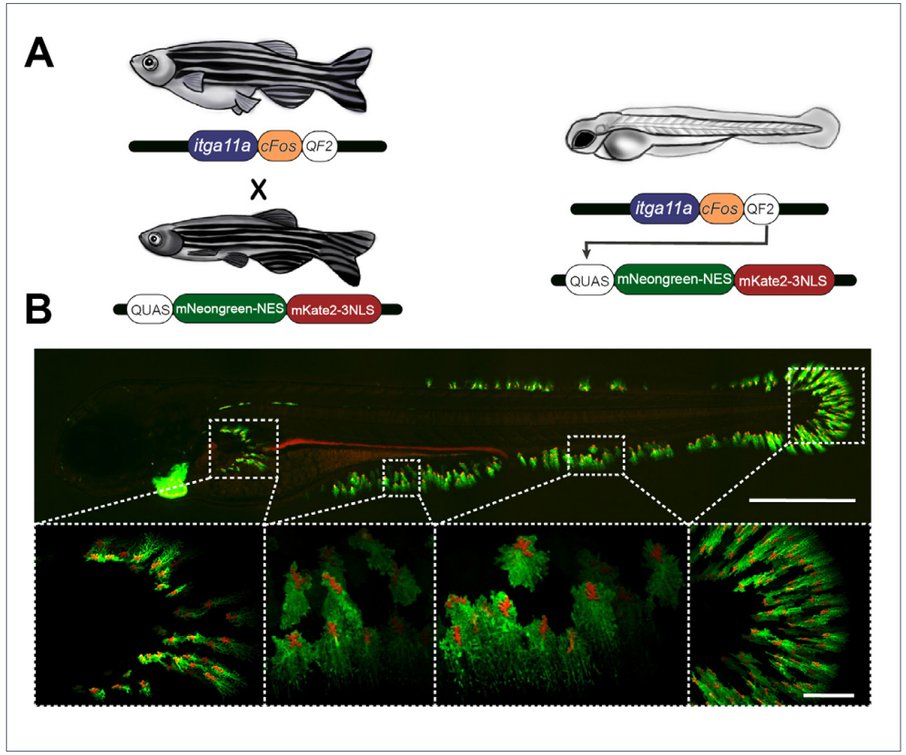
A Lendület Program keretében vizsgáltuk továbbá a szöveti sérülés hatására beinduló kalcium-jelátvitelt. Azonosítottuk a sérülésfüggő kalciumszignálok kialakulásáért és lecsengéséért felelős központi fehérjéket. Tanulmányoztuk a sejtekből sérülés hatására felszabaduló ATP szerepét a gyulladásos válaszokban, és azonosítottuk sebzést követően az extracelluláris ATP hatására aktiválódó receptorokat.

A kutatócsoport munkájának központi modellrendszere a zebradánió, amely az elmúlt évtizedekben egyre fontosabbá vált az orvosbiológiai kutatásokban. Az Enyedi-labor a Semmelweis Egyetem támogatásával létrehozta Magyarország orvosi egyetemei közül az első zebradánió-kutatási létesítményt. Emellett kiépítettünk egy nemzetközi szinten is kiemelkedő mikroszkópos központot.

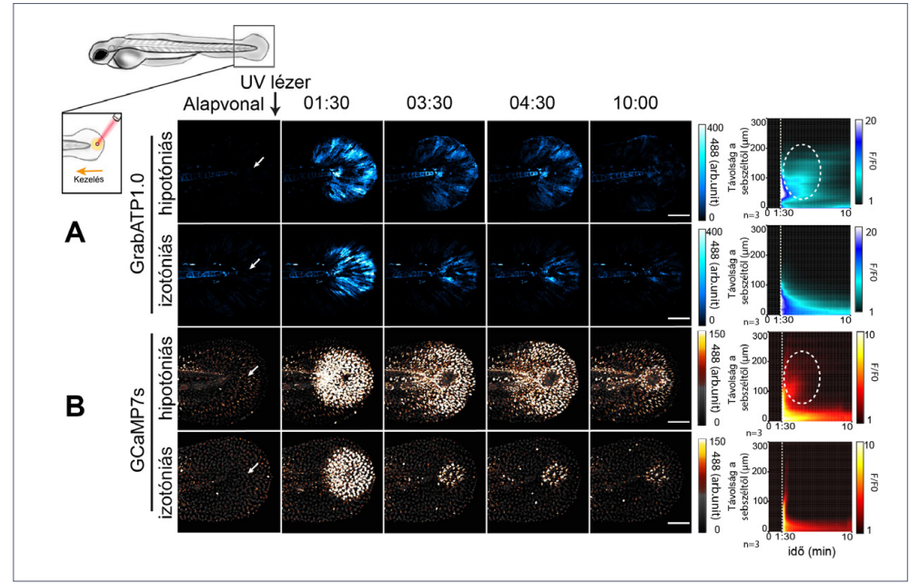
A Lendület Programnak köszönhetően nemzetközileg elismert kutatócsoportot hoztam létre, és világszerte együttműködéseket alakítottam ki. Emellett rendszeres meghívott előadóként szerepeltem rangos nemzetközi konferenciákon. Bár a Lendület Program támogatása véget ért, az Enyedi-labor továbbra is folytatja a kutatásokat a szöveti sérülés és a gyulladásos válasz terén. Jövőbeli terveink között szerepel új bioszenzorok kifejlesztése, amelyek még pontosabb képet adnak majd a gyulladásos folyamatokról, és elősegítik a fehérvérsejtek mozgását és viselkedését szabályozó mechanizmusok megértését.



1. ábra: A GEM-LTB4 kifejlesztése és alkalmazása. **A:** A GEM-LTB4 szerkezetileg a G-fehérje-kapcsolt nagy affinitású LTB4 receptoron (BLT1) alapul, melyben egy konformációváltozásra érzékeny EGFP-variáns (cpEGFP) került a BLT1 harmadik intracelluláris hurokrégiójába (ICL3). **B:** A GEM-LTB4 alkalmas az fMLP által kiváltott LTB4-szekréció kimutatására *ex vivo* a neutrofil granulociták környezetében (fehér nyíllal jelölve).



2. ábra: Új eszközök fibroblaszt-specifikus transzgénexpresszióhoz zebradánióban. **A:** A QF2—QUAS rendszer sematikus ábrája, mely lehetővé teszi a szövetspecifikus expressziót zebradánióban. **B:** Fibroblaszt-specifikus expressziót mutató zebradánió-lárvák: a citoplazmában zöld, a sejtmagban vörös fluoreszcens fehérjeexpressziót biztosít az itga11a-cFos promoter.



3. ábra: A szöveti sérülés ATP-felszabadulást és Ca^{2+}-jelátvitelt vált ki. **A:** GRABATP1.0-szenzorral mért ATP-felszabadulás lézeres sebzést követően hipotóniás és izotóniás körülmények között. **B:** A lézer által kiváltott Ca^{2+}-jelátvitel GCaMP7s szenzorral mérve hipotóniás és izotóniás közegben. A jobb oldali hőtérképek több kísérletből származó, kvantitatív eredményeit mutatják a méréseknek.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): hátsó sor: Enyedi Balázs, Fazekas László, Benoit Roux, Marinkás Ádám, Vámosi Boldizsár; első sor: Borbély Csilla, Kaszás Diána, Vágó-Kiss Klaudia, Tamás Szimonetta Xénia, Török Anna, Nada Mohamed Al-Sheraji

FÖLDVÁRY MIKLÓS ISTVÁN

2018—2023

MTA—ELTE Lendület Liturgiatörténeti Kutatócsoport

A magyar középkor európai összefüggésben: A legkorábbi szertartáskönyvek átfogó elemzése

Eötvös Loránd Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Csordás Domonkos, Ézsöl István, Gloviczki Ráhel, Gossler Károly, Horváth Ágnes, Horváth Balázs, Kátai Katalin, Kiss-Pető Apor, Kurczné Szaszovszky Ágnes, Lenyó Orsolya, Masir Bence, Mazán Réka Viktória, Orbán Csaba Frigyes, Paulik Péter, Paulus Frigyes, Stamler Ábel, Suba Katalin, Sütő Botond, Tegzes Nóra Valentina, Tóth Richárd, Varga Benjámin

VALLASTUDOMANY.ELTE.HU/CONTENT/LITURGIATÖRTÉNETI-KUTATÓCSOPORT

Lendület
Program

Valaha a szertartási élet volt írott, épített, tárgyi és zenei örökségünk összefoglaló területe. Önmagáért való kutatását éppen ez hátráltatja. Szinte minden, az európai múlttal foglalkozó tudományszak érintkezik vele, de átfogó megközelítésére kevesen vállalkoznak. Célom ezért egy módszereiben új tudományszak, a történeti-összehasonlító liturgiatudomány és a mögötte álló szakmai műhely kialakítása volt.

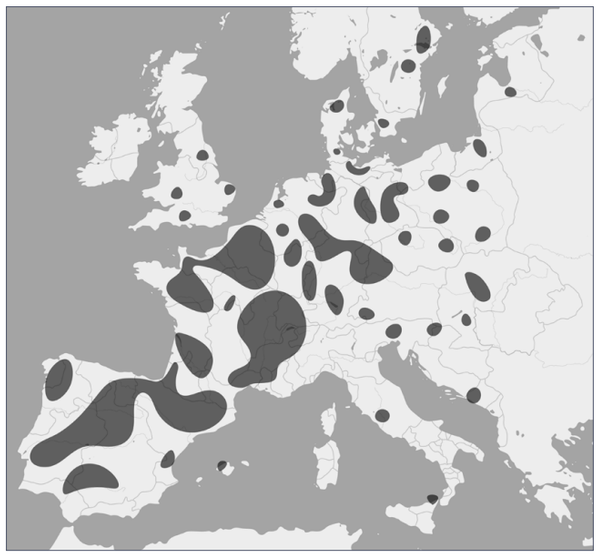
Ókortudósként a mediterráneum ősi kultúráit kutatva fordultam a latin középkor, azon belül a szertartási élet felé. Sokat köszönhettem az elődöknek, akik Magyarországon a zenetudomány és a filológia terén kimagaslóvá tették a liturgikus forrásanyag kutatását, és azoknak a tanítványiamnak, akik csatlakoztak kezdeményezésemhez: kitartó szorgalmuk nélkül az áttörés nem lett volna lehetséges. Szakmai körünk a 2000-es évek elejétől kezdve szilárdult meg növekvő költségvetésű pályázatok segítségével. Az egyetem 2015-ben hivatalosan is létrehozta a Liturgiatörténeti Kutatócsoportot, de állandó anyagi forrást és személyi állományt nem állt módjában elkülöníteni. Ezen segített a Lendület-támogatás, amelynek hatása mindenekelőtt az általunk kidolgozott adatbázis robbanásszerű fejlődésében, a közreműködők publikációinak számában és rangjában, illetve munkánk nemzetközi elismertségében volt lemérhető.

Tavaly lezárult projektünk nemzeti érdeklődésű kutatást kapcsolt össze a teljes európai liturgikus múltra irányuló kutatással. A magyar kérdés a csekély számban fönnmaradt korai szerkönyvre irányult: milyen kapcsolatban állnak érett középkori és kora újkori leszármazottaikkal, mennyiben folytonos a hagyomány, beszélhetünk-e nemzeti jellegzetességekről, mi és milyen mértékig sajátos bennük a tágabb európai környezethez képest? A nemzetközi kérdés voltaképpen ez utóbbit bontotta ki: a liturgiának mely elemei és milyen mértékig változnak térben és időben, mi az a viszonyítási rendszer, amelyen belül egy-egy kor vagy intézmény sajátosságai megmutatkoznak?

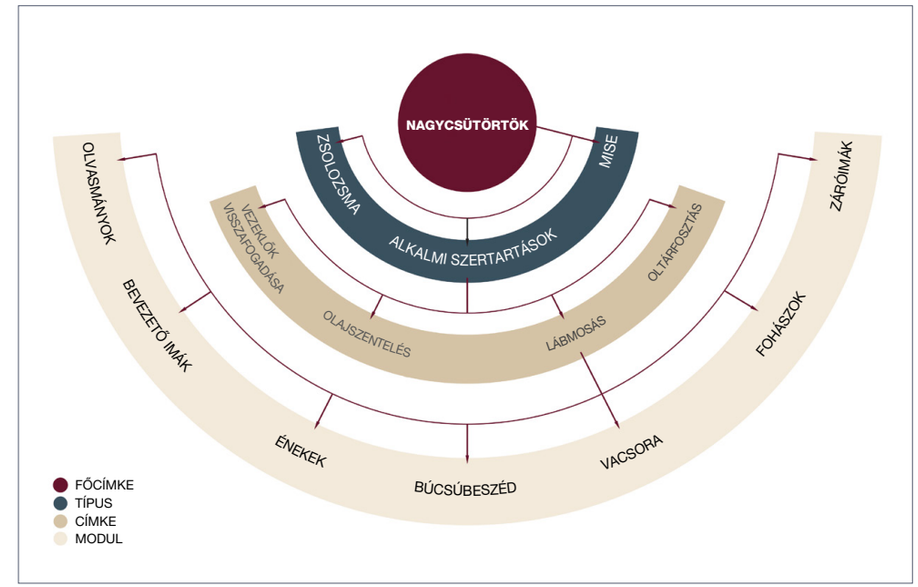
A válaszhoz tereptapasztalat és technológia, mintegy a „mikro” és a „makro” léptékű megközelítés szintézise vezetett. Szövegkiadásokban dolgoztuk föl a korai magyar emlékanyagot és a későbbi források nagy részét, sőt a mai lehetőségekhez képest rekonstruáltuk az ősi esztergomi úzust. Ezzel párhuzamosan létrehoztuk az *Usuarium*ot, a latin szertartáskönyvek világviszonylatban legnagyobb digitális könyvtárát és adatbázisát, amelynek segítségével minden földolgozott szertartástípus minden részletét egész Európát lefedő összehasonlító vizsgálatnak tudjuk alávetni. A mennyiségi elemzést a strukturált adatok statisztikai értékelése és térképes megjelenítése támogatja.

Az eredmények így foglalhatók össze: (1) A magyar hagyomány gerincét alkotó esztergomi úzus történelmi folytonossága és térbeli kiterjedése kivételes. Alapvonalaiban már az István-korban létrejött, megalkotása egyetlen, határozott ízléssel és műveltséggel bíró személyre vagy műhelyre vezethető vissza. Minden magyar liturgiaváltozat e közös örökségből merít. (2) Valamely szokásrend egyéni vonásait csak a változatok teljes spektrumának ismeretében lehet azonosítani. Ehhez egyrészt arányosan válogatott és statisztikai nagyságrendű forrásanyag digitális földolgozására van szükség, másrészt az adatok mindegyikét kódolni képes szintaxisra. (3) A középkori liturgia nem ragadható meg leszármazási sorként vagy központ és perifériák történeteként, hanem úgy értelmezendő, mint egymással párhuzamos, tartós és egyenrangú úzusok története és kölcsönhatása.

Mindez túlmutat a történelmen. Korunk jellemző problémája a globális falu és a töredezett szubkultúrák közti átmenet hiánya: olyan tartós és emberléptékű közösségeké, amelyeknek összetartozását erőteljes, komoly tudást és energiabefektetést igénylő rítusok táplálják. Hazai közéletünkben ritkák azok a narratívák, amelyek a nemzeti és az európai identitás kapcsolatát szorosnak, mégis differenciáltnak mutatják. Liturgikus örökségünk föltárása mindkét szempontból megvilágítónak bizonyul.



1. ábra: A 2014 és 2018 között feldolgozott misekönyvek által lefedett területek



2. ábra: Egy rítus rendszertana nagycsütörtök példáján

GÁCSER ATTILA

2018—2023

MTA—SZTE Lendület „Mikobiom” Kutatócsoport

Az emberi gombamikrobiom vizsgálata, illetve annak a szájüregi tumorokra gyakorolt hatása: „Oncomycome”

Szegedi Tudományegyetem

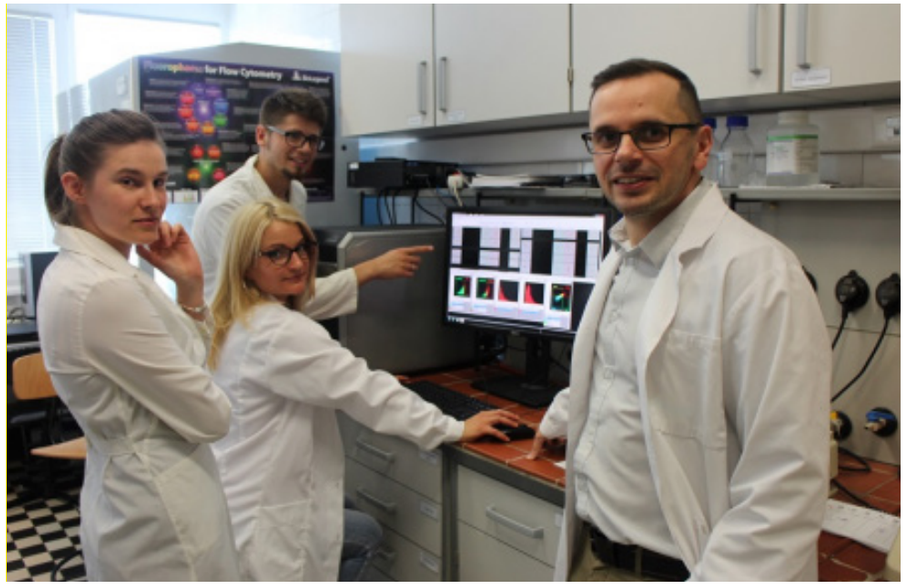
A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bohner Flóra, Florabelle Cabarrubias, Tanmoy Chakraborty, Csikós Máté, Csonka Katalin, Németh Tibor Mihály, Papp Csaba Gergő, Dhirendra Kumar Singh, Szabó Anikó, Szilovics Zóra, Takács Tamás, Tóth Renáta, Vadovics Máté, Veres Éva, Zajta Erik

GACSERLAB.HU

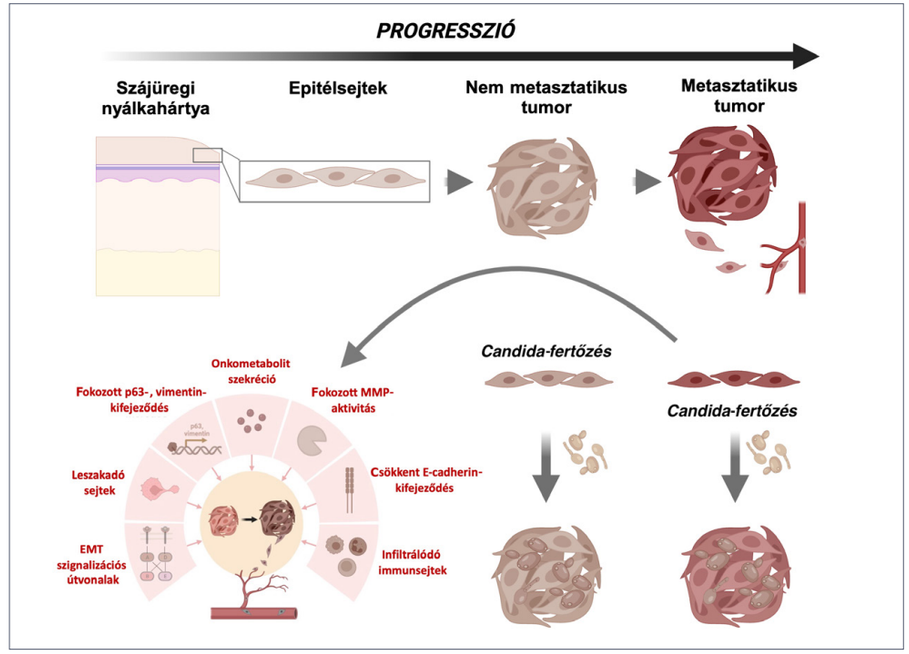
Lendület
Program

A kutatócsoportunk célja, hogy feltárja, miként hatnak az emberi szájüregi nyálkahártyán található gombák a tumorok keletkezésére, fejlődésére és előrehaladására. A szájüregi laphámsejtes karcinóma (OSCC) globális egészségügyi problémát jelent, mintegy 355 000 új esetet regisztrálnak világszerte, amiből hozzávetőlegesen 177 000 halálhoz vezet. Az OSCC kialakulásának kockázati tényezői közé tartozik a dohányzás és az alkoholfogyasztás, de előfordulhat nem dohányzó, alkoholt nem fogyasztó felnőtteknél is. Az OSCC elsődleges kezelési módja a sebészi eltávolítás, a III. és IV. stádiumú tumoroknál pedig műtét utáni sugárkezelést adnak, szükség esetén kemoterápiával. A tumorterápia következtében gyakran szájüregi candidiasis alakul ki, amely további egészségügyi kihívásokat okoz. Ezenkívül korábbi kutatócsoportunk által elért eredmények összefüggésbe hozták a *Candida* gombákat a szájüregi laphámsejtes karcinóma kialakulásával. A *Candida*-OSCC közti kapcsolatról ezt követően számos tanulmány beszámolt, azonban az ok-okozati összefüggések részleteikben még nem ismertek. A *Candida*-OSCC kapcsolatát bizonyítja a Lendület-projekt során készült tanulmány, miszerint OSCC esetén megváltozik a szájban élő élesztőgombák mennyisége és diverzitása. A tumoros szájüregben több és többféle élesztőgomba volt jelen, mint az egészséges szájüregben, valamint a tumor felszínén is több élesztő volt detektálható az egészséges felszínhez képest. Kimutattuk, hogy a *Candida* gombák hozzájárulhatnak a karcinogenezishez például nitrózaminok termelése által. Ezek a karcinogének képesek hibákat okozni a DNS replikációja során, ezáltal mutációkat idézhetnek elő. A pontmutációk onkogéneket aktiválhatnak, aminek következtében szájüregi tumor alakulhat ki. Továbbá a proinflammatorikus citokinek termelődésének aktivációja miatt karcinogén lehet a metanol metabolizmusából származó acetaldehid. Mindkét karcinogén csoport összefüggésbe hozható a *Candida* gombákkal. A *Candidák* karcinogén hatása miatt feltételezhető, hogy nemcsak a karcinogenezisben játszanak szerepet, hanem a tumor progressziójában is. Munkánk során bizonyítottuk, hogy az orális candidiasis valóban elősegíti a szájüregi laphámsejtes karcinóma progresszióját azáltal, hogy direkt és indirekt módon növeli az invázióban és a tumor progressziójában szerepet játszó gének expresszióját, MMP-aktivitását, onkometabolitok termelődését, a gyulladás mértékét és EMT-folyamatát *in vitro* és *in vivo*. Kimutattuk tehát, hogy a *Candida* gombák jelenléte elősegítheti a tumorok kialakulását, és növelheti a tumorok áttétképző képességét, ezáltal csökken a betegek túlélési esélye. Emiatt célszerű a tumorterápiával egy időben a gombák elleni védekezést is alkalmazni az orális candidiasis kialakulásának elkerülése érdekében. A Lendület-projekt alapozta meg a kutatócsoport jelenlegi fő célkitűzését, az opportunista gombapatogének elleni mRNS-alapú vakcina és terápia fejlesztését Pardi Norberttel és Karikó Katalinnal együttműködve.

A Lendület-támogatás alapvetően határozta meg a karrierem alakulását. Egyetemi tanulmányaimat a József Attila Tudományegyetemen végeztem, ahol 1997-ben szereztem molekuláris biológiai és biotechnológiai ágazatú biológusdiplomát, majd 2001-ben a Szegedi Tudományegyetem Biológia Doktori Iskolájában PhD-fokozatot. Ezután az EU Marie Curie-ösztöndíjasaként Hamburgba, majd 2004 tavaszán New Yorkba, az Einstein College of Medicine Josh Nosanchuk professzor által vezetett, humánpatogén gombák által kiváltott fertőzésekkel foglalkozó csoportjába kerültem. 2008-ban az EMBO Installation Grant pályázatának elnyerésével tértem haza Magyarországra az SZTE Mikrobiológiai Tanszékére, ahol megalapítottam saját kutatócsoportomat. A Lendület-pályázatot 2018-ban nyertem el, ekkor lettem az MTA doktora és az SZTE Biológia Intézetének vezetője. A Lendület támogatás legnagyobb eredményének azt tartom, hogy a projekt 5 éve alatt 7 munkatársam védte meg PhD-értekezését, és kezdte meg posztdoktori tapasztalatszerzését neves külföldi kutatócsoportoknál azzal a kimondott céllal, hogy a képzést követően hazatérve a magyar kutatóközösség utánpótlása legyen.



1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Tóth Renáta, Csonka Katalin, Zajta Erik, Gácser Attila



1. ábra: Az ábra bemutatja, hogy a *Candida*-fajok miként járulhatnak hozzá a szájüregi laphámsejtes karcinóma (OSCC) progressziójához. Az OSCC kialakulása során a szájüreg egészséges laphámsejtjei rosszindulatú elváltozásokon esnek át, amelynek során elsőként nem metasztatikus tumorok alakulnak ki, majd metasztatikus tumorok képződnek, mely utóbbiakból invazív sejtek válnak le. A *Candida* okozta szájüregi tumor progressziója az ábrán jelölt 7 fő mechanizmuson keresztül valósul meg.

LONDON GÁBOR

2018—2023

MTA TTK Lendület Funkcionális Szerves Anyagok Kutatócsoport

Antiaromás molekuláris félvezetők és kapcsolók — Új megközelítések a szerves alapú elektronikában

HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Adorján Áron, Bogner Marcell Márk, Dobszay Rita, Gazdag Tamás, Jablonkai István, Jakab Máté, Junkert András, Kalapos Péter Pál, Kunfi Attila, Kümmel Viktória, Mayer Péter József, Meiszter Enikő, Molnár Kristóf, Nánási Dalma Edit, Németh Dávid Dorián, Simonka Tamás, Vlocskó Rita Bernadett, Zsignár-Nagy Barnabás

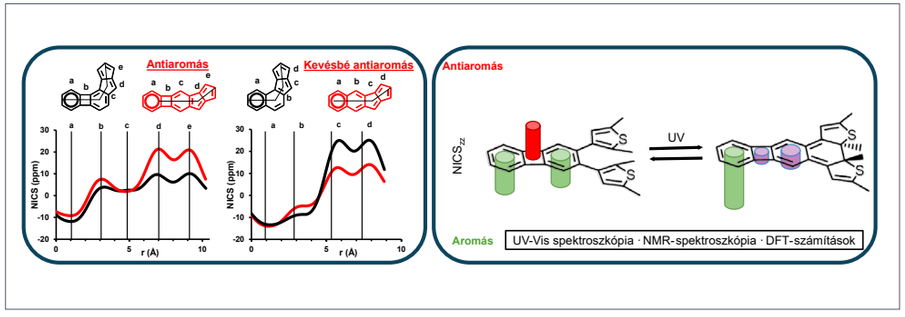
ORGMATHUN.COM

Lendület
Program

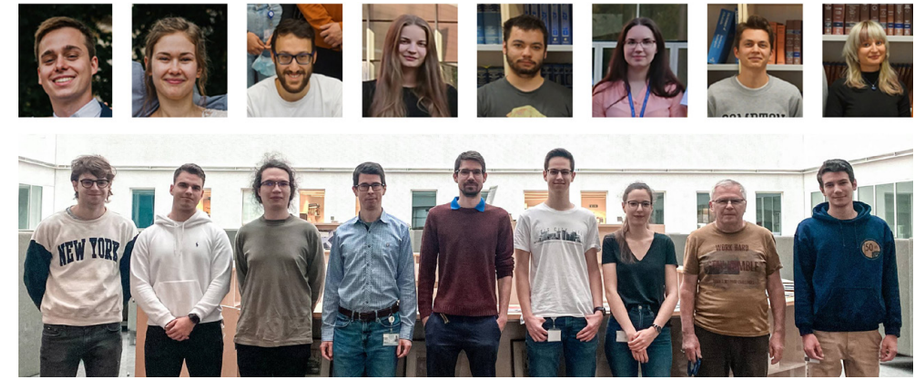
Kutatócsoportunk 2018-ban alakult az MTA Természettudományi Kutatóközpont Szerves Kémiai Intézetében. Abban az időben első munkatársammal, Kunfi Attilával dolgoztunk főként a polimer határfelületek és katalízis területén, és számottevő finanszírozás nélkül nem volt esélyünk önálló kutatócsoport létrehozására. Ezen változtatott a Lendület-pályázat elnyerése, ami egy új, az intézetben azelőtt nem művelt terület, a szervesszintézis-alapú anyagtudomány kutatására adott lehetőséget. Pályázatunk tematikailag a szervesmolekula-alapú elektronikához kötődött, amelynek alapvető ígérete, hogy kiegészítheti, illetve bizonyos esetekben ki is válthatja a jelenleg alkalmazott, főként szilíciumalapú elektronikai eszközöket. Ennek aktualitását a „Moore-törvény” néven ismert tapasztalati szabály adta. Ez jóslást ad az integrált áramkörök komplexitásának növekedési ütemére, aminek alapja a tranzisztorok méretének folyamatos csökkenése. Az utóbbi időben egyre nehezebbé vált a szabály által kijelölt kicsinyítési ütem fenntartása, ugyanis az egy olyan mérettartományhoz közelít, amelyben kihívást jelent bármiféle objektum létrehozása a korábban alkalmazott eszköztárral. Ugyan a félvezetőipar eddig sikeresen cselezte ki az ebből adódó nehézségeket, mégis elkezdődött a gondolkodás a lehetséges új technológiákról. Mivel az említett kritikus mérettartomány már a molekuláris méretek tartománya, a szerves kémiai szintézis, mint a molekuláris méretű félvezetők és áramkörök előállítására alkalmas eszköz, a további méretcsökkentés alternatívája lehet. Ennek fényében kezdetben munkánk alapvető kérdése az volt, hogy bizonyos szerves molekulákban lévő elektronok hogyan mobilizálhatók, illetve a molekulákon keresztüli töltésáramlás hogyan kontrollálható. Mindezekre a molekulák szerkezetének szisztematikus változtatásával kerestük a választ (*1. ábra*). Egyik megközelítésünk során olyan, ún. antiaromás molekulákat vizsgáltunk, amelyek szerkezetében az elektronok energetikailag kedvezőtlen elrendeződésben vannak jelen, így átrendeződésük, elmozdulásuk kedvezményezett, és alkalmazhatók lehetnek félvezetőként. A töltésáramlás befolyásolásának lehetséges eszközeként molekuláris kapcsolóként ismert anyagokat állítottunk elő. Ezek képesek szerkezetüket megfordítható módon megváltoztatni valamilyen külső inger hatására. Fénybesugárzás következtében átrendeződő „fotokapcsolók” segítségével olyan elektronrendszerbeli változásokat idéztünk elő, amelyek a kapcsoló egyik állásában („ON”) segíthetik, másik állásában („OFF”) gátolhatják töltések áthaladását a kapcsoló molekulán.

A későbbiekben ezekhez a molekulákhoz kapcsolódva érdeklődésünk kiterjedt a fényenergia átalakításának és tárolásának molekuláris lehetőségeire is. Az eredményeink megjelenésével több hazai és nemzetközi együttműködésünk alakult ki, ami egyrészt segítette, és azóta is segíti az előállított anyagok szélesebb körű vizsgálatát, másrészt a csoport tagjainak külföldi tapasztalatszerzését

is lehetővé tette, teszi. A lendületes évek során számos kiváló hallgató kapcsolódott be a munkába (*1. kép*), aminek során nemcsak a molekulák előállításában szerezhettek tapasztalatot, de a kapcsolódó határtudományokkal (számításos kémia, elektrokémia, spektroszkópia) is megismerkedhettek. A bőkezű finanszírozás azonban nem csak a magas szintű, kompromisszumok nélküli laboratóriumi kutatást tette lehetővé, hanem az eredményes munka hazai és nemzetközi konferenciákon való bemutatását is biztosította. Vélhetően az így megszerzett komplex kutatási élménynek köszönhetően az egyetemi hallgatók közül a diplomaszerzést követően többen a csoportban folytatták doktori kutatásukat, mások kiváló amerikai, svájci, dán, svéd és német intézetek csoportjaiban hasznosítják az itt megszerzett tapasztalatokat, és keltik jó hírünket a világban.



1. ábra: Antiaromás szerves molekulák és molekuláris kapcsolók



1. kép: A kutatócsoport számos jelenlegi és korábbi tagja (balról jobbra): portrék: Kalapos Péter, Dobszay Rita, Gazdag Tamás, Vlocskó Bernadett, Mayer Péter, Nánási Dalma, Junkert András, Kümmel Viktória; állnak: Bogner Marcell, Jakab Máté, Zsignár-Nagy Barnabás, Kunfi Attila, London Gábor, Németh Dávid, Meiszter Enikő, Jablonkai István, Molnár Kristóf

LUKÁCS ÁGNES

2018—2024

MTA—BME Lendület Nyelvelsajátítás Kutatócsoport

Tanulásmechanizmusok és tanulók: egyéni különbségek vizsgálata a zavaroktól a kiválóságig a statisztikai tanulásban és a nyelvelsajátításban

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Babarczy Anna, Finta Klára, Forgács Bálint, Horváth-Dobó Dorottya, Józsa Fruzsina, Kas Bence, Krizsai Fruzsina, Lukics Krisztina Sára, Munding Márton, Németh Kornél, Rácz Péter, Somorjai Kinga, Sugár Sára, Szabó Eszter, Tóth Zsuzsanna, Ugrin Bálint Benedek, Zakariás Lilla

Lendület
Program

Pályafutásomat a kognitív pszichológia és pszicholingvisztika területén folyamatosan végigkísérte a nyelv és a kognitív folyamatok közötti kapcsolat megértése iránti érdeklődés mind a tipikus, mind az atipikus fejlődés területén. Pszichológiai, angol nyelv- és irodalom szakos és elméleti nyelvészeti diplomával felvértezve 2004-ben az ELTE-n kognitív pszichológiából szereztem PhD-fokozatot. Kutatásaimat az MTA Nyelvtudományi Intézetében kezdtem, majd a BME Kognitív Tudományi Tanszékéhez csatlakoztam, ahol vezetői feladatokat is betöltöttem, tanszékvezetőként és a Doktori Iskola vezetőjeként. Ezek a pozíciók lehetővé tették számomra, hogy jelentős kutatási projekteket vezessek, és aktívan részt vegyek a tudományos utánpótlás nevelésében.

A 2018-ban indult Lendület-kutatócsoportom különleges lehetőséget adott arra, hogy mind az alapkutatás, mind az alkalmazott kutatások terén jelentős előrelépéseket érjünk el. A program lehetővé tette, hogy a statisztikai tanulást (ST), a nyelvelsajátítás kulcsfontosságú mechanizmusát vizsgáljuk, és megértsük, hogyan járulnak hozzá a statisztikai tanulás és más kognitív tényezők különbségei a nyelvi képességek alakulásához. Két fő kutatási irányt követtünk: (1) feltérképeztük a statisztikai tanulást nyelvi és nem nyelvi területeken; (2) feltérképeztük a nyelvtanulók képességeit megvizsgálva, hogyan hatnak a statisztikai tanulás, a munkamemória és a végrehajtó funkciók egyéni különbségei a nyelvi teljesítményre fejlődési zavarokban (DLD, diszlexia, ADHD, autizmus spektrumzavar) és a tipikus fejlődés során.

Eredményeink szerint az statisztikai tanulás alapvető fontosságú a nyelv elsajátításában, azonban a hatását elsősorban olyan kognitív funkciók közvetítik, mint a rövid távú memória és a munkamemória, különösen fejlődési zavarokban, ahol a kognitív funkciók sérülései különböző módon befolyásolják a nyelvi viselkedést. Innovatív online módszereket alakítottunk ki a tanulás folyamatának nyomon követésére, és megvizsgáltuk, hogy az ingermodalitás és az ingerek nyelvi / nem nyelvi jellege hogyan befolyásolja a tanulási hatékonyságot. Kutatásaink rámutattak, hogy a nyelvi és kognitív képességek fejlődése fordított U alakú pályát követ, a teljesítmény fiatal felnőttkorban tetőzik, majd az életkor előrehaladtával csökken.

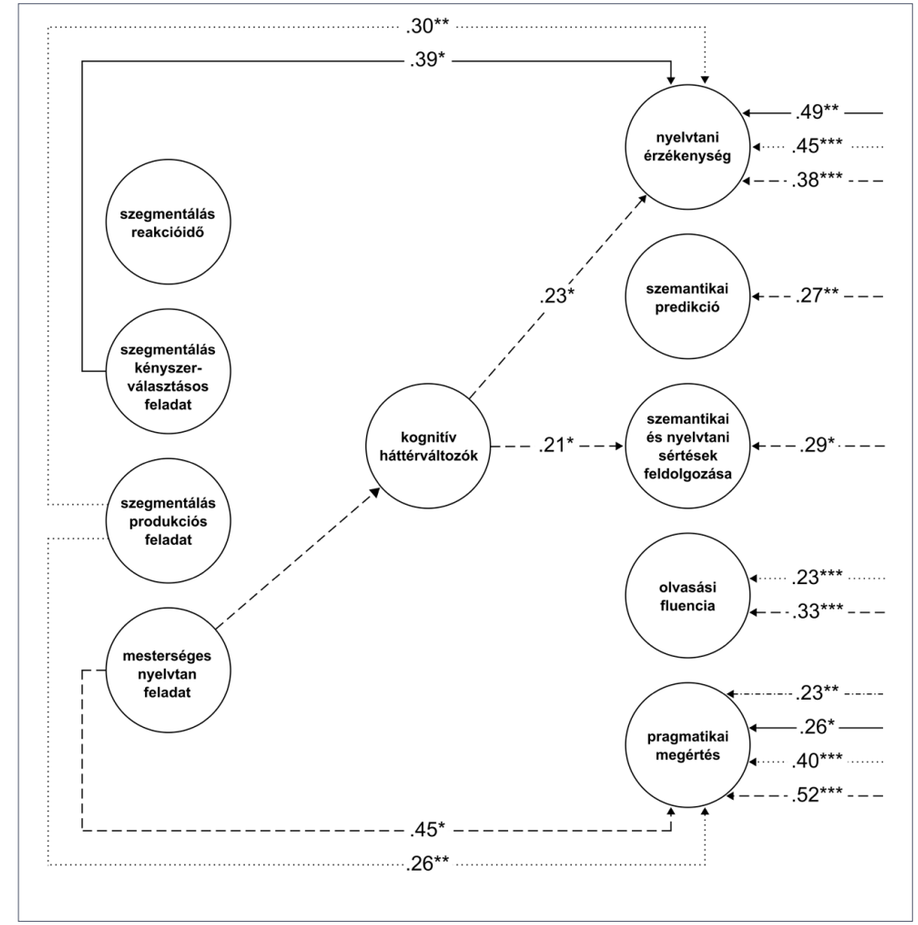
A program egyik legjelentősebb eredménye a Kas Bencével (HUN-REN Nyelvtudományi Kutatóközpont) együttműködésben kifejlesztett KOBAK — Komplex Beszélt Anyanyelvi Képességteszt. A KOBAK jelentős hiányt pótol a gyereknyelvi diagnosztikában azzal, hogy reprezentatív mintán sztenderdizált eszközt kínál a 3 és 13 év közötti gyermekek nyelvi képességeinek felmérésére. Emellett Zakariás Lillával együtt (SE Országos Orvosi Rehabilitációs Intézet) adaptáltuk

a Magyar Afázia Tesztet (CAT-H) és a Magyar Afázia Szűrőtesztet (MASZT) is, amelyek alapvető jelentőségű eszközök a posztsztrók afázia és egyéb szerzett nyelvi zavarok vizsgálatában.

A projekt ideje alatt két PhD-hallgató, Lukics Krisztina Sára és Horváth-Dobó Dorottya munkáját felügyeltem, akik jelentős mértékben hozzájárultak a Lendület Program keretében elért eredményekhez. Nemzetközi együttműködésünk Florian Hintzcel továbbra is közös kutatásokat inspirál.

A Lendület Program meghatározó szerepet játszott a pályám alakításában: lehetőséget adott arra, hogy nagyszabású kutatásokat vezessek, amelyek jelentősen bővítették ismereteinket a kognitív mechanizmusok nyelvelsajátításban betöltött szerepéről. A kutatócsoporti munka jelentős társadalmi hatással bíró gyakorlati eszközöket is eredményezett. Az általunk kialakított tesztek mérföldkőnek számítanak a magyar klinikai nyelvészetben, és nélkülözhetetlenek a gyerek- és felnőttkori képességfelméréssel, diagnózissal és terápiával foglalkozó gyakorló szakemberek számára. Eredményeink rámutatnak a kutatásfinanszírozás folytonosságának fontosságára a tudományos kutatás és a gyakorlati alkalmazások előmozdításában.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Horváth-Dobó Dorottya, Lukics Krisztina Sára, Lukács Ágnes, Zakariás Lilla, Kas Bence



1. ábra: A kutatócsoport eredményei a statisztikai tanulás és a nyelv közötti kapcsolat feltérképezésében. Az ábra strukturális egyenletmodellezések eredményeit ábrázolja, amelyek azt vizsgálták, hogy a statisztikai tanulás egyéni különbségei (változók: szegmentálás — reakcióidő; szegmentálás — kényszerválasztásos feladat; szegmentálás — produkciós feladat; mesterséges nyelvtan feladat) hogyan befolyásolják a magyar anyanyelvi készségek egyéni különbségeit (változók: nyelvtani érzékenység; szemantikai predikció; szemantikai és nyelvtani sértések feldolgozása; olvasási fluencia; pragmatikai megértés) tipikus fejlődésű felnőttek esetén. Az eredmények szerint, bár az általános kognitív funkciók (kognitív háttérváltozók, pl. feldolgozási sebesség, munkamemória és kognitív kontroll) megmagyarázzák a statisztikai tanulás hatásának egy részét a nyelvi képességekben, a statisztikai tanulásnak egyedi, direkt hatása is van az anyanyelvi képességek változatosságára.

MOSONYI MILÁN

2018—2023

MTA—BME Lendület Kvantum-információelmélet Kutatócsoport

Kvantumdivergenciák és szerepük a kvantum-információelméletben

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bugár Dávid, Bunth Gergely, Kolok Baksa, Maróti Gábor, Pitrik József, Szilágyi Zsombor, Tasnádi Tamás, Vrana Péter, Weiner Mihály, Zimborás Zoltán

QI.MATH.BME.HU

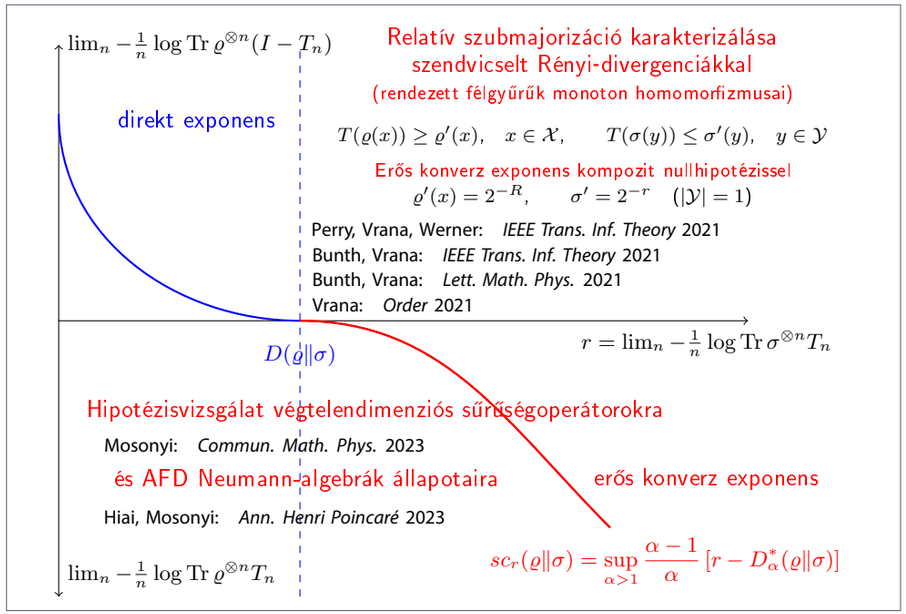
Lendület
Program

A 20. század elejének a teljes természettudományos világképet forradalmasító felfedezése volt az a felismerés, hogy a mikroszkopikus méretű fizikai rendszerek nem írhatók le a hétköznapi világban megismert törvényekkel. Az új fizikai elmélet, a kvantummechanika jóslataira építve aztán olyan technológiai felfedezések születtek, mint a lézer vagy a félvezetők, amelyek nélkül a modern számítógépek és a mai technológia elképzelhetetlenek lennének. Az utóbbi években egyre erősödik az a meggyőződés, hogy a kvantummechanika jóslatai egy újabb technológiai forradalomhoz vezethetnek, amelynek eredményeként az információ tárolásának, továbbításának és kezelésének új, korábban nem ismert hatékonyságú módjai válnak lehetségessé olyan technológiai alkalmazásokkal, mint például a tökéletesen biztonságos kvantumtitkosítás vagy a jelenlegi számítógépeknél lényegesen hatékonyabb kvantumszámítógépek. Ahhoz azonban, hogy ez megvalósulhasson, még számos akadályt kell leküzdeni mind a technológiai oldalról, mind az elmélet nyújtotta lehetőségek és korlátok mélyebb megértése terén.

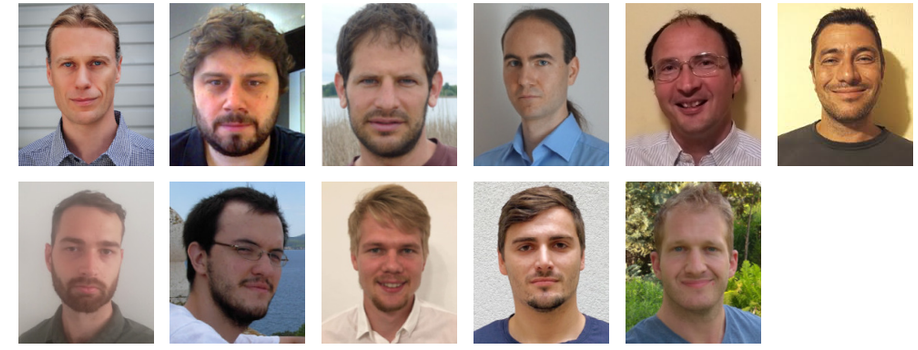
Kutatócsoportunk a BME Matematika Intézetében alakult a kvantum-információelmélet által felvetett matematikai problémák tanulmányozására. Kutatásaink során elvi korlátokat és optimális protokollokat kerestünk az elérhető legjobb teljesítményre olyan feladatokban, mint egy kvantumrendszerbe kódolt klasszszikus információ kiolvasása (hipotézisvizsgálat), a kvantummechanika által leírt kommunikációs csatornákon való kommunikáció (klasszikus-kvantum csatornakódolás) vagy például a kvantumelőnyt biztosító, ún. összefonódott kvantumállapotok előállítása (összefonódottság-transzformáció). Számos új eredményt értünk el az elérhető legjobb hiba meghatározásában a fenti problémákban, többek között a hipotézisvizsgálati problémában, amikor az információt végtelen dimenziós kvantumrendszerek hordozzák, vagy egy-egy kvantumállapot helyett állapotok halmazai kódolják; a klasszikus-kvantum csatornakódolási problémában a kódolásra vonatkozó költségmegszorítás mellett; valamint az összefonódottság-transzformáció problémájában két- és többkomponensű összefonódott állapotok egymásba alakíthatóságával kapcsolatban. Ezekhez kapcsolódva új matematikai mennyiségeket vezettünk be például klasszikus-kvantum csatornák információtovábbítási kapacitásának mérésére, illetve többkomponensű kvantumállapotok összefonódottságának mérésére, és meghatároztuk fontos tulajdonságaikat, amelyek további alkalmazásaik alapjául szolgálnak.

2016-ban tértem haza a BME Matematika Intézetébe 10 évnyi külföldi kutatómunka után, és az 5 éves Lendület-támogatás lejárta után, jelenleg egy NKFIH által támogatott kutatási pályázat keretében folytatom a kutatócsoport vezetését. A Lendület-támogatás 5 éves futamideje alatt rajtam kívül 5 fiatalabb tapasztalt

kutató dolgozott a projekten, akik közül hárman elnyerték az MTA Bolyai-ösztöndíját is, közülük Vrana Péter és Weiner Mihály kutatásait Bolyai-plakettel is díjazták. Vrana Péter a Lendület-támogatás lejárta után egy NKFIH fiatal kutatói pályázat támogatásával folytatja kutatásait az összefonódottság-elmélet terén, Zimborás Zoltán pedig, aki szintén Bolyai-ösztöndíjat nyert, a Wigner Fizikai Kutatóintézetben kutatócsoport-vezetőként dolgozik kvantumszámítási feladatok hibatűrésének javításán és új algoritmusok kifejlesztésén. A projekten dolgozott még 2 BSc-hallgató, 3 MSc-hallgató és 4 doktoranduszhallgató is, akik az 5 éves Lendület-támogatás lejárta után is kutatóként dolgoznak tovább különböző kvantum-információelméleti kutatócsoportokban.



1. ábra: Kvantum-hipotézisvizsgálat hibaexponensei



1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): felső sor (szenior kutatók): Mosonyi Milán, Zimborás Zoltán, Weiner Mihály, Vrana Péter, Tasnádi Tamás, Pitrik József; alsó sor (doktoranduszhallgatók): Bugár Dávid, Bunth Gergely, Maróti Gábor, Szilágyi Zsombor

ORBULOV IMRE NORBERT

2018—2023

MTA—BME Lendület Kompozit Fémhabok Kutatócsoport

Kompozit fémhabok

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

2023—2028

MTA—BME Lendület Nagyteljesítményű Kompozit Fémhabok Kutatócsoport

Nagy teljesítményű kompozit fémhabok

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Dombóvári Zoltán, Katona Bálint, Kemény Alexandra, Kemény Dávid Miklós, Kincses Domonkos, Kis Szabolcs, Kovács (Károly) Dóra, Leveles Borbála, Maróti János Endre, Nagy Ágnes, Pados Gábor, Szabó Péter János, Szlancsik Attila, Szovák Benedek, Wiener (Kádár) Csilla

ATT.BME.HU/EN/RDI/LENDULET-2

Lendület
Program

A kompozit fémhabok (KF) olyan újszerű anyagok, amelyek célja (1) a kis sűrűség mellett biztosított (2) kedvező mechanikai tulajdonságok, valamint (3) nagymértékű mechanikai energiaelnyelés elérése. A KF-ek kiváló anyagok lehetnek a tömegcsökkentésre (például elektromos hajtású járművek öntömegének csökkentése) vagy védelmi célokra (ütközések csillapítása járművekben vagy akár lövedékek elfogása, robbanások energiájának tompítása).

A KF-ek társított (kompozit) anyagok: a terhelést felvevő mátrixanyagból, a sűrűségcsökkentést biztosító üreges vagy porózus töltőanyagból, valamint egy vagy több opcionális erősítő anyagból és a felsorolt fázisok közötti, terhelésátadást biztosító határréteg(ek)ből állnak. Az első alkalommal létrehozott Lendület-kutatócsoport 3 fő kutatási irányt tűzött ki: (1) a KF-ek továbbfejlesztését az eredeti céloknak (tömegcsökkentés, energiaelnyelés növelése) megfelelően; (2) a KF-ek mechanikai tulajdonságainak teljesebb körű megismerését; és (3) a KF-ek speciális tulajdonságainak vizsgálatát.

A KF-ek fejlesztése során első ízben állítottunk elő mátrixanyagában Al_2O_3 erősítő szemcséket tartalmazó KF-eket és tervezhető (egyszerű keverési szabállyal becsülhető) mechanikai tulajdonságokkal rendelkező, kétféle méretű (bimodális) töltőanyaggal gyártott KF-eket. *Ex situ* és *in situ* gyártott, KF-ekkel töltött zártszelvényeket készítettünk, és elvégeztük teljes körű vizsgálatukat, mely téma részletes kidolgozásával a kutatócsoport tagja, Kemény Alexandra PhD-fokozatot szerzett.

A KF-ek mechanikai tulajdonságainak területén is több fontos eredmény született. Megalkottuk a KF-ek nyomóvizsgálati görbéinek fizikai paramétereken alapuló modelljét, mely területen egy másik kutatócsoporttag, Szlancsik Attila szerzett PhD-fokozatot. Az akusztikus emisszió és a modális analízis kombinálásával megállapítottuk, hogy a KF-ekben már igen kis terhelés hatására megindul a tönkremenetel. A KF-ek támasztotta speciális igényeknek megfelelő módszertan kidolgozása után elsőként állítottuk elő a KF-ek kifáradási (Wöhler-) görbéjét, amellyel tervezhető az ismétlődő terhelésnek kitett KF-ek várható élettartama.

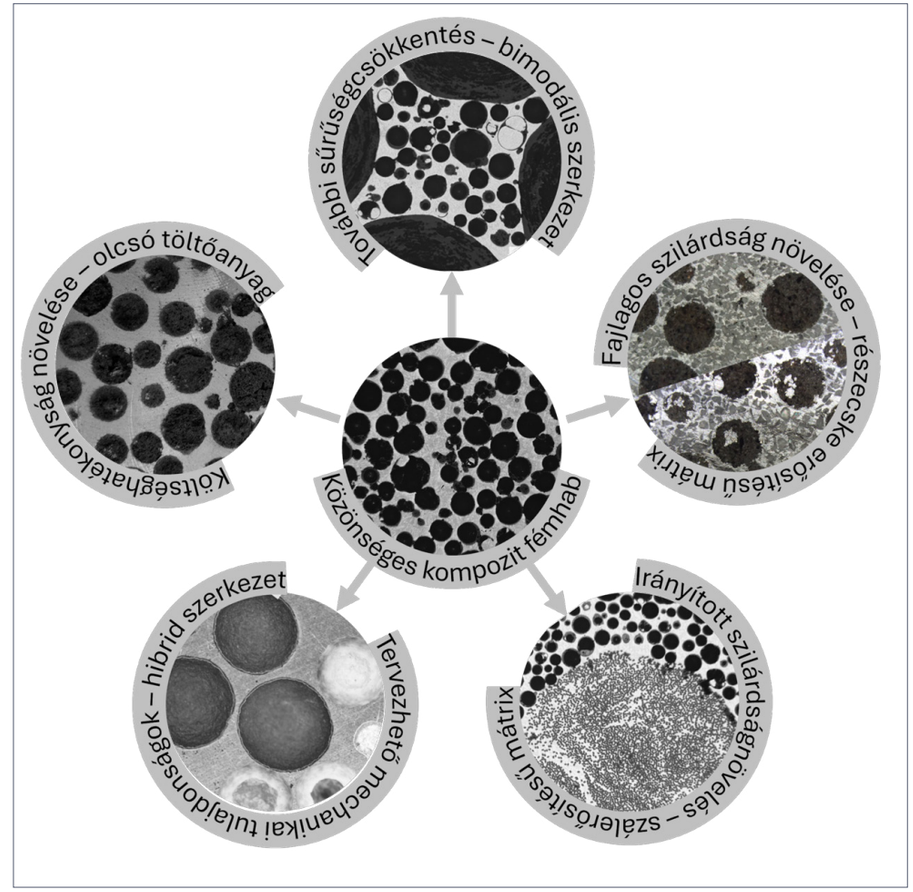
A KF-ek speciális tulajdonságainak vizsgálata során is számos érdekes eredmény született. Technikai tisztaságú Mg-mátrixanyagú, vegyesoxid kerámia gömbhéjakat tartalmazó KF-ek átmeneti rétegét vizsgálva megállapítottuk, hogy a lassú hűtéssel komplex átmeneti réteget képző KF-ek biztosítják a legkedvezőbb mechanikai tulajdonságokat. A KF-ek fejlesztése során előállítottuk azokat

a gradiens KF-próbatesteket, amelyek segítségével pontosabban meghatározható a Timoshenko-rúdelmélet nyírási együtthatója és segítségével a KF-ek anyagi csillapítása.

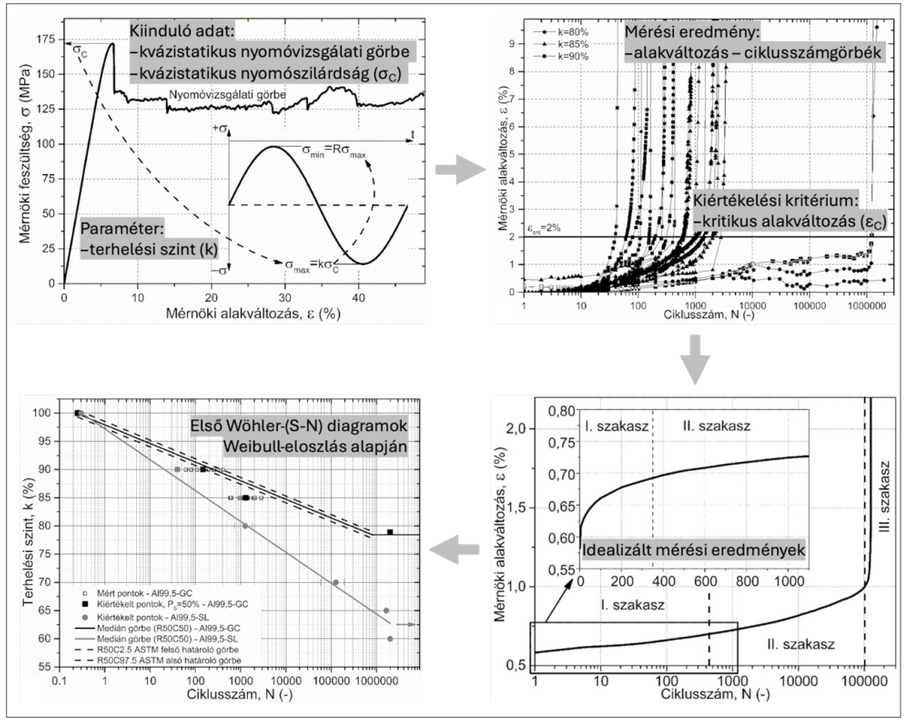
A munka az MTA—BME Lendület Nagyteljesítményű Kompozit Fémhabok Kutatócsoportban folytatódik tovább, melynek fő kutatási irányai: (1) KF-ek tömeggyártási technológiájának kidolgozása; (2) a mechanikai tulajdonságok és tönkremeneteli módok feltérképezése speciális töltőanyagok és erősített mátrixanyag esetén; (3) anyaggal záró kötési technológiák fejlesztése KF-ekhez; és (4) a KF-ek újrahasznosítási technológiájának kidolgozása.

A Lendület Program támogatása nagyban segíti a fiatal kutatók tudományos előrehaladását, beleértve a hallgatókat (szakdolgozatok, diplomatervek, TDK-dolgozatok), a PhD-hallgatókat (sikeres PhD-védések) és a vezető kutatókat (folyamatos, stabil és hatékony kutatási és publikációs tevékenység) is. Személyes pályafutásomat tekintve a program nagyban hozzájárult az MTA doktora cím megszerzéséhez és az önálló kutatási hálózat, infrastruktúra, valamint nemzetközi kapcsolatok megteremtéséhez.

Összefoglalásul megállapítható, hogy kutatócsoportunk több jelentős tudományos eredményt ért el a KF-ek fejlesztése területén, megnyitva a lehetőséget ezen újszerű anyagféleség széles körű alkalmazása előtt. Szintén megállapítható, hogy az immáron több mint 15 éves múltra visszatekintő Lendület Program nagyszerű lehetőség a hazai fiatal kutatóbázis erősítésére, a nemzetközi szinten is elismert fiatal kutatók önállósodási törekvéseinek támogatására.



1. ábra: A kompozit fémhabok alapvető típusai



2. ábra: A kompozit fémhabok fárasztóvizsgálatának menete

Lendület
Program

SZABÓ RÓBERT

2018—2023

MTA CSFK Lendület Lokális Kozmológia Kutatócsoport

Lokális kozmológia pulzáló változócsillagokkal: kihívás petaskálán

HUN-REN Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Ádám Rozália, John Bienias, Bódi Attila, Császár Kornél, Csörnyei Géza, Susmita Das, Forró Adrienn, Hajdu Tamás, Hanyecz Ottó, Meridith Joyce, Juhász Áron, Kálmán Szilárd, Kalup Csilla, Kinyó András, Kovács Gábor, Molnár László, Henryka Netzel, Plachy Emese, Sódor Ádám, Sódorné Bognár Zsófia, Szabados László, Szabó Pál, Szklenár Tamás, Takács Dóra, Tarczay-Nehéz Dóra, Varga Vázsony

KIK.KONKOLY.HU

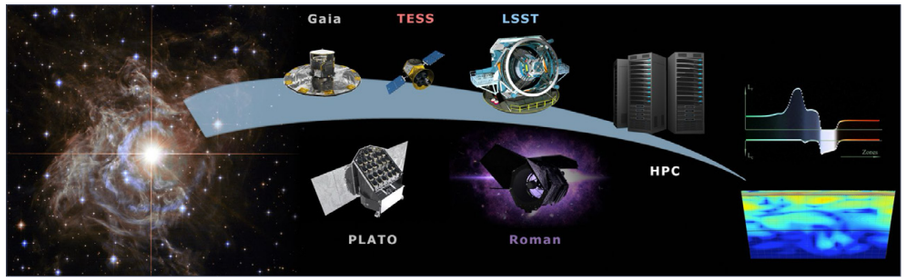
Lendület
Program

A projekt célja az volt, hogy a pulzáló változócsillagokat újszerűen felhasználva tanulmányozzuk a Tejútrendszer szerkezetét és fejlődését, amihez szuperszámítógépeket, valamint űrtávcsövek és nagy égboltfelmérő programok adatait használtuk fel. (1) Elsőként sikerült klasszikus pulzáló változócsillagok nemrég (többek között általunk) felfedezett kis amplitúdójú extra pulzációs módszainak előfordulási gyakoriságában és tulajdonságaiban trendeket kimutatnunk attól függően, hogy milyen galaktikus alrendszerhez tartozó csillagokat vizsgálunk. A különbségek fémtartalom-, tömeg- és korkülönbségekre vezethetők vissza, amit modellszámításokkal igazoltunk. Ez reményeink szerint megnyitja az utat további galaktikus archeológiai alkalmazások felé. (2) Szuperszámítógépek használatával kiterjesztettük a pulzáló változócsillagok elméleti vizsgálatát a többdimenziós numerikus hidrodinamikai modellezés irányába, amivel a világ (egyik) vezető csoportjává léptünk elő a szűken vett témában. (3) Korábban ismeretlen változócsillagok százait fedeztük fel a Kepler űrtávcső háttérpixeleiben, melyeket korábban senki sem vizsgált szisztematikusan. Az általunk kifejlesztett módszerek pulzáló és fedési változócsillagok mellett exobolygók felfedezését is lehetővé teszik. (4) A Lendület-pályázatnak köszönhetően a korábbiakhoz képest Magyarország sokkal ambiciózusabban vesz részt az évtized legjelentősebb földfelszíni csillagászati projektjeként számontartott Vera C. Rubin Obszervatórium LSST (Legacy Survey of Space and Time) nagy égboltfelmérő programjában. A korábbi potenciális 10 magyar kutató helyett 25-nek sikerült adathozzáférést kiharcolnia in-kind kontribúció fejében. Az egyik ilyen konkrét hozzájárulás a Lendület Program keretében kidolgozott eljárásunk: változócsillagok fénygörbéinek képalapú, mesterséges intelligenciára épülő klasszifikációja, ami az emberi agyban változócsillag-típusok felismerése közben végbemenő folyamatokat imitálja, és segíthet a korábban elképzelhetetlen mennyiségű — akár sok millió vagy milliárd terabájtnyi — adat feldolgozásában. 2026-ban csoportunk rendezi az éves nagy európai LSST-konferenciát Budapesten.

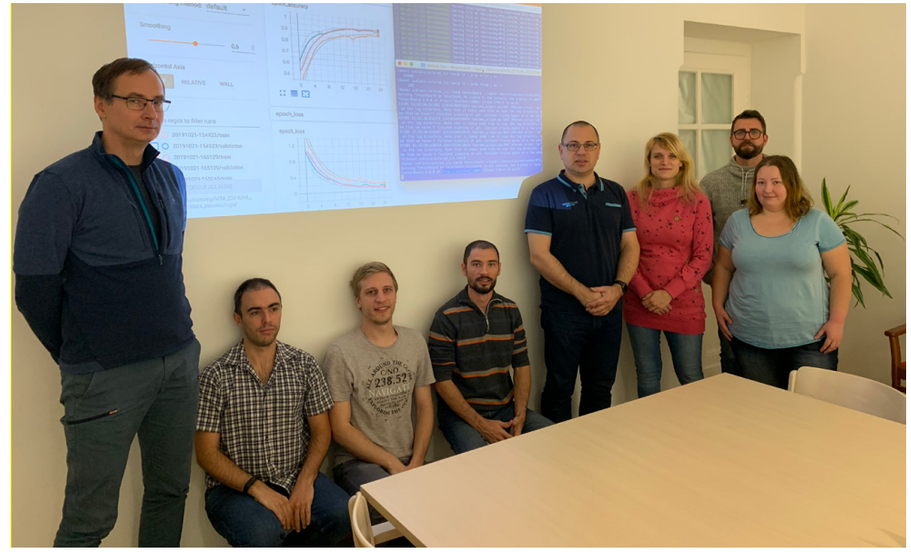
A fiatal kutatók közül Bódi Attila — aki kutatócsoportunkban dolgozva a Lendület-pályázathoz kapcsolódó témában védte meg PhD-dolgozatát — már a Princeton Egyetemen posztdoktor kutató. Henryka Netzel, volt Lendület-posztdoktorunk először egy nagy presztízsű posztdoktori állást kapott egy svájci ERC-csoportnál az EPFL-ben, azóta pedig állandó állást nyert el Lengyelországban. Megemlítendő még Molnár László posztdoktor kutató, aki az MTA Prémium posztdoktori pályázata után egy támogatásról éppen lemaradó, de kiváló minősítésű ERC Starting Grant pályázatot írt, majd elnyerte az NKFIH Élvonal pályázatát, és SeismoLab néven önálló kutatócsoportot alapított. Kovács

Gábor — aki a Lendület-pályázatnak köszönhetően rangos, zártkörű workshopra és meghívott előadásokra kapott meghívást — hamarosan változócsillagok numerikus modellezése témakörében nyújtja be PhD-dolgozatát.

A pályázat futamideje alatt a CSFK Csillagászati Intézetének megbízott igazgatója, majd intézetigazgatója, később pedig a kutatóközpont főigazgató-helyettese lettem. Szintén ebben az időszakban a csillagászok legnagyobb szervezete, a Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU) Pulzáló változócsillagok komissziójának elnökhelyettesévé, majd elnökévé, utóbb pedig az IAU G Divízió (Csillagok és csillagok fizikája) szervezőbizottságának tagjává választottak. Számos konferencia tudományos szervezőbizottsági tagjának kértek fel (ilyen pl. több ízben is az Európai Csillagászati Társaság legnagyobb éves konferenciája vagy a Lendület-csoportunk által periódus-fényesség relációk témakörében Budapesten szervezett, Nobel-díjas előadót is felvonultató, rangos 376. IAU Szimpózium, illetve az általam alapított, RR Lyrae és cefeida csillagokkal foglalkozó kétéves nemzetközi konferenciasorozat tiszteletbeli elnöki posztja, 2019: USA; 2022: Spanyolország; 2024: Marokkó).



1. ábra: Lendület-projektünk célja a pulzáló változócsillagok felhasználása a galaxis szerkezetének és fejlődésének jobb megértéséhez, amihez űrtávcsöveket és nagy számításigényű numerikus modelleket futtattunk
Illusztráció: Molnár László



1. kép: A Lendület-csoport mesterséges intelligenciás algoritmusok fejlesztésével foglalkozó alcsoportja az 5 éves projekt első évében: Mező György, Vida Krisztián, Bódi Attila, Szklenár Tamás, Szabó Róbert, Tarczay-Nehéz Dóra, Marton Gábor, Forró Adrienn

2. kép: Fiatal hallgatókkal kiegészült kutatócsoportunk a lokális szervezőbizottság részeként az IAU 376. szimpóziumán, 2023-ban Budapesten: Susmita Das, Plachy Emese, Henryka Netzel, Szabó Róbert, Forró Adrienn, Meridith Joyce, Sódorné Bognár Zsófia, Ádám Rozália, Bora Zsófia, Bódi Attila, Kovács Gábor, Varga Vázsony, Molnár László
Fotó: Thaler Tamás

TARCZAY GYÖRGY

2018—2023

MTA—ELTE Lendület Laboratórium Asztrokémia Kutatócsoport

Laboratóriumi asztrokémia, molekula- és anyagtudomány alacsony hőmérsékleten

Eötvös Loránd Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Basheer Aazaad, Csonka István, Fejes Bence, Friss Gergely, Góbi Sándor, Keresztes Barbara, Kiss Tamás, Magyarfalvi Gábor, Gopi Ragupathy, Sajósi Benedek, Schneiker Anita, Anastasia Volosatova, Pavel Zasimov

MSL.CHEM.ELTE.HU

Lendület
Program

Míg a 20. század elején a legelismertebb csillagászok sem hitték, hogy a csillagközi térben molekulák létezhetnek, mára több mint 320 csillagközi molekulát azonosítottak. Az ALMA és Yebes rádióteleszkópok, valamint a James Webb űrteleszkóp mérései felgyorsították a csillagközi tér kémiai komplexitásának feltárását. Ugyancsak összetett és szokatlan kémiáról adtak tanúbizonyságot a meteoritok vizsgálatai, valamint a NASA, az ESA és a JAXA üstökösökhöz és aszteroidákhoz küldött missziói.

Ahhoz, hogy a teleszkópok által mért spektrumokat értelmezhessük, és különféle csillagközi objektumokban molekulákat azonosíthassunk, laboratóriumi kísérletekre van szükség. Az ilyen kísérletek legnagyobb kihívása az, hogy a földi viszonyoktól eltérő, extrém körülmények között kell létrehozni és spektroszkópiásan jellemezni olyan molekulákat is, amelyek normál esetben egzotikusnak számítanak. Ennek a tudományágnak, a laboratóriumi asztrokémiának a célja az is, hogy asztrofizikai körülményeket szimulálva feltárja, milyen molekulák épülhetnek fel különféle asztrofizikai környezetekben.

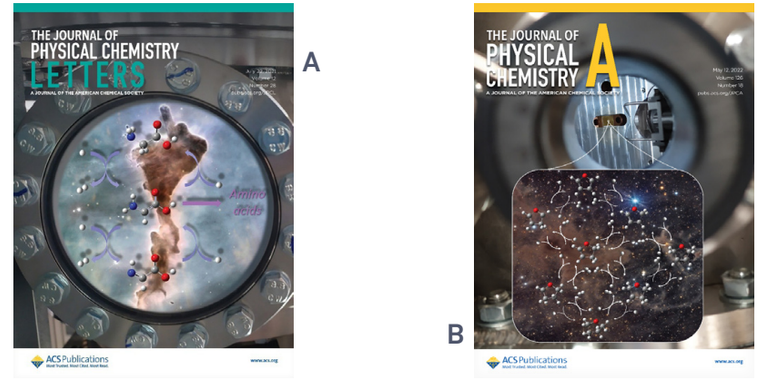
Kutatócsoportunk egyedülálló műszer megépítését tűzte ki célul, amellyel ilyen vizsgálatokat lehet végezni. Az általunk tervezett és épített VIZSLA berendezéssel ultranagy vákuumban és rendkívül alacsony hőmérsékleten, akár 3 K-en is lehetőség nyílik a csillagközi térben előforduló porszemcséket borító jégrétegek vagy bolygók jeges felszínén lezajló kémiai reakciók laboratóriumi szimulálására.

Az új műszer segítségével olyan kérdésekre kaptunk választ, mint hogy például miért állandó bizonyos molekulák aránya a csillagközi térben. A kutatások kimutatták, hogy akár kisméretű molekulák is elősegíthetik, katalizálhatják a hidrogénmolekulák keletkezését a csillagközi térben. Többek között azt is vizsgáltuk, hogy kismolekulákból kiindulva, a sötét molekulafelhőkre jellemző sugárzásmentes környezetben és alacsony hőmérsékleten hogyan keletkezhetnek a földi élet szempontjából nélkülözhetetlen aminosavak, illetve hogy hidrogénatomok jelenlétében a legkisebb aminosavból, a glicinből és más kismolekulákból miként alakulhatnak ki összetettebb aminosavak. Kimutattuk, hogy a csillagközi térben már azonosított molekulákból olyan reaktív gyökök képződhetnek, amelyekből nagyobb cukormolekulák is létrejöhetnek. Planetáris jegeket is tanulmányoztunk, és vizsgáltuk a Naprendszer külső kisbolygóira, valamint a Jupiter holdjaira jellemző jégrétegek sugárzás hatására bekövetkező kémiai átalakulásait. Mindezek a felfedezések mélyebb betekintést nyújtanak a csillagközi tér kémiai folyamataiba, és lehetőséget teremtenek az élethez elengedhetetlen biomolekulák csillagközi keletkezésének megértésére.

A Lendület Program keretében a kutatócsoport elismert tagjává vált az asztrokémikusok nemzetközi közösségének. A csoport tagjai számos felkérést kaptak, hogy nemzetközi konferenciákon mutassák be eredményeiket. A VIZSLA berendezés egyedi mérési lehetőségei miatt több nemzetközi együttműködés is létrejött, és továbbiak is formálódnak.

2024-ben a HUN-REN Atomki Asztrokémiai-Asztrofizikai Laboratórium és az MTA—ELTE Lendület Laboratóriumi Asztrokémia Kutatócsoport összefogásával megalakult a Magyar Űrkémiai Kutatóhálózat. A hálózat célja, hogy a két csoport komplex műszereket fejlesszen és tartson fenn, amelyek lehetővé teszik az űrben zajló folyamatok modellezését. E kutatások hozzájárulnak a természetes űrbeli jelenségek és az emberi tevékenység vizsgálatához, és alapvető adatokat szolgáltatnak űrmissziók tervezéséhez. Nemzetközi együttműködések révén a hálózat kutatói vizsgálják az űrben lezajló kémiai reakciókat, a csillagközi anyagban zajló molekuláris szintézist, valamint az élethez szükséges nagy szerves molekulák keletkezési mechanizmusait. A hálózat olyan missziókat is támogat, mint például a Jupiter jeges holdjain lezajló folyamatok kutatása.

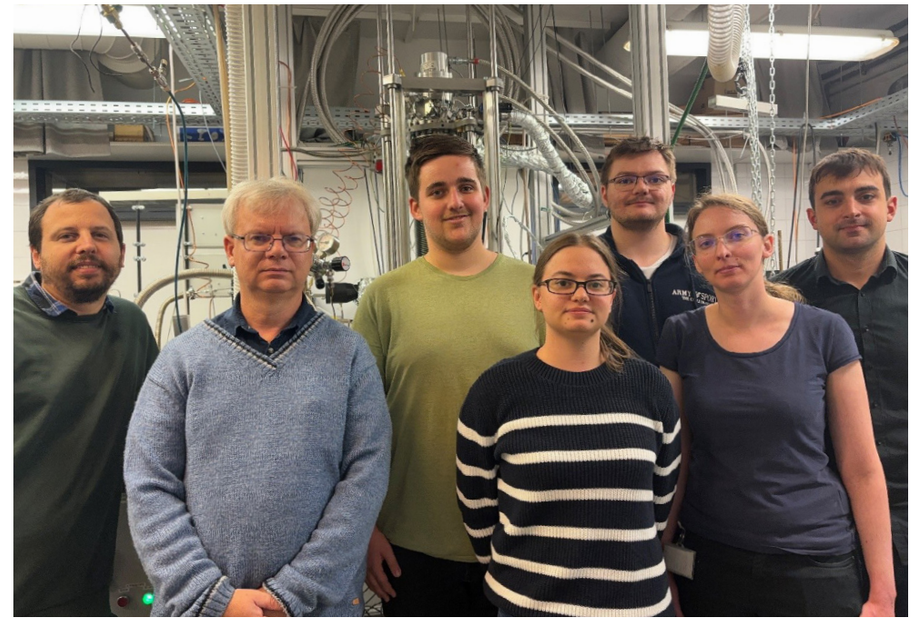
1. kép: Képek a VIZSLA asztrokémiai berendezésről



A

B

2. kép: **A:** A glicin és hidrogénatomok reakcióját bemutató tanulmány borítóoldalának a grafikája; **B:** A furán által katalizált csillagközi hidrogénmolekula-képződést vizsgáló munka borítóoldalának a grafikája



3. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Góbi Sándor, Tarczay György, Sajósi Benedek, Keresztes Barbara, Fejes Bence, Schneiker Anita, Kiss Tamás

TÓTH ZSOMBOR

2018—2023

MTA BTK Lendület Hosszú Reformáció Kelet-Európában (1500—1800) Kutatócsoport

---

Hosszú reformáció Magyarországon és Erdélyben: konfesszionalizációk és irodalmi kultúrák a kora újkorban (1500—1800)

HUN-REN Bölcsészettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Csepregi Zoltán, Csorba Dávid, Fazakas Gergely Tamás, Gábor Csilla, Eva Kowalska, Luffy Katalin, Mihalik Béla, Molnár Lehel, Móré Tünde, Nagy Kornél, Péter István, Szegedi Edit, Tasi Réka

LONGREFORMATION.BTK.MTA.HU/HU

Lendület
Program

Az általam vezetett Lendület-projekt legfontosabb újítása az ún. hosszú reformáció (1500—1800) koncepciójának a bevezetése és alkalmazása volt a közép- és kelet-európai viszonyokra. A legfőbb cél egy olyan nagyelbeszélés kialakítása volt, amely lehetővé teszi a különféle régiók, felekezetek, sőt az elmúlt 500 év alatt kialakult nemzeti historiográfiák eredményeinek szerves betagozását egy kora újkori térbe és meghatározott időkeretbe. Ennek értelmében a kutatócsoporton belül a kutatás 3 tematikus perspektívát fedett le változatos módszertanokat ötvöző kutatási gyakorlatot érvényesítve:

1. A reformációtörténet-írás historiográfiájának kritikai értékelése, amely áttekintette és megvizsgálta azokat a módszertanokat és elméleteket, amelyek a reformációtörténeti nagyelbeszélések kialakítását lehetővé tették az elmúlt évtizedekben. A nemzetközi kutatás tanulságait sikerült oly módon feltárni, hogy ezek beépülhessenek a magyar reformációtörténet-írásba.

2. A hosszú reformáció társadalom- és egyháztörténeti, illetve irodalom- és művelődéstörténeti folyamatainak a vizsgálata, amely arra fókuszált, hogy az ún. hosszú időtartam elvének megfelelően számos, a reformációhoz kapcsolódó társadalmi és kulturális folyamatot végbemenetelének teljes időtartamában tárjon fel és értelmezzen.

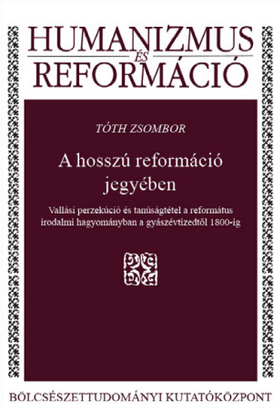
3. Komplex mediális vizsgálat, amelyet a vallási írásbeliség kutatásaként definiálhatunk. A hosszú reformáció koncepciója felől nézve a vizsgálatok a kora újkori médiumhasználat felekezetek mentén eltérő vagy azokat meghaladó jellemzőit írták le, miközben azt értelmezték, hogy az írásbeliség kéziratos és nyomtatott korpuszai és nyilvánosságai hogyan viszonyultak egymáshoz, illetve a szóbeliséghez.

A hosszú reformáció fogalmának és a magyar reformációra való alkalmazásának legfontosabb eredményeit 2023-ban kiadott monográfiámban összegeztem (*A hosszú reformáció jegyében. Vallási perzekúció és tanúságtétel a református irodalmi hagyományban a gyászévtizedtől 1800-ig*), amelyet egyszersmind akadémiai doktori értékezésként is benyújtottam. A 2018—2023 közötti periódusban sikerült egyenletesen jól teljesíteni, a megjelölt kutatási irányok 80 publikációt eredményeztek, a kutatócsoport tagjai összesen 65 tudományos előadást tartottak.

A társadalmi hasznosulást szolgálta a Lendület-mesterkurzus rendezvénysorozatunk elindítása, amely magiszter- és doktorjelölt hallgatóknak biztosított ingyen egyhetes intenzív képzést, amelynek során a kutatócsoport tagjai előadásokat és szemináriumokat tartottak a jelentkezőknek. 2018 és 2023 között a járványügyi korlátozok ellenére is 4 alkalommal szerveztük meg ezt a rendezvényünket.

A kutatócsoport szoros együttműködése a REFORC-cal, a legnagyobb reformációtörténeti konzorciummal tette lehetővé 2021-ben a Centre for Reformation Studies (CRS) létrehozását. Ennek a kutatási és tudománymenedzselési központnak az a célja, hogy a Lendület-projekt lezárulása után is biztosítsa a magyar reformációtörténeti kutatások szakmai megjelenítéséta nemzetközi nyilvánosságban, illetve a nemzetközi partnerek elérését a magyar projektek számára. A tudománydiplomácia mellett a CRS-ben folytatódik a hosszú reformáció kutatása 2023 után is. A CRS létrejöttével a Lendület-projekt eredményei, illetve a hosszú reformáció kutatása intézményesen is beépült a HUN-REN BTK Irodalomtudományi Intézetébe, ahol a CRS önálló intézeti struktúraként működik tovább.

A 2018–2023 közti időszak nemzetközileg is látható kutatási eredményei azt igazolják, hogy a hosszú reformáció kutatása az a fajta innováció, amely hosszú távú befektetésként is jelentős eredményeket fog hozni.



1. kép: 2023-ban megjelent kötetem

2. kép: A kutatócsoport által szervezett könyvbemutatón (balról jobbra): Tóth Zsombor, Orsós Julianna (meghívott vendég), Rédey-Keresztény János (meghívott vendég), Mihalik Béla, Móré Tünde

VÉGHSEŐ TAMÁS

2018—2023

MTA—SZAGKHF Lendület Görögkatolikus Örökség Kutatócsoport

A magyar görögkatolikusok identitáskeresése, önszerveződése és egyházszervezeti fejlődése az első magyar nyelvű liturgikus szövegek megjelenésétől (18. század második fele) Dudás Miklós hajdúdorogi püspök haláláig (1972)

Szent Atanáz Görögkatolikus Hittudományi Főiskola

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Dobos András, Földvári Katalin, Janka György, Sárándi Tamás, Suslik Ádám, Szabó Péter, Terdik Szilveszter, Varga Anett

BYZHUN.HU

Lendület
Program

A PhD-fokozat megszerzése (2004, Róma; 2005, Debrecen) után a nyíregyházi Szent Atanáz Görögkatolikus Hittudományi Főiskola oktatójaként a magyarországi görögkatolikus egyházak és azon belül a magyar identitású görögkatolikusok történetének kutatásával kezdtem el foglalkozni. 2009—2017 között 3 NKFIH OTKA-projektet valósítottam meg, melyek elsősorban a magyarországi görögkatolikus egyházak létrejöttével és 18. századi fejlődésével kapcsolatos források feltárásra irányultak. A harmadik (2013—2017) projektben már megtettem az első kísérleteket a magyar identitású görögkatolikus közösség történetének kutatására, különös tekintettel a Szentszék levéltáraiban megtalálható, korábban nem ismert forrásokra. A 2018-ben elnyert Lendület-támogatással már kifejezetten ennek a közösségnek a történetére fókuszálva hoztam létre kutatócsoportomat. A projekt nagyon jelentős hatást gyakorolt szakmai életutamra. A sikeres zárást követően egyetemi tanári kinevezést kaptam, a projekt eredményeként elkészített monográfiámmal pedig az MTA doktora címre nyújtok be pályázatot.

A kutatócsoport 5 éves kutatási projektje a magyar identitású görögkatolikusok múltjának kutatására irányult a 18. századi kezdetektől 1972-ig, 3 területre fókuszálva: egyháztörténelem, egyházművészet és kánonjog.

A kutatócsoport munkaterve két ütemből állt. Az első 3 év fő feladatai a hazai és külföldi levéltári források feltárása és rendszerezése, szakirodalom gyűjtése, helyszíni (elsősorban fotó-) dokumentáció, valamint a források és részeredmények közlése (forráskiadványok, kismonográfiák, tanulmányok) voltak. A felkeresett levéltárak közül — jelentőségüket tekintve — kiemelkednek a Szentszék kormányszerveinek levéltárai, melyek 1939—1958 közötti fondjainak megnyitása a kutatók előtt éppen a projektünk időszakában történt meg. Ezáltal számos, a kutatás előtt korábban elzárt levéltári iratot kutathattunk elsőként a történészek között.

A második ütem feladata a zárókötetetek elkészítése volt. A projektet 3 magyar nyelvű — egyháztörténeti, egyházművészeti és kánonjogi — monográfia, valamint 1 angol nyelvű összefoglaló kötet zárta. A 4 projektzáró monográfia mellett a kutatási eredmények 5 forráskiadványban, 3 monográfiában, 1 tanulmánykötetben, 1 magyar és angol nyelvű kiállítási katalógusban, 280 tudományos közleményben és mintegy 100 ismeretterjesztő cikkben jelentek meg. A kutatócsoport tagjai 126 tudományos konferencia-előadást tartottak. A kutatócsoport szervezőként 4 konferenciát szervezett Nyíregyházán, valamint egyet-egyet Bécsben és Rómában.

A kutatási projekt eredményeinek hasznosulása szempontjából 2 területet különböztethetünk meg. A monográfiák, tanulmányok, szakcikkek és forráskiadványok új ismeretekkel gyarapítják a hazai és nemzetközi egyháztörténeti, művészettörténeti és kánonjogi kutatásokat, valamint újabb kutatásokra, témafelvetésekre ösztönöznek. Másrészt a kutatott közösség, a magyar görögkatolikusok közösségének is konkrét segítséget nyújtanak 3 fontos területen:

1. A történeti kutatások új eredményei és a már ismert történeti események új megvilágításba helyezése a magyar görögkatolikusok közösségének napjainkban is aktuális identitásdiskurzusához adnak új ismereteket és impulzusokat.

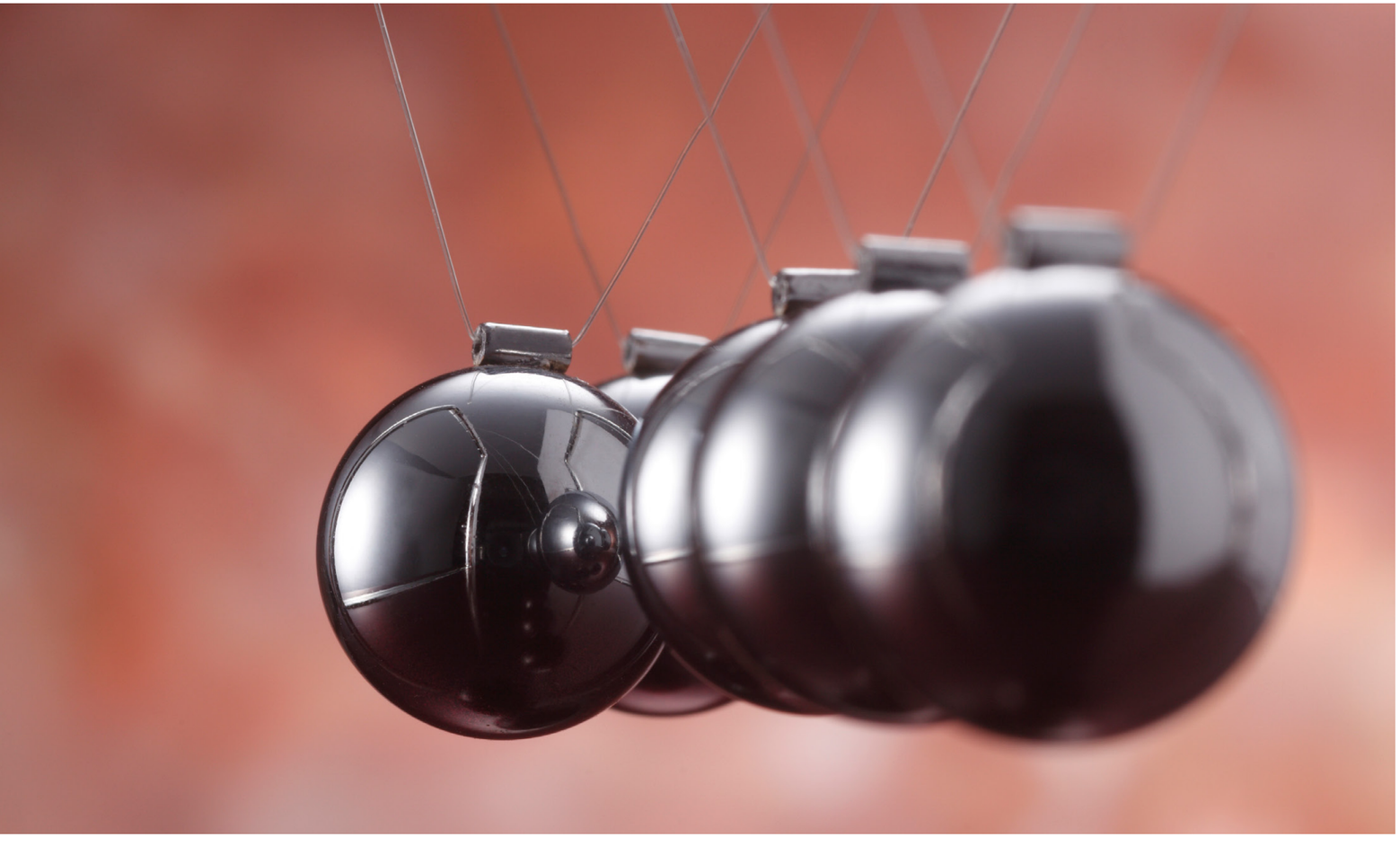
2. A művészeti kutatások a görögkatolikus egyházban napjainkban zajló templomépítési és -felújítási projektek művészeti koncepciójához biztosítanak tudományos hátteret.

3. A kánonjogi kutatások eredményei a 2015-ben alapjaiban megváltozott görögkatolikus egyházszervezet kialakításához, valamint az ún. „saját jog” kidolgozásához adnak támpontokat.

A Lendület-projekt alapvető célkitűzéseihez igazodva kutatócsoportunk nagy figyelmet fordított a fiatal kutatók támogatásra. A kutatócsoportnak 3 doktorandusz tagja volt, akik a projektidőszak végére PhD-fokozatot szereztek (Rómában, Budapesten és Debrecenben).

2. kép: A Hajdúdorogi Egyházmegyét megalapító (1912) *Christifideles graeci* bulla (Vatikáni Apostoli Levéltár)

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Dobos András, Földvári Katalin, Terdik Szilveszter, Suslik Ádám, Sárándi Tamás, Janka György, Szabó Péter, Véghseő Tamás



2019

CZAGÁNY ZSUZSA

2019—2024

MTA BTK Lendület Digitális Zenei Fragmentológia Kutatócsoport

Digitális zenei fragmentológia. A magyar középkor hangjelzett kódextöredékei — kutatás, rendszerezés, online megjelenítés

HUN-REN Bölcsészettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Enyedi Mózes, Gilányi Gabriella, Göbölösné Gaál Eszter, Kérges Dániel, Kőnig (korábban Nagy Torma) Julianna, Meszéna Beáta, Szoliva Gábriel, Tóka Borbála, Varga László Dávid

LDZF.ZTI.HU

Lendület
Program

Kutatócsoportunk a HUN-REN Bölcsészettudományi Kutatóközpont Zenetudományi Intézet Régi Zenetörténeti Osztályán alakult. Kutatásunk középpontjában a középkori Magyarország területén fönnmaradt kottás kódextöredékek álltak: 11—16. századi hangjelzett liturgikus kéziratok fragmentumai, amelyeket későbbi könyvek, hivatalos iratok borítóiként, kötéseinek megerősítéseként újrahasznosítva őrzött meg az utókor.

Miért olyan becsesek ezek a gyakran rossz állapotú, szakadozott pergamenfoszlányok? Tömören válaszolva: teljes, épen maradt forrásból túl kevés van. S ha meg akarjuk tudni, mit és miből énekeltek a középkori Magyar Királyság templomaiban, minél több olyan forrásra van szükségünk, amelyből ezt kiolvashatjuk. A liturgikus keretek között virágzó egyszólamú zenei magaskultúra, a gregorián ének elevenen épült be a mindennapokba. A helyi közösségek évszázadokon át ápolták-alakították saját énekhagyományukat, belesimulva a nagyobb térségek tradíciójába. A középkori latin Európa magasrendű művészi zenéjének bámulatosan egységes korpusza így számtalan helyi változatban élt. Ezt a változatgazdagságot ragadhatjuk meg a fönnmaradt liturgikus-zenei forrásokban.

A középkor kottás szertartáskönyvei — mise- és zsolozsmakódexek — a bennük lejegyzett énekanyagot az adott térség hagyományának megfelelő válogatásban, dallamokkal és kottaírással tartalmazzák. Egy hangjelzett kódex így minden esetben egy meghatározott zenei és zenei-paleográfiai tradíciót képvisel, amelynek azonosítása a kutatás elsődleges feladata.

A magyar középkor egykor gazdag zenei kódexanyagából ma mintegy 150 teljes kézirat maradt fönn. Ebben a kedvezőtlen forráshelyzetben minden apró töredék fontos. A töredékek jelentik a zenei középkorkutatás azon területét, amelyen a leginkább számíthatunk a primer forrásbázis gyarapodására, s amely módosíthatja mindazt a háttértudást, amely a középkori magyar művelődéstörténet mind teljesebb megismerésének és értelmezésének alapjául szolgál.

Ötéves projektünk eredményei több szinten foglalhatók össze. A számszerűség szintjén 50 magyarországi és határon túli gyűjteményt fölkeresve 600 eddig ismeretlen, 12—16. századi hangjelzett kódextöredéket tártunk föl és azonosítottunk. 350 fragmentum leírása került föl az általunk létrehozott *Fragmenta Manuscriptorum Musicalium Hungariae Mediaevalis* weboldalra. A föltárt anyagban töredékcsaládokat — azonos kódexből származó fragmentumokat — tudtunk elkülöníteni. Ezek közt vannak ismert kódexek (pl. a Budai antifonále, a Kolozsvári graduále, a „Zalka”-antifonále) újonnan ismertté vált töredékei, s vannak

frissen azonosított, kizárólag töredékekből rekonstruálható anyakódexek. Kiemelkednek közülük a korábban forrásokkal alig dokumentált erdélyi térség összetartozó töredékcsoportjai, a 272 töredékből „helyreállított”, 13. századi Breviarium notatum Strigoniense, egy Nagyszombathoz köthető, 8 töredék alapján rekonstruált 15. századi graduále, a váradi székesegyház késő 15. századi díszkódexsorozatának számos töredéke.

A primer töredékfeltárás mentén új kutatásmódszertani rendszert dolgoztunk ki, amelyet zenei-fragmentológiai ökoszisztémának nevezhetünk. A szisztémát 3, részben önálló terület — a liturgikus énekkészlet összeállítása, a dallamváltozatok és a hangjegyírásfajták, azaz töredékek, dallamok, kottaírások — összehangolt művelésével építettük föl.

Bár kutatásunk hangsúlyozottan zenei szempontú, nem zárkózhattunk el a töredékkutatás másik, a fragmentumokkal már csak lazán összefüggő dimenziója elől. A töredékeket hordozó 16—17. századi könyvek, nyomtatványok s a rajtuk fönnmaradt bejegyzések annak az időszaknak a tanúi, amelyben a középkori kódextöredék, kiszakítva eredeti közegéből egy új egész részévé vált, s mint kora újkori artefaktum egy szélesebb művelődéstörténeti kutatás, egy komplex interdiszciplináris háló fókuszpontjába került. Számunkra ez azt tette lehetővé, hogy áttörjük saját tudományterületünk korlátait, és láthatóvá és értelmezhetővé váljunk a szélesebb kutatói társadalom szemében.

1. kép: Fragmentumok és fragmentulumok

2. kép: Váradi töredékcsoport

3. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): bal oldalon: Enyedi Mózes, Meszéna Beáta, Kőnig Julianna, Göbölösné Gaál Eszter, Czagány Zsuzsa, Gilányi Gabriella, Tóka Borbála; jobbra fent: Szoliva Gábriel; jobbra lent: Varga László Dávid

CZAKÓ GÁBOR

2019—2024

MTA—SZTE Lendület Elméleti Reakciódinamika Kutatócsoport

Új reakcióutak feltárása atomi felbontású mozifilmekkel

Szegedi Tudományegyetem

2024—2029

MTA—SZTE Lendület Elméleti Reakciódinamika Kutatócsoport

Kvantumhatások azonosítása többatomos kémiai reakciók dinamikájában

Szegedi Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Erdei Laura, Gál Dorina, Gruber Balázs, Gyimesi Réka, Győri Tibor, Horváth Kitti, Imre Bálint, Kerekes Zsolt, Nacsa András, Orján Erik, Papp Dóra, Rudner Csaba, Szűcs Tímea, Tajti Viktor, Tasi Domonkos, Tokaji Csenge, Tóth Petra, Ván Demeter, Cangtao Yin

SCI.U-SZEGED.HU/CZAKO/CSOPORT.HTML

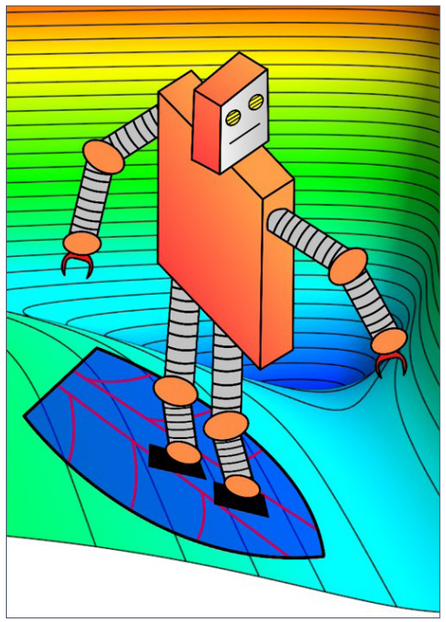
Lendület
Program

2004-ben végeztem az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) vegyész szakán, majd 2007-ben PhD-fokozatot szereztem elméleti kémiából. 2008-tól közel 4 évig az Emory Egyetemen dolgoztam az Egyesült Államokban, ahol az elméleti reakciódinamika területén végeztem kiemelkedően sikeres kutatásokat. 2011 végén tértem vissza Magyarországra, először az ELTE-n dolgoztam tudományos munkatársként, majd 2015-ben a Szegedi Tudományegyetem (SZTE) Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszékén kaptam adjunktusi állást, és megalapítottam az Elméleti Reakciódinamika Kutatócsoportot. 2017-ben 36 évesen védtem meg MTA-doktori értekezésemet, 2018-ban habilitáltam, 2019-től egyetemi docensként tevékenykedem. 2019-ben nyertem el először az MTA Lendület Programjának támogatását, majd 2024-ben ismét Haladó kategóriában. Nevemhez fűződik a Polanyi-szabályok módosítása, az S_N2 reakciók dupla inverziós mechanizmusának felfedezése, a Gauss-diszkretizálás módszerének kiterjesztése többatomos molekulákra, illetve számos kísérleti eredmény minden korábbinál pontosabb modellezése és értelmezése. Eredményeimet a világ vezető folyóiratai közlik, úgymint a *Science*, *PNAS*, *Nature Chemistry* és *Nature Communications*.

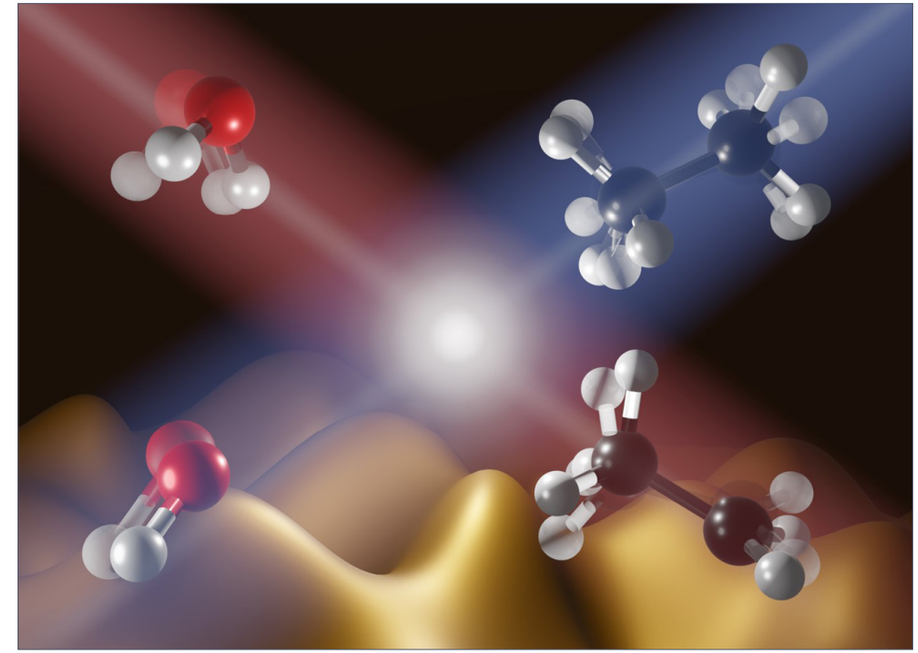
A Lendület-projekt során számítógépekkel követjük a reakciókat lépésről lépésre, ezáltal mozifilmeket készítünk róluk, amik segítenek új reakcióutak felfedezésében. Egy kémiai reakció során atomok és molekulák ütköznek, mint a golyók egy biliárdasztalon. Az atomi világban azonban az asztal felülete nem sima, hanem hegyes-völgyes. A felület alakját az atomok és molekulák elektronjainak mozgása és energiája határozza meg. Ezért először modern számítógépes programokkal és több ezer CPU-óra felhasználásával az atomok sok lehetséges elrendeződésénél kiszámítjuk az elektronok energiáját. Ezek az elektronenergiák adják a felület pontjait, amit egy matematikai függvénnyel közelíthetünk. Az első Lendület-projekt során sikerült egy olyan módszert és számítógépes programot (Robosurfer) kifejlesztenünk, amely automatikusan elvégzi a fenti számításokat, és előállítja az ún. potenciálisenergia-felületet. Most már guríthatjuk az atomokat ezen a göröngyös felületen, és figyelhetjük, hogyan mozognak! Ezzel a „golyógurításos” technikával alapvető kémiai reakciók számos érdekes útját és tulajdonságát tártuk fel. A klóratom (Cl) és az etánmolekula (C_2H_6) reakciója során képződő hidrogén-klorid (HCl) forgásának esete egy 25 éves ellentmondást mutat az elmélet és a kísérlet között. Ezt a problémát sikerült megoldanunk 2020-ban, eredményeinket az MTA is kiemelte a hónap publikációja rovatban, illetve a *Science* magazin is hivatkozta. 2021-ben felfedeztünk egy multiinverziós reakcióutat egy nitrogéncentrumú helyettesítéses reakció tanulmányozása során, valamint egy új oxidion-szubsztitúciós csatornát az $OH^- + CH_3F$ reakció esetén. Továbbá egy innsbrucki kísérleti csoporttal

együttműködve minden korábbinál mélyebb betekintést értünk el a szubsztitúciós és eliminációs reakcióutak versengő dinamikájának tanulmányozása során, ahol a csoportomban végzett szimulációk kulcsszerepet játszottak a reakcióutak elkülönítésében. Az eredményeinket a világ vezető kémiai folyóirata, a *Nature Chemistry* közölte, a cikket az MTA a hónap publikációjának, az SZTE pedig az év publikációjának választotta. 2023-ban megmutattuk, hogyan befolyásolja a központi atom alapvető ion-molekula reakciók mechanizmusait, amely munka szintén bekerült az MTA hónap publikációja rovatába. 2024-ben pedig új reakcióutakat tártunk fel a híres Criegee-köztitermék (CH_2OO) és a kén-dioxid (SO_2) reakciója dinamikájának tanulmányozása során.

Az új, Haladó kategóriájú Lendület-támogatás lehetővé teszi, hogy a 20-25 fős kutatócsoport tovább folytathassa sikeres munkáját. Terveink szerint a jövőben olyan módszereket dolgozunk ki, amelyek a kvantumhatásokat is figyelembe veszik az atommagok mozgásának leírása során, így minden korábbinál mélyebb betekintést nyerhetünk a kémiai reakciók világába.



1. ábra: Robosurfer



2. ábra: Egy kémiai reakció dinamikája *ab initio* potenciálisenergia-felületen

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Papp Dóra, Czakó Gábor, Gyimesi Réka, Gál Dorina, Erdei Laura, Imre Bálint, Molnár Balázs, Horváth Kitti, Tóth Petra, Gruber Balázs, Nacsa András, Tasi Domonkos, Cangtao Yin, Tajti Viktor, Dékány Attila, Győri Tibor

ENYEDY ÉVA ANNA

2019—2024

MTA—SZTE Lendület Funkcionális Fémkomplexek Kutatócsoport

Funkcionális fémkomplexek biospeciációja

Szegedi Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Dömötör Orsolya, Egri Gergő, F. Várkonyi Egon, Gátszegi Gerda T., Giricz Anett, Hajdu Bálint, Herczeg Benita, Horváth Balázs, Jozó Viktor, Kovács Hilda, Kovács Kincső, Köhler Fanni, Małgorzata A. Marć, Mészáros János P., Nagy Abonyi Ádám, Nagy Petra, Németi Gábor, Nové Márta, Tatsiana V. Petrasheuskaya, Pivarcsik Tamás, Pósa Szonja, Pósa Vivien, Rónavári Andrea, Inna Safyanova, Sipos Barnabás I., Spengler Gabriella, Szabados Márton, Szűcs Andor, Szűcsné Tóth Katalin, Takács Aletta, Tóth Gábor, Tusa László

STAFF.U-SZEGED.HU/~ENYEDY/KUTATAS.HTML

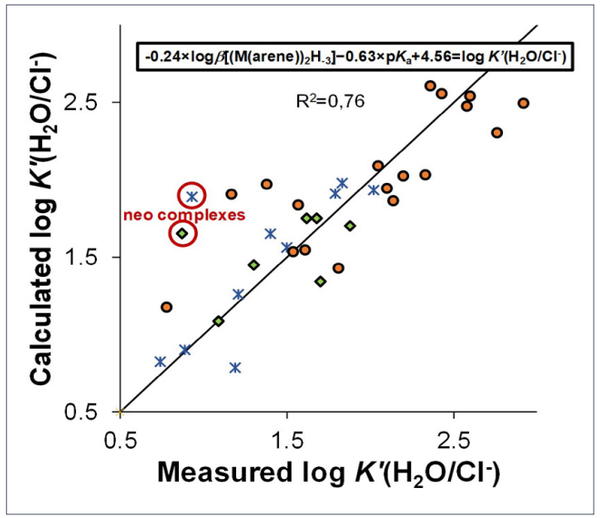
Lendület
Program

A rákellenes gyógyszerek használatát gyakran korlátozzák súlyos mellékhatások és a kialakuló rezisztencia, melyek miatt az új típusú vegyületek előállítása és a viselkedésük minél teljesebb megismerése alapvető fontosságú, ugyanakkor nagy kihívást jelentő feladat. A kutatócsoport munkájának célja rákellenes (fém) vegyületek fejlesztése és azok oldategyensúlyi folyamatainak és a farmakokinetikai viselkedésükben szerepet játszó fizikai-kémiai tulajdonságainak minél mélyebb szintű megismerése. E tulajdonságok és folyamatok átfogó jellemzése különböző műszeres és számításos módszerekkel segíti a kémiai szerkezet, a vizes oldatbeli viselkedés és a biológiai hatás közötti összefüggések feltárását, hozzájárulva a jobb hatásprofilú vegyületek előállításához.

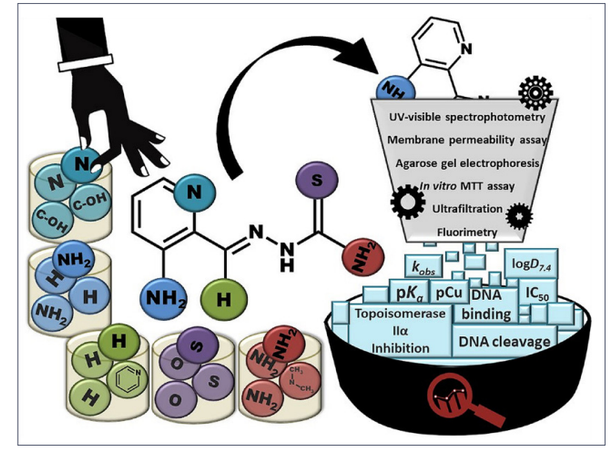
A kutatócsoportban folyó munka elsősorban ruténium-, ródium-, vas- és rézkomplexek, 8-hidroxi-kinolin- és tioszemikarbazon-származékok vizsgálataira irányul. A meghatározott fém—ligandum, fémkomplex—fehérje kölcsönhatásokra vonatkozó termodinamikai adatok birtokában modellezni tudtuk a biológiailag releváns koncentrációviszonyok és bioligandumok jelenlétében számos fémkomplex viselkedését. A vízben jellemzően rosszul oldódó 8-hidroxi-kinolinok esetében sikeresen fejlesztettünk olyan aminosav-származékokat és organoródium-komplexeket, melyek az alapvegyületekhez képest előnyösebb gyógyszerkémiai tulajdonságokkal bírnak, mert vízben jobban oldódnak, erősebb kötődést mutatnak humán szérumalbuminhoz, és multidrogrezisztens rákos sejteken szelektíven hatnak. Számos összefüggést sikerült megállapítani a szerkezet, az oldatkémiai tulajdonságok (protondisszociációs folyamatok, lipofilitás, membránáteresztő képesség, esszenciális fémionokkal képzett komplexek stabilitása és azok redoxipotenciálja) és az *in vitro* citotoxikus hatás között a vizsgált vegyületcsaládok esetén. Rámutattunk például arra, hogy a tioszemikarbazonok különböző típusú metilezése milyen nagy mértékben befolyásolja a képződő rézkomplexek oldatbeli stabilitását, redoxitulajdonságait és ezeken keresztül a rákellenes hatásuk erősségét. Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a terminális diszubsztituált tioszemikarbazonok hatásmechanizmusa a rézionokkal való kölcsönhatásukkal függ össze, és minél stabilisabbak a rézkomplexeik, és lassabb azok glutation általi redukciója, annál erősebb a citotoxikus aktivitásuk. Rámutattunk arra is, hogy a klinikai vizsgálatban lévő COTI-2 kódnevű tioszemikarbazon rézkomplexének glutationnal való kölcsönhatásával kialakuló adduktumnak fontos szerepe van a rezisztencia mechanizmusában. Egyes 8-hidroxi-kinolinok multidrogrezisztens rákos sejteken szelektíven hatnak, és ennek erőssége korrelál a vegyületek protondisszociációs állandóival. Fontos szerepe van sejten belül a vasionokkal való kölcsönhatásnak

is, mert valószínűleg vaskomplexeiket ismeri fel a hatóanyagok effluxáért felelős transzporter, ami sejten belüli vaskoncentráció-csökkenést és sejthalált okoz, de csak a rezisztens sejtek esetén.

A Lendület Program támogatása nemcsak a fenti tudományos eredmények megszületését tette lehetővé, hanem segítette az önálló és stabil kutatócsoport létrejöttét is. A kutatócsoportban a támogatási időszak alatt 7 szakdolgozat, illetve diplomamunka és 5 OTDK-dolgozat született, 2 posztdoktor dolgozott, akik közül egyikőjük egyetemi oktatóvá vált, továbbá 6 PhD-hallgató, akik közül ketten fokozatot szereztek közben. A támogatás hozzájárult ahhoz is, hogy magas szintű tudományos elismerésekben részesülhettem kutatócsoportom tagjaival együtt (Enyedy Éva A.: Az év kutatója díj [2022, Szegedi Tudományegyetem], Polányi Mihály-díj [2023, MTA Kémiai Tudományok Osztálya]; Mészáros János P.: Pro Laudanda Promotione díj [2022, Szegedi Tudományegyetem], Fernando Pulidori-díj [2021, ISMEC nemzetközi konferencia tudományos bizottsága]; Dömötör Orsolya: Bolyai János-ösztöndíj [2020, MTA]).

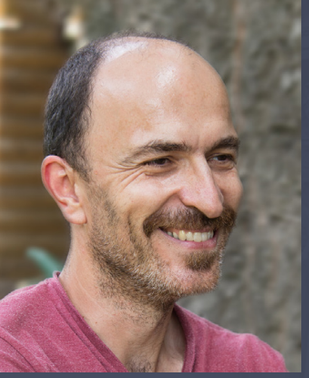


1. ábra: Rh(η5-C5Me5) komplexekre mért (*measured*) és jósolt (*calculated*) kloridion-affinitást jellemző lgK'(H_2O/Cl^-) egyensúlyi állandók közötti összefüggés multilineáris regressziós eljárás alapján



2. ábra: A koordinációs módok variálása a (tio-) szemikarbazon Cu(II)-komplexekben jelentős hatással bír az oldatbeli stabilitásra, a redoxi tulajdonságokra, a citotoxicitásra, a DNS-kötődésre (*DNA binding*), a DNS-hasító képességre (*DNA cleavage*) és a topoizomeráz IIα gátlására *(topoisomerase IIα inhibition)* [P23]

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Kormányosné Pósa Vivien, F. Várkonyi Egon, Dömötör Orsolya, Gátszegi Gerda Tímea, Pivarcsik Tamás, Kovács Hilda, Spengler Gabriella, Enyedy Éva Anna



GEML JÓZSEF

2019—2024

MTA—EKE Lendület Környezeti Mikrobiom Kutatócsoport

A személyre szabott mezőgazdaság felé: a talaj és növényi mikrobióma és a növényegészségügy közötti kapcsolatok feltárása a szőlőtermesztésben

Eszterházy Károly Katolikus Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Batáné Vidács Ildikó, Bíró-Kovács Ramóna, Fintha Gabriella, Geiger Adrienn, Glodia Kgobe, Kosztik Judit, Carla Mota Leal, Lengyel Attila, Lepres Luca, Molnár Anna, Kennedy Okoth Ododa, Margot Otto (Margot Muller), Váczy Kálmán Zoltán

KFK.UNI-ESZTERHAZY.HU/CMS/TARTALOM/MEGTEKINT/KORNYEZETI-MIKROBIOM

Lendület
Program

A Lendület II. pályázatot 2019-ben nyertem el, akkor a hollandiai Leideni Egyetem docense voltam. A Lendület Program kiváló lehetőséget adott arra, hogy megalapítsam magyarországi kutatócsoportomat. Az elmúlt 5 évben kutatócsoportom nemcsak a befogadó intézmény kutatási tevékenységének, tudományos teljesítményének és utánpótlás-nevelésének adott jelentős lökést, hanem egy számos publikációval, konferencia-előadással és hazai kutatócsoportokkal létesített együttműködések révén egész Magyarországon forradalmasította a mikrobiális ökológia területét.

Szőlőmikrobiom témában nemzetközileg elismert tanulmányokat publikáltunk annak diverzitásáról, térbeli és időbeli dinamikájáról, a szőlő egészségéhez való hozzájárulásáról, továbbá a szőlő nemesrothadása során lejátszódó komplex mikrobiális folyamatokról, amelyek közvetlen hatással vannak a borászokra. Nemzetközi viszonylatban is újszerű eredményeink:

1. Azt találtuk, hogy a talaj és a szőlőmikrobiom különbözik a dűlők között, még borvidékeken belül is, az eltérő talaj és a mezoklimatikus tényezők miatt („mikrobiális dűlő”). Ez az információ fontos az adott termőhelyre kidolgozott növényegészségügyi gyakorlatok kialakításában és felhasználható a dűlőborok marketingtevékenységeiben.

2. A tőkeelhalást okozó gombák dominánsak a szőlő fás szöveteiben és kérgében, de hiányoznak a talajból, ahol más növénypatogén gombák dominálnak. A tőkeelhalást okozó gombák természetes részét képezik a szőlőmikrobiomnak, és akkor okoznak betegséget, amikor a szőlő immunrendszere valamiért legyengül. Ez a felfedezés új növényegészségügyi megközelítést kínál, amelyben nagyobb figyelem és szerep hárul a szőlőegyed vitalitására és az azt befolyásoló művelésmódra (pl. metszés intenzitása, tőketerhelés mértéke) (*1. ábra*).

3. Összefüggést találtunk a szőlőlevél kémiai összetétele, mikrobiomja, valamint a mért élettani folyamatai (pl. légzés és fotoszintézis intenzitása) között, ami azt jelzi, hogy a levelekben élő gombák hatással lehetnek a szőlő produktivitására.

4. A szürke- és nemesrothadásban ugyanazon *B. cinerea*-törzsek vesznek részt, de fontos különbségeket találtunk az aktív *B. cinerea*- és a szőlőgénekben egyaránt. A szürkerothadásban a kórokozó-növény kölcsönhatás

dominál, míg nemesrothadás esetén biokémiai útvonalakban gazdagabb folyamatok során képződnek az aszúborra jellemző aromák. A nemesrothadás folyamatában fontos szerep jut más gombafajoknak is.

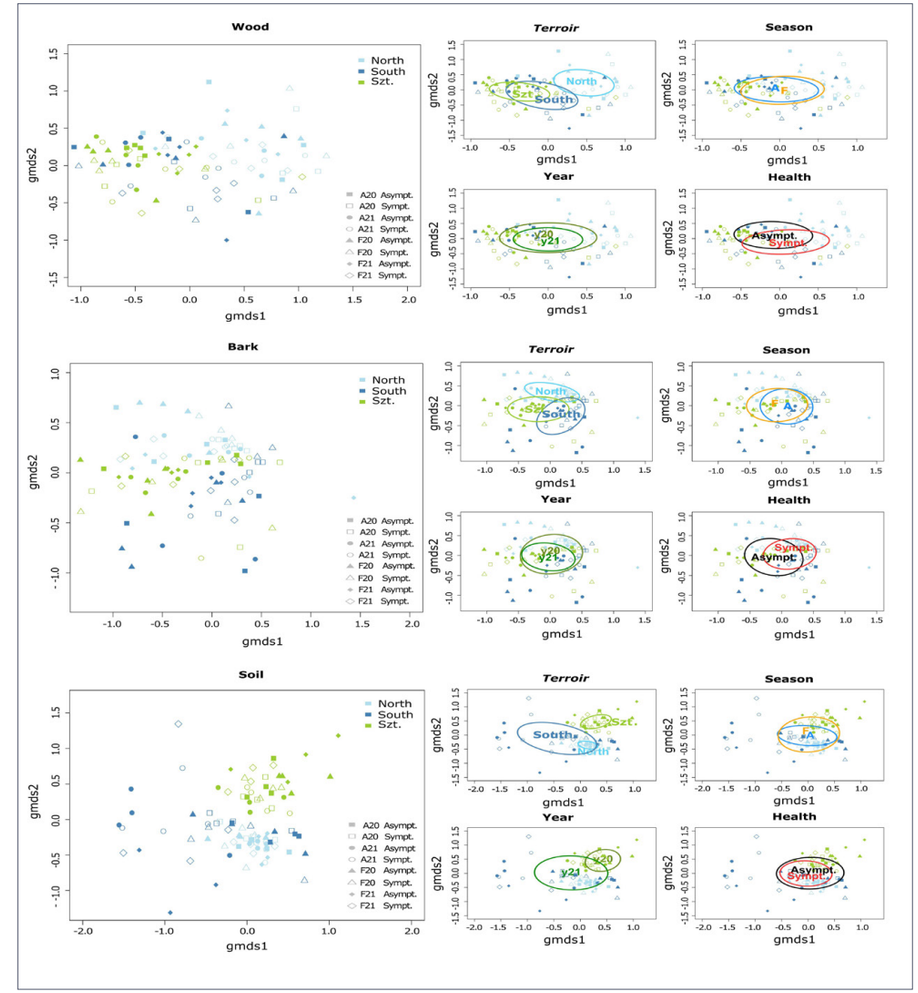
Emellett folytattam kutatásaimat természetes élőhelyek talaj- és növénymikrobiom-közösségeinek tájökológiájával és a klímaváltozás hatásával kapcsolatban sarkvidéki tundrai, valamint magyarországi, mediterrán és trópusi erdei ökoszisztémákban az alábbi új eredményekkel:

5. Feltártuk, hogy a különböző pannon erdőtípusok gombaközösségeit tájszinten leginkább befolyásoló környezeti tényezők közé tartozik a talaj kémhatása és ásványi összetétele, a talajnedvesség és a mikroklíma, amelyekre az alapkőzet és a domborzat egyaránt hatással van (*2. ábra*).

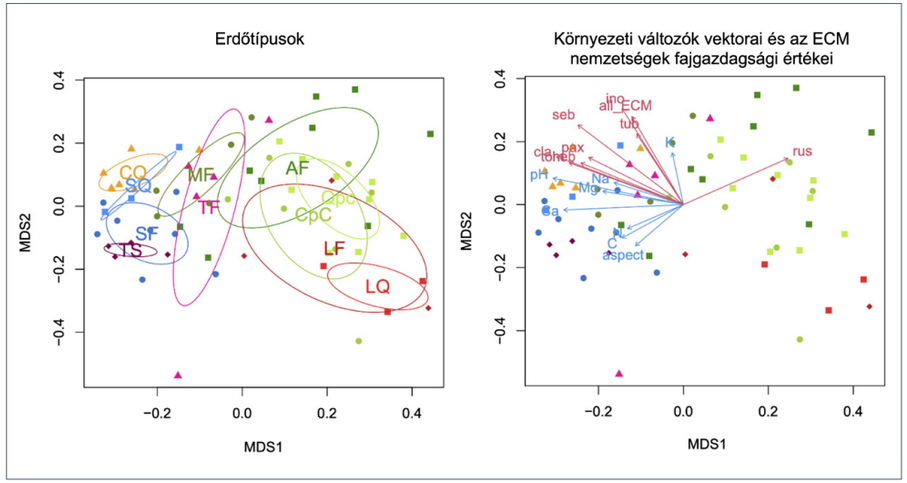
6. A magyarországi és mediterrán erdőkben vizsgált erdészeti kezelések, illetve tájhasználati gyakorlatok jelentős hatással voltak mind a talajban, mind a különböző növényfajok leveleiben található gombaközösségekre. A bolygatás mértékével arányos volt a közösségek változása a kontrollhoz képest.

7. Amazóniai esőerdőben folytatott, a klímaváltozás okozta szezonális aszály hatásait vizsgáló 14 éves kísérlet alapján a talajgombák diverzitásában, funkcionális összetételében és enzimatikus aktivitásában jelentős változásokat figyeltünk meg, ami jelentősen hat az esőerdő bio-geokémiai működésére.

8. Feltártuk, hogy a sarkvidéki tundra gombaközösségeire jelentősen hat a klímaváltozás. A nedves tundraközösségekre elsősorban a nyári hőmérséklet emelkedése, míg a száraz tundraközösségekre a megnövekedett hóvastagság van hatással, ami nemcsak a téli talajhőmérsékletet, hanem a talaj nyári nedvességtartalmát is növeli.



1. ábra: A szőlővel együtt élő növénypatogén gombák közösségi szerkezete fás szövetben (Wood), kéregben (Bark) és talajban (Soil). Az egyes ábrák különböző kategorikus változók szerinti eltéréseket mutatnak, nevezetesen a dűlő (Terroir) (North = Észak, South = Dél, Szt = Szent Tamás), az évszak (Season) (A = augusztus, F = február), az évjárat (Year) (y20 = 2020, y21 = 2021) és az egészségtípus (Health) (Sympt = tünetes, Asympt = tünetmentes) szerint.



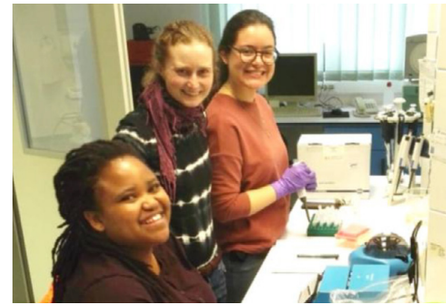
2. ábra: Az ektomikorrhizás (ECM) gombák összetételének különbségei a pannon erdőtípusok között. Az erdőtípusokat jelző ellipszisek, a környezeti változók vektorai és az ECM-nemzetségek fajgazdagsági értékei, valamint a tengerszint feletti magasság és a Huglin-index izolált vonalai négy azonos ordinációs diagramon láthatók. Erdőtípusok nevei: AF: montán bükkös (*Aconito-Fagetum*), CpC: gyertyános tölgyes (*Carici pilosae-Carpinetum*), CQ: molyhos tölgyes (*Corno-Quercetum pubescentis*), LF: mészkerülő bükkös (*Luzulo-Fagetum*), LQ: mészkerülő tölgyes (*Luzulo-Quercetum*), SF: sziklai bükkös (*Seslerio-Fagetum*), SQ: sziklai tölgyes (*Seslerio-Quercetum*), TF: hársas-kőrises sziklaerdő (*Tilio-Fraxinetum*), TS: hársas-berkenyés sziklaerdő (*Tilio-Sorbetum*). Nemzetségek rövidítései: cla: *Clavulina*, heb: *Hebeloma*, ino: *Inocybe*, pax: *Paxillus*, rus: *Russula*, seb: *Sebacina*, tom: *Tomentella*, tub: *Tuber*.

A

B

C

D



E

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): **A:** Molnár Anna, Geml József (hátul), Paula Soler, Lepres Luca; **B:** Paula Soler, Geml József; **C:** Molnár Anna, Geiger Adrienn; **D:** Glodia Kgobe, Margot Muller, Carla Mota Leal; **E:** Geiger Adrienn, Molnár Anna, Lepres Luca, Margot Muller

HARTMANN BÁLINT

2019—2022

MTA—BME Lendület FASTER Kutatócsoport

Állapotbecslésre épülő moduláris eszközrendszer az elosztóhálózat megfigyelhetőségének, fejlesztésének és célzott vezérlésének támogatásához

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Barancsuk Lilla, Cselkó Richárd, Göcsei Gábor, Kertész Dávid, Mátrai Tamás, Németh Bálint, Sinkovics Bálint, Táczi István, Vokony István

RESEARCH.VIK.BME.HU/CSOPORT/BME-FASTER

Lendület
Program

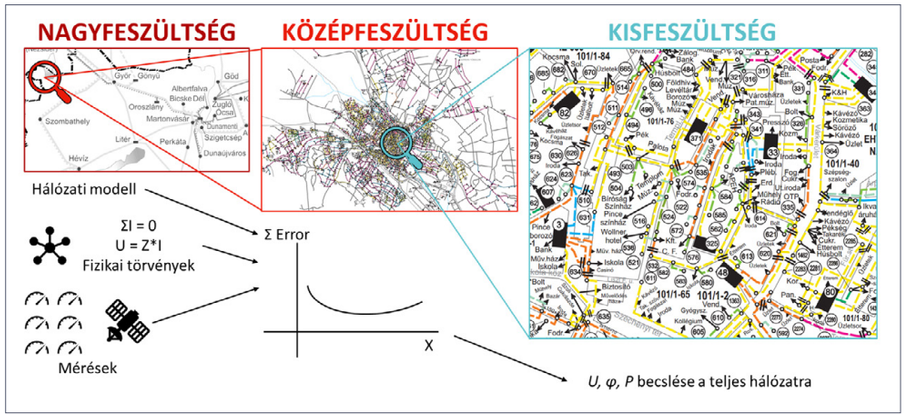
Magyarországon mintegy 165 000 km-nyi vezeték biztosítja a magas színvonalú villamosenergia-ellátást. Ennek több mint fele a lakossági fogyasztókat kiszolgáló kisfeszültségű elosztóhálózat részét képezi, melynek automatizáltsága alacsony. Kutatócsoportunk az E.ON-nal együttműködve azon dolgozott, hogy ezt a jövő kihívásainak megfelelő, okos megoldásokkal felszerelt, innovatív, rugalmas és modern hálózattá alakítsa át.

Kifejlesztettünk és négy kisfeszültségű körzeten sikeresen demonstráltunk egy elosztóhálózati állapotbecslő algoritmust, vizsgálva az egyes modellek komplexitását, az eredmények jóságát, illetve a modellek felépítésének munkaigényét. Az állapotbecslő prototípusa integrálásra került az E.ON KIFÜR rendszerébe, lehetőséget adva éles üzemi körülmények közötti további tesztekre. Az időjárásfüggő megújuló energiaforrások integrációjának támogatására kidolgoztunk egy térbeli-időbeli krigelésen alapuló termelésbecslő eljárást. A módszer a decentralizált termelők elhelyezkedését helyezi fókuszba, ahogy azt a Budapest környéki meteorológiai állomások adataival végzett validáció is bemutatta. A modell alkalmas a kijelölt földrajzi területen lokális fotovillamos termelésbecslésre, a felhasznált adatok kiterjesztésével pedig országos szinten is alkalmazhatóvá válik. Laboratóriumi tesztek során igazoltuk, hogy az intelligens fogyasztásmérők digitalizáló elemei alkalmasak lehetnek a kisfeszültségű kábelek szigetelésében keletkezett sérülések miatt kialakuló intermittens kisülések érzékelésére. A KIFÜR rendszerben megvalósítottunk egy elosztóhálózati transzformátorterhelhetőség funkciót, mely a statikus és külső adatok, valamint az állapotbecslő algoritmus által szolgáltatott terhelésbecslés alapján elősegíti az üzemeltetési döntéseket egy háromszintű állapotjelzésen keresztül, elő- és vészjelzést adva a dinamikus terhelés megközelítésekor és túllépésekor. A projekt során kialakítottuk azt a flexibilis IT-architektúrát, mely megváltozott környezet esetén is könnyen képes új adatkörök fogadására, és lehetővé teszi további modulok inkrementális beépítését. Mindezek stabilabbá és olcsóbbá teszik az informatikai üzemeltetést, illetve időtállóbb megoldást jelentenek, hiszen a funkcióknak nincs fix technológiai kötöttségük. A projekt során kidolgozott kutatás-fejlesztési eredményeket ipari szempontból releváns környezetben demonstráltuk, TRL-6 fejlettségi szintet elérve. A kutatási projekt eredményei irányt mutattak a tekintetben is, hogy modern technológiai megoldások szélesebb körű elterjesztésével hogyan válhat olcsóbbá és hatékonyabbá a hálózat üzemeltetése, javítva az ellátásbiztonságot is.

Kutatócsoportunk kutatásai organikus előzményét képezték az E.ON csoport által indított Flex.ON projektnek, melynek keretében létrejött Magyarország első, rugalmassági szolgáltatásokat nyújtó villamosenergia-piaci platformja.

A Lendület Program támogatása nagyban hozzájárult a csoport nemzetközi kutatás-fejlesztési jelenlétének megerősítéséhez, melyet olyan, a Horizont Európa keretprogramban támogatott konzorciumok fémjeleznek, mint az INTERRFACE, a FARCROSS, a OneNet, a TwinEU és a HYNET.

2008-ban végeztem okleveles villamosmérnökként a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen. PhD-tanulmányaimat Dán András vezetésével a BME Villamos Energetika Tanszékén folytattam, 2013-ban szereztem tudományos fokozatot. 2017-ben az Új Nemzeti Kiválóság Program támogatásával alapítottam meg a FASTER (Future Applications of Sustainable Transmission and distribution Energy Research) Kutatócsoportot, melynek vezetőjeként 2019-ben elnyertem a Lendület Program támogatását. Munkámat Akadémiai Ifjúsági Díjjal ismerték el. 2022-ben habilitáltam, eredményeimet „Energia- és ellátásbiztonság az átalakuló villamosenergia-rendszerekben” címmel foglaltam össze.



1. ábra: Állapotbecslés és megfigyelhetőség a villamosenergia-hálózat különböző feszültségszintjein

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Kertész Dávid, Cselkó Richárd, Mátrai Tamás, Göcsei Gábor, Vokony István, Táczi István, Sinkovics Bálint, Németh Bálint, Barancsuk Lilla, Hartmann Bálint

HORVÁTH GERGELY KRISZTIÁN

2019—2025

MTA BTK Lendület Tíz Generáció Kutatócsoport

Tíz nemzedék és ami utána következik. Vidéki társadalom az úrbérrendezéstől a vidék elnéptelenedéséig (1767—2017)

HUN-REN Bölcsészettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bagdi Róbert, Bán Gergely Károly, Buzgó Gábor, Csikós Gábor, Demeter Gábor, Dominkovits Péter, Gárdonyi Máté, Géra Eleonóra, Gyenge Brigitta, Hegedűs István, Ispán Ágota, Jankó Ferenc, Kiss László, Klestenitz Tibor, Koloh Gábor, Mikle György, Nagy Károly Zsolt, Németh Gábor, Papp István, Pénzes János, Petrás Éva, Radicsné Andrásfalvy Csenge Zsuzsanna, Ring Orsolya, Szilágyi Zsolt, Szulovszky János, Tompa László, Turi Zoltán Krisztián, Vajda Zsófia

10GENERACIO.HU

Lendület
Program

A magyarországi vidéki társadalom jelenlegi helyzetének megértése nem nélkülözheti a történeti elemzést. A pályázat interdiszciplináris módszerekkel dolgozó kutatócsoportok összehangolt munkájával igyekezett fényt deríteni azokra a hosszú lefolyású történelmi folyamatokra, amelyek a Kárpát-medencei vidéki társadalom jelenlegi jellegzetes mintázatainak kiformálódásához vezettek.

Munkánk célja az volt, hogy az agrártársadalom 2 és fél évszázados, 10 nemzedéknyi történetének fehér foltjaira vagy éppen átideologizált és ezért torzan ránk maradt narratíváira koncentrálva, hangsúlyosan olyan kutatásokat fogjon egybe, amelyek egységes keretbe foglalják a 18. század középső harmadától eltelt időszak társadalmi változásait, és megvilágítják mindazon folyamatokat, amelyek a jelen helyzetig vezettek.

Szemléletünkben meghatározó a történeti strukturális örökség, a hosszú időtartam (*longue durée*) alatt megőrzött kontinuitások és az esetlegesen bekövetkező változások feltárásának az igénye, miközben legalább ennyire fontosnak tartottuk, hogy lokális-regionális esettanulmányok segítségével világítsuk meg egy-egy jelenség hátterét.

A projekt 15 kutatóval indult, de a harmadik évtől már 29 kutató munkáját integrálta. Az 5 munkacsoport 7 témában folytatott kutatásokat: (1) a feudális nagybirtok társadalomszervező szerepe; (2) s ennek a nemzetközi historiográfiához illeszkedő terminológiája; (3) a jobbágyfelszabadítás végrehajtása; (4) a történeti elitek vidékképe; (5) a paraszti-falusi népesség egodokumentumai; (6) a regionális területi egyenlőtlenségek változása; (7) Nyugat-Magyarország és Burgenland 1921 utáni fejlődésének összehasonlítása.

A projekt minden területen új eredményeket hozott. A legfontosabbak:

1—2. A nagybirtok nemzetközi historiográfiája és saját kvantitatív kutatásaink alapján kidolgoztuk a késő rendi nagybirtok funkcióit értelmező modellt.

3. A jobbágyfelszabadítás végrehajtása historiográfiájának kritikai elemzése rámutatott, hogy az eddigi szakirodalomban közölt, lokális szinten kellő forráskritika nélkül felhasznált adatok miatt nem lehetséges ezek országos kitekintésű összehasonlító elemzése.

4. A történeti elitkutatásban rekonstruáltuk azt a lassú változást, ahogy a paraszti-falusi népesség fokozatos emancipációja és teljes értékű állampolgárként való elfogadása végbement.

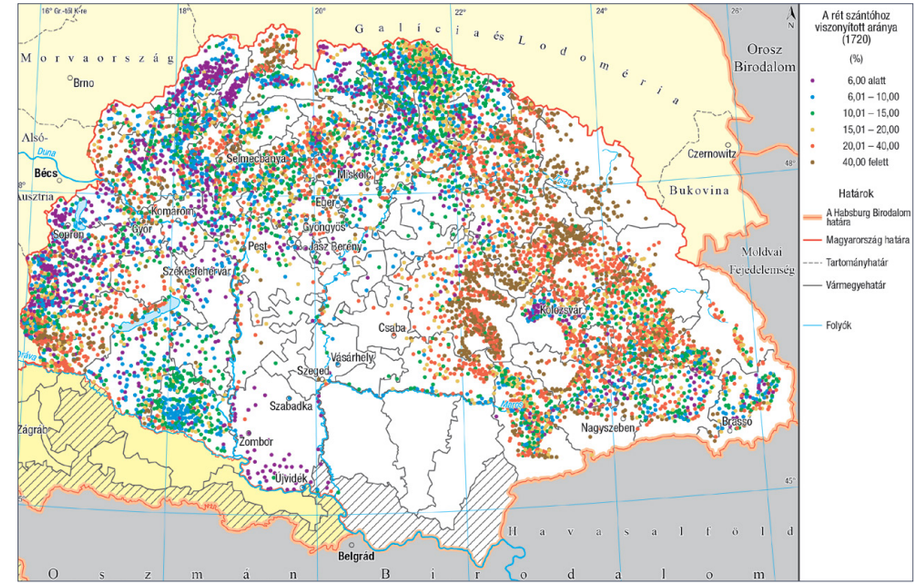
5. Összeállítottunk egy, a honlapunkról elérhető, 430 tételes annotált bibliográfiát a magyar nyelvű paraszti egodokumentumokról.

6. A feudális összeírások és polgári kori népszámlálások alapján az adott kor társadalmi-gazdasági helyzetét reprezentáló, 7 millió adatot tartalmazó községsoros adatbázist építettünk és elemeztünk. Az egyedülálló vállalkozásra az eddigi visszhangok alapján európai szinten is felfigyeltek, s a modern kor előtti társadalmi-gazdasági-demográfiai viszonyok feltérképezésének mintaprojektjeként tekintenek rá.

7. Burgenland esetében kimutattuk, hogy a magántulajdon és a lokális infrastrukturális fejlesztések révén a települések meg tudták tartani népességüket 1955 után, szemben a kollektivizált és nem fejlesztett nyugat-magyarországi falvakkal.

Eredményeinket több mint 100 tanulmányban publikáltuk. A projekt saját könyvsorozatában egy online térképatlaszt és 11 kötetet jelentettünk meg, valamint további 15 kötetet, ebből 2-t angol, 1-et német nyelven. 2 akadémiai doktori disszertáció is elkészült a projekt keretében.

A projekt nagyban hozzájárult a holisztikus szemléletű vidéktörténeti kutatások magyarországi intézményesüléséhez. Eredményeink segítik a területi egyenlőtlenségek történeti okainak megismerését és a területfejlesztési politika döntéseinek megalapozottabbá tételét.



1. ábra: A rét szántóhoz viszonyított aránya (1720)

1. kép: A kutatócsoport tagjai 2019-ben (balról jobbra): Szilágyi Zsolt, Hegedűs István, Tompa László, Demeter Gábor, Mikle György, Gárdonyi Máté, Géra Eleonóra, Jankó Ferenc, Horváth Gergely Krisztián, Szulovszky János, Ispán Ágota, Csikós Gábor, Petrás Éva

JENEY VIKTÓRIA

2019—2024

MTA—DE Lendület Vaszkuláris Pathofiziológiai Kutatócsoport

Az oszteokondrogén transzdifferenciálódás epigenetikus, transzkripciós és metabolikus szabályozása vaszkuláris kalcifikációban

Debreceni Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Haneen Ababneh, Balogh Enikő, Arpan Chowdhury, Csiki Dávid Máté, Erdei Judit, Lente Gréta, Benard Bogonko Nyakundi, Tóth Andrea

Lendület
Program

Tudományos pályámat a Debreceni Egyetem Általános Orvostudományi Karán a Balla György és Balla József által vezetett Szabadgyök Kutató Laboratóriumban kezdtem. Kutatási témám az alacsony sűrűségű lipoprotein (LDL) és a hemoglobin közötti reakciók feltérképezése, valamint az oxidált LDL endotélsejtekre kifejtett hatásának vizsgálata volt. 2002-ben PhD-fokozatot szereztem, majd posztdoktori ösztöndíjasként az amerikai Emory Egyetem Kardiológiai Intézetében folytattam a munkámat. Itt egy antioxidáns enzim, az extracelluláris szuperoxid-dizmutáz állt a kutatási projektem középpontjában. A posztdoktori éveket követően visszatértem a Debreceni Egyetemre, és folytattam a kutatómunkámat. Az extracelluláris hemoglobin számos betegség patomechanizmusában szerepet játszik, melyek egyike a malária. Ez a kapcsolódási pont vezetett tudományos pályám következő állomására, Portugáliába, a Gulbenkian Intézetbe, ahol az oxidált hemoglobinformák cerebrális maláriában betöltött szerepét igyekeztem felderíteni egy kiváló mentor, Miguel Soares vezetésével. A portugáliai posztdoktori éveimet (2008—2010) az Európai Unió által finanszírozott Marie Curie-ösztöndíj tette lehetővé. 2010-ben tértem haza, egy Marie Curie reintegrációs ösztöndíjjal, és folytattam munkámat a Debreceni Egyetemen. A hazatérést követő 5 év a nagy európai uniós pályázatok ideje volt, melynek hatása a mi kutatócsoportunkban is érződött. Soha nem látott mennyiségű pénz és ember áramlott be a csoportba, fokozódott a nyomás, és ezzel párhuzamosan erősödött bennem az önálló kutatócsoport létrehozása iránti vágy. Erre végül 2015-ben került sor — korántsem ideális körülmények között, de elkezdődött a saját kutatócsoportom története.

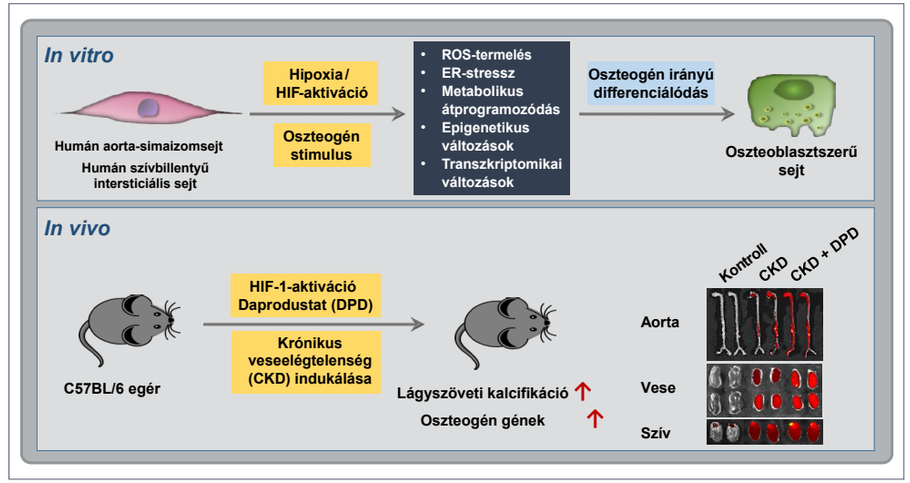
A Lendület-pályázat nagyszerű lehetőség egy új kutatócsoport megalapítására, ezért pályáztam 2015-ben, 2017-ben és 2018-ban is, sikertelenül. A lelkesedésemet és a reményemet az tartotta fenn, hogy a bírálók véleménye mindig pozitív volt, és valahogy a zsigereimben éreztem, hogy egyszer én is belépek majd a „lendületesek klubjába". Még többet dolgoztam, a pályázatba egy cikkre való előzetes eredményt illesztettem be, beszéltem transzkriptomikában, metabolomikában és proteomikában jártas emberekkel, és újra pályáztam. Elmondhatatlan volt a boldogságom és a büszkeségem, amikor 2019-ben elnyertem a Lendület-pályázatot.

Pályázatom témája a vaszkuláris kalcifikáció hátterében álló oszteokondrogén transzdifferenciálódás epigenetikus, transzkripciós és metabolikus szabályozásának felderítése volt. A téma nagyon időszerű és fontos, ugyanis az érrendszeri kalcifikáció egy mindenkit érintő probléma, előfordulása az életkor előrehaladtával emelkedik, és hozzájárul a kardiovaszkuláris eredetű halálozáshoz, mely szerte a világon vezető halálok. Egyes, hazánkban is népbetegségnek

számító betegségekben (krónikus veseelégtelenség, 2-es típusú diabétesz) az érrendszeri kalcifikáció sebessége nagymértékben fokozódik, ami jelentősen rontja a betegek életkilátásait. A pályázat során számos új megfigyelést tettünk, melyek legfontosabbika, hogy a hipoxia és a hipoxiaindukált faktor (HIF) útvonal aktivációja jelentős mértékben fokozza a kardiovaszkuláris kalcifikációt, melyben kulcsszerepet játszanak a hipoxia által indukált metabolikus változások. A pályázat futamideje alatt 19 cikket publikáltunk, melyek egy része a Lendület-pályázat eredményeit mutatja be. Az elkövetkező évben tervezzük a kutatást lezáró átfogó két további jelentős cikk publikálását. A Lendület-pályázathoz köthető 5 PhD-hallgató fokozatszerzése, valamint az MTA doktora címem megszerzése is 2023-ban.

A Lendület-pályázat jelenti kutatói pályám eddigi csúcsát, mely lehetővé tette egy új tudományos műhely kialakítását, ahol jelenleg 2 egykori PhD-hallgatómból tudományos munkatárssá vált kutatóval és számos PhD- és TDK-hallgatóval folytatjuk tovább kalandozásunkat a lágyszöveti kalcifikáció izgalmas és szövevényes világában.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): első sor: Csiki Dávid Máté, Tóth Andrea, Arpan Chowdhury; középső sor: Lente Gréta, Erdei Judit, Jeney Viktória, Haneen Ababneh; hátsó sor: Balogh Enikő, Benard Bogonko Nyakundi



1. ábra: A hipoxia, illetve a hipoxiaindukált faktor (HIF) útvonal aktivációjának szerepe lágyszöveti kalcifikációban. A hipoxia, illetve a HIF-útvonal aktivációja fokozza a humán aorta simaizomsejtjeinek és a humán szívbillentyű intersticiális sejtjeinek reaktív oxigéngyök (ROS)-termelését, az endoplazmatikus retikum (ER)-stresszt, kiváltja a sejtek metabolikus átprogramozódását, valamint traszkriptomikai és epigenetikai változásokat idéz elő. E folyamatok szerepet játszanak a humán aorta-simaizomsejtek és a humán szívbillentyű intersticiális sejtjei oszteoblasztszerű sejtekké való differenciálódásában és a lágyszöveti kalcifikáció HIF-aktiváció hatására bekövetkező fokozódásában.

NAGY MÁTÉ

2019—2024

MTA—ELTE Lendület Csoportos Viselkedés Kutatócsoport

Csoportos viselkedés kutatása innovatív technológiák használatával és fejlesztésére

Eötvös Loránd Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Emil Andersson, Berekméri Evelin, Joanna Bessa, Farkas Anikó, Paula Perez Fraga, Göksel Keskin, Pedro Lacerda, Somorjai Gergő, Szarvas Zoltán, Zábó András, Zafeiris Anna, Tahreem Zaheer

COLLECTIVE.ELTE.HU

Lendület
Program

Az elegánsan köröző nagy madarak csoportos repülése festői látványt nyújt. Míg repülésük erőfeszítés-mentesnek tűnik, valójában minden egyed folyamatosan tervezi és korrigálja a mozgását, hogy a felszálló meleg légoszlop — a termik — legjobb emelkedést biztosító régióiban maradjon. Egyes fajok ennek a technikának az alkalmazásával spórolnak energiát a mindennapi táplálékkeresés vagy évi több ezer kilométeres vándorútjuk során. Az információ, amelyet a madarak mozgásáról tudunk, gyors ütemben bővül, azonban a jeladóval jelölt egyedek száma és az adatgyűjtés sávszélessége továbbra is korlátozó tényező. A számítógépes, automatizált címkézési erőfeszítéseknek köszönhetően nagymértékben növekedett az állatok viselkedésére vonatkozó adatok minősége és mennyisége, ami jelentős előrelépés a korábban megoldhatatlannak hitt biológiai jelenségek tanulmányozásában.

Kutatócsoportunk azt tűzte ki célul, hogy megértsük, hogyan használják az állati csoportok a társas információkat, és ezt hogyan kombinálják az egyéni memóriával és a helyi érzékeléssel természetes viselkedésük során, mint például a kollektív érzékelés, kogníció és döntéshozatal. Az alapkutatás mellett az elmúlt 5 évben új rendszereket fejlesztettünk ki, hogy részletesebben mérhessük a megjelölt és a jelöletlen állatok viselkedését. Ez magában foglalja a számítógépes látás, a bioinspirált robotika és a mesterségesintelligencia-megoldások fejlesztését is.

Egy konkrét esettanulmány a madarak kollektív termikus repülésének kutatása. A multidiszciplináris vizsgálat 2 fő célja: (1) biológiai betekintést nyerni a vadmadarak kollektív viselkedésébe nagy felbontású mérésekkel; (2) bioinspirációt adni azáltal, hogy felfedjük a természetben használt viselkedési algoritmusokat, amelyeket önálló felrepülő drónok alkalmazására használunk. A kutatás innovatív eredménye egy rendkívül hatékony autonóm termikus keringő drón mgvalósítása, amely hatalmas potenciált hordoz magában az alkalmazások terén (például élőlények és élőhelyek monitorozása, keresés és mentés).

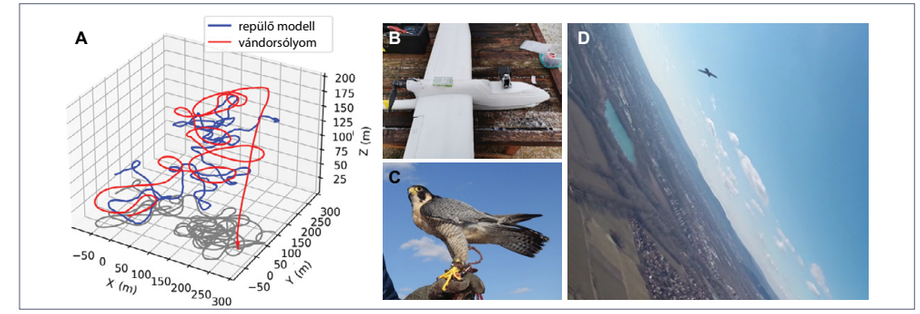
Karrierem egyik legfontosabb pillanata volt, amikor megkaptam a rangos Lendület-támogatást, amely lehetővé tette számomra, hogy megalapítsam önálló kutatócsoportomat az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) Biológiai Fizika Tanszékén. A kollektív viselkedéssel kapcsolatos multidiszciplináris kutatás élvonalába a korábbi kutatási tapasztalataimnak köszönhetően kerülhettem, hiszen különböző tudományágakban is specializálódtam. Biológiai fizikát tanultam mesterszinten, majd 2011-ben PhD-fokozatot szereztem az ELTE-n Vicsek Tamás irányításával. Posztdoktor kutatóként robotikai projekteken kezdtem dolgozni. Ezt követően 2 évig az Oxfordi Egyetem Állattan Tanszékén dolgoztam, ahol

túlnyomórészt zoológusokkal működtem együtt. 2015-ben Németországba költöztem, hogy csatlakozzam a Max Planck Ornitológiai Intézet (később Állati Viselkedés Intézet, MPI-AB) újonnan alakult tanszékéhez. Eközben bővítettem számítástechnikai ismereteimet, kihasználva a mesterséges intelligencia gyors térhódítását és a biológiai kutatásban való alkalmazását.

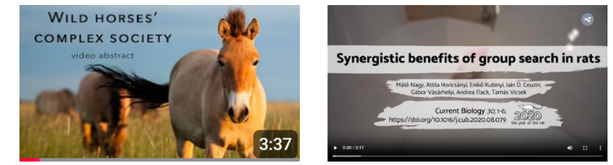
Miután 2019-ben visszatértem Budapestre, olyan kutatócsoportot szerettem volna létrehozni, amely a világ élvonalbeli intézményeivel működik együtt. A Lendület Program támogatott abban, hogy egy nemzetközi, multidiszciplináris kutatócsoportot alapítsak különböző hátterű, a biológia, fizika és számítástudomány területéről kutatási tapasztalatokkal rendelkező PhD-hallgatók és posztdoktorok részvételével.

Jelenleg 5 PhD-hallgatónak vagyok témavezetője (hárman közülük hamarosan megszerzik a fokozatukat). 3 PhD-hallgatóm részt vett vagy jelenleg is részt vesz a Kooperatív Doktori Programban, amely lehetővé teszi fiatal kutatók számára, hogy ipari partnerrel — esetünkben a Vásárhelyi Gábor vezette CollMot Robotikai Kft.-vel — kapcsolatos alkalmazott innovációkon dolgozzanak.

A kutatásunk eredeti célkitűzéseit a legtöbb esetben teljesítettük, sőt egyes területeken túl is szárnyaltuk őket. Összefoglalva kutatási eredményeinket 12 tanulmányt publikáltunk D1-es folyóiratokban, amelyek összesített impaktfaktora 146,6 (átlagos IF: 12,2), ebből 9 tanulmányt nemzetközi szinten elismert folyóiratokban (IF>10), mint a *Nature Communications*, a *Science Advances* és a *Current Biology*, amelyek közül 6-ban első, utolsó vagy levelező szerző voltam. Számos kéziratunk áll jelenleg lektorálás alatt vagy közel a benyújtáshoz.



1. ábra: Kutatásaink illusztrációi. **A—C:** Vitorlázórepülőnk (kék, fotó a **B**-n) és egy jeladóval megjelölt vándorsólyom (piros, fénykép a **C**-n) közös repülésének nagy felbontású GPS pályája (**A**). A repülés végén a sólyom a solymász által kirakott táplálékért váltott zuhanórepülésbe (jobb alsó sarokban). **D**: A fedélzeti kamera által rögzített videó egy képkockájának részlete, amelyen a vadászsólyom is látható.



2. ábra: Példák a médiában közzétett videóabsztraktjainkból (a képekre kattintva megtekinthetők)

1. kép: A kutatócsoport tagjai, balról jobbra: Zábó András, Emil Andersson, Berekméri Evelin, Pedro Lacerda, Göksel Keskin, Nagy Máté

PACH PÉTER PÁL

2019—2024

MTA—BME Lendület Aritmetikai Kombinatorika Kutatócsoport

Aritmetikai kombinatorika

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

2024—2029

MTA—HUN-REN RI Lendület Aritmetikai Kombinatorika Kutatócsoport

Aritmetikai kombinatorika

HUN-REN Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Csonka Bence, Gujgiczer Anna, Nagy János, Palincza Richárd Péter, Sándor Csaba

ARITHMETICCOMBINATORICS.CS.BME.HU

Lendület
Program

Kutatócsoportunk az elméleti matematika, azon belül a diszkrét matematika területén elsősorban olyan kombinatorikai problémákat vizsgál, amelyeknél valamilyen aritmetikai struktúra is szerepet kap. A vizsgált kérdéseket sokszor számelméleti és véges geometriai problémák is motiválják. Kutatásaink során kiemelt szerepet kap az ún. „polinom módszer” különböző új változatainak kidolgozása és más (lineáris) algebrai módszerek továbbfejlesztése.

A BME VIK Számítástudományi Tanszék és a HUN-REN Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet tudományos főmunkatársaként dolgozom. OTKA posztdoktori pályázatom és Bolyai-ösztöndíjas kutatásom befejezése után a Lendület-támogatás elnyerése lehetővé tette számomra egy döntően fiatalokból álló kutatócsoport létrehozását. A problémák vizsgálata során változatos eszközök szükségesek, a csoport tagjainak szakterülete lefedi ezeket a területeket: extremális kombinatorika, algebra, gráfelmélet és számítástudomány. A projekt időszakában rajtam kívül (Bolyai-plakett [2020], European Prize in Combinatorics [2021], Erdős Pál-díj [2023], Frontiers in Science Award [2024]) a csoport több tagja is rangos elismerésekben részesült: Nagy János: Grünwald Géza-emlékérem (2021); Sándor Csaba: Bolyai-plakett (2019), továbbá Palincza Richárd PhD-fokozatot szerzett. A kutatások egy részébe a csoport a még fiatalabb korosztályt is bevonta: 2020-tól kezdődően minden nyáron egy hónapos REU (Research Experience for Undergraduates) program keretében tehetséges BSc- és MSc-hallgatók kaptak lehetőséget, hogy bekapcsolódjanak a kutatásba.

A Lendület-támogatás adta stabilitás és kiszámíthatóság lehetővé tette olyan kutatási program kialakítását és véghezvitelét, amelynek során a nemzetközi érdeklődés középpontjában álló, régóta nyitott kérdésekre sikerült választ adni, illetve bennük előrehaladást elérni. Az eredmények közül kiemelhető, hogy csoportgyűrű-azonosságokra épülő módszerünkkel Nagy Jánossal igazoltuk Alon—Jaeger—Tarsi 1981-es sejtését (*1. ábra*), mely szerint invertálható A mátrix esetén mindig található olyan x vektor, melyre sem x-nek, sem Ax-nek nincs 0 koordinátája. Másképpen megfogalmazva: akárhogyan is veszünk két „koordináta-rendszert” (az n dimenziós térben), lesz olyan vektor, amelyiknek egyik koordináta-rendszerben sincs 0 koordinátája. A sejtés véges testek felett érdekes, ezen belül is a prímtestek esetén volt nyitott. Nagy Jánossal közös eredményünk szerint a sejtés teljesül abban az esetben, ha a test elemszáma elegendően nagy (legalább 83). A kérdés 3 csillagos besorolású az „Open Problems Gardenben”: openproblemgarden.org/op/a_nowhere_zero_point_in_a_linear_mapping.

Az aritmetikai Ramsey-elmélet egy problémájánál Hong Liu és Sándor Csaba mellett karakterizáltam a 2-Ramsey $x+y = p(z)$ polinomiális Schur-egyenleteket, továbbá Jaehoon Kim és Hong Liu mellett aszimptotikusan pontos becslést adtam a monokromatikus megoldások minimális számára.

A 2024-től kezdődő időszakban a csoport fő célja a korábban elért eredményekre építve a polinom módszer különböző változatainak kidolgozása és továbbfejlesztése, valamint a kidolgozott technikák további alkalmazásainak keresése. Kiemelt cél számtani sorozatokkal kapcsolatos problémákban, illetve az Alon—Jaeger—Tarsi-sejtéshez is kapcsolódó additív bázis sejtés vizsgálatában előrelépni.

Fontos megemlíteni, hogy bár a kutatócsoport által vizsgált kérdések a matematikán belülről érkeznek, az elért eredményeket később sokszor más területeken is hasznosítják. Különösen igaz ez a kombinatorikára, amely a számítástudományon és az információelméleten keresztül már a mindennapi életben is hasznosítható alkalmazásokhoz járul hozzá. Például a számtani sorozatokkal kapcsolatos eredmények, illetve az itt kidolgozott módszer a mátrixszorzás lépésszámának gyorsításával kapcsolatos kutatásokban is hasznosult, a vizsgált kérdések egy részének pedig információelméleti vonatkozása is van.

$$\prod_{1\le i\le n}(1-g^{e_i})\cdot\prod_{1\le i\le n}(1-g^{a_i})=0\in\mathbb{F}_p[\mathbb{F}_p^n]\overset{?}{\Longrightarrow}\prod_{1\le i\le n}(1-g^{e_i})\cdot\prod_{1\le i\le n}(1-g^{a_i})=0\in\mathbb{Z}[\mathbb{F}_p^n]$$

1. ábra: Csoportgyűrű-azonosságok az Alon—Jaeger—Tarsi-sejtés bizonyításában

1. kép: A kutatócsoport tagjai: Csonka Bence, Gujgiczer Anna, Nagy János, Palincza Richárd, Sándor Csaba

VALKÓ ORSOLYA

2019—2024

MTA ÖK Lendület Vegetáció- és Magbank Dinamikai Kutatócsoport

Az ökoszisztémák fajgazdagságának és rezilienciájának fenntartása a magbank, magterjedés és megtelepedési dinamika új értelmezésével

Debreceni Egyetem; HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bede Ádám, Borza Sándor, Deák Balázs, Engel Rita, Erdős László, Fadel Nadin, Fekete Réka, Godó Laura, Kelemen András, Kiss Réka, Korom Eszter, Kushbokov Abdubakir, Lukács Katalin, Rádai Zoltán, Süveges Kristóf, Tóth Ágnes, Tóth Benedek

SEED-ECOLOGY.HU

Lendület
Program

Kutatócsoportunk 2020 óta a HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont Ökológiai és Botanikai Intézetében működik. A csoport a magok ökológiai szerepét vizsgálja a gyepközösségek diverzitásának, struktúrájának és dinamikai folyamatainak kialakításában. A magbank mint a növényi terjedés időbeli komponense vizsgálata során minden eddiginél mélyebb talajrétegekből mutattuk ki életképes magok jelenlétét. Jelentős eredményeket értünk el az emberi ruházaton való hosszú távú magterjesztés vizsgálata során, és egy eddig ismeretlen diszperziós útra (mosás általi magterjesztés) is felhívtuk a figyelmet. Restaurációs és terjedésbiológiai szempontból elemeztük a „megtelepedési ablakok” hatékonyságát a propagulum- és mikroélőhely-limitáltság feloldásában elszegényedett fajkészletű gyepekben. Elemeztük az ökoszisztéma-mérnök madár- és emlősfajok szerepét a gyepi ökoszisztémák struktúrájának és dinamikájának kialakításában, és új mechanizmusokat tártunk fel az ökoszisztéma-mérnök élőlények és környezetük kapcsolatára vonatkozóan. A környezeti heterogenitás és növényi diverzitás kapcsolatának finom léptékű elemzésével rámutattunk a mikroklimatikus heterogenitás jelentőségére a síksági gyepek biodiverzitásának fenntartásában. Magalapú restaurációs módszerek hatékonyságát elemeztük táji léptékű restaurációs programokban, és szintetizáltuk az út menti élőhelyek és városi gyepek helyreállításával, valamint a kontrollált égetés európai gyepekben való alkalmazhatóságával kapcsolatos tudást. Kiemelt hangsúlyt fektettünk a tudományos ismeretterjesztésre, többek között elindítottuk a Vadvirágos Kertem című közösségi tudományos programot, melybe több mint 1200 település 6000 lakója kapcsolódott be. Emellett a csoporthoz kötődik az Eurázsiai Kurgán Adatbázis, ami a kunhalmok természeti értékeit szintetizáló legnagyobb nemzetközi adatbázis.

A pályázat futamideje alatt a saját és csoportom tagjai meghatározó szerzőségével 45 Web of Science-ben indexelt folyóiratcikk és 2 monográfia jelent meg. A csoport által jegyzett közleményekre több mint 1500 idézet érkezett. A Lendület Program támogatása jelentősen hozzájárult a csoportunk nemzetközi beágyazottságának növeléséhez. Kutatócsoportunk fő szervezője volt a 18. Eurasian Grassland Conference és a Reproductive Strategies from Genes to Societies — Frontiers in Plant and Animal Reproduction Research rangos nemzetközi konferenciáknak. Vezető szerző és munkacsoport-vezető voltam a European Academies Science Advisory Council (EASAC) két tanulmányában (*Regenerative Agriculture*; *Changing Wildfires in Europe*), emellett a konzervációbiológia egyik legrangosabb folyóiratában, a *Biological Conservation*ben egyike a kilenc szerkesztőnek 2021 óta. Jelentősen növeltük nemzetközi kutatási együttműködéseinket: vezető szerepet töltünk be egy európai szintű, városi gyepek restaurációjával foglalkozó projektben, emellett egy, a száraz élőhe-

lyek biodiverzitását befolyásoló tényezőket kutató nemzetközi kutatási hálózat tagjai vagyunk, mely kutatások eredményeiből társszerzős cikkeik jelentek meg a legrangosabb folyóiratokban (*Science*, *Nature*, *Nature Plants*, *Nature Climate Change*). Kutatásainkat kiterjesztettük a közép-ázsiai régióra, ahol a magbank restaurációban betöltött szerepét kutatjuk, valamint egy nemzetközi kutatási hálózatot vezetünk Eurázsia kurgánjaival kapcsolatban.

Az 5 év során a csoport jelentős fejlődésen ment át. Kezdetben 5, jelenleg 15 kutató munkája kötődik szorosan hozzá. Sikerült egy jelentős növényházi kísérleti rendszert kiépítenünk Vácrátóton, ami lehetővé teszi, hogy a magökológiai vizsgálatokat egyre nagyobb volumenben végezhessük. Elnyertem az Élvonal kutatói kiválósági pályázatot, emellett alprojektvezetője vagyok az MTA FFT FTP program „Fenntartható városok" altémájában. Ezek a pályázati források lehetővé teszik, hogy a csoport munkája tovább folytatódjon.

1. kép: Tanulmányunk borítóképe

2. kép: Növényházi kísérleti rendszer építése

3. kép: Szakmai kirándulás a csoport által szervezett nemzetközi konferencián

2020

CSIKVÁRI PÉTER

2020—2025

MTA RAMKI Lendület Leszámlálás Ritka Gráfokban Kutatócsoport

Leszámlálás ritka gráfokban

HUN-REN Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Aditya Bandekar, Bärnkopf Pál, Beke Csongor, Borbényi Márton, Csáji Gergely Kál, Csóka Endre, Harangi Viktor, Hegedűs Dániel, Jánosik Áron, Joanna Jasińska, Osztényi József, Benjamin Mascuch, Pituk Sára, Tárkányi Damján, Telekes Márton, Tóthmérész Lilla

RENYI.HU/KUTATOCSOPORTOK/LESZAMLALAS-RITKA-GRAFOKBAN

Lendület
Program

Kutatócsoportom 2020 szeptemberében alakult meg Borbényi Márton, Csóka Endre, Harangi Viktor és Tóthmérész Lilla tagokkal. Rengeteg projektünkben részt vett még Bencs Ferenc, az amszterdami Centrum Wiskunde & Informatica munkatársa, továbbá számos egyetemistával és doktorandusszal dolgoztunk együtt az elmúlt években.

Kutatócsoportunk hálózatok kvantitatív megértésével foglalkozik. Nevében a „gráf” szó nem más, mint a matematikai szakkifejezés a hálózatokra. A „ritka” szó a hálózatban lévő összeköttetések számára, sűrűségére vonatkozik. A ritka hálózatokban a hálózat méretétől függetlenül van egy felső korlát arra, hogy egy csúcsnak hány összeköttetése van. Ilyenek az úthálózatok és a molekulák is mint atomok és kötések hálózatai. A kutatócsoport nevében a „leszámlálás” szó pedig arra utal, hogy egy hálózattal kapcsolatban rengeteg struktúrát vizsgálnak a matematikusok: feszítőfák, párosítások, független halmazok, színezések, melyek aszimptotikus leszámlálása összefüggésben áll azzal, hogy az adott rendszerre mennyi további feltétel szabható ki, vagyis mennyi a rendszerben levő „szabadsági fok”.

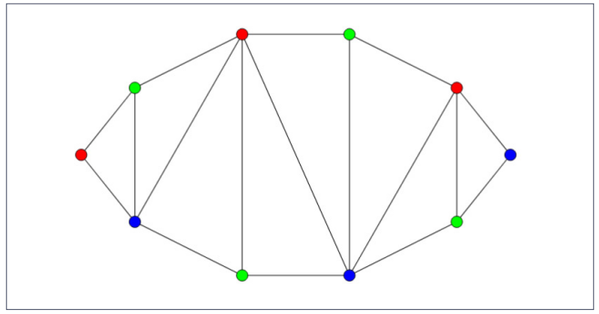
A fenti struktúrák rendszeresen előkerülnek matematikai, statisztikus fizikai és számítógép-tudományi problémák során, legyen az legrövidebb útvonal megtalálása két pont között egy úthálózatban vagy egy az internet sérülékenységével kapcsolatos kérdés.

A csoport közel 30 cikket publikált eddig és még számos további kézirat van előkészületben. Az alábbiakban 2 fontos eredményünket emeljük ki.

Matematikusok és fizikusok is aktívan vizsgálják az ún. Potts-modellt. Amir Dembo (Stanford), Andrea Montanari (Stanford), Allan Sly (Princeton) és Nike Sun (MIT) több cikkben vizsgálták ennek a modellnek a szabad energiáját egy speciális hálózatosztályra. Bencs Ferenccel és Borbényi Mártonnal közösen mi egy jóval általánosabb modellben kiterjesztettük eredményeiket, egyúttal leírtuk a rendszerben végbemenő állapotváltozásokat is.

Másik kutatásunkban az ún. Tutte-polinomot vizsgáltuk. Merino és Welsh 1999-ben fogalmazott meg egy sejtést e polinom értékeivel kapcsolatban, amit aztán hamar kiterjesztettek matroidokra is. Mind a gráfokra, mind a matroidokra vonatkozó sejtéssel kapcsolatban nagyon sok részeredmény volt ismert, rengeteg speciális osztályra igazolták. Mi azt mutattuk meg Beke Csongorral, Csáji Gergely Kállal és Pituk Sárával, hogy a Merino—Welsh-sejtés matroidokra vonatkozó változata nem igaz.

2007-ben végeztem az Eötvös Loránd Tudományegyetem matematika szakán, és ugyanitt doktoráltam 2011-ben. 2010 óta állok az egyetem alkalmazásában előbb tanársegédként, majd adjunktusként, jelenleg docensi pozícióban. 2010 és 2013 között a Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézetben voltam fiatal kutató, majd 2013 és 2016 között a Massachusetts Institute of Technologyn (MIT) posztdoktor. 2017 és 2019 között az Európai Unió Marie Skłodowska-Curie-ösztöndíjával dolgoztam az ELTE-n. 2020 óta a Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézetben vezetem a Lendület-kutatócsoportot. 2015-ben Junior Prima díjat kaptam, 2021-ben az MTA Erdős Pál-díjjal tüntetett ki.



1. ábra: Egy gráf színezése 3 színnel: szomszédos csúcsok különböző színt kapnak. Számos, a való életben előforduló probléma elkódolható, mint egy gráf jó színezése. Ezek száma pedig összefüggésben áll azzal, hogy a rendszerre mennyi további feltétel szabható.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Borbényi Márton, Csikvári Péter, Tóthmérész Lilla, Harangi Viktor

KOVÁCS JÓZSEF GÁBOR

2020—2025

MTA—BME Lendület Könnyűszerkezetes Polimer Kompozitok Kutatócsoport

Könnyűszerkezetes polimer kompozitok

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Tatyana Ageyeva, Bárány Tamás, Boros Róbert, Csapó Maja, Csepel Zsófia Luca, Hajagos Szabolcs, Kovács Norbert Krisztián, Krizsma Szabolcs, Párizs Richárd Dominik, Semperger Orsolya Viktória, Suplicz András, Szebényi Gábor, Szuchács Anna, Tóth Csenge, Török Dániel, Zink Béla

PT.BME.HU/PALYAZAT_ADATOK.PHP?PID=192&L=M&F=PALYAZATI

Lendület
Program

Kutatócsoportunk a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Polimertechnika Tanszékén tevékenykedik. Jelenleg 7 PhD-végzettségű kutató mellett 5 doktorandusz és 2 mesterszakos hallgató alkotja a kutatócsoportot.

Célunk egy hibrid technológia kifejlesztése, amely nagy teljesítményű kompozit szerkezetek előállítását teszi lehetővé újrahasznosítható, hőre lágyuló mátrixszal. A technológia ötvözi a termoplasztikus gyantainfúzió (T-RTM), a fröccsöntés és a 3D nyomtatás előnyeit, lehetővé téve az anyagtulajdonságok egyedülálló kombinációját és geometriai korlátoktól mentes kompozit szerkezetek tömeggyártását. Ezek a kompozitok kisebb súlyúak, jobb a mechanikai teljesítményűek, esztétikusak és újrahasznosíthatóak lesznek, és a fejlesztett eljárások bármelyik két technológia kombinálásával alkalmazhatóak a termék követelményeinek megfelelően.

A T-RTM technológia (*1. ábra*) nagyméretű, sík felületű termékek előállítására alkalmas hőre lágyuló anyagokból oly módon, hogy az alapanyag a gyártási folyamat közben nyeri el végleges kémiai szerkezetét, tehát a polimerizáció is a szerszámban zajlik le. Ennek a megoldásnak az az előnye, hogy a szerszámüregben az áramlás során az alapanyagnak még nagyságrendekkel jobb a folyóképessége, mint a végleges, már polimerizálódott anyagé, így lehetővé válik a különböző előformák átimpregnálása a kitöltés során.

A fejlesztés alatt álló technológiában a T-RTM segítségével tehát többnyire sík, merevítő elemeket nem tartalmazó, de nagy szilárdságú alapgeometriát hozhatunk létre, ezért jelenlegi fejlettségi szintjén nem versenyképes az alapanyagok problémái és a geometriai, valamint előforma-rendszerek korlátai miatt.

Elsődleges célunk a T-RTM technológia továbbfejlesztése volt, különös tekintettel a polimerizáció tökéletlenségeinek javítására és a termékek geometriájának fejlesztésére. Ennek eredményeként olyan módosításokat hajtottunk végre, amelyek javították a polimerizációt, és kidolgoztunk egy rendszert, amely lehetővé teszi a kompozit lemezek megerősítését bordákkal vagy egyéb geometriai elemekkel fröccsöntés vagy 3D nyomtatás segítségével.

A teherviselő képesség javítására speciálisan tervezett, adott irányokban megerősített előformákat gyártottunk. Célul tűztük ki, hogy az előformákat végtelen szálerősítésű 3D nyomtatással hozzuk létre (*2. ábra*), azonban a piacon nem volt kapható olyan berendezés, ami megfelelt volna a céljainknak. Megoldásként saját 3D nyomtató berendezést fejlesztettünk, amely 50 ezer elemi szállal

erősített filament nyomtatására is alkalmas lehet. Ezzel a berendezéssel és más 3D nyomtató berendezésekkel különböző előformákat készítettünk, amelyeket teszteltünk mind TRTM, mind fröccsöntés előgyártmányaként.

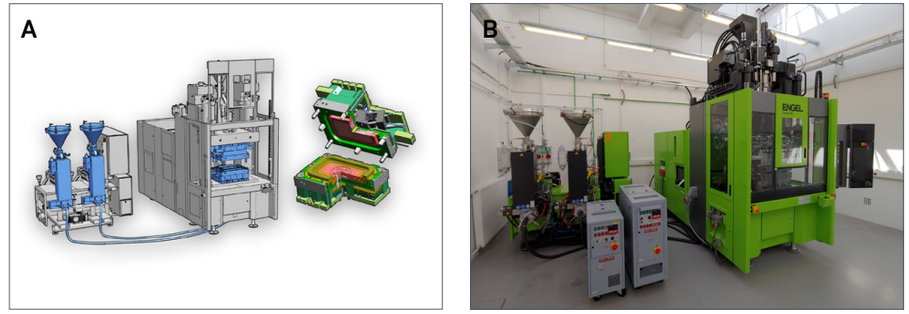
Kifejlesztettük a T-RTM technológia folyamatmodellezését, amely elsőként kombinálja a gyantaáramlást, az infiltrációt és az *in situ* polimerizációt, valamint egy új szimulációs módszert is kidolgoztunk a ráfröccsöntési folyamat kötési erejének számítására, amelyet a Moldex3D fejlesztői is beépítenek a szoftverükbe.

Annak érdekében, hogy igazoljuk a Lendület-kutatócsoport munkájának gyakorlati hasznosságát, olyan demonstrációs eszközöket kerestünk, amelyekkel a legtöbb általunk fejlesztett technológia, anyag és módszer átültethető a gyakorlatba.

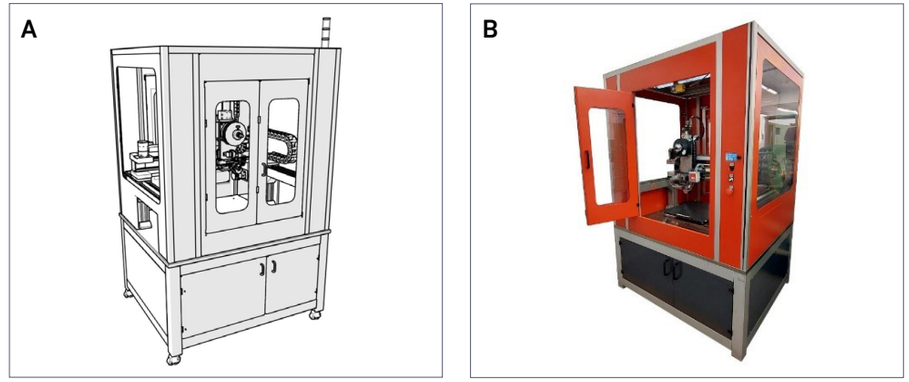
Ennek eredményeként kutatócsoportunk csatlakozott a Megújuló Energiák Nemzeti Laboratóriumhoz, hogy a többi csoporttal együttműködve olyan energiacellát állítsunk elő, amely a mi kutatási témáinkat, a hibrid technológiákat, a fröccsöntést, a 3D nyomtatást és a T-RTM technológiát az általunk kialakított számítási és szimulációs modellek segítségével egyesítve olyan bipoláris lemezeket és végszerelési módot hoz létre, ami az energiacellákat könnyebbé teszi, javítva az energiahatékony működésüket.

A Polimertechnika Tanszék a kutatócsoporton keresztül „Hajtómű-rendszerek nagy pontosságú és igényes alkalmazásokhoz integrált, fejlett polimer anyagokkal” című pályázatával támogatást nyert egy szlovén és egy magyar céggel közösen ahhoz, hogy robotkarok hajtóművi elemeiben az acélt könnyűszerkezetes, polimerkompozit megoldásokkal váltsa ki. A pályázatban a hagyományos (fröccsöntési) gyártástechnológiák mellett a szálas, 3D nyomtatási technológiákat és a két eljárás kombinációját is kipróbáljuk a Lendület-csoport hibrid megoldásaiban.

A Lendület-projekt első 3 éve alatt már 2 doktorandusz megvédte a doktoriját a kutatócsoport témáiból, a kutatócsoport tagjainak vezetésével közel 100 (MSc, BSc és TDK) dolgozat készült. A kutatócsoport eddig közel 40 tudományos publikációt írt, amelyek közül 25 impaktfaktorral rendelkező folyóiratban jelent meg (IF≥130, [WoS/SCI] független hivatkozás ≥ 150), ezek közül 8 cikk D1 besorolású volt.



1. ábra: T-RTM fröccsöntőgép: **A:** a T-RTM berendezés modellje; **B:** a berendezés (az *in situ* egység, az olajos temperálók és a függőleges zárású 2K gép)



2. ábra: Saját fejlesztésű 3D nyomtató: **A:** a berendezés megtervezett modellje; **B:** a legyártott berendezés

MARÓTI GERGELY

2020—2025

MTA SZBK Lendület Extracelluláris Elektron Transzfer Kutatócsoport

Extracelluláris elektrontranszfer (EET) mikrobiális közösségekben

HUN-REN Szegedi Biológiai Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Farkas Attila, Margaret Gitau, Hupp Bettina, Makra Máté, Pap Bernadett, Vaishali Rani, Prateek Shetty, Tajti Katalin, Wirth Roland

BIOLOGICALRC.WIXSITE.COM/MAROTILAB

Lendület
Program

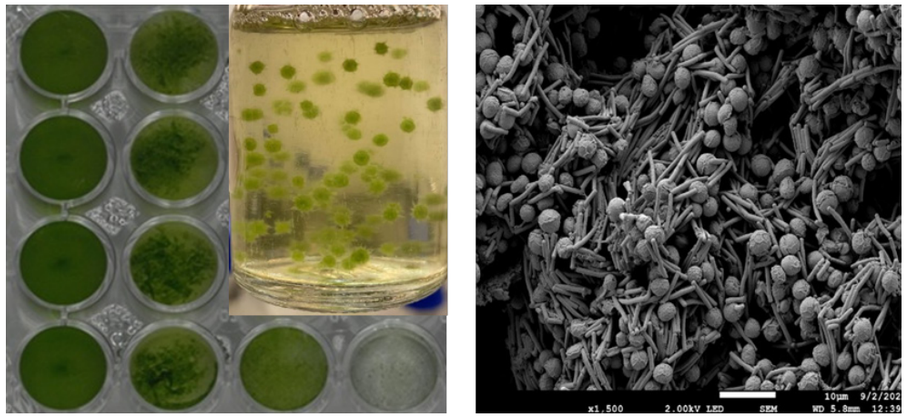
A Lendület-pályázat során megcélzott mindkét nagy témakörben (természetes és szintetikus alga-baktérium konzorciumok, illetve komplex anaerob degradációs mikroorganizmus-közösségek) jelentős eredményeket értünk el a mikrobiális interakciók megismerése terén.

Az alga-baktérium közösségek esetében kiindulásként egy egyszerű, de hatékony üzemanyagcella-modellt hoztunk létre (légmentesen zárható, folyadék- és gázmintavételre is alkalmas üvegedény-alapú cellák), melyben kontrollált kiindulási összetételű mikrobiális közösségeket vizsgáltunk (pontosan meghatározott kezdeti sejtszámok ez egyes részt vevő partnerekre vonatkozóan). Tápoldatként szintetikus, illetve ismert összetételű valós szennyvizeket alkalmaztunk. A felállított mikrobiális üzemanyagcella-modellekben a szervesanyag-biomassza konverzió, a sótűrés, illetve a sótűrés növekedésének a molekuláris hátterét fiziológiás (fotoszintézis-vizsgálatok), mikroszkópos/morfológiai, (meta)genomikai, (meta)transzkriptomikai, illetve metabolomikai módszerekkel kutattuk. Nagyszámú szintetikus mikrobiális közösség teljesítményét vizsgáltuk a cellákban mind biomasszahozam, mind hidrogén- és áramtermelés tekintetében. Kifejlesztettünk egy új típusú, 48 lyukú lemezeken alapuló, nagy áteresztőképességű vizsgálati technológiát, amellyel képesek vagyunk nagyszámú párhuzamos, természetes és mesterségesen összeállított alga-baktérium kombináció gyors funkcionális analízisére, szűrésére. Az elsődleges szűrési kritériumok a specifikus biomasszahozam változása, a különféle makromolekulák (fehérjék, szénhidrátok, lipidek) akkumulációja és specifikusan a hidrogéntermelés. Az így kiválasztott ígéretes kombinációkat vizsgáltuk részletesen fiziológiás, genomikai, molekuláris és morfológiai megközelítésekkel, mely vizsgálatok eredményeképpen az algák és baktériumok együttműködése területén fontos törvényszerűségeket, molekuláris mechanizmusokat sikerült azonosítanunk (*1. kép*).

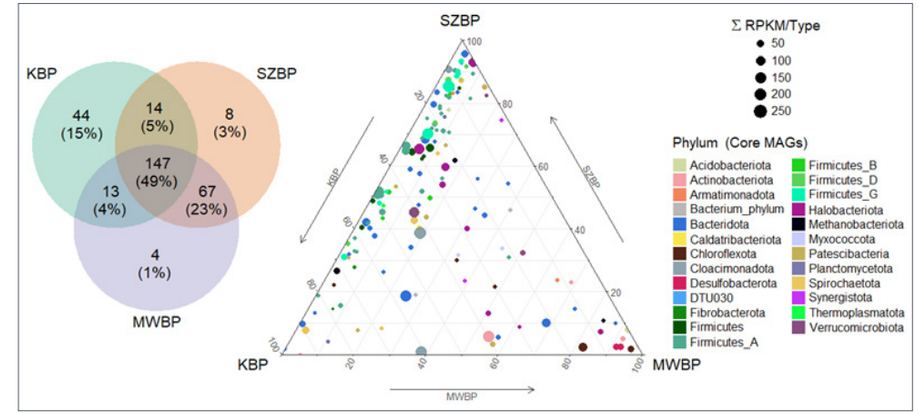
Az anaerob biodegradációs rendszerek komplex mikrobiális közösségei esetében is fontos új strukturális és funkcionális megfigyeléseket tettünk és publikáltunk. A fő célunk az anaerob biodegradációs rendszerek (biogázfermentorok) mikrobiális közösségeinek molekuláris, genomikai szintű megfigyelése, a komplex inter kingdom közösségek (baktériumok, archeák, gombák) dinamikus változásainak követése, a rendszerek érzékenységének vizsgálata külső fizikai-kémiai, illetve biológiai jellegű beavatkozásokra, továbbá az egyes mikroorganizmusok egymással való kölcsönhatásának minél mélyebb megértése, feltérképezése (beleértve az elektronáramlási folyamatokat, a sejtek és mikrobiális fajok közötti elektronátadási eseményeket is). Mintákat egyrészt laboratóriumi biogázkísérletekből veszünk, másrészt ipari biogázüzemekkel állunk kapcsolatban, ahonnan valós ipari mintákhoz jutunk. Számos új fejlesztést

építettünk be az anaerob rendszerek genomszintű vizsgálatai közé, elsősorban a bioinformatikai elemzések területén értünk el fontos eredményeket. A genomcentrikus metagenomikai és a metatranszkriptomikai adatok kombinálását mi alkalmaztuk először új fajok és eddig nem azonosított közösségi funkciók leírására. A sejtek közötti direkt elektrontranszferben (DIET) vélhetően fontos szerepet játszó, többféle új citokróm-C-oxidáz gént azonosítottunk. Érdekes rendszer-biológiai eredményeink mellett új mikrobafajokat is azonosítottunk, melyek leírása és az anaerob biodegradációban betöltött specifikus szerepük megerősítése folyamatban van (*1. ábra*).

A Lendület-pályázat első 3 évében 20 tudományos cikket publikált a kutatócsoport nemzetközi referált folyóiratokban, melyek összesített impaktfaktora több mint 100. A Lendület-pályázat rangjánál fogva megnövekedett elérést generált kutatócsoportunk számára mind hazai, mind nemzetközi szinten. A pályázat által lehetővé tett konferencia-részvételek, előadások, poszterek révén kutatócsoportunk felkerült a nemzetközi térképre, elsősorban az alga-baktérium interakciók és a biogáz-mikrobiológia területein. Eredményeink 2023-ra már több „invited lecture" meghívásban is megmutatkoztak rangos nemzetközi szervezetek konferenciáin (FEMS, ICGEB).



1. kép: Hidrogéntermelő alga-baktérium konzorciumok



1. ábra: Különböző szubsztráttal működő biogázfermentorok magmikrobiótája. Az ábrák az egyes bakteriális és archaeális MAG-ok (metagenomokból összerakott genomok) megoszlását (Venn-diagram) és relatív abundanciáját (színes körök mérete) ábrázolják a 3 biogázfermentorban összehasonlítva. KBP, SZBP, MWBP: a különböző szubsztrátokkal üzemelő biogázüzemek egyedi jelölése.

2. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Margaret Gitau, Prateek Shetty, Pap Bernadett, Farkas Attila, Vaishali Rani, Wirth Roland, Tajti Katalin, Makra Máté, Maróti Gergely

NIEDERREITER ZOLTÁN

2020—2025

MTA—ELTE Lendület Asszír és Babilóni Istenvilág Kutatócsoport

Az istenek világa az i. e. I. évezredben: Az újasszír, újbabilóni és Akhaimenida-kori pecséthengerek korpusza és amerikai, francia és magyar gyűjteményekben őrzött pecséthengerek kiadása

Eötvös Loránd Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bácskay András, Balogh Roland, Erdős Gábor Zoltán, Kilián Ágost, Kulisz Diána, Kuti Benjamin, Lőrincz Huba, Nyitrai Mónika, Roboz Erika, Simkó Krisztián, Weiszburg Tamás, Winkler Nemes Gábor

DIVINE-WORLD-GLYPTICS.COM/HU

Lendület
Program

Az ókori mezopotámiai anyagi kultúra talán leggazdagabb tárgycsoportját a különböző kövekből készült, megmunkálásuk szempontjából a legmagasabb technológiai színvonalat képviselő, változatos témájú ábrázolásokat hordozó pecséthengerek képezik. A nagy birodalmak — az Újasszír, az Újbabiloni és az Akhaimenida Birodalom (Kr. e. 1000—300) — korszakára datált pecséthengerek korpuszát még nem gyűjtötték össze és nem mutatták be. A projekt legfontosabb célja egy olyan adatbázis létrehozása volt, amely e pecséthengerek teljes korpuszára kiterjed. A világ könyvtáraiból és kutatóközpontjaiból 5500 műtárgy fotódokumentációját gyűjtöttük össze. Továbbá kb. 1000 pecséthengert tanulmányoztunk, amelyek egyharmada még publikálatlan, Európa 18, Amerika 9 és Izrael 2 múzeumi gyűjteményében. Az összehasonlító elemzés mellett az volt a célunk, hogy a tárgyakat eredetük, anyaguk, gyártási technikájuk, képi ábrázolásuk és feliratuk alapján bevonjuk a történelmi, vallási, kulturális és filológiai kutatásokba. Számos publikáció mellett a projekt főbb eredményeit a Szépművészeti Múzeumban rendezett időszaki kiállításon mutattuk be.

A *Mezopotámia. Istenek és démonok királysága* című kiállítás terve egy időben fogalmazódott meg a Lendület-pályázatra benyújtott kutatási projekttel (2020. március). Egyrészt az 5 éves projekt keretében a kutatócsoportunk által elvégzett kutatómunka, másrészt az ArScAn (Archéologies et Sciences de l'Antiquité) intézményéhez tartozó HAROC (Histoire et Archéologie de l'Orient Cunéiforme) kutatócsoportban, illetve a Bibliothèque nationale de France, Département des Monnaies, médailles et antiques gyűjteményében végzett kutatásaink eredményei tették lehetővé a kiállítás alapjainak lerakását és az elmúlt másfél esztendőben a megvalósítását. A kiállítási katalógus 48 tanulmányt tartalmaz, amely 24 kutató tollából született, akik Bécs, Berlin, Budapest, Chicago, Leiden, London, München, New Haven, Párizs, Róma, Toronto, Varsó és Washington egyetemeinek és múzeumainak munkatársai. Az ő kéziratainknak köszönhető, hogy a kiállítási katalógus valóban nemzetközivé vált, és reméljük, hogy sikerült bemutatnunk az olvasóknak az ókori asszír es babilóni istenvilággal kapcsolatos legújabb kutatások sokszínűségét.

A kiállításon bemutatott több mint 150 ókori tárgy 7 neves európai gyűjteményből érkezett. A kölcsönzött tárgyak kiválasztásakor külön hangsúlyt fektettünk a lelőhellyel rendelkező darabokra, amelyek Asszíria nagy központjaiból (Assur, Dúr-Sarrukín, Kalhu) és Babilónia legfontosabb városából, Babilonból kerültek elő. Ezek elsődlegesen palotákból, templomokból és városkapukból származó szobrászati és feliratos emlékek: isteni lényegű alakokat ábrázoló palotadomborművek és kisplasztikák, valamint irodalmi szövegek és királyfeliratok. Ugyanakkor kiállításunkon megjelennek azok a tárgyak is, amelyek az emberek

vallásos, mágikus életéhez kötődtek: amulettek és bajelhárító eszközök, valamint az isteneknek készült fogadalmi tárgyak. Célunk, hogy az írott, képi és tárgyi források együttes tanulmányozásával minél színesebb és átfogóbb képet adjunk a témakör egyes aspektusairól.

A *Mezopotámia: Istenek és démonok királysága* című kiállítás és a hozzá készült kiállítási katalógus a Szépművészeti Múzeum és kutatócsoportunk közös munkájának eredménye. Mivel Magyarországon eddig nem rendeztek az ókori Mezopotámia témakörében időszaki kiállítást, reméljük, hogy a tárlat a hazai és a Magyarországra ellátogató érdeklődőkhöz közelebb hozza az ókori mezopotámiai örökséget. Ugyanakkor — elsődlegesen az újasszír és újbabiloni kori forrásokra fókuszálva — az asszириológiai, illetve az ókori Mezopotámiával kapcsolatos művészeti és régészeti kutatásokat is gazdagítani kívánjuk az istenek és démonok világának bemutatásával.

1. kép: A kutatócsoport munkatársai és közreműködői (balról jobbra): Niederreiter Zoltán, Bácskay András, Balogh Roland, Kilián Ágost, Kulisz Diána, Kuti Benjamin, Lőrincz Huba, Nyitrai Mónika, Roboz Erika, Winkler Nemes Gábor

2. kép: Asszír-babilóni küzdelemjelenet hérosz és griffek ábrázolásával

POZSGAI BALÁZS SÁNDOR

2020—2025

MTA—ELTE Lendület Integrálható Kvantumdinamika Kutatócsoport

Megoldható kvantumrendszerek dinamikája

Eötvös Loránd Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Borsi Márton, Gombor Tamás, Artur Hutsaliuk, Mestyán Márton, Pristyák Levente, Vona István

PHYSICS.ELTE.HU/CONTENT/MTA-ELTE-LENDULET-INTEGRALHATO-KVANTUMDINAMIKA-KUTATOCSOPORT.T.16737

Lendület
Program

2009-ben, a Lendület Program indulásakor a PhD-tanulmányaimat fejeztem be, majd ezután külföldön, Amszterdamban kezdtem el a munkát első posztdoktori állásomban. Már akkor felmerült bennem távlati célként, hogy ha esetleg hazaköltözöm Magyarországra, akkor igyekszem majd nyerni ezen a pályázaton, hogy saját kutatócsoportot hozzak létre. Ez végül sikerült is, de csak sokkal később.

Hollandiában nyertem egy rangos egyéni pályázatot (VENI), majd ezt követően 2013. január 1-jén hazaköltöztem Magyarországra. Először a korábbi témavezetőm, Takács Gábor Lendület-kutatócsoportjában dolgoztam posztdoktorként. 2014-ben Junior Prima díjat nyertem. 2016-ban elnyertem az MTA Prémium posztdoktori ösztöndíját, és végül 2020-ban sikerült nyernem a Lendület-pályázaton. Ezzel egy sokéves álmom teljesült, és az ELTE-n alakítottam kutatócsoportot.

A kutatási témám az ún. integrálható modellek dinamikája. Ezek olyan soktest-rendszerek, melyeknek van egzakt megoldásuk, és a különböző fizikai mennyiségeket közelítő módszerek vagy számítógépes szimulációk nélkül, egzakt matematikai képletekkel ki lehet számolni. A fizikában azért fontosak ezek a modellek, mert bármilyen problémát vizsgáljon is a kutatók egy adott csoportja, a teljes megértéshez mindig szükség van olyan speciális esetekre, amelyek egzaktul megoldhatóak. Az elmúlt 15 évben a tudományos közösség fókusza a soktest-rendszerek nemegyensúlyi viselkedése volt, itt az integrálható modellek az ergodicitás sértésének egyik fő példájaként jelentek meg. A legutóbbi időkben pedig a kvantuminformatikához is közel kerültek ezek a rendszerek, többek között azáltal, hogy már kvantumszámítógépeken is szimulálnak integrálható spinmodelleket.

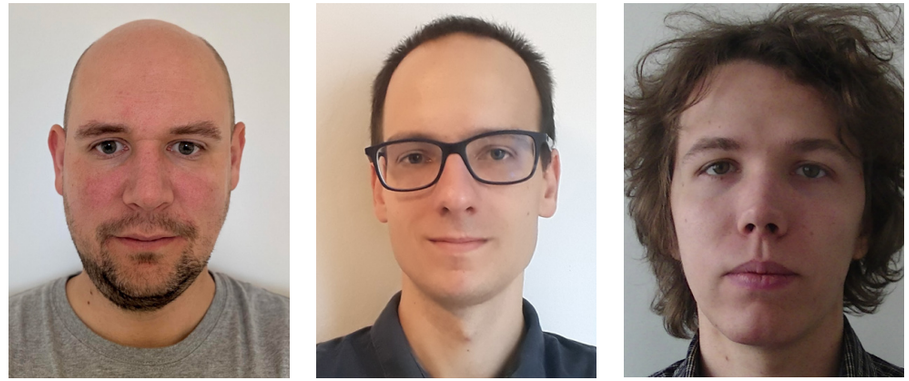
Az eredeti kutatási tervben a fő téma az integrálható spinláncok nemegyensúlyi dinamikája volt. Főbb célkitűzéseink között szerepelt a megmaradó mennyiségek áramainak vizsgálata, a hosszú távú kölcsönhatással bíró rendszerek elméleti vizsgálata, illetve bizonyos korrelációs függvények kiszámítása olyan térelméletekben, amelyek az integrálható spinláncok elméletét felhasználó AdS/CFT dualitás CFT-oldalán jelennek meg.

A kutatócsoportunk első éveiben elért eredményeink közül a legjelentősebb az ún. középtávú kölcsönhatással bíró integrálható spinláncok elméletének leírása. Ehhez a témához a kutatási tervben eredetileg megjelölt, hosszú távú kölcsönhatású spinláncok kezdeti vizsgálata során jutottunk el, azonban ez egy új kutatási iránnyá nőtte ki magát. A Gombor Tamással közösen megalko-

tott algebrai elmélet az integrálható spinláncok egy új modellosztályát fedi le, mely modellek a munkánk alapján most már módszeresen konstruálhatóak és klasszifikálhatóak.

Ezen eredményekből kiindulva Paul Fendley (Oxford) kutatóval közösen megtaláltunk egy új spinláncmodellt, mely ún. rejtett szabad fermion struktúrával rendelkezik. A közös cikkünk egy új kutatási irány alapjává vált, és ezt követően azóta már 2 cikkben is foglalkoztunk a rejtett szabad fermionos modellekkel. Ez egy új modellosztály, amelyben hatékonyan lehet a spektrumot meghatározni. Legutóbbi munkánkban azt is megmutattuk, hogy egzakt időfejlődés számítása is lehetséges, továbbá rámutattunk a kvantum-információelmélet számára fontos alkalmazásokra is, például a klasszikus szimulálhatóságra.

A Lendület-pályázat mind a saját karrieremben, mind a kutatócsoportom tagjainak karrierjében fontos, központi szerepet játszott. Lehetővé tette, hogy az adott témákban közös erővel elmélyüljünk, úgy, hogy közben folyton szélesítjük a tudományos látókörünket. Ez utóbbihoz elengedhetetlen volt az anyagi támogatás, ami lehetővé tette a sok utazást és a külföldi vendégek fogadását. Fontos volt a pályázat által nyújtott anyagi biztonság. A Lendület-pályázat elnyerése nélkül nem biztos, hogy az alapkutatásban maradtam volna. Így azonban látok magam előtt egy utat, amelyen végighaladva továbbra is tudok majd Magyarországon az alapkutatásban dolgozni, amennyiben sikerül a továbbiakban is jó teljesítményt nyújtanom.



1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Gombor Tamás, Mestyán Márton, Vona István

SCHLOSSER GITTA

2020—2025

MTA—ELTE Lendület Ionmobilitás-tömegspektrometria Kutatócsoport

Fehérjemódosulatok felderítése ionmobilitás-tömegspektrometriával

Eötvös Loránd Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Fehérvári Eszter, Gellén Gabriella, Goldschmidtné Gőz Viktória, Horkovits-Kovacs Gabriel, Lemle Ákos, Lénárt Péter, Molnár Adrienn, Papp Dávid, Steckel Arnold, Szabó Dániel, Szakály Péter Soma, Uray Katalin

MS.CHEM.ELTE.HU

Lendület
Program

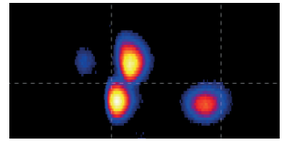
Kutatócsoportunk az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán alakult. A kutatási területünket megalapozta számos korábbi, akadémiai és EU-támogatású ösztöndíj, így például a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj és a Marie Skłodowska-Curie-ösztöndíj, amelyek lehetővé tették számomra az első önálló kutatási projektek megvalósítását és a széles körű tapasztalatszerzést akadémiai és ipari környezetben egyaránt. A kutatócsoport munkája egy nagyműszeres mérési módszerre, a tömegspektrometriára épül, amelyhez a kutatási infrastruktúra 2020—2022 között épült ki a Szint+ Tématerületi Kiválósági Program támogatásával. Ennek során több olyan nagyműszert is beszereztünk, amely magas színvonalon képes kiszolgálni az egyetemen folyó kutatómunkához, oktatási feladatokhoz és ipari megbízásokhoz kapcsolódó mérési igényeket. Kutatócsoportunk szívügye az oktatás és a kutatóképzés. Ennek érdekében rendszeresen szervezünk bárki számára elérhető képzéseket, nyári iskolát, szakmai napokat, továbbá oktatási célú anyagokat publikálunk. Hazai cégekkel kutatás-fejlesztési projekteken dolgozunk, az elmúlt években 3 doktori iskolás hallgatónk is elnyerte a kutatási eredmények társadalmi, gazdasági hasznosítását serkentő Kooperatív Doktori Program támogatását. Kutatócsoportunk 2022-ben szülési szabadságom miatt rövid időre szünetelt. Bár ez a kutatócsoportok esetén nem szokványos dolog, megvolt rá a lehetőség és a teljes körű akadémiai támogatás.

Kutatási területünk a fehérjék módosításainak vizsgálata újszerű, tömegspektrometriára épülő módszerekkel. Célunk, hogy új megoldásokkal segítsük elő olyan nehezen vizsgálható és lokalizálható poszttranszlációs módosítások felderítését, mint a citrullináció, a homocitrullináció és a dezamidáció. Amennyiben a különféle módosítások egy fehérjeláncon belül együtt fordulnak elő, az azonosításuk méréstechnikai szempontból még nagyobb kihívást jelent. A kutatás célpontjában álló fehérjemódosítások biológiai és klinikai szempontból is fontosak: jelentősen befolyásolhatják a fehérjék működését, aktivitását, funkcióját, és szerepük van számos betegség kialakulásában, valamint a fehérjék öregedésében is. A munka során többféle megközelítés alapján dolgozunk: (1) Szintetikus peptidek felhasználásával modellezzük az átalakulási folyamatokat: egyedi peptideket állítunk elő, valamint kombinatorikus kémiai megoldásokkal nagyszámú peptidet tartalmazó vegyülettárakat is előállítunk és vizsgálunk. (2) Tandem tömegspektrometriás módszereket dolgozunk ki a módosításokat hordozó peptidszakaszok azonosítására. (3) Az izomer szerkezetű vagy egymáshoz nagyon hasonló molekulák elválasztására ionmobilitás-tömegspektrometriára épülő módszereket fejlesztünk. Az ionmobilitás-tömegspektrometria képes az azonos tömegű komponenseket is elválasztani egymástól azok gázfázisú, háromdimenziós szerkezete alapján. A módszert Magyarországon elsőként

alkalmaztuk biomolekulák vizsgálatára egy, az ELTE Kémiai Intézetében installált, unikális műszerrel, amelyben az ionmobilitás-elválasztás egy végteleníthető, gyűrű alakú cellában történik (ciklikus ionmobilitás-tömegspektrometria).

Tömegspektrometriás műszeregyüttes az ELTE Kémiai Intézetében

Ciklikus ionmobilitás-szeparátor



Dezamidálódott peptidizomerek 2D elválasztása ionmobilitás-tömegspektrometriával

1. ábra: Az ionmobilitás-tömegspektrometria a szerves kémiai és biokémiai kutatások egyik kulcsfontosságú analitikai módszere, amely gyors szerkezetazonosítást tesz lehetővé komplex keverékekben

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Takács Attila, Papp Dávid, Goldschmidtné Gőz Viktória, Lénárt Péter, Fehérvári Eszter, Szakály Péter Soma, Schlosser Gitta, Steckel Arnold, Perjés Kinga, Molnár Adrienn, Uray Katalin

TOMBÁCZ DÓRA

2020—2025

MTA—SZTE Lendület GeMiNI — GEnomika, MIkrobiomika, Nutri-omika és Informatika — Kutatócsoport

Mikrobiom: az egészség kulcsa — Gazda-mikroba kölcsönhatás multiplatform-alapú vizsgálata az elhízás és társbetegségei esetén

Szegedi Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Abdulhamid Ahmad Abdullahi, Mudhafar Al-Jammali, Md Asaduzzaman, Boldogkői Zsolt, Csabai Zsolt, Dörmő Ákos, Gál Bianka, Gulyás Gábor, Zubair Hamid, Járay Tamás, Kakuk Balázs, Szikszai Estella, Ahmed Taifi, Natheer Jameel Zebari

MED.U-SZEGED.HU/KUTATAS/GENOMIKA-GENTECHNOLOGIA/SZTE-SZAOK-ORVOSI

Lendület
Program

A Lendület Program I. kategóriájában elnyert pályázatom nemcsak anyagi fedezetet biztosított egy nagyszabású és komplex projekt megvalósításához, hanem hatalmas presztízst is jelentett számomra és újonnan alakult kutatócsoportom számára. A Lendület Program különlegessége, hogy más pályázatokkal ellentétben kiemelten támogatja az új kutatási irányok elindítását. Ennek köszönhetően mertem belevágni egy teljesen új projektbe, amely a humán és kutyamikrobiom vizsgálatára fókuszál, eltérve a korábbi virális transzkriptomikai kutatásaimtól. Ez az új projekt meghatározó volt a saját kutatócsoportom megalapításában, amelynek fő kutatási fókusza a mikrobiom dinamikájának vizsgálata különböző genetikai és környezeti tényezők hatására, különös tekintettel az étrend és életmód változásaira.

A Lendület Program jelentős anyagi támogatása nélkül nem lett volna lehetőség ilyen méretű és komplexitású projekt elindítására. A program egyik nagy előnye, hogy nem szükséges relokáció, így a tanszéken rendelkezésre álló genomikai eszközöket és infrastruktúrát integrálni tudtam a projektbe, ami nagy könnyebbséget jelentett. A kutatás megvalósítása során sikerült a legkorszerűbb genomikai technikákat bevezetni hazai laboratóriumunkban, részben korábbi nemzetközi tapasztalataim révén. A projekt során nagy mennyiségű mintát gyűjtöttünk humán és kutyaalanyoktól, amelyeket a legfejlettebb metagenomikai és transzkriptomikai technikákkal elemzünk. A projekt hatalmas laboratóriumi, reagenses és számítástechnikai igénnyel jár, így a Lendület Program által biztosított anyagi támogatás és a meglévő technikai infrastruktúra együttesen tette lehetővé a kutatás megvalósítását.

A kutatás során sikerült azonosítani a humán és kutyamikrobiom változásait különböző étrendi és életmódbeli beavatkozások, változások hatására. Az egyik legfontosabb eredményünk egy átfogó metagenomikai módszertani értékelés, amelynek során különböző DNS-kivonási és könyvtárkészítési módszereket, szekvenálási platformokat és bioinformatikai eszközöket teszteltünk kutyaszékletmintán és szintetikus mikrobiális közösségeken. Fejlesztettünk egy bioinformatikai eszközt, a minitax szoftvert, amely következetes eredményeket biztosít a különböző platformokon. Megállapítottuk, hogy mely munkafolyamat (DNS-izolálási és könyvtárkészítési módszer, szekvenálás és bioinformatika együttese) a legoptimálisabb a mikrobiális diverzitás elemzésére. Eredményeink várhatóan új távlatokat nyitnak a mikrobiom-vizsgálatok terén, és javítják a különböző módszerek által kapott adatok összehasonlíthatóságát. Az eredmények alapján számos kézirat készül, amelyek több tudományterületet érinthetnek, például a humán egészségügyi és állatorvosi diagnosztikát. 2, a projekten dolgozó PhD-hallgatóm 2025-ben fogja megszerezni PhD-fokozatát, to-

vábbi 3 2026-ban, 1 2027-ben és 1 2028-ban. A projekt rendkívül népszerű a hallgatók körében hazai és nemzetközi szinten is: orvostan-, fogorvostan- és biológushallgatók csatlakoztak a kutatócsoporthoz.

A kutatás eredményei várhatóan jelentős gazdasági és társadalmi hatásokkal járnak. A mikrobiom-alapú diagnosztikai és terápiás eljárások kifejlesztése, például a széklet-mikrobiomtranszplantáció és probiotikumok alkalmazása mind az emberi, mind az állategészségügy számára relevánsak lehet. A kutatás eredményei hozzájárulhatnak új egészségügyi stratégiák kidolgozásához, amelyek javíthatják a betegek kezelését, és megelőzhetik a betegségeket.

Kutatási eredményeinket több hazai és nemzetközi konferencián is bemutattuk, ahol új együttműködések formálódtak orvosi és kutatói csapatokkal egyaránt. Ezek az együttműködések további kutatási lehetőségeket nyitottak, és új diagnosztikai és terápiás módszerek fejlesztéséhez vezethetnek a mikrobiom-alapú elemzések terén. A Lendület Program jelentős mértékben hozzájárult a szegedi mikrobiom-kutatások fellendítéséhez is, további projektek elindítását téve lehetővé.

1. ábra: Mesterséges intelligencia által készített rajz a projektről

1. kép: A Szegedi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Orvostudományi Kar Orvosi Biológiai Intézetében működő Genomika és Géntechnológia Kutatócsoport (fekete-fehérrel) és kutatócsoportunk tagjai

2021

BÉRCZI KRISTÓF

2021—2026

MTA—ELTE Lendület Matroidelméleti Kutatócsoport

Matroid és diszkrét konvex optimalizálás

Eötvös Loránd Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Balogh Lászlóné, Bernáth Attila, Csáji Gergely, Garamvölgyi Dániel, Gehér Panna, Imolay András, Jánosik Áron, Jordán Tibor, Király Tamás, Madarasi Péter, Mátravölgyi Bence, Lydia Mirabel Mendoza-Cadena, Schwarcz Tamás, Simon Máté, Szögi Evelin, Tóth Sára Hanna, Varga Kitti

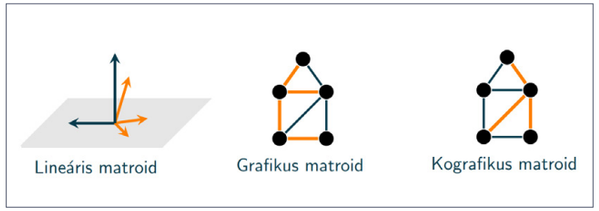
BERKRI.WEB.ELTE.HU/MEMMORG/INDEX.PHP/HOME

Lendület
Program

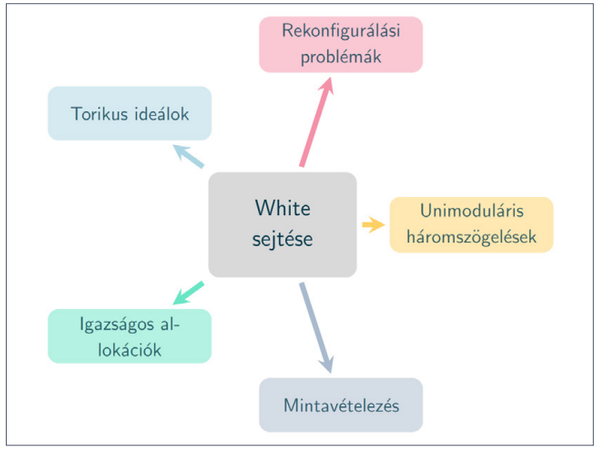
Az Eötvös Loránd Tudományegyetemen szereztem diplomát alkalmazott matematikából 2008-ban, majd ugyanezen az egyetemen végeztem doktori tanulmányaimat Frank András témavezetése alatt. A doktori fokozat megszerzése után 2 évig az MTA posztdoktori ösztöndíjasa voltam, majd az MTA—ELTE Egerváry Kutatócsoportban dolgoztam tudományos segédmunkatársként, 2018-tól pedig az Operációkutatási Tanszék adjunktusaként. 2018—2022 között egy NKFIH FK pályázat keretében kezdtem meg matroidelméleti kutatásaimat mesterszakos és doktoranduszhallgatók bevonásával, ami a Lendület Programnak köszönhetően mára egy dinamikusan fejlődő kutatócsoporttá nőtte ki magát. Jelenleg 3 szenior kutató mellett 3 posztdoktori, 1 doktori és 2 mesterszakos hallgató dolgozik a csoportban.

A kutatócsoport a matematika egy meglehetősen absztrakt területére, a matroidokkal kapcsolatos algoritmikus és strukturális kérdésekre koncentrál. A kapott eredmények azonban nem csupán régóta nyitott elméleti kérdések megválaszolásában nyújtanak hatékony segítséget, hanem közvetlen alkalmazásra találnak olyan gyakorlati problémákban, mint a földtani vizsgálatokban alapvető fontosságú inverz optimalizálás vagy éppen a piacok árazása. A támogatási időszak első három évében a megfogalmazott célok jelentős részét sikerült megvalósítani. A csoport komoly előrelépéseket tett a matroidokat jellemző, ún. báziskicserélési axióma általánosításában, elsősorban White és Gabow régóta nyitott sejtéseinek igazolásával speciális matroidosztályokra. Az eredmények közül kiemelendő a reguláris matroidokra vonatkozó vizsgálatunk, melyet a tekintélyes STOC 2024 konferencián mutattunk be. Inverz optimalizálási témakörben hatékony algoritmusokat dolgoztunk ki, melyek széleskörűen alkalmazhatóak különböző területeken, így például kórházi betegútvonalak optimalizálásában. Munkánk eredményeként a kutatócsoporthoz eddig 28 benyújtott kézirat, 38 elfogadott újságcikk, 20 referált konferenciaközlemény, valamint 59 workshop, illetve szemináriumi előadás kapcsolódik.

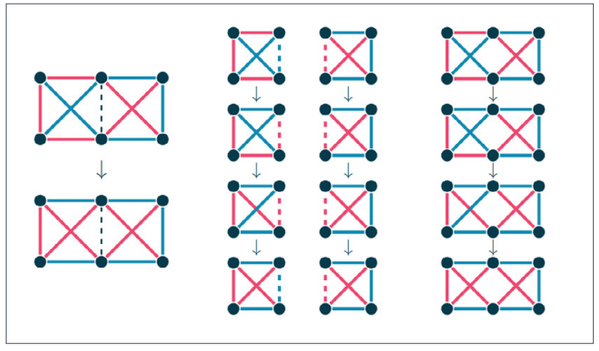
A csoport a kutatások mellett nagy hangsúlyt fektet a nemzetközi kapcsolatok építésére is, aminek eredményeképpen 2021—2023 között 23 külföldi kutatót láttunk vendégül rövidebb-hosszabb időszakra. A csoport emellett bekapcsolódott az évente megrendezésre kerülő Emléktábla Workshop szervezésébe is, melyen évről évre 30-40 fiatal diák és kutató vesz részt, hogy egy hétig intenzíven, közösen dolgozzanak egy-egy nyitott problémán. A sorozat sikerességét jól méri az így megkezdett együttműködésekből született publikációk kiemelkedő száma.



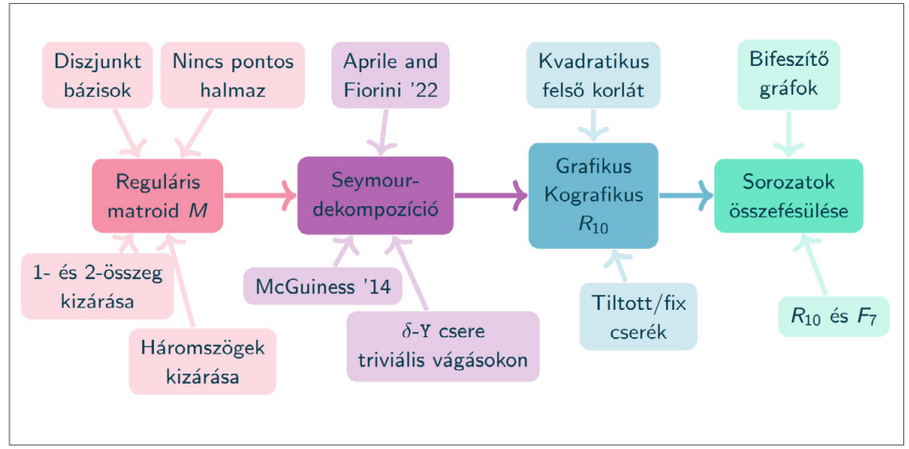
1. ábra: Példák matroidokra



2. ábra: White sejtésének kapcsolata más tématerületekkel



3. ábra: A reguláris matroidokra adott bizonyítás alapötlete



4. ábra: White sejtésének bizonyítása reguláris matroidokra

1. kép: A 16. Emléktábla Workshop 2024 résztvevői, melyet részben a Lendület-kutatócsoport szervezett

HORVÁTI KATA

2021—2026

MTA TTK Lendület Peptidalapú Vakcinák Kutatócsoport

Peptidalapú vakcinák: új formulációs stratégiák

Eötvös Loránd Tudományegyetem; HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Ábrahám Ágnes, Aranyodi Vivien, Chiara Bellini, Gellény Szabolcs Marcell, Gyulai Gergő, Kóczán Katalin, Kőműves Tamás, Szabó Ildikó

TTK.HUN-REN.HU/AKI/PEPTIDALAPU-VAKCINAK-KUTATOCSOPORT

Lendület
Program

Napjainkban is komolyt kihívást jelent azon fertőző betegségek megelőzése, illetve kezelése, amelyek esetében a kórokozó nagy antigéndiverzitást, illetve általános változékonyságot mutat. Ezért nagy jelentőséggel bírnak az olyan fejlesztések, amelyekben az oltóanyag többféle immundeterminánsrész kombinálásával jön létre. Az epitóppeptideket tartalmazó alegységtípusú vakcinák a klasszikus vakcinák hatékony alternatíváját jelenthetik, mivel ezek a kémiai szintézissel előállítható, jól definiált, stabil molekulák biológiai szennyeződésektől mentesek, és a tárolásuk, illetve szállításuk nem igényel bonyolult berendezéseket. Fontos előnyük továbbá, hogy könnyű tervezhetőségük és szintetizálhatóságuk miatt ezek a peptidek jól reflektálhatnak a kórokozó antigén-diverzitására. A peptidek azonban önmagukban általában nem váltanak ki megfelelő immunválaszt, elsősorban limitált biohasznosíthatóságuk és sejtbejutásuk miatt, ezért a fejlesztésük során immunstimuláló adjuvánsokat és hordozó rendszereket alkalmazunk.

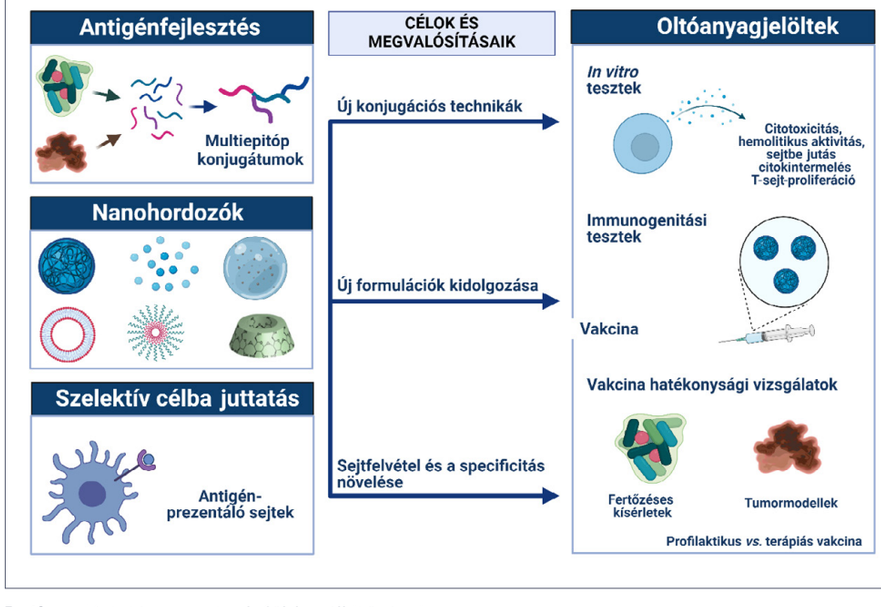
Kutatásaink során több T-sejt-epitóppeptidből és egy zsírsavláncból álló, lipopeptid-típusú vakcinakonstrukciókat tervezünk, ahol az epitópszekvenciák különböző baktériumok immunodomináns fehérjéiből származnak. Emellett tumorvakcinákat is vizsgálunk, és elágazó láncú konstrukciókat hozunk létre melanocitadifferenciációs antigének és tumorspecifikus peptidek kombinációjából. A lipopeptidek szinte kvantitatív módon kapszulázhatók vagy beépíthetők nanohordozókba, ami nagymértékben javítja a peptidek biológiai hozzáférhetőségét és extra immunstimuláló hatást biztosít.

Poloxamereket, amelyek nemionos triblokk-kopolimerek, más termoreszponzív polimerekkel együtt sikeresen alkalmaztunk antigének formulázására, és kimutattuk, hogy ezek 20—100 nm átmérőjű vegyes micellákat képeznek a lipopeptidekkel. Ezeknek a stabil nanorendszereknek jól reprodukálható a méretük és az eloszlásuk, és elviselik a fagyasztás-felolvasztási és liofilizálás-reszuszpendálási ciklusokat. Biológiai vizsgálatokban összehasonlítottuk a lipopeptid és a lipopeptid-polimer nanorendszerek tulajdonságaitm, és az eredmények azt mutatták, hogy a lipopeptidek antigén-prezentáló sejtek általi sejtfelvétele többszörösére nőtt a polimer formuláció hatására. Emellett, amikor az immunsejtek antigén-specifikus proliferációját vizsgáltuk, szignifikáns növekedést tapasztaltunk.

A polimer nanorészecskék mellett vizsgálunk ciklodextrineket mint funkcionális segédanyagokat, melyek hatékonynak bizonyultak peptid- és fehérjealapú gyógyszerek esetében. A ciklodextrinek használatakor előnyben részesítjük azokat, amelyeket már klinikai vizsgálatokban engedélyeztek humán használatra.

A kutatási terv megvalósításához peptid- és kolloidkémikusok csatlakoztak a csoporthoz, valamint PhD-és egyetemi hallgatók kapcsolódtak be a munkába. A fertőző ágensekkel végzett kísérleteket a Semmelweis Egyetem Orvosi Mikrobiológiai Intézetével és a Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központtal együttműködve végezzük. Ipari partnerként a CycloLab Kft. csatlakozott a projekthez, amelynek fő kutatási területe a ciklodextrinek előállítása és alkalmazása. Az új epitópszekvenciák azonosításában és a vakcinakonstrukciók hatékonyságának vizsgálatában szorosan együttműködünk a BactiVax H2020-MSCA-ITN európai kutatási konzorcium tagjaival. A 2024-ben zárult kutatási programra építve most „Enhanced VAccines DEsign against antimicrobial REsistance (EVADERE)" című új projektünkkel pályázunk uniós támogatásokra.

A Fiatal Kutatók Akadémiájának tagjaként, illetve a kutatóhálózatunk nyújtotta lehetőségekre építve, kutatócsoportunk nagy figyelmet fordít a tudomány népszerűsítésére, a fiatal kutatók képzésére, a tudományos esélyegyenlőség előmozdítására, valamint a kutatók és a társadalom közötti kapcsolat erősítésére.



1. ábra: Kutatócsoportunk főbb célkitűzései

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Horváti Kata, Szabó Ildikó, Kóczán Kata, Gyulai Gergő, Chiara Bellini, Gellény Szabolcs, Aranyodi Vivien, Kőműves Tamás

JUHÁSZNÉ CSAPÓ EDIT

2021—2026

MTA—SZTE Lendület Nemesfém Nanoszerkezetek Kutatócsoport

Nemesfém nanoszerkezetek fejlesztése orvosbiológiai alkalmazásokra

Szegedi Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Gombár Gyöngyi, Janóné Ungor Ditta Anita, Juhász Ádám, Kovács Alexandra Nikolett, Kuklis Loretta, Seres László, Turcsányi Árpád, Varga Norbert, Varga-Bélteki Rita

CSAPOEDIT.HU

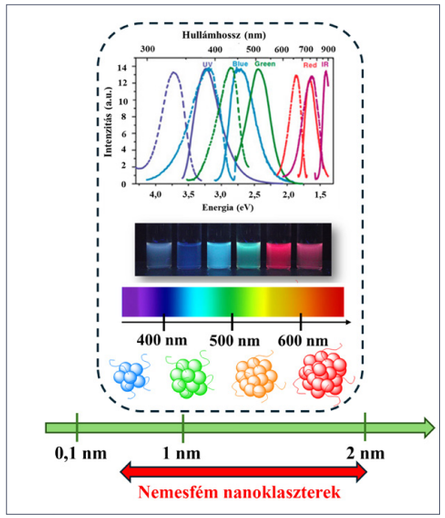
Lendület
Program

Kutatási programom célja minél inkább környezetbarát, ún. „zöld kémiai” úton előállítható, főként fluoreszcens sajátsággal bíró, nemesfémekből (pl. arany, ezüst, réz) felépülő nanoszerkezetű anyagok (ún. nanoklaszterek) előállítási folyamatainak a kidolgozása, az újonnan szintetizált termékek részletes optikai és szerkezeti sajátságaik felderítése és orvosbiológiai területen való alkalmazási lehetőségeik feltérképezése. Az orvosbiológiai célú felhasználás egyrészt magában foglalja akár sejtek, szövetek, de meghatározóan gyógyszerhatóanyagot szállító nanokapszulák fluoreszcens jelölésének a megvalósítására is alkalmas, ultrakisméretű, vörös fénnyel világító, új biokompatibilis anyagok előállítását, aminek révén a kapszula szervezeten belüli útja, ezáltal a hatóanyag célba jutása nyomon követhető. Mindemellett a csoport munkatársai azon is dolgoznak, hogy bizonyos melanómatumorok azonosítására fejlesszenek nanométeres méretskálán mozgó felismerő egységeket, ami egy korszerű diagnosztikai eljárás alapjainak megteremtését is jelentheti. Kiemelt cél továbbá ezen ultrakisméretű fluoreszcens anyagok felhasználásának megvalósítása a szervezetben felhalmozódó káros fémionok, vegyületek gyors és szelektív kimutatására egyszerű „gyorstesztek” fejlesztése révén.

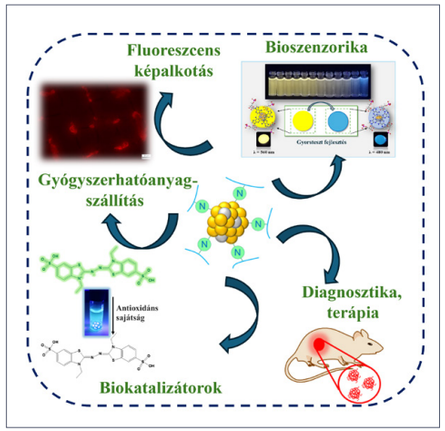
A mindössze néhánytól néhány tíz nemesfématomból álló, fluoreszcens sajátsággal rendelkező nanoszerkezetű rendszerek intenzív kutatásával — hazai viszonylatban — kizárólag kutatócsoportunk foglalkozik részletesen, így ezen — nemzetközi szinten már ígéretesnek számító — nanoanyagok kutatására adott a MTA támogatást, ami hatalmas segítség volt egy lényegesen intenzívebb kutatómunka folyamatos biztosítása érdekében, emellett a kutatási eredmények minél színvonalasabb nemzetközi lapokban való publikálásának elérése végett. A támogatás nagyban segített abban is, hogy 2024-ben sikeresen megvédjem MTA-doktori értekezésenet.

A csoport munkatársai az elmúlt 2-3 évben elsőként számoltak be nitrogéntartalmú kismolekulák felhasználásával létrehozott, aranytartalmú nanoklaszterekről, amelyek „zöld kémiai” úton megvalósítható előállítási protokolljaik kidolgozása mellett tanulmányozták a szintéziskörülmények hatását a nanostruktúrák hangolható szerkezetének és optikai sajátságainak megvalósítása érdekében. A szakirodalom szerint elsősorban óriásmolekulák alkalmazásával állítottak elő korábban fluoreszcens nanoklasztereket orvosbiológiai (pl. szenzorika, diagnosztika, fluoreszcens képalkotás stb.) célokra, így a csoport új eredményei nagyban hozzájárultak a nemzetközi eredmények szélesítéséhez. Fémionok és kismolekulák szelektív és gyors azonosítására alkalmas bioszenzorokat is fejlesztettek, amelyeket alkalmazásorientált módon mutattak be rangos folyóiratokban, valamint hazai és nemzetközi konferenciákon. A kutatási téma relevanciáját, így

időszerűségét igazolja, hogy a 2023. évi kémiai Nobel-díjat éppen a szerkezettel hangolható, egyedi fluoreszcens tulajdonsággal rendelkező kvantumdotok (a nanoklaszterekhez hasonló méretű rendszerek) fejlesztéséért ítélték oda.



1. ábra: A nemesfém nanoklaszterek változatos fluoreszcens sajátságának szemléltetése átlagos mérettartományuk megjelenítésével



2. ábra: A nemesfém nanoklaszterek felhasználási lehetőségei az orvosbiológia területén

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): hátsó sor: Sandrik Helga, Torma Bianka, Kovács Fruzsina, Lagdánné Szélpál Éva, Varga Viktória, Gombár Gyöngyi, Juhászné Csapó Edit, Janóné Ungor Ditta Anita, Varga-Bélteki Rita, Kovács Alexandra Nikolett, Demkó Csilla, Katona Orsolya; első sor: Bogner József, Seres László, Turcsányi Árpád, Juhász Ádám, F. Várkonyi Egon, Varga Norbert

KÖVESDI BALÁZS

2021—2026

MTA—BME Lendület Új Generációs Acélhidak Kutatócsoport

Új generációs acélhidak elmélete

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bärnkopf Erzsébet, Budaházy Viktor, Horváth András, Jáger Bence, Kollár Dénes, Ali Mansi, Pap Tibor, Mohammad Radwan, Somodi Balázs

HSZ.BME.HU/HSZ/LENDULET-KUTATOCSOPORT

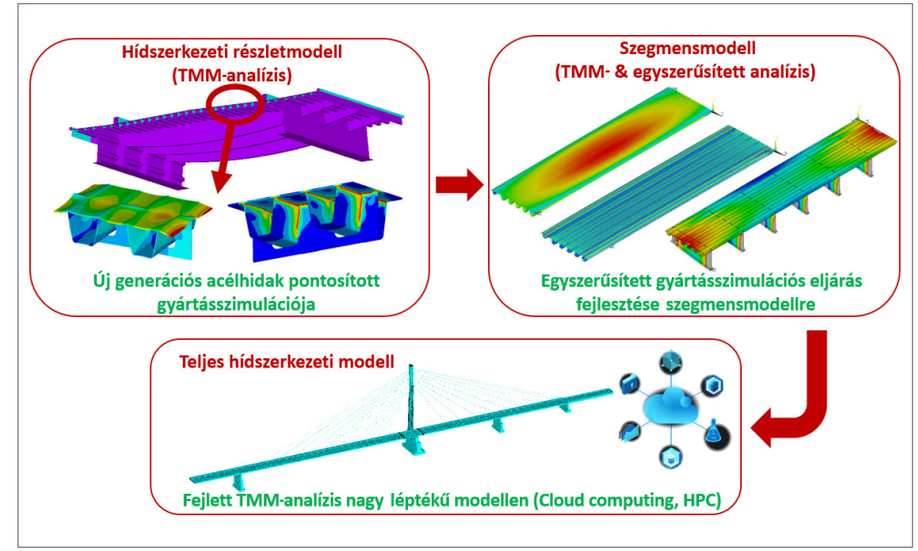
Lendület
Program

Kutatócsoportunk 2021-ben kezdte meg működését a BME Építőmérnöki Kar Hidak és Szerkezetek Tanszékén. Az építőipar, ezen belül az acélhíd-építés napjainkban jelentős átalakuláson megy keresztül 3 körülmény együttes megjelenésének következtében: (1) az építőipari digitalizáció; (2) új anyagok és gyártástechnológiák megjelenése; (3) új típusú hídszerkezeti megoldások fejlesztése révén. A megváltozott tervezési-gyártási-fenntartási körülmények a korábbi számítási módszerek megújítását, elméleti felülvizsgálatát igénylik. A kutatócsoport kutatási programjának ezért fő célkitűzése az új generációs acélhidak tervezési metodikájának felülvizsgálata és alapvető megújítása az innovatív acélanyagok, szerkezeti megoldások és gyártási módszerek figyelembevételével, ami jelentős gazdasági előnyöket hozhat az építőiparban a tradicionális méretezési eljárásokhoz képest. A kutatócsoport által definiált új generációs acélhidak az anyagtudomány, a gyártástechnológia, a méretezéselmélet és az új szerkezeti rendszerek innovatív fejlesztéseiből profitál. Ennek megfelelően a kutatási program a következő 4 fókuszterületre összpontosít: (1) nagyszilárdságú és hibrid acélszerkezetek méretezéselmélete; (2) új gyártási módszerek és azok a méretezéselméletben való figyelembevétele; (3) acélszerkezetek numerikusmodell-alapú tervezése; (4) új, innovatív szerkezeti rendszerek méretezési módszereinek fejlesztése.

2010-ben szereztem PhD-fokozatot a BME Építőmérnöki Karán. Fokozatszerzés után a BME Hidak és Szerkezetek Tanszéken folytattam kutatómunkámat az acélszerkezetek kísérleti és numerikus módszeren alapuló stabilitásvizsgálatának, korszerű méretezési módszerek kidolgozásának témájában. 2010-től adjunktusi, 2013 óta egyetemi docensi munkakörben dolgozom. 2021 szeptemberétől a kar tudományos és innovációs dékánhelyettese, 2023-tól a Hidak és Szerkezetek Tanszék vezetője vagyok. 2015-ben elnyertem az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíját „Korszerű méretezési eljárások fejlesztése acélszerkezetek horpadásvizsgálatára” című kutatási programommal. Ezekkel a célkitűzésekkel összhangban, de nagyrészt ezeken túlmutatóan 2017-ben és 2018-ban elnyertem az Új Nemzeti Kiválóság Program kutatói ösztöndíját. Az ez idő alatt elért tudományos eredményeim elismeréseként 2020-ban az MTA Bolyai-emléklap kitüntetésében részesültem. 2018-ban elnyertem a Korányi Ösztöndíjat, aminek keretében 10 hónapot a Texasi Egyetemen töltöttem Austinban vendégkutatóként. 2021-ben indítottam el Lendület-kutatócsoportomat, amelynek magját négy tehetséges fiatal kutató alkotja: Somodi Balázs, Kollár Dénes, Budaházy Viktor és Jáger Bence; jelenleg mindannyian a BME Hidak és Szerkezetek Tanszék adjunktusai. A kutatócsoportnak mind a 4 kutatási területen sikerült olyan újszerű méretezési eljárásokat kidolgoznia, melyek hatékonyabbá teszik az acélhidak méretezését, és méretezéselméleti szempontból megalapozzák

a numerikusmodell-alapú méretezési eljárások alkalmazását. A kutatócsoport olyan újszerű és hiánypótló laboratóriumi vizsgálatokat végzett, amelyek igazolják a hibrid acéltartók alkalmazásának előnyeit, és megfelelő hátteret adnak a numerikus modell bizonytalanságát leíró modellfaktor meghatározásához, valamint az innovatív, a gyártástechnológia sajátosságait is figyelembe vevő szimuláción alapuló méretezéshez is (*1. ábra*).

A kutatócsoport 2021 és 2024 között a Lendület-projekt keretében 37 folyóiratcikket jelentetett meg, melyekből a Scimago besorolás alapján 20 D1/Q1-es, 5 Q2-es és 3 Q3-as. A Lendület Program által nyújtott támogatás jelentősen hozzájárult a kutatócsoport tagjainak tudományos előmeneteléhez. 2023-ban MTA doktora címet szereztem, majd sikeres habilitáció után beadtam egyetemi tanári pályázatomat. A kutatócsoporthoz csatlakozott 3 új PhD-hallgató (1 hallgató sikeres fokozatszerzéssel zárta tanulmányait), 10 TDK-zó hallgató és több mint 20 MSc-hallgató. Fontos eredmény, hogy a kutatócsoport fiatal adjunktus kutatói közül többen már elérték, és várhatóan a többiek is 1-2 éven belül teljesítik a BME Építőmérnöki Kar egyetemi docensi és habilitációs követelményeit. Köszönetünket fejezzük ki az Akadémiának, hogy lehetővé teszi a kutatócsoport anyagi finanszírozását, és a Lendület Programon keresztül erkölcsi megbecsülést ad a hídépítési témájú acélszerkezeti kutatásoknak.



1. ábra: Hegesztésszimuláción alapuló vizsgálatok alkalmazásának kiterjesztése komplex hídszerkezetekre

KUBINYI ENIKŐ

2021—2026

MTA—ELTE Lendület Társállat Kutatócsoport

Társállattartás evolúciós perspektívából: új megközelítés az emberi és az állati egészség fejlesztésére

Eötvös Loránd Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Balatonfüredi Viktória, Bucska Tamara, Czeibert Kálmán, Laura Gillet, Ivaylo Iotchev, Jónás Dávid, Lenkei Rita, Turcsán Borbála, Udvardy-Tóth Kata Mária, Ujfalussy Dorottya, Zoller Kata

ETHOLOGY.ELTE.HU/LENDULET-TARSALLATOK

Lendület
Program

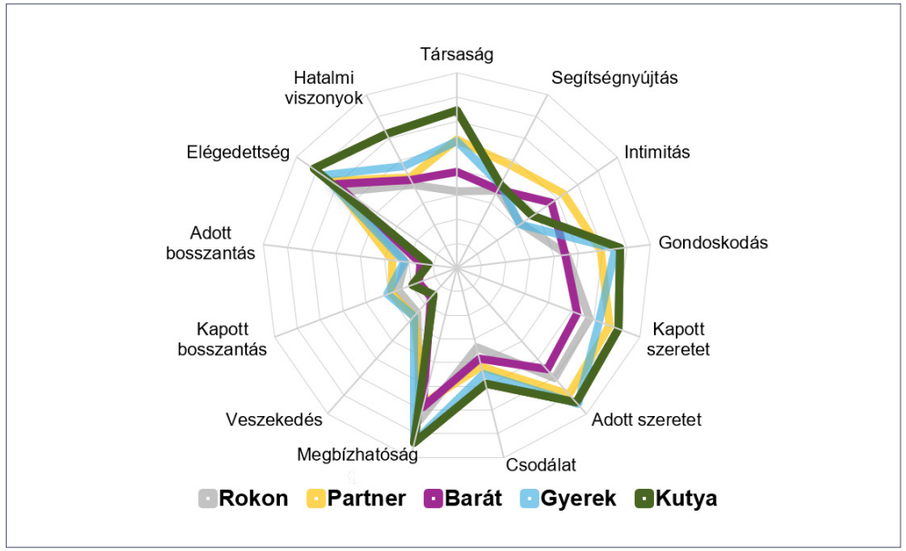
A kutyatartás mélyen gyökerezik a kultúrában, és átszövi az emberi élet számos területét, ezért a nem kutyatartókat is érinti. Magyarországon az utóbbi évtizedekben jelentősen nőtt a kutyák gazdasági és érzelmi jelentősége. A háztartások legalább egyharmada tart kutyát, és a gazdák kétharmada családtagnak tekinti őket. Kutatásaink segíthetnek megérteni, mi a kutyák jelenlegi szerepe hazánkban és a nyugati típusú társadalmakban, hogyan hatnak az emberek mentális és fizikai egészségére, és hogyan befolyásolja a gazdák kutyatartás iránti attitűdje a kutyák tenyésztését és viselkedését.

Kiindulási elméletünk szerint a családi kutyák népszerűsége azért nő, mert fajunknak biológiai, evolúciós eredetű igénye a közösségi lét, ami sokszor nem valósul meg, és a kutyák ezt a hiányt pótolják. Az emberi faj 300 000 éves története nagy részében kiterjedt családi csoportokban élt közös tapasztalatokkal, hiedelmekkel és kulturális jellemzőkkel. Számos jel utal arra, hogy az ősi emberi csoportok tagjai egyéni érdekeiket alárendelték a csoport szükségleteinek, és támogatták egymást, különösen a gyereknevelésben. A mezőgazdaság megjelenése, majd az iparosodás azonban teljesen átalakította a nyugati társadalmak életkörülményeit, ami népességrobbanáshoz, megnövekedett mobilitáshoz, urbanizációhoz, csökkenő születési rátához és a családszerkezet változásához vezetett. A rokonsági hálózatok csökkentek, lazultak, és így kevesebb feltétel nélküli társas támogatáshoz jutnak az egyének. Emellett magyarországi kutatásaink szerint a felnőttek 87%-a heti egy órát sem tölt kisgyermekkel, holott fajunk olyan társas környezethez alkalmazkodott, amelyben szinte minden felnőttnek napi kapcsolata volt a csoportjában élő gyerekekkel. Ha azonban nincs kisgyermek, a biológiai eredetű gondozási késztetés más irányt kereshet magának, például a háziállatok felé.

Ha megnyílik, illetve ebben az esetben kitágul egy ökológiai fülke, abba azonnal megindul a fajok beáramlása. A kutya kiváló jelölt arra, hogy részben pótolja az emberi közösségek hiányzó tagjait, főként a gyerekeket. Vizsgálataink szerint a gazdák leginkább a társaságot, a feltétel nélküli szeretetet, az állandó jelenlétet és a fizikai kontaktust értékelik kutyáikban. A jelenleg legnépszerűbb, kis termetű és rövid fejű (brachycephalikus) kutyák nemcsak kerek fejük és nagy szemük miatt hasonlítanak a kisgyerekre, hanem viselkedésük miatt is gyámoltalannak tűnnek. Mivel a gazdák a kutyák légzési nehézségei és egyéb egészségi problémái ellenére is kitartanak a rövid fejű fajták mellett, a gyerekszerű, infantilis vonások előnyben részesítése állatjóléti problémákat vet fel.

Az *1. ábrán* azt mutatjuk be, hogy más családtagokhoz képest hogyan jellemezhető a kutyával kialakított kapcsolat 13 jellegzetesség alapján. Jól látható, hogy leginkább a saját gyermekkel való kapcsolathoz hasonlít, mert velük a legelégedettebbek a válaszadók, ők adják és kapják a legtöbb szeretetet, velük törődnek a legtöbbet, és velük a legkevesebb a konfliktus. Jelentős különbség azonban, hogy a gazdák nagyobbra értékelték a kutya társaságát, mint bármely emberét, és a hatalmi dinamika a kutyával kiegyensúlyozatlan, mivel a gazda mindenben irányítja a kutyát, ellentétben az emberekkel. Ezek az eredmények segítenek megérteni, mit kapnak az emberek a kutyáktól, és párbeszédet nyithatnak arról, hogyan kellene javítani emberi kapcsolatainkat, közösségeinket.

Kutatócsoportunk 2016-ban jött létre az Európai Kutatási Tanács Starting Grant támogatásával. A Lendület-pályázat lehetővé tette, hogy csoportunk 2026-ig működjön, társadalmi jelentőségű témákat biztosítsunk alapképzésű és PhD-hallgatók számára, felkészülhessünk egy újabb nagy nemzetközi pályázat megírására, valamint elnyerjem a tanszékvezető egyetemi tanári címet.



1. ábra: A kutyával kialakított kapcsolat 13 jellemző alapján a leginkább a gyerekhez és baráthoz fűződő kapcsolathoz hasonlít, de a hatalmi viszonyokban minden emberi kapcsolattól eltér

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): állnak: Czeibert Kálmán, Ivaylo Iotchev, Jónás Dávid, Tátrai Kitti, Deés Alexandra, Andrea Piseddu, Enrica Aguzzoli; ülnek: Szabó Dóra, Sándor Sára, Kubinyi Enikő, Turcsán Borbála

MAKK PÉTER

2021—2026

MTA—BME Lendület Korrelált van der Waals Struktúrák Kutatócsoport

Szintetikus korrelált fázisok hangolása van der Waals-heterostruktúrákban

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Thierry Armand, Fülöp Bálint, Góczán Péter, Kedves Máté, Kovács-Krausz Zoltán, Márffy Albin, Michael Morgen, Prok Tamás, Margareta Rahimkulov, Szentpéteri Bálint, Tóth Roland, Tóvári Endre, Varga Milán

NANOELECTRONICS.PHYSICS.BME.HU/VDWAALS_INTRO

Lendület
Program

2007-ben diplomáztam mérnök-fizikusként a BME-n, majd 2012-ben PhD-fokozatot szereztem ugyanitt. Posztdoktori kutatásaim során a Bázeli Egyetemen ismerkedtem meg a kétdimenziós anyagok világával. Az 5 év posztdoktori időszak alatt sok izgalmas témába belekóstolhattam a spintronikától, elektronoptikán át a szupravezető szerkezetekig, és több vezető európai kutatói hálózatba bekapcsolódhattam. A BME-re 2018-ban egy Marie Curie-ösztöndíjjal tértem haza, ahol 2 évig Csonka Szabolcs Lendület-csoportjának tagja voltam, majd 2021-ben a Lendület Program segítségével elindíthattam saját kutatócsoportomat. Végül ezeknek a kutatásoknak is köszönhetően 2023-ban elnyertem az ERC Consolidator pályázatát is. Összesítve a Lendület-pályázat egyedülálló lehetőséget biztosított, hogy itthon folytathassam kutatásaimat, illetve hogy saját kutatócsoportot hozhassak létre.

Az elmúlt évtizedek az elektronika és a számítástechnika robbanásszerű fejlődését hozták el, azonban a jelen technológiákkal ez a fejlődési ütem nem tartható fenn. Ezért napjaink kutatásainak fókuszában olyan elektronikai eszközök vannak, amelyek teljesen újfajta működési elvvel bírnak. Ilyen új irány a spintronika vagy a kvantum-számítástechnika. Azonban mindkét irányzathoz fontos a megfelelő anyagok kiválasztása. A spintronikához például olyan anyagokra van szükség, amelyekben a spininformáció sokáig megőrződik, de egy másik fontos követelmény, hogy a spininformációt elektromosan hangolni tudjuk. A kvantumbitek létrehozásánál is a legfontosabb olyan rendszereket találni, amelyek sokáig megőrzik a kvantuminformációt.

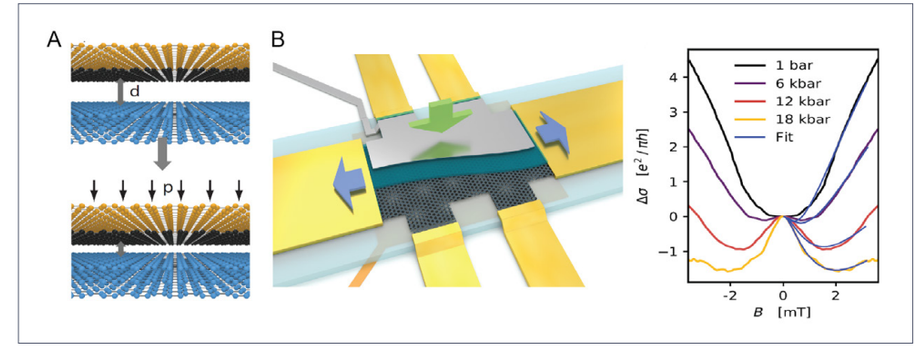
Az elmúlt évek szerencsére az anyagtudományban is robbanásszerű fejlődést hoztak, ami a kétdimenziós anyagok felfedezésének köszönhető. A grafén felfedezése után sok kétdimenziós kristályt fedeztek fel, amelyek a legkülönbözőbb tulajdonságokkal bírnak: szigetelők, félvezetők, szupravezetők vagy akár mágneses anyagok. Ezeket egymásra helyezve a rétegek közötti kölcsönhatás eredményeképpen új anyagok hozhatók létre teljesen új tulajdonságokkal. Ezt az új anyagtudományi irányt, ahol atomi méretskálán rétegenként állítható össze egy új anyag, a legóhoz szokták hasonlítani. Míg azonban a legókockák csak pár, jól meghatározott elforgatási szögben helyezhetők egymásra, addig a kétdimenziós anyagoknál tetszőleges forgatási szög elérhető. Ráadásul bizonyos, jól meghatározott „mágikus” szögek esetén meghökkentő, egzotikus viselkedést tudnak ezek az anyagok mutatni (pl. újfajta szupravezető vagy mágneses állapotot).

A kutatócsoportunk ilyen anyagok építésével és az azokból készített elektromos áramkörök vizsgálatával foglalkozik. Mivel ezen anyagoknál a rétegek közötti kölcsönhatás alapvető fontosságú, ráadásul a kölcsönhatás erőssége erősen függ a rétegek távolságától, egyik fontos célunk, hogy a rétegek távolságát hangolni tudjuk. Ehhez általunk egyedien módosított nyomáscellát használunk.

A grafénról korábbi kutatások kiderítették, hogy a spin-pálya kölcsönhatás hiánya miatt a spinek nagy távolságra juttathatók el benne. A spin-pálya kölcsönhatás hiánya azonban hátrányt is jelent: ez tenné lehetővé a spininformáció elektromos kontrollját, illetve izgalmas topologikus fázisok megjelenését. Spintronikai kutatásainkban megmutattuk, hogy a grafént WSe_2 kétdimenziós félvezető kristályra helyezve megmaradnak a grafén jellemző tulajdonságai, de spin-pálya kölcsönhatással kiegészülve. A Lendület-csoport egyik fontos eredménye, hogy egy- és kétrétegű grafén esetén is megmutattuk, hogy a WSe_2-szubsztráttól örökölt spin-pálya kölcsönhatás jelentősen megnövelhető nyomás segítségével. Ráadásul kétrétegű grafén esetén egy izgalmas, ún. topologikus állapotot is sikerült létrehoznunk az alá és fölé helyezett WSe_2-kristályok megfelelő szögben való elforgatásával. A kutatócsoport foglalkozott mágneses anyagok mágneses tulajdonságainak feltérképezésével is, illetve nyomással való hangolásával, melyek a mágneses adattárolásban találhatnak alkalmazásra.

Végül vizsgáltunk csavart grafénszerkezeteket. Első kísérleteinkkel megmutattuk, hogy a nyomással az anyag tulajdonságai radikálisan megváltoztathatók, pl. fém-szigetelő átmenetet figyelhetünk meg. További kutatásaink az ezen anyagokban megjelenő szupravezetésre fognak koncentrálni. Itt több elmélet azt jósolja, hogy ezekben ún. topologikus szupravezetés figyelhető meg, amiből akár az információvesztésnek ellenálló kvantumbitek készíthetők.

Összesítve a Lendület-pályázat egyedi lehetőséget biztosított egy új kutatócsoport megteremtésére. A pályázat során bevonzott egyéb hazai és EU-s források segítségével egyedülálló mérési és mintakészítési infrastruktúrát sikerült kialakítani. A fejlesztésnek köszönhetően akár levegőérzékeny mágneses vagy szupravezető anyagokból tudunk új szerkezeteket létrehozni argonatmoszférában motorizált mikromozgatókkal. E rendszerek segítségével a csoportunk csavart szerkezeteket, illetve mágneses rendszereket fog vizsgálni a következő években.



1. ábra: Van der Waals-szerkezetek hangolása. **A:** Nyomás hatására a 2D heterostruktúrák rétegei közelebb kerülnek egymáshoz, így felerősödnek a rétegek között kölcsönhatások is. **B:** Egy grafén szuperrács Hall-mérésekhez felkontaktálva. A zöld nyíl a nyomást mutatja, míg a kék a mechanikai húzófeszültség hatását.

1. kép: Az MTA—BME Lendület Nanoelektronika Kutatócsoporttal közös csoportkép

MÉSZÁROS SZABOLCS

2021—2026

MTA—ELTE Lendület Tejútrendszer Kutatócsoport

A Tejútrendszer kémiai feltérképezése

Eötvös Loránd Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bókon András, Cseh Borbála, Demkó Petra, Dencs Zoltán, Derekas Aliz, Harmati Beáta, Hegedűs Viola, Karsai Endre, Kovács József, Lendvai Vanda, Rácz Katalin, Szabó Gyula, Szalai Tamás, Szigeti László, Truszek Márton, Világos Blanka

PHYSICS.ELTE.HU/CONTENT/MTA-ELTE-LENDULET-TEJUTRENDSZER-KUTATOCSOPORT.T.42650

Lendület
Program

A csillagászati spektroszkópia iránti érdeklődésem még a Szegedi Tudományegyetemen folytatott tanulmányaim alatt alakult ki. A Harvard & Smithsonian Center for Astrophysics (CfA) predoktori hallgatójaként már csillaghalmazokban lévő vörös óriás csillagok tömegvesztésének meghatározásával foglalkoztam, amihez a hidrogén látható tartományban lévő Hα vonalának pontos elméleti modellezését kellett elvégezni. Első posztdoktori ösztöndíjamat 2010-ben nyertem a kanári-szigeteki Instituto de Astrofísica de Canarias intézetbe, hogy a már előkészítés alatt álló Sloan Digital Sky Survey (SDSS) harmadik fázisában induló APOGEE spektroszkópiai égboltfelmérő programban dolgozzam. Ez az ösztöndíj lehetővé tette, hogy az SDSS teljes jogú tagjaként nem nyilvános adatokat elérve a CfA-ban szerzett tudásomat tovább kamatoztathassam, és színképek modellezésével a csillagok fizikai paramétereinek meghatározásán dolgozhassak.

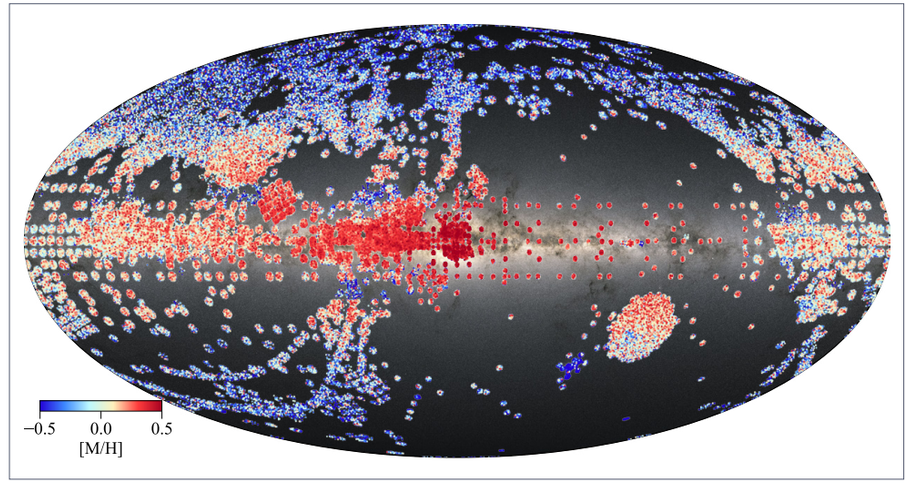
Hazatérésem után a legfontosabb célkitűzésemnek azt tekintettem, hogy Magyarországon dolgozó magyar kutatók részt vehessenek az SDSS-ben és hasonló nemzetközi együttműködésekben, amelyek elméleti és gyakorlati spektroszkópiai vizsgálatokkal a Tejútrendszer kémiai összetételének feltérképezését célozzák. Ennek az elképzelésnek a megvalósítását segítette a Lendület Program által nyújtott támogatás. Kutatócsoportom vezetésemmel az SDSS-V Milky Way Mapper (MWM) nagy felbontású spektroszkópiai égboltfelmérés első publikus adatközlésének validálásán és kalibrálásán (2025 nyara) túl galaxisunk kémiai térképének elkészítésén dolgozik, hogy megérthessük a Tejútrendszer fejlődését. Az MWM 2027 végéig közel 5 millió csillag kémiai összetételét fogja meghatározni, hogy pontosan feltárja galaxisunk fejlődési történetét. Csoportunk a pályázat indulásakor több fiatal tudóssal bővült, ami lehetővé tette, hogy nemcsak a tervezettnél korábban kezdjük meg galaxisunk kémiai feltérképezését, hanem több, eredetileg nem tervezett új projektet is elindíthassunk. A Lendület-projekt keretében kiemelt figyelmet fordítunk a fiatal tudósokkal való együttműködésre és a hallgatók témavezetésére.

Több nemzetközi projektben is részt vettünk, amelyek során a kémiai mennyiségek alakulását vizsgáltuk a Tejútrendszerben, az MWM első adatközlésében szereplő privát adatok segítségével feltérképeztük a Tejútrendszer két korongját, a halót és az abban megfigyelhető többszörös csillagpopulációkat. Az OMEGA+ galaktikus kémiai evolúciós kód és 412 000 csillag felhasználásával sikeresen modelleztük 15 elem (Fe, Mg, O, Si, S, Ca, Ti, Na, Al, K, V, Cr, Mn, Co, Ni) Tejútrendszeren belüli eloszlását. A modellek szerint galaxisunk kialakulása után nagyjából 4 milliárd évvel egy másik galaxissal ütközött, ami kialakította a ma megfigyelt kémiai eloszlást. A Tejútrendszert több komponensre bontva sokkal

pontosabban tudjuk az ütközés folyamatát vizsgálni, mint bárki más korábban. Eredményeink szerint az ütközés egy másik galaxissal 11,4 millárd évvel ezelőtt kezdődött, 9,4 millárd évvel ezelőtt volt a csúcspontja, és alig 2 milliárd évvel ezelőtt fejeződött be.

Kutatócsoportunk a Space Telescope Science Institute (STScI) kutatóinak együttműködésével hozta létre a James Webb űrtávcső hivatalos elméleti csillagszínkép-gyűjteményének legújabb kiadását, amely a valaha elkészített legnagyobb ilyen adatbázis. A JWST műszereinek kalibrációjához, a csillagok és exobolygók színképében megjelenő molekulák — mint például a víz — elnyelési sávjainak megkülönböztetéséhez elengedhetetlen egy pontos elméleti csillagszínkép-adatbázis elkészítése. Az új projektjeink keretében sikerült első alkalommal bebizonyítani, hogy a piszkéstetői 1 méteres távcsőre szerelt spektrográf kiválóan alkalmas a csillagok atmoszferikus paramétereinek és kémiai összetételének meghatározására. Másik új projektünk keretében ezt az új elméleti spektrumadatbázist felhasználva csillagok sugarait és luminozitását számoljuk ki kémiai összetételüket is figyelembe véve.

Kutatócsoportunk tagjai 2021. szeptember 1. és 2024. augusztus 31. között 44 referált publikációt jelentettek meg, amelyekre eddig összesen 1300 hivatkozás érkezett.



1. ábra: A Tejútrendszer kémiai térképe. A Tejútrendszernek a Gaia űrtávcső adatain alapuló képére a csillagokat fémtartalmuk szerint színezve rajzolták. A vörössel jelölt csillagok nagyjából háromszor több fémet tartalmaznak, mint a Nap, a kékkel jelöltek pedig háromszor kevesebbet.
Forrás: Mészáros et al.: SDSS-V Milky Way Mapper (MWM): ASPCAP Stellar Parameters and Abundances in SDSS-V Data Release 19. *The Astronomical Journal*, 2025, 170, 96.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): felső sor: Rácz Katalin, Dencs Zoltán, Szigeti László, Kovács József, Szabó Gyula; alsó sor: Derekas Aliz, Hegedűs Viola, Mészáros Szabolcs

SZALMA IVETT

2021—2026

MTA TK Lendület Reprodukciós Döntéseket Vizsgáló Kutatócsoport

A reprodukcióval kapcsolatos döntések több szempontú vizsgálata európai összehasonlításban a (poszt)pandémiás korszakban

HUN-REN Társadalomtudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Ágoston József, Bartus Tamás, Bitó Tamás, Bognár Adrienn, Marieke Heers, Herke Boglárka, Murinkó Lívia, Neményi Mária, Paksi Veronika, Pélyi Lóránt, Sipos Alexandra, Szczuka Borbála Júlia, Takács Judit, Maria Letizia Tanturri, Hana Třísková, Udvari Orsolya

REPROSOC.TK.ELTE.HU/EN

Lendület
Program

Kutatásaink központi témája a reprodukciós döntések vizsgálata, különös tekintettel olyan kérdésekre, mint a gyermektelenség, a mesterséges megtermékenyítés és az azonos nemű párok örökbefogadásával kapcsolatos attitűdök. Ezen túlmenően a társállattartás és a bevándorlással kapcsolatos attitűdök gyermekvállalási elképzelésekre gyakorolt hatásait is vizsgáljuk. Emellett kiemelten foglalkozunk az olyan globális tényezők vizsgálatával is, mint a Covid-19 hatása és a klímaváltozás miatti aggodalmak, amelyek közvetlenül befolyásolhatják a fiatalok reprodukciós döntéseit.

Kutatásunk rávilágított arra, hogy a klímaváltozás jelentős terhet ró a fiatalokra. Ugyanakkor a gyermekvállalás előtt álló magyar felnőttek optimistán tekintenek a jövőbe, bízva abban, hogy a tudósok megoldásokat találnak a klímaváltozás problémáira, és hogy leendő gyermekeik klímatudatosabbak lesznek, mint az előző generációk. Bár a társállattartás egyre elterjedtebb Magyarországon, és a lakosság közel egyharmada úgy véli, hogy egy háziállat betöltheti a saját gyermek szerepét, a legtöbben továbbra is inkább szeretnének gyermeket vállalni (*1. ábra*).

Az itt felvillantott kutatások eredményeit nem egyedül értem el; a Lendület Program lehetővé tette, hogy első ízben vezethessek kutatócsoportot, és a sikeres eredmények mögött csapatmunka áll. Sokszínű kutatócsoportunkat különböző tudományterületekről rekrutálódott szakemberek alkotják, és a program keretében lehetőségünk nyílt interdiszciplináris együttműködésekre is. Ezek az együttműködések nemcsak a kutatási eredményeinket gazdagították, hanem a tudásomat és tapasztalataimat is jelentősen bővítették.

Az egyik legkiemelkedőbb interdiszciplináris projektünk Kubinyi Enikő etológussal valósult meg, amely a kutyatartás és a gyermekvállalás közötti lehetséges kapcsolatot vizsgálta. Emellett Bitó Tamás nőgyógyásszal közösen dolgoztunk egy olyan projekten, amely a terhes és a szoptató nők Covid-19 elleni védőoltással kapcsolatos döntéseit vizsgálta.

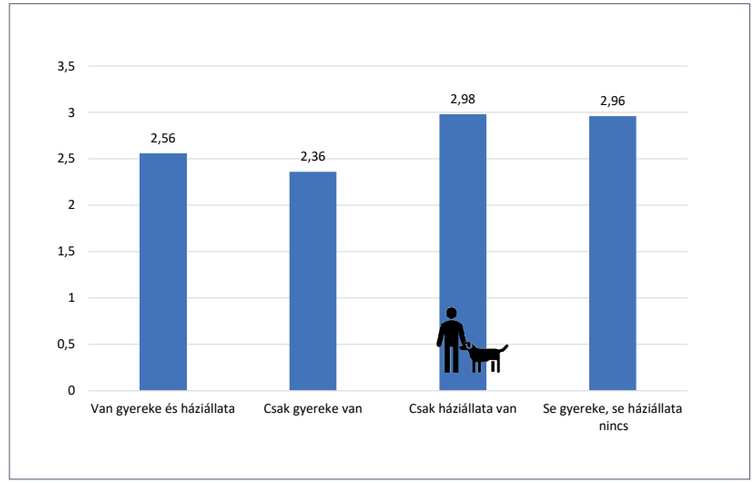
A program új módszertani eszközök alkalmazására is lehetőséget nyújtott. Például Bartus Tamással és Takács Judittal közösen egy új regressziós modellt dolgoztunk ki, amely segíthet megérteni, hogy a különböző demográfiai változók a melegek általi örökbefogadás támogatását növelik, vagy éppen az elutasítottságát csökkentik. Ez az új módszer a Lendület Program keretében folytatott kutatás segítségével valósulhatott meg.

A program révén számos nemzetközi együttműködés is létrejött. Marieke Heersszel (a svájci FORS kutatójával) és Maria Letizia Tanturrival (a Padovai Egyetem demográfusprofesszorával) közösen kutattuk az európai tudatos gyermektelenséggel kapcsolatos attitűdöket. Részt vettem egy Marie Curie-pályázat kidolgozásában is, amely bár nem nyert, a pályázati folyamat során szerzett tapasztalatok és szakmai kapcsolatok hosszú távon meghatározók lehetnek.

A Lendület Program részeként kiemelt szerepet kapott a fiatal kutatók mentorálása. PhD-hallgatóimat, Szczuka Borbálát, Udvari Orsolyát és Ágoston Józsefet aktívan bevontam a kutatási folyamatokba. Már megjelentek az első közös hazai és nemzetközi publikációink, és folyamatosan dolgozunk újabb kutatási eredmények publikálásán. Külön kiemelném Pélyi Lóránt szerepét, aki eredetileg kutatási asszisztensként csatlakozott a csapatomhoz, de mára egyre több kutatói feladatot is ellát. Egy közös publikációnk már megjelent, és jelenleg egy nemzetközi cikk kidolgozásában is részt vesz. Emellett külföldi PhD-hallgatómmal, Hana Třískovával is közösen dolgozunk: első közös konferenciaszereplésünk után most közösen készítünk elő egy nemzetközi publikációt.

A fiatal kutatók mentorálásán túl posztdoktori kutatókkal is együttműködöm, hogy segítsem őket tudományos karrierjük korai szakaszában. Herke Boglárkával és Sipos Alexandrával egy-egy innovatív témát vizsgálunk: a bevándorlás és családpolitika diskurzusai közötti összefüggéseket, illetve a fogamzásgátlással kapcsolatos gyakorlatok alakulását.

A Lendület Program nemcsak a saját szakmai fejlődésemet támogatta, hanem lehetőséget biztosított fiatal kutatók mentorálására, valamint arra, hogy hazai és nemzetközi szinten is elismert tudományos eredményeket érjünk el. Az interdiszciplináris együttműködések, a nemzetközi kapcsolatok és az új módszertani megközelítések mind hozzájárulnak a hazai kutatói bázis megerősítéséhez.



1. ábra: Egy háziállat betölthet olyan fontos szerepet egy ember életében, mint a saját gyermeke. Mennyire ért egyet? (Skálaátlagértékek. Skála: 1 = Egyáltalán nem ért egyet; 5 = Teljesen egyetért)

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Bartus Tamás, Murinkó Lívia, Herke Boglárka, Marieke Heers, Udvari Orsolya, Szalma Ivett

TÖKÖLYI JÁCINT

2021—2026

MTA—DE Lendület Ökológia, Evolúció és Fejlődésbiológia Kutatócsoport

Biológiai allometriák kísérletes vizsgálata

Debreceni Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Florencia Antonella Aldonate Pérez, Boros Adrienn, Gergely Réka, Mester Valéria, Miklós Máté, Nagyné Kapczár Emese, Nehéz Erzsébet Ágnes, Révész Hanna

Lendület
Program

Fajon belül egy állat testmérete szoros összefüggést mutat egyéb biológiai tulajdonságaival. Egy közismert példa erre a kutyák esete: egy kis testű egyednek (pl. tacskó) akár kétszer hosszabb lehet a várható élettartama, mint egy nagyobb testűnek (pl. dán dog). A nagyobb egyedek szinte minden esetben eltérnek a kisebbektől szaporodásban, anyagcserében és túlélésben, ami kihatással lehet a természetes populációk fennmaradására, a háziállatok gazdasági hasznára vagy az emberek egészségi állapotában megfigyelhető különbségekre. Érdekes módon a kis és nagy egyedek eltérése sok esetben nem arányos a testméret-különbségekkel (ezt nevezik tudományos kifejezéssel allometriának). Így például, ha összehasonlítunk két 1 kg-os halat, akkor ezeknek nem ugyanannyi utóduk lesz, mint egyetlen 2 kg-os halnak (összességében kevesebb lesz nekik, és a különbség akár jelentős is lehet). Az ilyen különbségeknek óriási a jelentőségük például a halászott fajok populációinak fenntarthatósága szempontjából, hiszen ha a nagy egyedeket lehalásszák, akkor az állomány újraképződése sokkal lassabban fog bekövetkezni, mint amit a megmaradt egyedek biomasszája alapján gondolnánk. Ez rendkívül fontos tényező a populációk fenntarthatósága szempontjából, amelyet eddig nem jellemeztek kellőképpen, így nem építhető be a fenntartható halászat előrejelzési modelljeibe.

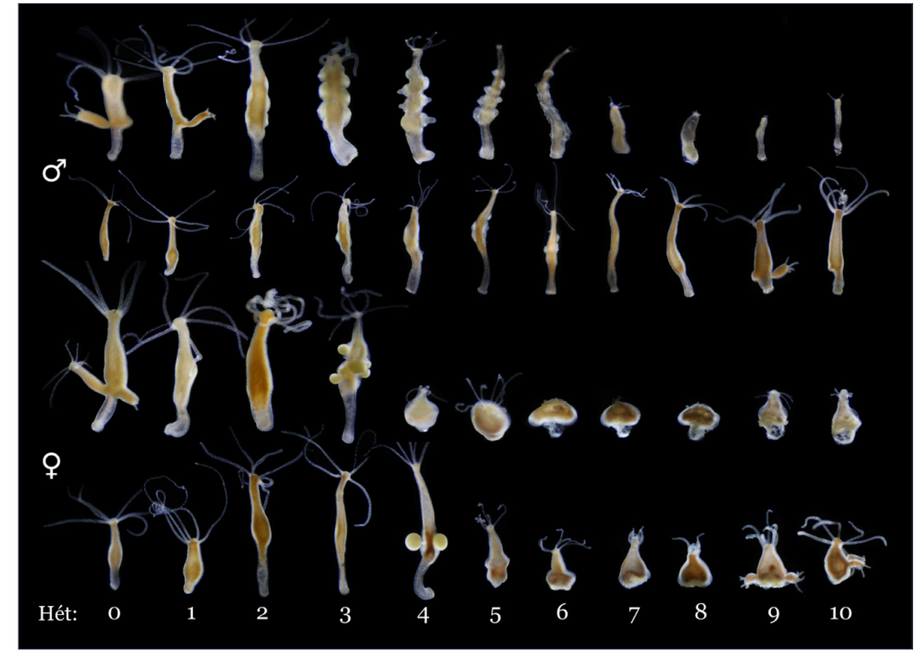
Mi lehet az allometrikus hatások biológiai magyarázata? Sok elmélet létezik, de egyiket sem sikerült egyértelműen bizonyítani, mivel a testméret a legtöbb állatfaj esetében nem változtatható meg kísérletesen anélkül, hogy valamilyen más tényezőt (pl. a növekedést) ne befolyásolnánk. A kutatócsoportunk nemrégiben kidolgozott egy megoldást erre a problémára. A csalánozók regenerációs képességeit kihasználva kísérletesen megváltoztattuk felnőtt édesvízi hidrák testméretét, ami befolyásolta a szaporodásukat és az élethosszukat is. Projektünk célja, hogy ezt a módszert felhasználva vizsgáljuk a méretfüggőség okait, és ezáltal megértsük az ivari különbségeket, a táplálék és mikrobiom szerepét, valamint a klímaváltozás várható hatását a testméretfüggő szaporodásra és túlélésre.

A pályázat eddigi tevékenysége során teszteltük az allometrikus hatások „forráselőny”-hipotézisét, kísérletesen kimutatva, hogy a nagyobb testméretnek pufferhatása van a testméretfüggő életmenetjellegek meghatározásában. Ez az eredmény a testméret régóta feltételezett, de kísérletesen még nem bizonyított ökológiai szerepét igazolja. Kimutattuk továbbá a szaporodási befektetés allometriájának hőmérséklettől való függőségét, ezáltal igazolva a hőmérséklet-testméret szabály egyik evolúciós elméletét. Ez az eredmény a klímaváltozás egyik legjelentősebb, állatokra gyakorolt hatására, a globális felmelegedéssel együtt járó testméretcsökkenésre ad lehetséges magyarázatot.

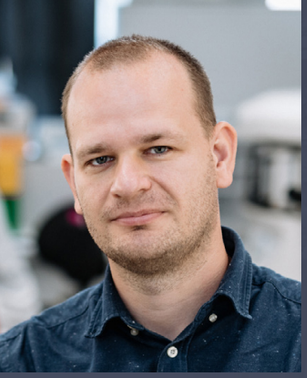
Továbbá feltártuk a hőmérsékletfüggő allometrikus hatások élettani hátterét, és megtettük az első lépéseket annak érdekében, hogy azonosítsuk azt az élettani szabályozási mechanizmust, amely a szaporodási befektetés, az öregedés és a regenerációs képesség egymással összefüggő szabályozásáért felelős. Végül leírtuk a hidrákkal együtt élő bakteriális közösségek térbeli és időbeli változatosságát, feltárva állatokra gyakorolt lehetséges élettani hatásait is. A projekt végére szeretnénk átfogó magyarázatot adni arra a kérdésre, miért és hogyan függenek az állatok biológiai paraméterei a testmérettől.

Kb. 15 éve vizsgálom az édesvízi hidrák fejlődési és életmenetjellegeinek evolúciós ökológiai hátterét Magyarországon, tanulmányozva a hidrák regenerációs képességének, öregedésének és szaporodásbiológiájának változatosságát és annak kiváltó okait. A Lendület Program lehetővé teszi, hogy a hidramodell-rendszert, amely fejlődésbiológusok számára már jól ismert, ökológiai kérdések vizsgálatára is alkalmazhassuk, új eszköztárral bővítve az állatökológiai kutatásokat.

1. kép: A kutatócsoport tagjai kiegészülve egyetemi hallgatókkal (balról jobbra): Szakál Virág, Bahar Nuryyeva, Andrei Ievlev, Retno Novvitasari Hery Daryono, Florencia Antonella Aldonate Pérez, Venu Ghopal Bhavya Pillay, Randa Mohamed Shihab, Tökölyi Jácint



1. ábra: Hím és nőstény nyeles hidrák (*Hydra oligactis*) öregedési folyamata és annak fajon belüli változatossága. Az egyedekről 10 héten keresztül készítettünk felvételeket. Mind a hím, mind a nőstény vonal esetében a felső sor egy intenzívebben öregedő egyedet, az alsó sor egy kevésbé intenzíven öregedő egyedet mutat.
Illusztráció: Nehéz Erzsébet Ágnes



VARGA ZOLTÁN

2021—2026

MTA—SE Lendület Kardioonkológiai és Kardioimmunológiai Kutatócsoport

Kardioonkológiai és onkokardiológiai betegségek molekuláris mechanizmusa, valamint terápiás és diagnosztikus célú vizsgálata

Semmelweis Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Ayham Alhaddad, Gergely Tamás, Gulyás-Onódi Zsófia, Hegedűs Zsombor, Jakab Márk, Jezsoviczky Sára, Kocsis Márton, Kovács Andrea, Kovács Tamás, Köhler Zoltán, Kulin Anna, Mórotz Gábor, Anand Ramalingam, Sayour Viktor Nabil, Szabó Lilla, Tóth Artúr, Tóth Viktória

SEMMELWEIS.HU/PHARMACOLOGY/KUTATAS/KARDIOVASZKULARIS-ES-METABOLIZMUS/KARDIO-ONKOLOGIA-MUNKACSOPORT

Lendület
Program

Egyetemi docensként dolgozom a Semmelweis Egyetem Farmakológiai és Farmakoterápiás Intézetében, ahol a HCEMM Kardiometabolikus Immunológiai Kutatócsoport junior csoportvezetője, valamint a Lendület-kutatócsoport vezetője vagyok. Az orvosi diploma megszerzése után PhD-tanulmányaimat a Szegedi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Karának Orvosi Biokémiai Intézetében végeztem, melyet egy hosszabb posztdoktori kutatási ösztöndíj követett 2015 és 2018 között az Egyesült Államokban, a National Institutes of Health alkoholizmust vizsgáló kutatóintézetében. Amerikából hazatérve vezető szerepet vállaltam a Nemzeti Szívprogram keretében létrejövő kísérletes hisztológiai core facilitás létrehozásában és vezetésében, mely labor nyitva áll minden egyetemi kutatócsoport számára, segítve experimentális mintáik hisztológiai feldolgozását. Ez a facilitás a rutinfestéseken túl lehetőséget biztosít bonyolultabb technikák, mint a multiplex immunfluoreszcencia vagy a fluoreszcens multiplex RNS *in situ* hibridizáció elvégzésére is. Munkásságomat 2017-ben Junior Prima díjjal, valamint az MTA Prémium posztdoktori ösztöndíjával jutalmazták. 2019-ben elnyertem az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíját, majd pedig Lendület-pályázatát is. Kutatási területem a molekuláris kardiológia, a metabolikus szindróma és a kardiovaszkuláris immunológia és farmakológia határterületeit öleli fel, különös hangsúlyt fektetve a gyulladásos interakciók tanulmányozására kardiovaszkuláris kórállapotokban: krónikus posztinfarktusos szívelégtelenségben, valamint az elhízáshoz és az öregedéshez társuló kardiális diszfunkcióban. Lendület-pályázatom kutatási témája a tumorellenes immunterápiák kardiovaszkuláris mellékhatásainak megértésére és hatékony kezelésére fókuszál.

A szívelégtelenség a nyugati típusú ipari társadalmakban a vezető halálokok közé tartozik, ezért igen jelentős népegészségügyi probléma. A szívbetegségeknek egy újonnan felismert lényeges kockázati tényezője a gyulladás, hiszen az érelmeszesedéshez való hozzájárulása által szerepe van a szívizom működési zavarának kialakulásában és akár egy későbbi szívinfarktus létrejöttében is. Kutatásaink során azt vizsgáljuk, hogy a krónikus gyulladás hogyan és miért vezet a szívizom működési zavaraihoz kardiovaszkuláris betegekben. Új irányvonalként a tumorellenes immunterápiák szívellenes autoimmunitást kiváltó hatását is vizsgáljuk. Új terápiás stratégiákat keresve lehetőség nyílhat azon betegek túlélési mutatóinak javítására is, akik olyan súlyosbító rizikófaktorokkal rendelkeznek, mint a krónikus gyulladás vagy a magas vérnyomás. Ezért az emberben fennálló körülményekhez igen hasonló egér és patkány állatmodellben vizsgáljuk a szívizom funkciózavarait. Kutatásaink során kiemelten tanulmányozzuk az immunsejtek szerepét, melyek direkt módon vagy a mellékvese hormontermelése, illetve a vérnyomás befolyásolásával károsíthatják

a szívizomzatot. Mindemellett fontos célunk vizsgálni, hogy az aktivált immunsejtek működésének befolyásolásával, így a gyulladás káros következményeinek mérséklésével javítható-e a szívfunkció. Ezek a kísérletek nagy jelentőséggel bírnak, mivel az itt nyert információk alapján új terápiás eljárások kifejlesztésére nyílhat lehetőség a szívelégtelenség kezelésére.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): első sor: Szabó Lilla, Tóth Viktória, Varga Zoltán, Kovács Andrea, Ayham Alhaddad, Kulin Anna; hátsó sor: Hegedűs Zsombor, Jezsoviczky Sára, Anand Ramalingam, Kovács Tamás, Tóth Artúr, Kocsis Márton, Köhler Zoltán, Jakab Márk

VIROSZTEK DÁNIEL

2021—2026

MTA RI Lendület Optimális Transzport és Kvantum Információ-geometria Kutatócsoport

Klasszikus és kvantum-Wasserstein-terek geometriája és kvantumdivergenciák

HUN-REN Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bunth Gergely, Pitrik József, Titkos Tamás

RENYI.HU/KUTATOCSOPORTOK/OPTIMALIS-TRANSZPORT

Lendület
Program

Kutatócsoportunk klasszikus optimális transzporttal, kvantum-információelmélettel, valamint az előbbiek szinergikus kapcsolatából született rendkívül friss tudományterülettel, a kvantum-optimálistranszport elméletével foglalkozik.

Célunk klasszikus Wasserstein-terek és entropikus távolságokkal ellátott kvantumállapotterek alapvető geometriai jellemzőit (geodetikusok, metrikus tenzormező, baricentrumok) meghatározni, illetve a nem kvadratikus kvantum-optimálistranszport elméletének felépítésében részt venni.

Bár az optimális transzport problémáját már a 18. század végén formalizálta Gaspard Monge, és a 20. század első felében Leonid Kantorovich közgazdasági Nobel-díjat érő munkát végzett a területen, az optimális transzport elmélete csak az 1980-as évek végén vált a matematikai analízis egyik központi területévé — nagyrészt Yann Brenier munkájának köszönhetően. Az optimális transzport ezer szállal kötődik a parciális differenciálegyenletek elméletéhez, a folyadékmechanikához és a valószínűség-elmélethez, és két Fields-érmet is kiosztottak a közelmúltban a területen végzett kutatást jutalmazva (Villani 2010, Figalli 2018).

A kutatásunk fő irányai az alábbiak:

1. Klasszikus Wasserstein-terek — speciális terekre (pl. gömbfelületekre, projektív terekre, Banach-terekre, Hadamard-terekre, nem elágazó terekre, sokaságokra) épített p-Wasserstein-terek izometriáinak vizsgálata. A fő újdonság, hogy nemeuklideszi geometriákra épített tereket is vizsgálunk, és nemcsak a p=2 esetet tárgyaljuk (amelyet eddig a legintenzívebben tanulmányoztak), hanem minden p>0 értéket.

2. Kvantum-Wasserstein-terek — a kvantum-optimálistranszport elméletének kiépítése az általános (tehát nem kvadratikus) költségoperátor esetére. A legfőbb újdonság egy kétváltozós tenzorszorzat-függvénykalkulus alkalmazása. A projekt e részének másik fő célja qubitok és magasabb dimenziós kvantumállapotterek általánosított kvantum-Wasserstein-izometriáinak leírása.

3. Metrikák és entropikus különbözőségmértékek a kvantumállapotok terén — általános kvantum-Jensen-divergenciákkal, köztük a Jensen—Shannon-típusú kvantumdivergenciával ellátott kvantumállapottér geometriájának vizsgálata, különös hangsúlyt fektetve a Riemann-féle

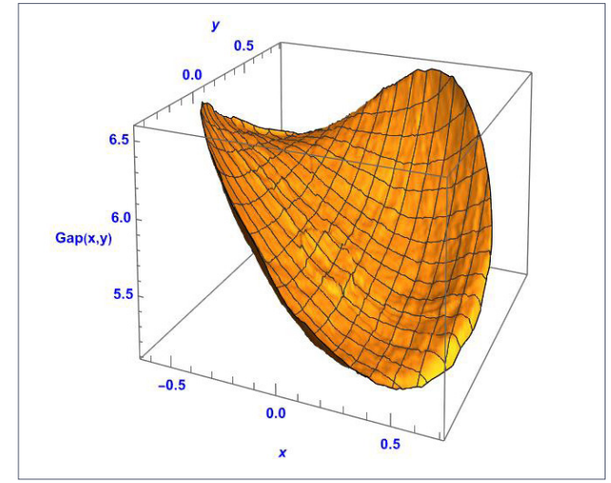
metrikus tenzorra, geodetikusokra és baricentrumokra. Ez a kutatási irány teljesen újszerű: még a háromszög-egyenlőtlenség bizonyítása is 2021-ben publikált eredmény.

A klasszikus Wasserstein-terek geometriájára (1) vonatkozó eddigi eredményeink közül kiemeljük a geodetikus távolsággal ellátott véges dimenziós tóruszokra és gömbfelszínekre épülő p-Wasserstein-terek izometrikus rigiditásának bizonyítását, valamint a normatávolsággal ellátott euklideszi gömbfelszínekre épülő 2-Wasserstein-terek izometria-csoportjainak meghatározását. Absztraktabb algebrai struktúrákra, például Heisenberg-csoportra vagy általános Carnot-csoportra épülő Wasserstein-terekkel kapcsolatban is bizonyítottunk hasonló eredményeket — radikálisan más bizonyítási technikákat használva.

A kvantum-optimálistranszport (2) területén dolgozva bizonyítottunk egy friss és releváns sejtést, amely a kvantumcsatornákkal definiált optimálistranszport-távolságok egy családjának metrikus tulajdonságaira vonatkozott. Ezenkívül meghatároztuk a kvantumbit-állapottér izometriáit bizonyos kitüntetett költségoperátorok által generált kvantum optimálistranszport-távolságokra nézve.

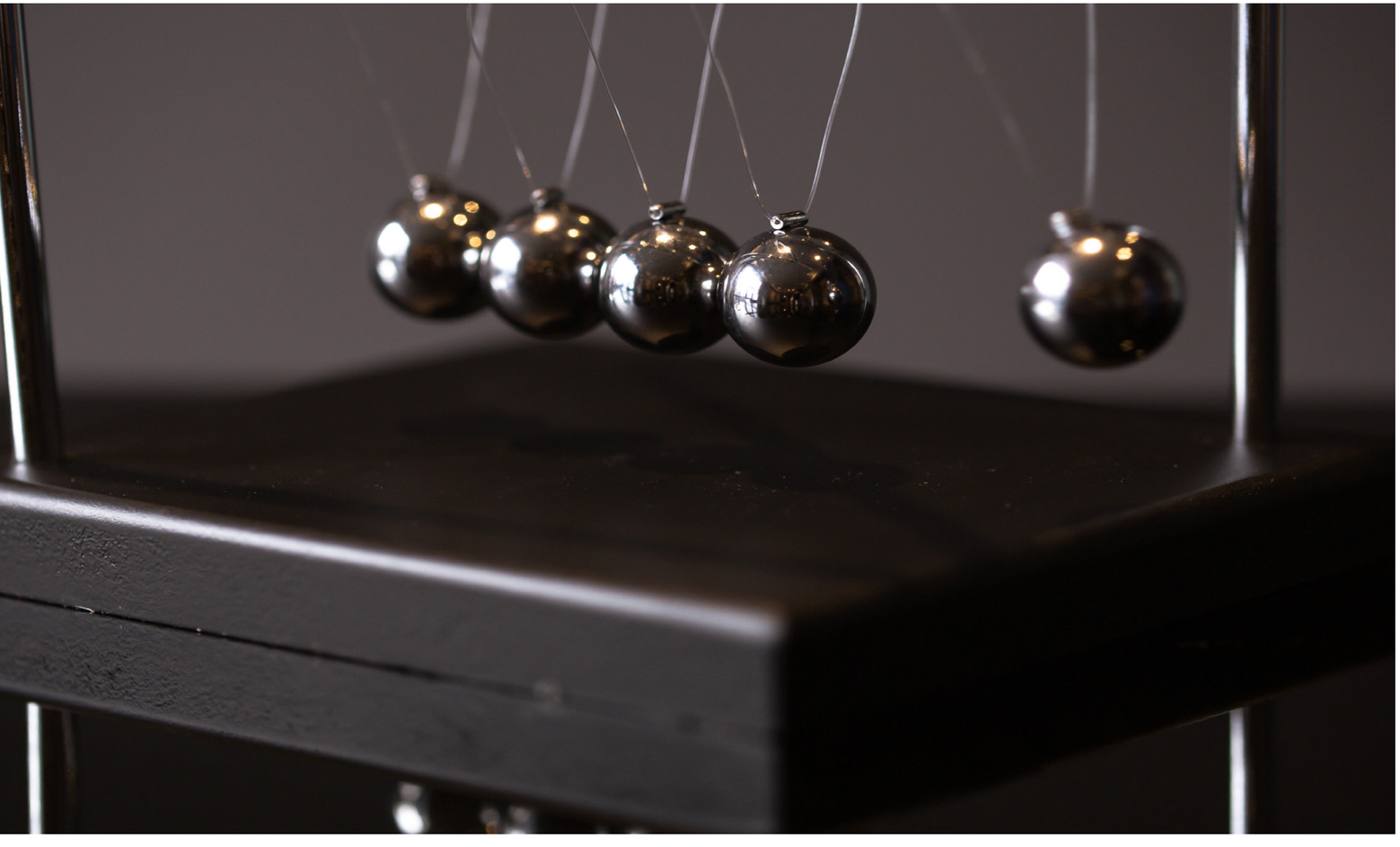
Az entropikus távolságok és különbözőségi mértékek kutatására a projekt utolsó 2 évében fogunk hangsúlyt fektetni.

2013-ban végeztem matematikusként a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen (BME), 2016-ban szereztem PhD-fokozatot ugyanitt. A fokozatszerzés után egy évig a BME Matematika Intézetében dolgoztam posztdoktorként, majd 2017 őszétől két évig ISTFellow ösztöndíjasként az IST Austria kutatóintézetben. 2019 októberétől 2021 szeptemberéig Marie Skłodowska-Curie posztdoktori ösztöndíjasként kutattam ugyanott. A Lendület Program segítségével tértem vissza Magyarországra. Munkámat 2019-ben Grünwald Géza-emlékéremmel ismerte el a Bolyai János Matematikai Társulat, 2024-ben az MTA Alexits György-díjában részesültem.



1. ábra: Kvantum-Wasserstein-divergenciákra vonatkozó háromszög-egyenlőtlenség két oldala közti hézag abban az esetben, amikor rögzítünk egy véletlenszerűen választott transzportköltség-operátort, két kvantumbitet, és a harmadik egy körlap alakú tartományt fut be a kvantumbit-állapottérben

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Pitrik József, Titkos Tamás, Virosztek Dániel, Bunth Gergely



2022

BERKESI MÁRTA

2022—2027

MTA—FI Lendület Litoszféra Fluidum Kutatócsoport

Fluidumvándorlások eloszlása és tulajdonságai a litoszférában: fluidumegyensúly és szállítódás leképezése a Pannon-medence központi részén

HUN-REN Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Békési Eszter, Biró Tamás, Hencz Mátyás, Horváth Martin, Kővágó Ákos, Thomas Lange, Justine Myovela, Németh Károly, Palcsu László, Porkoláb Kristóf, Rubóczki Tibor, Spránitz Tamás, Szabó Csaba

FLUIDSBYDEPTH.EPSS.HU

Lendület
Program

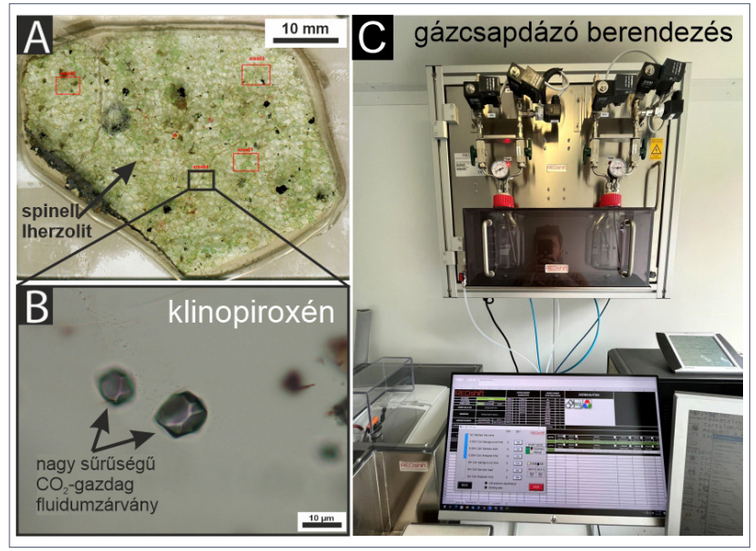
A szén-, nitrogén- és hidrogénkörforgás nem antropogén és nem biológiai eredetei mutatják kapcsolatukat bolygónk mélyebb szféráival. Olyannyira, hogy ez a kapcsolat egyes elképzelések szerint a lábunk alatt, a Föld középpontja felé több száz, akár néhány ezer kilométeres mélységet is felölel; tehát ezek az anyagok ilyen vertikális távlatból is a felszínre kerülhetnek. A felszínen és a légkörben e földtani eredetű elemek döntően CO_2, H_2O, H_2, N_2 formájában vannak jelen. E gázokról mindannyian hallottunk, és ismerjük a potenciális veszélyét annak, ha a koncentrációjuk a levegőben drasztikus szintet ér el. A legjellemzőbb ilyen tevékenység a vulkanizmus, azonban az elmúlt évek kiemelt kutatásai rávilágítottak, hogy vulkáni aktivitás hiányában is észlelünk a Föld felszínén CO_2-kigázosodásokat. Ez utóbbi folyamatot a több tíz kilométer vastag litoszférának, azaz a Föld szilárd külső burkának mélyben zajló eseményei okozzák. Jelen projektünkben a Balaton-felvidék területéről származó, a vulkáni tevékenység által felszínre hozott kőzetekben a litoszféra különböző mélységeit reprezentáló CO_2-gazdag zárványokat vizsgálunk a kőzetek ásványaiban. Megpróbáljuk megérteni, milyen körülmények között keletkeznek, és hogyan juthatnak el ilyen nagy mélységből a felszínre.

A kutatás előzményei több évtizedre mennek vissza, a Szabó Csaba által alapított Litoszféra Fluidum Kutató Laboratóriumba. Itt kezdtem meg kutatói tevékenységét, és dolgoztam egészen a PhD-fokozat megszerzésig. Már az 1990-es évek végén elindult a litoszféra különböző rétegeinek és az elemkörforgásban részt vevő gázok/folyadékok (együttesen fluidumok) kutatása. Franciaországi posztdoktori kutatásom mellett NKFIH kutatási projektek vezetésével (PD és FK) és részvételével (két K) továbbra is a mély litoszféra és a fluidumok folyamatait vizsgáltam az Eötvös Loránd Tudományegyetem Földrajz- és Földtudományi Intézetben. Ezzel párhuzamosan 2018-tól résztvevője lettem az MTA FI Pannon LitH_2Oscope Lendület Kutatócsoport tevékenységének is, ami lehetővé tette számomra a Lendület Program struktúrájának és távlatainak megismerését. Jelen Lendület-kutatócsoport megvalósulásához az áttörést csatlakozásom jelentette a HUN-REN Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézethez, ahol a már kiépített hazai és széles nemzetközi együttműködési hálózatába beépítve földtani és geokémiai alapú terveimet interdiszciplináris keretekre válthattam az intézet geofizikai és numerikusmodell-alapú know-how-jának köszönhetően. A kutatócsoport ezáltal olyan nemzetközi és hazai távlatokat nyitott a hazai fluidumkutatás terén, amely 2 új projekt előkészítését is lehetővé tette a csoport teljesállású posztdoktor kutatói szakmai pályájában, mialatt a kutatócsoport más tagjai közül ketten is NKFIH PD-pályázatot indíthattak. Büszkék vagyunk arra is,

hogy a projekt második évére a csoport egy tagja PhD-fokozatot, egy másik tagja MTA doktora címet szerzett, további PhD-fokozatszerzések az elkövetkező fél évben várhatóak.

Kutatócsoportunk második kutatási évének végére megalkotta a terület hőmérsékletmodelljét, feltárva, hogy egyensúlyi állapotban a litoszférában egy adott mélységben milyen hőmérséklet jellemző, és ez hogyan változott az elmúlt 10 millió évben. Elkészítettük a vulkáni kigázosodás modelljét Balaton-felvidéki vulkánok esetében, és feltártuk a vulkáni terület és tektonika összefüggését. Numerikus modellekkel becsültük a CO_2-fluxust az említett időszakra a Kárpát-Pannon régióra úgy, hogy az eredeti terveknek megfelelően a mély litoszféra kőzeteinek fluidumzárványait vizsgáltuk, amelyek a mélyebb C-, O-, H-, N-ciklus egy-egy reprezentánsaként tekinthetőek. Az illó elemek körforgásának horizontális és vertikális irányai mellett a molekuláris szinttől a több kilométeres léptékig zajlanak jelenleg is hazai és nemzetközi együttműködéses kutatásaink annak feltárására, hogyan és mennyi földtani gáz juthat a légkörbe e hazai területen.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Biró Tamás, Szabó Csaba, Berkesi Márta, Hencz Mátyás, Németh Károly, Spránitz Tamás, Kővágó Ákos



2. kép: **A:** Reprezentatív kép egy Balaton-felvidékről begyűjtött felsőköpeny-eredetű kőzet (spinell lherzolit) vékonycsiszolatáról; **B:** A lherzolit (**A**) kisebb területének 100-szoros nagyítású objektívvel készített optikai mikroszkópos felvétele, ahol a vizsgálatok tárgyát képező negatív kristály alakú fluidumzárványok láthatóak; **C:** A Badacsonytördemicen működő Integrált Geodinamikai Állomásra telepített gázcsapdázódási rendszer felvétele

GIUSEPPE *HABIB*

2022—2027

MTA—BME Lendület Globális Dinamikai Kutatócsoport

Valós műszaki rendszerek dinamikus integritásának elemzése

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bauer Balázs, Bodor Bálint, Kádár Fanni, Miklós Ákos, Patkó Dóra, Szabó Márton, Szaksz Bence

GDRG.MM.BME.HU

Lendület
Program

A biztonság vitathatatlanul a legfontosabb tényező a műszaki rendszerek tervezésénél. A dinamikus rendszerek esetében a biztonságot jellemzően az üzemi feltételek stabilitása garantálja, ami azt jelenti, hogy a kis, elkerülhetetlen zavarok nem okoznak tartós hatást a rendszerre. Balesetek azonban mégis előfordulnak, és a mérnöki rendszerek néha meghibásodnak. Ennek egyik oka az, hogy míg egy rendszer kis zavarásokkal szemben stabil lehet, nagy zavarásokkal szemben nem biztos, hogy az. Mindennapi példát szolgáltatnak erre a kerékpárok, amelyek egyenetlen talajon is biztonságosan egyensúlyoznak, azonban egy túl nagy bukkanó a kerékpár elesését okozhatja. Ez a szempont gyakran kritikus, és nagyon nehezen elemezhető a magas számítási költségek miatt. Ezért gyakran figyelmen kívül hagyják.

A projekt fő célja egy gyors módszer kidolgozása a dinamikus rendszerek nagy perturbációkkal szembeni robusztusságának elemzésére. A módszert numerikus és kísérleti rendszereken kell tesztelni, és végül egy könnyen használható, mérnökök és szakemberek számára szabadon hozzáférhető eszköztárba kell szervezni.

Lendület-projektünk célkitűzéseit tekintve a kutatás kissé megelőzte a tervezett ütemtervet. A dinamikus rendszerek nagy perturbációkkal szembeni robusztusságának értékelésére szolgáló módszert dolgoztunk ki, és teszteltük különböző rendszereken. A módszer egy iteratív sémát használ ki az ún. helyi integritás mértékének becslésére. A numerikus tesztelés kiterjed a szárnyprofilok pattogási instabilitásának modelljeire, egy vontatott kerék mozgására, egy adaptív sebességszabályozó rendszerre, Duffing- és van der Pol-oszcillátorokra, valamint egy fordított ingára. A módszer fontos előnye, hogy sokoldalúan alkalmazható, mivel nem igényel szigorúan mozgásegyenleteket. A módszer képes elemezni a fixpontok és a periodikus megoldások robusztusságát; emellett képes kezelni az időben késleltetett és nem sima rendszereket is. Az algoritmus jelenleg MatLab toolboxként érhető el a kutatócsoport honlapján.

Az algoritmust ezután kombináltuk a spektrális részhalmaz-redukciós technikával, amely lehetővé teszi nagyon nagy dimenziós rendszerek, például végeselemes modellek vizsgálatát. A kutatás az ETH Zürichhel együttműködésben zajlik.

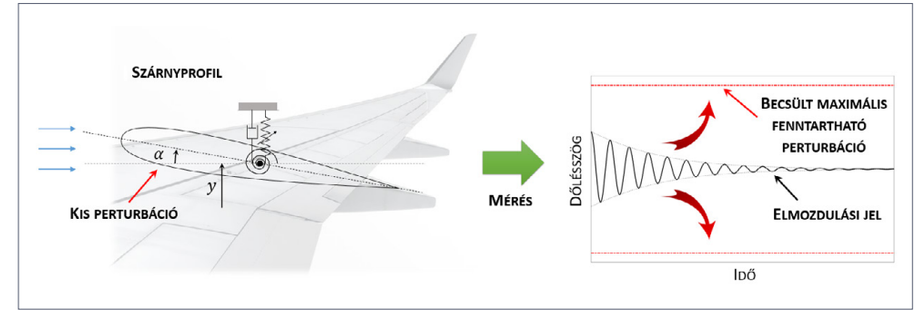
Egy másik módszert is kifejlesztettünk, amely az állandósult megoldások mellett a pályák ún. „kritikus lassulását” használja ki. A módszer a rendszerek néhány idősorának elemzésével képes megjósolni a robusztusság szempontjából ve-

szélyesnek tekintett régiók megközelítését. A módszert különböző numerikus rendszerekre alkalmaztuk, és kísérletileg teszteltük egy vontatott kereken, amely shimmy instabilitásnak van kitéve.

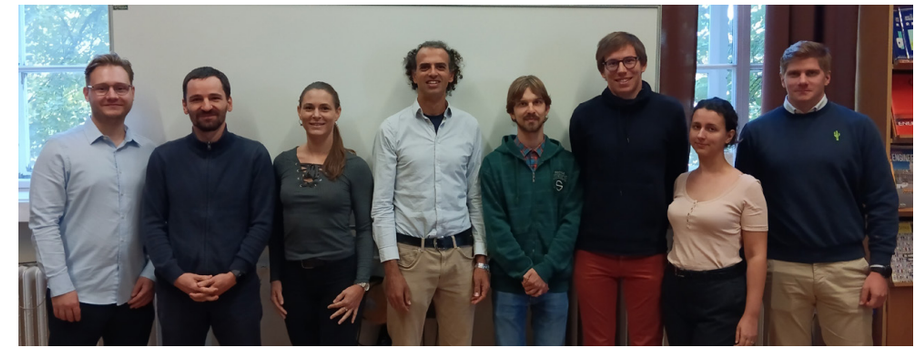
Egy másik, ugyanezt az elvet kihasználó módszer jelenleg fejlesztés alatt áll a rendszer nagy perturbációval szembeni robusztusságához szorosan kapcsolódó instabil határciklusok becslésére. A módszer egyetlen idősorral képes megbecsülni a rendszer robusztusságát, így rendkívül gyors, és könnyen alkalmazható kísérleti rendszerekben. Ugyanakkor egy másik, neurális hálózatokon alapuló módszert is kidolgoztunk egy dinamikusan veszélyes régió közeledésének előrejelzésére. Az algoritmusok alkalmazási körének bővítése érdekében tervezzük, hogy nem mérnöki rendszerekre, például járványügyi és ökológiai rendszerekre is alkalmazzuk őket.

Összességében számos módszert fejlesztettünk ki a dinamikus integritás értékelésére. E módszerek teljes érlelése és validálása a projekt során folytatódik. A projekt utolsó két évében tervezzük, hogy ezeket a módszereket egy könnyen használható és a mérnökök és gyakorlati szakemberek számára elérhető gyakorlati eszköztárba szervezzük. Arra számítunk, hogy ezek az eredmények — különösen a projekt végére tervezett eszköztár —, olyan eszközzel ruházzák fel a mérnököket, amely lehetővé teszi számukra, hogy rövidebb idő alatt biztonságosabb rendszereket hozzanak létre, ami végül a társadalom és a lakosság számára is előnyökkel jár.

A Lendület-pályázat fordulópontot jelentett a karrieremben. Először is lehetővé tette, hogy versenyképes kutatócsoportom legyen, ami szükséges volt a pályázatban szereplő összes ötlet kidolgozásához. Ebben az összefüggésben jelentősen növelni tudtam a tudományos tevékenységemet, és sokat tanulhattam a kutatók munkájának irányításáról. Presztízse által elismerést hozott számomra a kollégáim körében, ami nemcsak a személyes elégedettség, hanem az együttműködések kialakításához is fontos. Ezt a kedvező szakmai időszakot arra kívánom felhasználni, hogy a kutatócsoport nemzetközi elismertségét növeljem az eredmények a nagy hatású folyóiratokban való publikálásával és európai ösztöndíjakra való pályázással.



1. ábra: A robusztusságbecslő algoritmus sematikus ábrázolása



1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Bauer Balázs, Miklós Ákos, Kádár Fanni, Giuseppe Habib, Bodor Bálint, Szaksz Bence, Patkó Dóra, Szabó Márton

HORVÁTH SÁNDOR

2022—2027

MTA—BTK Lendület Munkaformák Kutatócsoport

Munka, társadalom és politika: munkahelyi kultúrák a szocializmus magyar modelljében, összehasonlító elemzés

HUN-REN Bölcsészettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Alabán Péter, Apor Péter, Bakó Boglárka, Bartha Ákos, Bata Tímea, Bedők Péter, Bódy Zsombor, Főcze János, Grexa Izabella, Gulyás Martin, Kappanyos Ilona, Kelemen Katalin, Keller Márkus, Kimmel Máté, Kisőrsi Zsófia, Lászlófi Viola, Lehotay Veronika, Lengyel Eszter, Magyari Hajnalka, Mravik Patrik, Nagy Eszter, Nagy Péter, Slachta Krisztina, Somlai Katalin, Svégel Fanni, Takács Róbert

WORKHISTORY.EU

Lendület
Program

Miben különbözött a szocializmus Magyarországon a többi szocialista ország berendezkedésétől? Milyen munkahelyi kultúrákat hozott létre, milyen társadalmi és történelmi gyökerei vannak a magyar szocializmus modelljének? Miért lehetett a második gazdaságban (maszek, gmk, fusi, háztáji, kaláka) másként dolgozni és fogyasztani? Az összehasonlító kutatás középpontjában a munkahely áll, azt vizsgálva, hogy a különböző munkahelyeken kialakult társadalmi és mindennapi kapcsolatok hogyan alakították a társadalmi viselkedés mintáit, beleértve a fogyasztást, a politikai részvételt és a moralitást. Mindennek feltárásával a kutatás arra keresi a választ, hogyan határozták meg a munkaszervezeti formák a társadalmi kapcsolatokat Magyarországon.

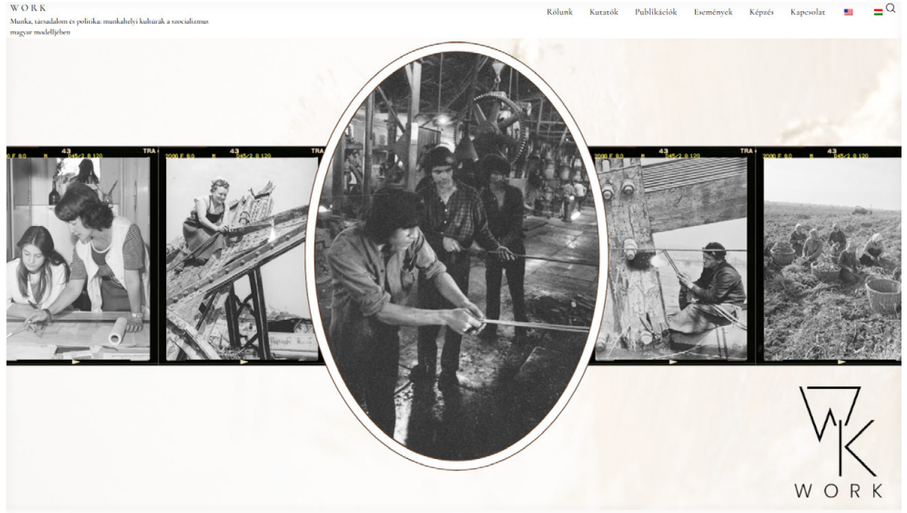
A 2022 őszén indult kutatás arra összpontosít, hogyan hozták létre a munkaadók és a munkavállalók (ipari és mezőgazdasági munkások, gazdasági és politikai vezetők, szakértők, bürokraták és technokraták) közötti ellentétek és egyeztetések a tekintély és az autonómia eltérő formáit, amelyek a társadalom működését is meghatározták. A munkahely középpontba állítása teszi lehetővé az első olyan széles körű összehasonlító történeti vizsgálatot, amely a 20. századi munkakultúra és munkaszervezet együttes történetét tárja fel. A kutatás szakít a társadalom munkás-paraszt-értelmiségi hármas tagolódáson alapuló sematikus képével, a politika- és társadalomtörténet, a főváros és vidék, a város és falu dichotómiájával, és a munkahelyre mint mindezeket összekötő közös helyszínre összpontosít. A projekt a munkahelyet longue durée perspektívából vizsgálja, és feltárja a munkahelyi kultúrák történelmi gyökereit, különös tekintettel arra, hogy ezek hogyan maradtak fenn a szocialista időszakban az államszocializmus magyar modelljének kontextusában, és hogyan hatott a magyarországi államszocializmus a munka és a munkahely későbbi jelentéseire mikro- és makroszinten. Végül a projekt elősegíti, hogy érthetőbbé váljanak a szocialista korszak társadalmi és történelmi gyökerei, valamint hozzájárul a munka fogalmának történetéhez. Így a kutatás fontos elméleti eszközöket hoz létre a kelet-közép-európai államszocialista rendszerek hosszú távú és összehasonlító vizsgálatához, és növeli a társadalmi önreflexió lehetőségét.

A WORK az első olyan összehasonlító projekt, amely a munkahely kontextusában átfogóan kutatja a magyar társadalom 20. századi átalakulásainak történetét. Ez a megközelítés lehetővé teszi számunkra, hogy együttesen vizsgáljuk a hivatásos vagy szakértői és a munkás (ipari és mezőgazdasági) mindennapi kultúrák egymással összefonódó közös történetét, azok konfliktusaival és kompromisszumaival együtt. Továbbá vizsgáljuk a fogyasztási mintázatokat és

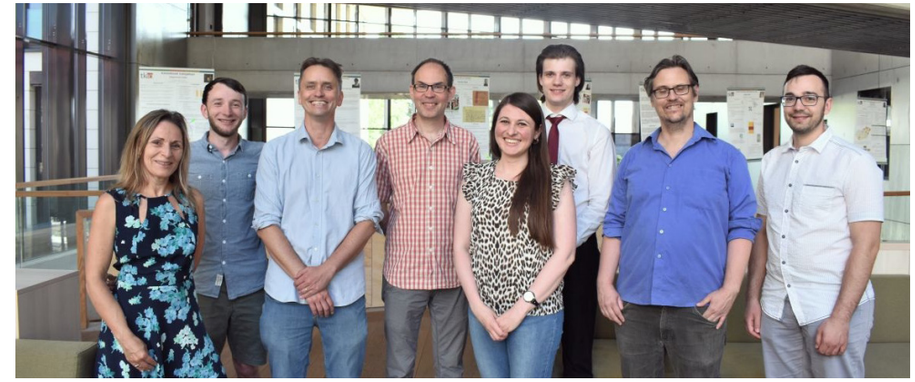
a részvételt a második gazdaságban (maszek, gmk, fusi, háztáji, kétlakiság), a lobbitevékenységet, a politikai részvételt, valamint a vállalati függetlenség lehetőségeit.

A kutatás fontos eredménye, hogy hozzájárul annak megértéséhez, hogy a térség mai hibrid munka- és munkahelymodelljei nemcsak a szocialista időszakra nyúlnak vissza, hanem mélyebb történelmi gyökereik vannak, és ötvözik az iparosodás mintázatait. Ezeknek a mintázatoknak az ismerete a mai, munkavégzésből és munkaszervezetből fakadó társadalmi kérdések hatékony megoldása során is komoly haszonnal bírhat.

A 2022—2027 között zajló kutatás részeredményeit eddig 2 doktori disszertáció, 6 monográfia, 80 konferencia-előadás és 45 publikáció ismerteti, amelyek már megjelentek vagy megjelenés alatt állnak (részletesen a projekt honlapján ismertetjük majd őket).



1. kép: A kutatócsoport honlapja



2. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Somlai Katalin, Főcze János, Horváth Sándor, Apor Péter, Lengyel Eszter, Kimmel Máté, Takács Róbert, Bedők Péter

KOLTAI JÚLIA

2022—2027

MTA—TK Lendület Digitális Társadalomtudomány Kutatócsoport

Társadalmi struktúra és egyenlőtlenség a digitális adatok tükrében

HUN-REN Társadalomtudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Deng Donging, Horváth Michelle, Huszár Ákos, Kmetty Zoltán, Ligeti Anna Sára, Elisa Omodei, Rakovics Zsófia, Rudas Szilvia, Ságvári Bence, Számel Kata Viola, Szamely Júlia, Ungvári Borbála, Váradi Bendegúz

RECENS.TK.ELTE.HU/DS4

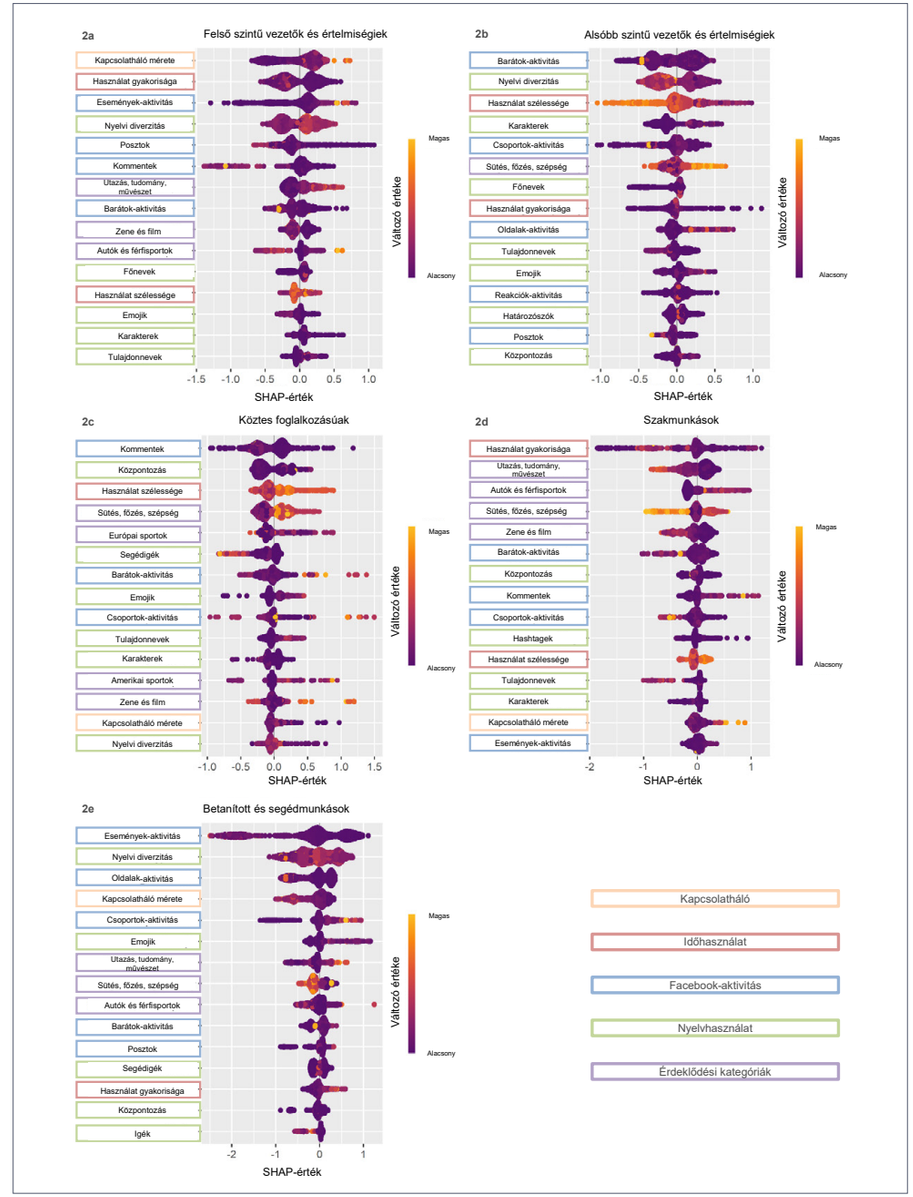
Lendület
Program

A digitális forradalom óta az emberek életének egyre jelentősebb része zajlik az online térben. A digitális tér egyrészt tükrözi az offline térben meglévő társadalmi egyenlőtlenségeket, másrészt új szakadékokat hoz létre a társadalmi csoportok között. Az online térben való jelenlét mellett a digitalizáció az offline életünkről is új típusú adatokat eredményezett. A mindennapi tevékenységeinket, mint például telefonhívásaink helyét, idejét, hosszát vagy a hitelkártyás költéseinket akár másodpercenként rögzítik. Ezen adatok segíthetnek abban, hogy bővítsük vagy finomítsuk a társadalom struktúrájával és működésével kapcsolatos ismereteinket. A kutatás célja az, hogy a társadalmi struktúra klaszszikus elméletei által meghatározott társadalmi csoportok digitális viselkedésbeli különbségeire összpontosítva olyan modelleket hozzon létre, amelyek pusztán az emberek digitális lábnyomából meg tudják becsülni a társadalmi osztályba tartozást; valamint hogy a társadalmi szerkezet olyan új dimenzióit tárja fel az online térben, amelyekkel a meglévő elméletek kibővítésére vagy akár új társadalmi rétegződési elméletek felállítására is lehetőség nyílik.

A kutatás 2 évvel ezelőtt indult. Első eredményeinkben azt találtuk, hogy bár a magyar társadalom jelentős része végez valamilyen digitális tevékenységet, a digitális szakadék legalapvetőbb szintje még mindig jelen van. A különböző közösségimédia-platformok használatának terén is vannak különbségek: a Facebook és az Instagram társadalmi osztálytól függetlenül elterjedt, a LinkedInt és a Spotifyt viszont a magasabb társadalmi pozícióban lévők használják inkább. A Facebook elterjedésében is megfigyelhető egy osztályspecifikus dinamika: a felsőbb társadalmi osztályok tagjai regisztráltak először, az alsóbb osztályok tagjai pedig csak később követték őket. A különböző társadalmi pozícióban lévő csoportok másképp használják a közösségi médiát, olyannyira, hogy a digitális használat megfigyelése jó előrejelzője lehet a társadalmi pozícióba tartozásnak. Csak egy-egy példát kiemelve: az alacsonyabb osztályok gyakran és többet használják a Facebookot, a magasabb osztályoknak több ismerősük van a platformon. További kutatásaink szerint minél többféle közösséggel tartja valaki a kapcsolatot egy közösségi oldalon, annál kisebb az esélye, hogy egy idő után leiratkozzon az oldalról. A férfi-női különbségek tekintetében pedig azt találtuk, hogy a nők minél inkább bíznak az emberekben az „offline” világban, annál kevésbé tartanak a digitális világtól — azonban ez az összefüggés a férfiaknál nem figyelhető meg. Az álhírek terjesztésével kapcsolatos kutatásaink pedig azt mutatják, hogy a közösségi oldalon töltött idő hossza, a saját posztok, a követők és a követettek száma mind olyan digitális jellemzők, amelyek segíthetik annak valószínűsítését, hogy álhírterjesztő felhasználóról van-e szó.

2007-ben diplomáztam szociológia szakon, survey statisztikus szakirányon, doktori fokozatomat 2013-ban védtem meg, 2022-ben habilitáltam. Jelenleg a HUN-REN Társadalomtudományi Kutatóközpont tudományos főmunkatársa és az ELTE Társadalomtudományi Karának docense vagyok. Több hazai és nemzetközi kutatási pályázat nyertes kutatója, tudományos folyóirat szerkesztője és főszerkesztője is voltam, vendégelőadóként több külföldi egyetemen oktattam. Tudományos publikációim száma meghaladja az 50-et, ezek közel fele nemzetközi, magas presztízsű tudományos folyóiratokban jelent meg. A Lendület-pályázat lehetővé tette, hogy létrehozzam első saját kutatócsoportomat, amelyben a nagyobb skálájú kutatások elvégzése, a hazai és nemzetközi kollaborációk megerősítése és újak kialakítása mellett különösen fontosnak tartom, hogy fiatal kutatókat is bevonjak a kutatásba, mentoráljam őket.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Váradi Bendegúz, Számel Kata Viola, Horváth Michelle, Koltai Júlia, Rudas Szilvia, Ligeti Anna Sára, Rakovics Zsófia, Huszár Ákos
Fotó: Kovács Mariann



1. ábra: A különböző digitális viselkedések és érdeklődési kategóriák összefüggése a társadalmi osztályhelyzettel. Az XGBoost modell SHAP-értékei: a digitális indikátorok magas értékeit sárga, alacsony értékeit lila színnel jeleztük. Az x tengely magas értékei magasabb osztály-hovatartozást valószínűsítenek. A társadalmi osztályt az Európai Társadalmi-gazdasági Osztályozással (ESeC) mértük.

KOVÁCS ANDRÁS

2022—2027

MTA—CSFK Lendület Nagyskálás Szerkezet Kutatócsoport

A sötét energia kutatásának új módszerei extrém kozmikus struktúrákkal

HUN-REN Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Ádám Adrienn, Yejin An, Nestor Arsenov, Bogdán Ágnes, Gisela Camacho, Gebhard Erik, Mina Ghodsi Yengejeh, Katona Júlia, Christine Lee, Matécsa Barbara, Killian Maxwell, Nagy Judit, Mar Pérez Sar, Susan Pyne, Szapudi István, Vass Csenge

LENDULET-LSS.GITHUB.IO

Lendület
Program

Milyen sebességgel tágul a világegyetem? Hogy néz ki az univerzum a legnagyobb skálákon? Mi a galaxisokat körülvevő sötét anyag eredete? Hogyan kell elképzelni a világegyetemünket napjainkban gyorsítva tágító, az üres térben lakozó sötét energiával? Kutatócsoportunk e nyitott kozmológiai kérdések megválaszolásán dolgozik a Lendület Program támogatását élvezve. A csoportot fiatal kutatók alkotják, köztük több külföldi, akiknek munkáját velünk együttműködő tapasztalt magyar asztrofizikusok is segítik.

A kutatásban a Tejútrendszer tágabb kozmikus környezetét tanulmányozzuk milliárd fényéves skálákon galaxisok és kvazárok segítségével. Munkánk korábbi égboltfelmérésekben szerzett nemzetközi tapasztalatra és kapcsolatrendszerre épül, melynek folyományaként új égboltfelmérési programokhoz csatlakoztunk a Lendület Program keretében (Rubin-LSST, Euclid, WEAVE). Statisztikai módszerekkel (gépi tanulást is beleértve) hatalmas szuperhalmazokat és alacsony sűrűségű, ún. voidokat azonosítunk a galaxisok kozmikus hálójában. Nem csupán detektálunk majd akár több ezer ilyen objektumot a projekt során, de korrelálni fogjuk a pozíciójukat a korai univerzumból fennmaradt mikrohullámú háttérsugárzás fluktuációinak térképeivel is, amivel az univerzum 95%-át alkotó sötét anyagról és sötét energiáról szerezhető új típusú információ.

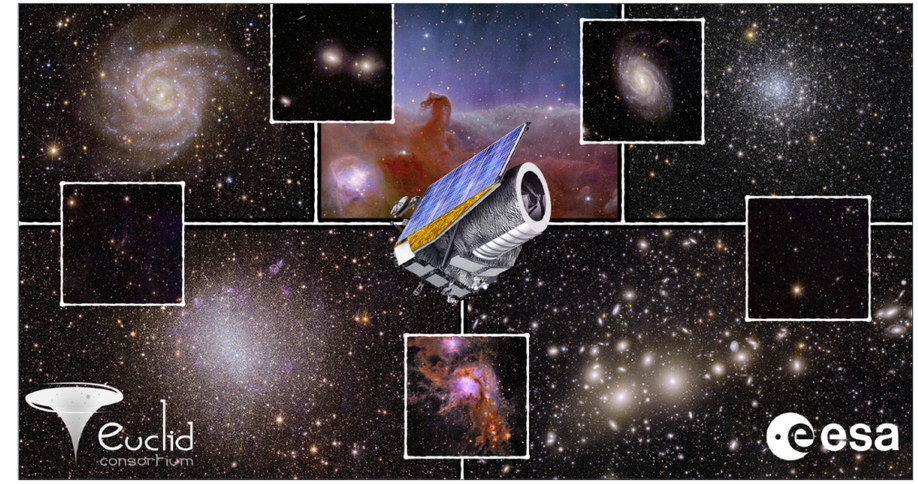
Lendületes kutatásaink megalapozásához főleg az univerzumról készült legmodernebb szimulációkat használjuk, és ezeket fogjuk összevetni a megfigyelésekkel, ahogy a most induló galaxisfelmérések adatai összegyűlnek az évek során. Kiemelendő projektünk az Európai Űrügynökség (ESA) Euclid űrtávcsöve, mely a sötét anyag és a sötét energia megértésére szánt eddigi talán legnagyobb nemzetközi erőfeszítésként indult el a Naprendszer L2-es Lagrange-pontjába 2023 júliusában, ahol többek közt a Gaia űrtávcsőhöz és a James Webb űrteleszkóphoz csatlakozott. Kivételes mélységű képeinek segítségével a korábbiaknál nagyobb és pontosabb térképet készít majd hozzávetőlegesen 1 milliárd galaxis térbeli eloszlásáról.

Az adatok felvétele mellett a sötét komponensek megértése kapcsán kihívást jelent olyan új adatfeldolgozási módszerek megalkotása is, amelyek a látható anyag mozgása és csomósodása alapján képesek arra is választ adni, mi ezeknek az egzotikus anyag- és energiafajtáknak az igazi természetük. A Euclid műhold adatai alapján a sötét anyag minden eddiginél nagyobb 2 dimenziós térképe is rekonstruálhatóvá válik majd a 6 éves futamidő során. Emellett 35 millió kiválasztott galaxis távolságát a vöröseltolódásuk precíz spektroszkó-

piai mérése nyomán megbecsülve egy 3 dimenziós térkép megalkotása is a projekt kiemelt céljai között szerepel, amiből a sötét energia tulajdonságaira következtetnek majd a kutatók.

Kutatóink a Euclid projektben a legnagyobb kozmikus struktúrák (szuperhalmazok és voidok) vizsgálatát vezetik különböző munkacsoportokba bedolgozva, ami remek lehetőség korábban végzett kutatásaik kiterjesztésére a távolabbi univerzumot vizsgálva. Részt veszünk a korai adatok tesztelésében is, a Euclid tudománykommunikációs programjában pedig vezető szerepet töltünk be. Ennek része például a rendkívül sikeres, közösségi tudományra épülő Galaxy Zoo program is, melynek során a résztvevők besorolása alapján tanítanak be a Euclid kutatói egy mesterségesintelligencia-algoritmust, ami aztán képes lesz 1 milliárd galaxis alakjának és fizikai tulajdonságainak feldolgozására is.

Csoportunk tagjai foglalkoznak még a Gaia űrtávcső által készített eddigi legnagyobb kvazárkatalógus statisztikai vizsgálatával is, illetve a jövőben Chilében beinduló Rubin Obszervatórium LSST nevű programjának szimulációival is. A következő években a kutatók számára még több megfigyelési adat válik majd elérhetővé, és a Euclid projektben, valamint szimulációk vizsgálata során szerzett rutinunkat remélhetőleg arra tudjuk majd felhasználni, hogy vezető szerepet játsszunk az univerzum sötét komponenseinek mélyebb megértésében.



1. kép: Az Early Release Observations (ERO) programból származó első tíz Euclid-kép, amelyeken közeli és távoli objektumok egyaránt felismerhetők, a közeli ködöktől a távoli galaxishalmazokig. Hasonló képekből áll majd össze az eddigi legnagyobb térkép az univerzumról, amelynek a statisztikai elemzésében csoportunk is részt vesz.
Forrás: ESA/Euclid/Euclid Consortium/NASA, image processing by J.-C. Cuillandre (CEA Paris-Saclay), G. Anselmi

2. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Kovács András, Gebhard Erik, Mar Pérez Sar, Nestor Arsenov, Ádám Adrienn, Nagy Judit, Mina Ghodsi, Katona Júlia, Gisela Camacho, Szapudi István, Matécsa Barbara, Killian Maxwell, Christine Lee, Bogdán Ágnes

LÁZÁR VIKTÓRIA

2022—2027

MTA—SZBK Lendület Antibiotikum Hatások Rendszerbiológiája Kutatócsoport

Mikrobiom-kímélő antibiotikum-kombinációk feltárása

HUN-REN Szegedi Biológiai Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Balogh Tímea, Bognár Bence, Kamran Karimov, Kecskeméti Tamás, Kovács Nándor, Kovács Terézia, Lajtár Tímea, Molnár Árpád, Siplika Adél, Spohn Réka, Szántai Ágnes

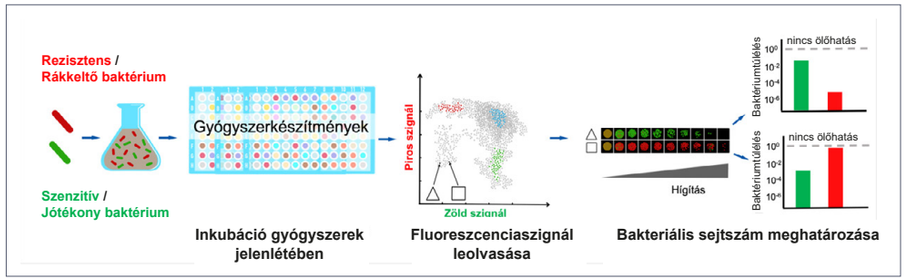
GROUP.SZBK.U-SZEGED.HU/SYSBIOL/VIKTORIA-LAZAR-LAB-INDEX.HTML

Lendület
Program

Doktori kutatásom során az array-alapú összehasonlító genomikai hibridizációs kísérletek és az adatbányászati módszerek együttes alkalmazásával vizsgáltam a különböző primer melanóma-alcsoportok genetikai mintázatai közötti eltérést, miközben egyidejűleg a Debreceni Egyetemen folytattam informatikai tanulmányokat. Ezután posztdoktori tanulmányaim az antibiotikum-rezisztencia elleni új stratégiák felfedezésére összpontosítottak: (1) A Szegedi Biológiai Kutatóközpont posztdoktori munkatársaként a legfontosabb eredményem annak felfedezése volt, hogy a bakteriális adaptív evolúció egy antibiotikum jelenlétében gyakran más antibiotikumokkal és antimikrobiális peptidekkel szembeni fokozott érzékenységet vált ki. Ezt a jelenséget, amelyet kollaterális érzékenységnek nevezünk, az antimikrobiális szerek kutatási területén nagymértékben elhanyagolták mindaddig, amíg mi egy szisztematikus megközelítést alkalmazva részletesen fel nem térképeztük ezen evolúciós kölcsönhatásokat. (2) 2017-ben megkaptam a rangos HFSP posztdoktori ösztöndíjat, hogy az Izraeli Műszaki Egyetemen, a Technionon kutassak tovább, ahol egy nagy áteresztőképességű, képelemzés-alapú vizsgálatot fejlesztettem páros és több hatóanyagú antibiotikum-kombinációk ölési dinamikájának számszerűsítésére klinikailag releváns kórokozókkal szemben. Munkánk során olyan új antibiotikum-kombinációkat fedeztünk fel, amelyek felhasználhatók a klinikailag releváns és széles körben elterjedt antibiotikum-rezisztens baktériumokkal szembeni szelekció eltolására a gyógyszerre érzékeny baktériumtörzsek javára. Ez a munka a *Nature* folyóiratban jelent meg, és a tudományos média is széles körben foglalkozott vele, például a *Science Magazine*, a *Nature Asia* és a *Today UK News*.

Lendület-kutatócsoportom egyik fő kutatási területe a különböző veszélyes kórokozók sikerének ellensúlyozása olyan speciális környezetek beazonosításával, amelyekben ezen kórokozók ártalmatlan versenytársaikhoz képest kevésbé életképesek. Az általunk alkalmazott fluoreszcenciaalapú kompetíciós mérések olyan egyszerű fenotipizálási stratégiák, amelyek két különbözőképpen jelölt baktériumtörzset állítanak szembe egymással, hogy felmérjék relatív fittségüket vagy túlélésüket különböző gyógyszerek jelenlétében. Ez a vizsgálat könnyen felskálázható és költséghatékony, így a kompetitív vizsgálatokban tesztelt kémiai anyagok paneljének bővíthetősége új perspektívákat kínál a különböző kórokozók eltérően szelektív kémiai gátlásának tanulmányozására. Első szűrésünkben hagyományos antibiotikumok gyűjteményét vizsgáltuk széles spektrumú β-laktamáz-termelő Gram-negatív baktériumokkal szemben, amelyek az Egészségügyi Világszervezet (WHO) szerint kiemelt fontosságú kórokozók, mivel a jelenleg elérhető összes β-laktám antibiotikummal szemben ellenállóak. Sikeresen feltártuk, hogy a tetraciklinek és legújabb származékaik nagyságrendekkel hatékonyabban pusztítják ezeket az ellenálló kórokozókat,

mint antibiotikum-érzékeny megfelelőjüket, és ezek a hatások robusztusnak bizonyultak a különböző baktériumfajok között. A továbbiakban ugyanezt a kísérleti megközelítést alkalmaztuk olyan specifikus kemoterápiás kezelések szűrésére is, amelyek képesek szelektíven pusztítani a vastagbélrákot elősegítő kórokozókat is, miközben kímélik a jótékony bélflórát. Innovatív kutatásunk utat nyithat az olyan kezelések víziója felé, amelyek nemcsak az aktuális fertőzések ellen küzdenek, hanem csökkentik vagy akár vissza is fordítják az antibiotikum-rezisztenciát vagy egyes káros baktériumok patogenitását. A Lendület-pályázat óriási segítséget nyújtott kutatásaink alapjainak megteremtésében, ami a 2024 januárjában induló rangos nemzetközi EMBO Installation Grant további támogatását eredményezte, ezzel is tovább erősítve kutatásainkat új, ígéretes antipatogén stratégiák kifejlesztésének irányába.



1. ábra: Nagy áteresztőképességű, kompetíción alapuló szűrési stratégia szelektív gyógyszerkészítmények azonosítására. Fluoreszcensen jelölt, antibiotikum-rezisztens vagy toxintermelő (piros), illetve kevésbé káros, érzékeny (zöld) baktériumokat 1:1 arányban keverünk össze, majd különböző gyógyszerkészítmények jelenlétében inkubáljuk. A fluoreszcenciajelek leolvasása és sejtszámlálás alapján meghatározható, hogy az adott vegyület szelektíven gátolja vagy pusztítja a káros baktériumokat, miközben a kevésbé káros törzsekre kisebb hatást fejt ki. Ez a stratégia lehetővé teszi a kórokozó-specifikus gyógyszerek vagy gyógyszer-kombinációk feltérképezését.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Kecskeméti Tamás, Szántai Ágnes, Bognár Bence, Siplika Adél, Balogh Dóra, Lázár Viktória, Molnár Árpád, Kovács Terézia, Bérdi Péter, Kovács Nándor

LŐRINCZ PÉTER

2022—2027

MTA—ELTE Lendület Vezikuláris Transzport Kutatócsoport

Vezikulatranszport vizsgálata ecetmuslicában: új útvonalak és szabályozó faktorok felfedezése

Eötvös Loránd Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Balogh Virág, Boda Attila, Bodáné Nagy Anikó Zsuzsanna, Csefkó-Kis Veronika, Fürstenhoffer Fanni, Hargitai Dávid, Kovács Petra Anett, Molnár Márton, Répássy Ivett, Simon-Vecsei Zsófia

SITES.GOOGLE.COM/VIEW/HAS-ELTE-VESICLE/MAIN-PAGE

Lendület
Program

A sejtek alapvető folyamata a környezetből felvett anyagok és sejtalkotók lebontása, ami a lizoszómákban történik. Endocitózis során a sejt a környezetéből felvett anyagokat és a sejthártya komponenseit bontja le, míg autofágia során főként citoplazmából származó anyagokat, köztük sejtalkotókat. A lizoszómák rendkívül fontosak a sejt alkalmazkodási képességéhez, mivel megemésztik a külső vagy belső változások következtében fölöslegessé vált vagy sérült részeket. A lebontás során felszabaduló monomerek (újrahasznosítható anyagok) lehetővé teszik, hogy a sejt új sejtszerveket és fehérjéket képezzen. Azonban ehhez először a lebontandó anyagokat a lizoszómákba kell szállítani, amit speciális hólyagszerű sejtszervek — különféle vezikulák — végeznek.

Az autofágia során a sejt saját anyagait autofagoszómákba zárja, amelyek később egyesülnek a lizoszómákkal, míg endocitózis során a plazmamembrán befűződésével először endoszómák képződnek. Az endoszómák érési folyamatokon mennek keresztül (megkülönböztetünk korai és késői endoszómákat), mielőtt a lizoszómákkal egyesülnek, és lebontják a felvett anyagokat. Az endoszomális és autofág lebontás régóta kutatott terület, mivel a lizoszomális rendszer sérülése súlyos betegségekhez vezethet. Például a neurodegeneratív betegségeket részben a lizoszómák hibás működésével hozzák összefüggésbe: ha az idegsejtek nem képesek hatékonyan lebontani sérült alkotóelemeiket, ezek felhalmozódhatnak, és zavart okoznak az idegsejt működésében.

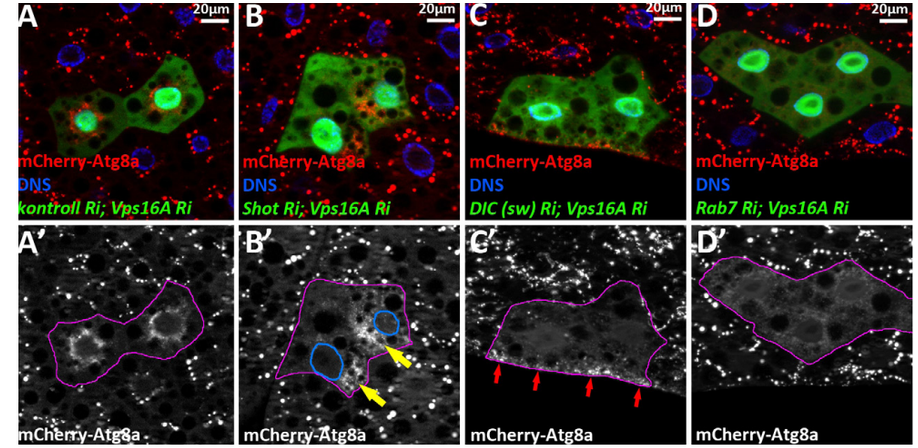
Ennek ellenére az auto- és endolizoszomális rendszer működésének számos részlete még nem tisztázott. Nem világos például, hogy mely molekulák mozgatják az autofagoszómákat és az endoszómákat, továbbá a fúziókban részt vevő fehérjék egy részét még nem azonosították. Az is ismert, hogy az autofág lebontás sérülésekor a sejt az autofagoszómákat a sejt közötti térbe üríti, de ennek pontos mechanizmusa ismeretlen.

Kutatócsoportunk többek között e kérdésekre keresi a választ az ecetmuslica (*Drosophila melanogaster*) modellszervezet segítségével, amely különösen alkalmas ezeknek a folyamatoknak a tanulmányozására. Modern molekuláris biológiai eszközök segítségével genetikailag módosíthatjuk a muslicát, ami lehetővé teszi, hogy megvizsgáljuk, egy adott gén hogyan befolyásolja a sejtműködést. Csoportunk 2022-ben alakult, és már sikerült számos olyan gént azonosítanunk, amely kulcsfontosságú a fent említett folyamatokban. Megállapítottuk, hogy az autofagoszómák a sejtváz mikrotubulusai mentén a sejtközpont felé mozognak, ahol egyesülnek a lizoszómákkal (*1.A kép*). Azonosítottuk a mozgás-

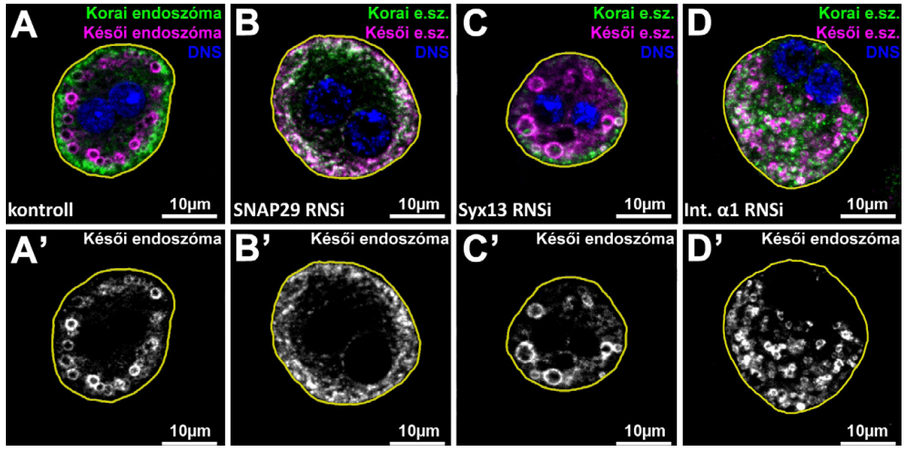
hoz szükséges főbb komponenseket is (*1.B—D kép*), és bebizonyítottuk, hogy ha a mozgatás megszűnik, a lizoszomális lebontás is sérül. Eredményeinket klasszikus sejtbiológiai és biokémiai módszerekkel is megerősítettük.

Sikerült számos olyan új gént is azonosítanunk, amelyek az endoszomális fúziókhoz szükségesek: ezek egy része a korai lépésekben vesz részt, más részük a későbbiekben, de olyanokat is azonosítottunk és vizsgálunk, amelyek az endoszómák mozgásához/pozicionálásához kellenek (*2. kép*). Több eredményünket az elkövetkező években tervezzük publikálni, és bízom benne, hogy a hátralévő 3 támogatási év még számos új és váratlan felfedezést rejt magában. Mivel az auto- és endolizoszomális rendszerek molekuláris komponensei evolúciósan erősen konzerváltak, azaz a törzsfejlődés során alig változtak, kutatásaink áttételesen az emberi sejtek megértéséhez is hozzájárulhatnak.

2009-ben végeztem az Eötvös Loránd Tudományegyetemen, majd doktori tanulmányaimat is itt folytattam Sass Miklós témavezetésével. Posztdoktorként 2014-ben csatlakoztam Juhász Gábor kutatócsoportjához. Munkámat pályám során mindvégig nagyban segítették az NKFIH és MTA támogatásai. Posztdoktori munkám alatt 2017-ben elnyertem az NKFIH Új Nemzeti Kiválóság Program támogatását, majd 2018-ban a nagy presztízsű MTA Prémium Posztdoktori Kutatói Program ösztöndíját. 2021-ben az NKFIH fiatal kutatói kiválósági programja keretében önálló kutatási projektet indítottam, majd 2022-ben a Lendület Program támogatásával alapítottam kutatócsoportot. Pályafutásom alatt kétszer nyertem el az MTA Bolyai-ösztöndíját, viszont a támogatásról az MTA Prémium posztdoktori ösztöndíja, illetve a Lendület-támogatás elnyerése miatt mindkétszer lemondtam. Kutatásaimért 2021-ben az ELTE Ígéretes Kutatója díjban és a Magyar Genetikusok Egyesületének Győrffy Barna-díjában részesültem. Témavezetésemmel hallgatóim háromszor értek el az OTDK Sejtbiológia szekciójában első helyezést, ketten Pro Scientia Aranyérmet kaptak. Jelen írás pillanatában tudományos publikációim száma 46.



1. kép: Éheztetett *Drosophila*-zsírsejtekben az autofagoszómák elhelyezkedését vizsgáljuk különböző gének csendesítésekor. A piros jel (mCherry-Atg8a) az autofág vezikulákat mutatja. A zöld, GFP-pozitív sejtekben minden esetben az autofagoszóma-lizoszóma fúzióhoz szükséges Vps16A hiányzik. Emiatt kontrollsejtekben (**A**) csak autofagoszómák képződnek, amelyek a sejtmag köré gyűlnek. A sejtközpont helyzetét megváltoztató Shot csendesítésekor (**B**) az autofagoszómák az új központi helyre vándorolnak. A dinein köztes láncának gátlásakor (**C**) a vezikulák a plazmamembrán felé rendeződnek. A motorfehérje-kapcsolódást akadályozó Rab7 hiánya (**D**) az autofág vezikulák teljes szétszóródását okozza. A piros csatorna külön is szerepel (**A'—D'**). A kísérleteink így tárják fel az autofág vezikulák mozgatásához szükséges molekuláris gépezetet.



2. kép: *Drosophila*-kiválasztósejtekben a korai (zöld) és nagyobb késői (magenta) endoszómák nagyon szép, szabályos rétegzett elrendeződést mutatnak (**A**). Az korai endoszomális fúzióhoz szükséges SNAP29 csendesítésekor (**B**) a késői endoszómák aprók lesznek. A Syx13 hiányakor (**C**), amely a késői endoszóma-lizoszóma fúzióhoz kell, a késői endoszómák felpuffadnak. Olyan gén csendesítése (integrin α1, **D**) amely a sejtváz elrendeződését elrontja, így az endoszómák szabályos rétegzett elrendeződése felborul, miközben a méretük változatlan marad. A magenta csatorna külön is szerepel (**A'—D'**). A vizsgálataink így az endolizoszomális fúziók és vezikulamozgások molekuláris alapjait térképezik fel.

3. kép: A kutatócsoport tagjai 2023-ban (balról jobbra): Gergely Anna, Balázs Villő, Bodáné Nagy Anikó Zsuzsanna, Boda Attila, Hargitai Dávid, Lőrincz Péter, Csefkó-Kis Veronika, Balogh Virág, Bodor Iván, Fürstenhoffer Fanni, Molnár Márton, Simon-Vecsei Zsófia, Répássy Ivett

NÉMETH TAMÁS

2022—2027

MTA—SE Lendület Transzlációs Reumatológiai Kutatócsoport

Szinoviális fibroblasztok jelátvitelének vizsgálata autoimmun ízületi gyulladásban

Semmelweis Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Balogh Lili, Bognár-Majerhoffer Nóra, Bóka Adrienn, Alexander Boone, Horváth Fruzsina, Józsa Tamara, Káposztás Eszter, Kovács Viktor, Kozák Zsombor, Kunszt Johanna, Márki Sára, Nagymihály Zita Panka, Oláh Katalin, Sánta Soma

Lendület
Program

Kutatócsoportunk 2022 óta részesül a rangos Lendület Program támogatásában, melynek segítségével a Semmelweis Egyetem Élettani Intézetben önálló kis kutatóközösséggé válhattunk, mely egyre több lelkes és jól képzett PhD-hallgatót, kutató kollégát és tudományos diákkörös hallgatót vonz. Munkacsoportunk elsősorban az autoimmun betegségek működésének megértésével foglalkozik.

Patológiás autoimmunitás esetén az egészséges immunsejtek által általában figyelmen kívül hagyott saját antigének autoreaktív T- vagy B-sejtek aktiválódását okozzák, és autoantitestek termelődéséhez vezethetnek. Ezek az események pedig fehérvérsejtek toborzódását és ennek következtében gyulladást eredményeznek egyetlen szervben (például autoimmun hepatitis során) vagy a szervezet több szövetében (ez történik szisztémás autoimmun betegségek esetén). Ez utóbbi rendellenességekre jellemző a hosszan tartó (krónikus) gyulladás, amely különböző szerveket és szöveteket károsíthat.

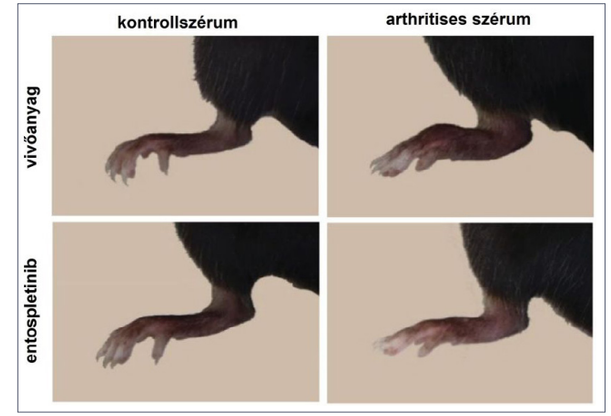
Gyakorló reumatológusként kutatócsoportomban munkatársaimmal elsősorban a szisztémás autoimmun betegségek, így például a rheumatoid arthritis patogenezisének vizsgálatával foglalkozunk. A rheumatoid arthritist — amely a világ népességének körülbelül 1%-át érinti — szimmetrikus ízületi érintettség (szimmetrikus polyarthritis) jellemzi, fájdalmas és duzzadt perifériás ízületekkel, ami az életminőség romlásához és az ízületi funkciók csökkenéséhez vezethet. Az újabb célzott terápiák megjelenése ellenére sok esetben nem érhető el remisszió vagy alacsony betegségaktivitás, ami új terápiás stratégiák kidolgozását teszi szükségessé. A gyulladásmentes ízületi belhártya (szinovium) nagy részét rezidens szinoviális sejtek, például fibroblasztok építik fel, melyek fontosak az ízületek megfelelő működésében. Gyulladás során azonban ezek a szinoviociták — részben sejtfelszíni integrinjeik révén — hozzájárulnak a szövetkárosodáshoz. Jelenlegi projektünk célja a szinoviociták integrin jelátvitelének jobb megértése autoimmun ízületi gyulladásban. Ennek érdekében kísérletes autoimmun ízületi gyulladás modelleket használunk, melyek esetében kombinált genetikai és farmakológiai megközelítést alkalmazunk (génhiányos egerek és specifikus gátlószerek segítségével). Ezek mellett *in vitro* körülmények között teszteljük az arthritises egér és a humán rheumatoid arthritises szinoviális fibroblasztok funkcióit inhibitorok jelenlétében vagy potenciális intracelluláris jelátviteli komponensek kifejeződésének befolyásolásával.

A jelenlegi projektünk első 2 évében számos új biztató eredményre jutottunk, melyeknek potenciális terápiás következményei lehetnek. Bár ezek egy része még további vizsgálatokat igényel, új adataink egy része már megjelent vezető szerzőségemmel lektorált nemzetközi folyóiratban. Amikor az entospletinib, egy

szelektív intracelluláris tirozin-kináz-gátló hatását vizsgáltuk egy neutrofil- és szinoviálisfibroblaszt-függő autoimmun arthritismodellben, azt találtuk, hogy az entospletinib dózisfüggően csökkentette az ízületi gyulladás makroszkópos jeleit, ami feltehetően az inhibitor neutrofilek és bizonyos mértékig a szinoviális fibroblasztok működésére gyakorolt hatásán alapul. Ezek az adatok felvetik annak a lehetőségét, hogy az entospletinib jó gyógyszerjelölt lehet a humán autoimmun ízületi gyulladás kezelésében.

Ennek az egyedülálló kutatási programnak a támogatásával tudományos pályafutásom új szakaszába érkeztem, amelyben saját munkacsoportom segítségével több transzlációs jellegű kutatást végezhetek. Míg a Lendület Program fontos új laboratóriumi műszerek és berendezések beszerzésére adott anyagi lehetőséget, hozzájárult új kutatási együttműködések kialakulásához és sikeres habilitációmhoz is.

Kutatócsoportunk munkája várhatóan fontos új adatokkal szolgál majd az autoimmun ízületi gyulladás patogenezisével kapcsolatban (egerekben és emberekben egyaránt), és több, a betegség hátterében álló új molekuláris összetevőt azonosíthat. Ezek a fehérjék pedig ígéretes célpontokká válhatnak a jövőben az autoimmun ízületi gyulladás kezelésében.



1. kép: A Syk-szelektív gátlószer entospletinib hatékonyan csökkentette az autoimmun ízületi gyulladás mértékét egerekben
Forrás: Káposztás E. et al.: The selective inhibition of the Syk tyrosine kinase ameliorates experimental autoimmune arthritis. *Frontiers in Immunology*, 2023, Vol. 14.

2. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Bognár-Majerhoffer Nóra, Sánta Soma, Balogh Lili, Kovács Viktor, Bóka Adrienn, Oláh Katalin, Németh Tamás, Nagymihály Zita Panka, Kozák Zsombor, Káposztás Eszter

SIKLÓSI ZSUZSANNA

2022—2027

MTA—ELTE Lendület Innováció Kutatócsoport

Egyének és közösségek, szociális hálózatok és innovációk a Kárpát-medence rézkorában

Eötvös Loránd Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Csippán Péter, Faragó Norbert, Kovács Zoltán, Solnay Eszter, Szilágyi Márton, Zafeiris Anna

LENDULET-INNOVACIO.HU

Lendület
Program

A rézkor (i. e. 4500—2800) az innovációk időszaka, amikor olyan, az emberiség későbbi történelmét alapjaiban formáló innovációk terjedtek el Európában, mint a fémművesség, a kerék és a kocsi, az eke, a gyapjú vagy a tejtermékek nagyobb arányú fogyasztása. Multidiszciplináris projektünkben a 21. századi régészet legfrissebb kutatási módszereit kombináljuk, hogy megértsük, a különböző típusú, egyének közötti szociális kapcsolatok hogyan befolyásolják az információ, a tudás és az innovációk elterjedését. A bioszociális régészet (rokonság, lakóhelyválasztás, az állatok mobilitása) és a változatos technológiai kutatások eredményeit hálózatelemzéssel térinformatikai rendszerben fogjuk össze, ezáltal az egyéni szintből kiindulva vizsgáljuk, hogyan jöttek létre a történelemformáló változások.

A Kárpát-medence földrajzi helyzeténél fogva fontos összekötő kapocs Délkelet- és Közép-Európa között, ezért ideális terepet kínál az innovációk elterjedését befolyásoló szociális tényezők vizsgálatára. A mai Magyarország területén a kora és középső rézkorban (i. e. 4500—3700) kisméretű, tanyaszerű települések sűrű hálózatában éltek a termelő gazdálkodást folytató kisközösségek. Az Alföldön különálló temetőket hoztak létre, melyekben fém- és kőtárgyakban gazdag mellékletű sírokat találhatunk. A kora rézkor a rézkori fémművesség csúcsa, ugyanakkor nincs nyoma annak, hogy ezeket a tárgyakat maguk készítették, a fémművesség technológiájának ismeretét csak a középső rézkorból ismerjük. Ehhez hasonlóan ismeretlen számukra a nagyméretű kőpengék és hegyek készítésének technológiája. Elemzésünkkel feltárjuk, milyen kapcsolatok tették számukra lehetővé a nagy értékű tárgyakhoz való hozzáférést, hogyan és mivel viszonozták ezeket, ami aztán a technológiai tudás megszerzéséhez is vezetett.

A kutatásunk harmadik évében járva már kezdenek kirajzolódni az első eredményeink. Ma már jobban értjük, hogy hogyan épültek fel azok a kisközösségek, amelyek tagjait egy-egy temetőben vagy egy kisebb sírcsoportban temették el, milyen rokonsági kapcsolatok voltak közöttük, hogyan kapcsolódtak egymáshoz, és ez milyen hatással volt az anyagi kultúrában számunkra látható változatosságra. A lelőhelyek maradványainak részletes, több szempontú feldolgozása jól megmutatja a helyi hagyományokat, egyedi jellegzetességeket és azokat a szokásokat, hagyományokat, amelyeken osztoztak a rézkori kisközösségek.

A Lendület Program támogatásának köszönhetően széles körű összefogással megvalósuló kutatási program a korábbi, a neolitikus és rézkori közösségek szociális viszonyainak feltérképezésére irányuló kutatásaim szerves folytatása. Az Eötvös Loránd Tudományegyetemen egyetemi hallgatóként kezdtem az egyének közötti rangbeli különbségek és ezzel összefüggésben a presz-

tízstárgyak kutatásával foglalkozni. A Kárpát-medence késő neolitikumának átfogó elemzésével ezt bővítettem ki PhD-értekezésemben, majd posztdoktori kutatásaim során fordult az érdeklődésem a következő korszak, a rézkor felé. Újszerű megközelítést alkalmazva (az egyes lelőhelyekből kiindulva, térben bővítve, a lokális variabilitást megtartva) elsőként a korszak kronológiáját tisztáztuk. A presztízstárgyakon végzett kutatásaim során világossá vált, hogy alig van információnk a késő neolitikum és kora rézkor egyik legfontosabb presztízsnyersanyaga, a réz és az ebből készült tárgyak származásáról. Ezért a következő, az NKFI Alap által támogatott kutatási projektemben egy átfogó vizsgálatsorozatot indítottunk, melyben azt vizsgáltuk, hogy a késő neolitikum kezdetétől a rézkor végéig honnan származnak az első réztárgyak, mikor jelent meg a fémművesség technológiájának tudása, és változtak-e a beszerzési hálózatok az egyes korszakok között akár a tárgytípusok változásával vagy a technológia megjelenésével együtt. Ezekből a korábbi eredményekből következett a Lendület-kutatócsoport által multidiszciplináris módszerekkel vizsgált téma, mely több szakterület összefogásával keresi a választ arra, milyen kapcsolatok, milyen tényezők segítették a rézkori, történelemformáló innovációk elterjedését.

1. kép: Rézkori kerámiaedény, rézékszer és obszidián nyílhegy

2. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): hátsó sor: Faragó Norbert, Szilágyi Márton, Kovács Zoltán, Csippán Péter; első sor: Zafeiris Anna, Siklósi Zsuzsanna, Solnay Eszter

TÖLGYESI CSABA

2022—2027

MTA—SZTE Lendület Restaurációs és Alkalmazott Ökológiai Kutatócsoport

Úttörő megoldások a restaurációs ökológia jelenkori kihívásaira — mozaikos és másodlagos élőhelyek, új degradációs formák

Szegedi Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bátori Zoltán, Csikós Nándor, Gallé Róbert, Hábenczyus Alida Anna, Krivács Zsófia, Jelena Šeat, Szabó Anikó, Tánczos Enikő, Tóth Benedek

APPLIED-ECOLOGY-LAB.HU

Lendület
Program

A legújabb kimutatások szerint a Föld szárazföldi élőhelyeinek háromnegyedét alapvetően átalakítottuk vagy teljesen elpusztítottuk, ami hozzájárul a klímaváltozáshoz, fenyegeti az élelmezésbiztonságot, és komoly egészségügyi kockázatokkal jár. A problémát felismerve a világ döntéshozói elkötelezték magukat a folyamat megfordítása iránt: az ENSZ a 2020-as éveket az élőhely-restauráció évtizedének kiáltotta ki, és 2024 júliusában lépett életbe az EU élőhely-helyreállítási rendelete, mely számos egyéb tétel mellett kötelező jelleggel írja elő a tagállamokban található degradált élőhelyek 20%-ának helyreállítását 2030-ig. Az élőhely-helyreállítás tudománya, azaz a restaurációs ökológia sokat fejlődött az elmúlt évtizedekben, de még számos fehér folt van, ahol a gyakorlati szakemberek várják a bizonyítékokon alapuló útmutatást. Kutatócsoportunk célja ezen ismerethiányok azonosítása, és az eredmények átültetése a gyakorlatba. Az egyik ilyen témakör a mozaikos élőhelyek helyreállítása. Tudunk természetközeli gyepeket és erdőket helyreállítani, de ezek mozaikja már más kérdés. Mennyi legyen az egyikből, mennyi a másikból? Mekkora erdő- és gyepfoltok legyenek, és milyen térbeli elrendeződésben? A struktúra kialakítása mellett milyen további beavatkozások, fajbetelepítések szükségesek? E kérdések megválaszolásához az erdős sztyepp élőhelymozaikot használjuk modellrendszerként, mely hazánk természetes növényzetének jelentős hányadát adta, így az élőhely-helyreállítási kötelezettségünk fontos eleme. Az erdős sztyepp élőhelyek jellegzetességeit és a restauráció kihívásait áttekintő tanulmányok formájában publikáltuk, és az egész Duna—Tisza közi homokhátságra kiterjedő adatgyűjtéssel a pontos válaszokon dolgozunk.

Másik fő kérdésünk, hogy azokon a területeken, ahol az eredeti természetes élőhelyet egyéb területhasználati okokból nem hozhatjuk helyre, képesek lehetünk-e a biológiai sokféleséget mégis a kívánt szintre emelni. Modellrendszerként a hazánkban és globálisan is egyre terjedő napelemparkokat használjuk. A napelemparkok speciális élőhelyi viszonyokkal jellemezhetők a bennük található infrastruktúra és annak speciális zöldterület-karbantartási igényei miatt. A konvencionális parkokban mindez egy gyomnövények által uralt, fajszegény élőhelyet eredményez, de ez nem szükségszerű. Bevezettük az ökovoltaikus park koncepcióját, mely egyszerre maximalizálja a biológiai sokféleséget, és szolgálja ki a parkokhoz kötődő érdekcsoportok minden igényét. A koncepciót már publikáltuk, számos konferencián bemutattuk, és több napelemparkban teszteljük is. Az adott parkokra egyedileg tervezünk növényzetet, mely alacsony növésű, őshonos, a beporzó rovaroknak kedvező fajokból áll, és kis kezelési intenzitással fenntartható.

További kutatásainkban olyan célokat tűztünk ki, mint az újonnan megjelenő inváziós növényfajok elleni védekezés, a gazdaságilag hasznosított gyepeken a biodiverzitás-kímélő szervestrágyázási irányelvek kidolgozása, illetve a vadkár okozta gyepsérülések használatának felmérése ritka növényfajok megtelepítési gócpontjaiként.

Eredményeinkből eddig 28 nemzetközi publikáció született, részt vettünk előadóként és szervezőként számos hazai és nemzetközi konferencián, de az átlagembereket is megszólítjuk civil rendezvényeken való részvételekkel, médiamegjelenésekkel és közérthető tanulmányokkal.

A Lendület Program páratlan lehetőséget nyújtott a fenti tudományos célok megvalósítására, hiszen e globális és hazai szempontból is releváns problémák tudományos igényű megválaszolása jelentős emberi és pénzügyi erőforrást igényel. A program által lehetővé vált külföldi megjelenések alapvető fontosságúak a megfelelő kapcsolati tőke kialakításában és a jövőbeli nemzetközi pályázatok sikerében. A program által biztosított támogatás lehetővé teszi, hogy a legújabb technológiai megoldásokat (drónokat, terepi szenzorokat stb.) tudjuk igénybe venni. Végül, de nem utolsósorban aktív munkaközösségünk a fiatal generáció számára is vonzóbbá teszi a tudományos pályát a befogadó intézményként szolgáló Szegedi Tudományegyetem Biológia Intézetében.

1. kép: Egy őshonos félparazita növényfaj, a sárga fogfű (*Odontites lutea*) biokontrollként való hasznosíthatóságának tesztelése kísérleti parcellákban az inváziós homoki prérifű (*Sprobolus cryptandrus*) ellen

2. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Szabó Anikó, Hábenczyus Alida Anna, Tóth Benedek, Tánczos Enikő, Tölgyesi Csaba, Gallé Róbert, Jelena Šeat, Csikós Nándor, Krivács Zsófia, Bátori Zoltán

VESZTERGOM SOMA

2022—2027

MTA—ELTE Lendület Határfelületi Elektrokémia Kutatócsoport

A felületközeli kémhatásváltozások szerepe az elektródfolyamatok kinetikájában. Elméleti és kísérleti vizsgálatok

Eötvös Loránd Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Busai Ágota, Fekete Éva, Hideg Ádám, Himics Friderika, Kis-Bogdán Ágota, Kovács Noémi, Láng Győző, Simon Adrienn, Szakály Zsolt, Szirtes Gábor János, Zsélyné Ujvári Mária

ELECTRO.CHEM.ELTE.HU

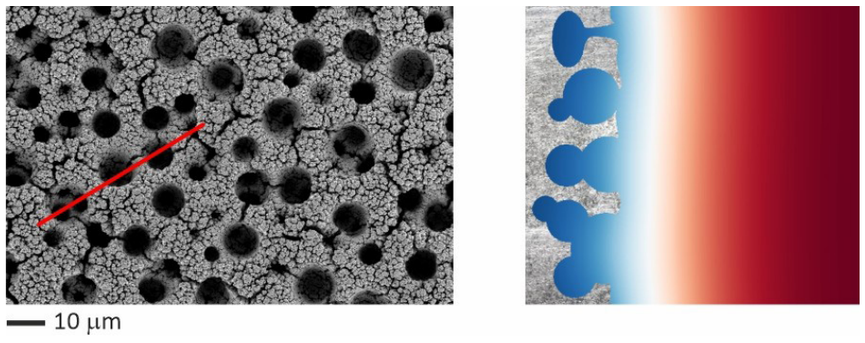
Lendület
Program

Ha egy elektromosan vezető anyagot (például egy fémet) belehelyezünk egy olyan oldatba, amely az elektromos tér hatására elmozdulni képes anyagfajtákat (ionokat) tartalmaz, azzal ún. elektródot hozunk létre. Ha egy elektródra feszültséget kapcsolunk, áram folyik át rajta, eközben pedig az oldatban kémiai változások történnek. Az oldat összetételétől, illetve az elektródfém minőségétől és szerkezetétől függően az előidézhető kémiai változások skálája igen széles. Egy elektródfolyamat eredményezheti például a víz bontását (amelynek eredményeképpen hidrogén, illetve oxigén fejlődhet), de akár a szén-dioxid redukcióját is más, hasznosabb anyagokká; illetve ha az oldat fémsókat is tartalmazott, egyenletesen vékony és tükörfényes — vagy akár laza szerkezetű és pórusos — fémrétegek leválasztását is. Az elektródfolyamatok jelentik az alapját számos ipari technológiának. Szerepük van például a modern számítógépek processzorainak gyártásában, a műtrágyakészítés korszerű eljárásaiban és az elektromos energia kémiai formában való tárolását célzó technológiai megoldásokban is. Az, hogy egy elektródfolyamat miként megy végbe (és hogy ipari körülmények között mindig kellő stabilitással és hatásfokkal a kívánt terméket eredményezi-e), fontos és összetett kérdés, és számos kémiai és fizikai hatás függvénye. Sok elektródfolyamat mechanizmusa függ például az elektrolízishez használt közeg kémhatásától, illetve annak felületközeli (és általában maga az elektródfolyamat által eredményezett, arra mégis visszaható) megváltozásától. E felületközeli kémhatásváltozások vizsgálata a kiemelt célja az Lendület Program Induló kategóriájában támogatást nyert, az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán létrehozott kutatócsoportunknak.

Kémiai tanulmányaimat szintén az ELTE-n folytattam a doktori cím megszerzéséig, ezután pedig Svájcban, a Berni Egyetemen végeztem posztdoktori kutatómunkát szintén az elektrokémia területén. Jelenleg a habilitációra készülök. Bár alapvetően vegyész végzettségű vagyok, érdeklődésem kiterjed a matematika és az informatika, illetve a villamosmérnöki tudományok bizonyos területeire is. Kutatócsoportom így több lábon áll, és nemcsak a vegyi laboratóriumban folytat kísérleteket egy-egy jól meghatározott probléma mélyebb megértése céljából, hanem a vizsgált folyamatokat számításos módszerekkel modellezi is, valamint méréstechnikai megoldásokat is keres — vagyis műszereket fejleszt bizonyos, az elektrokémiai alkalmazott és az alapkutatás problémáinak megoldására. Munkámat az ELTE számos kiváló kémia alapszakos és mesterszakos hallgatója mellett felkészült kollégák (vegyészek mellett mérnökök és matematikusok is) segítik. A kutatócsoport jelenlegi legfontosabb célkitűzése az elektródfolyamatok hatására bekövetkező felületi pH-változások folyamatdinamikájának mélyebb megértése, amitől számos, az iparban is alkalmazott

technológiai megoldás optimalizációját várják. A csoport újabb eredményei különösen jelentősek például a laza szerkezetű fémhabok elektrokatalitikus célú felhasználásának területén (*1. ábra*).

A csoport nemzetközi beágyazottsága jelentős, együttműködései (köztük kiemelten Peter Broekmann a Berni Egyetemen működő kutatócsoportjával, de más országok kutatóival is Észak-Európától a Magyarországgal szomszédos országokig) pedig igen gyümölcsözőek. A csoport — amely egyre több hallgatót vonz az alap-, a mester- és a doktori képzésben is — sikeres publikációs tevékenységet folytat, a munkájába bekapcsolódó hallgatók pedig könnyen tudnak elhelyezkedni akár magyar, akár nemzetközi cégeknél, illetve kellő muníciót gyűjthetnek a külföldi kutatóműhelyekben való tapasztalatszerzéshez is.



1. ábra: Elektrokémiai hidrogénfejlesztés, illetve nitrátionok redukciója céljából kifejlesztett, habállagú nikkelkatalizátor pásztázó elektronmikroszkópiás felvétele (**balra**), és a habszerű felület mentén elektrolízis közben kialakuló mélységi kémhatásprofil szimulációs eredményekből származó ábrázolása (**jobbra**). A jobb oldali kép vörös árnyalatai savas, kék árnyalatai bázikus kémhatást jeleznek.

2. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Láng Győző, Vesztergom Soma, Zsélyné Ujvári Mária, Himics Friderika, Hideg Ádám

VIDNYÁNSZKY ZOLTÁN

2022—2027

MTA—ELTE Lendület Borel Kombinatorika és Komplexitás Kutatócsoport

Borel-kombinatorika és komplexitás

Eötvös Loránd Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bursics Balázs, Geng Máté, Kátay Tamás, Kocsis Anett, Kun Gábor, Clark Lyons, Pálfy Máté András

VIDNYANZ.ELTE.HU/BOCOCO.HTML

Lendület
Program

Az ELTE TTK Matematika Intézetében alakult kutatócsoportunk fő célkitűzése a Borel-kombinatorika tárgykörének és a hozzá szorosan kapcsolódó témaköröknek a vizsgálata. A kutatócsoportban rajtam kívül 1 szenior kutató, 1 posztdoktor, 4 doktorandusz és 1 mesterképzésben részt vevő hallgató dolgozik, de szoros együttműködést folytatunk az ELTE, a Rényi Intézet és több külföldi egyetem munkatársaival.

A Borel-kombinatorika a leíró halmazelméletnek egy viszonylag friss és nagyon aktív területe. Alapvető gondolata a következő: amikor végtelen gráfokon (hálózatokon) klasszikus gráfelméleti kérdéseket vizsgálunk, sokszor paradoxikus viselkedéssel találkozunk. Erre a leglátványosabb példa az ún. Banach—Tarski-paradoxon. Ez a meglepő állítás azt mondja ki, hogy egy tömör golyó szétdarabolható véges sok részre úgy, hogy azokat összerakva két, az eredetivel azonos méretű (!) golyót kapunk. Persze a darabok szükségképp nem konstruktívak, létezésük bizonyításához használnunk kell az ún. kiválasztási axiómát, és nem rendelhető hozzájuk semmiféle űrmérték, hiszen az eljárás során az megduplázódna. Ez az állítás átfogalmazható egy konkrét végtelen gráfban egy jól ismert gráfelméleti objektum, az ún. teljes párosítás megtalálására.

Az ehhez hasonló paradoxonok elkerülésének egy lehetséges útja az, hogy kizárólag valamilyen értelemben konstruálható objektumok vizsgálatára szorítkozunk. A Borel-halmazok fogalma az egyik legtermészetesebb módja a konstruktivitás mögötti gondolat precíz leírásának. Például térbeli Borel-halmazokhoz rendelhető űrmérték, így a fenti paradoxon Borel-halmazokkal nem valósítható meg. Tehát a kutatócsoport egyik célja véges gráfelméleti fogalmak végtelen, de Borel-verziójának a vizsgálata.

A Borel-kombinatorika szorosan kapcsolódik a matematika más területeihez, mint a kombinatorika, a csoportelmélet, a mértékelmélet vagy a valószínűségszámítás. Az egyik legmeglepőbb és legközelibb kapcsolatra viszont csak az elmúlt 2-3 évben derült fény. A számítógéptudomány egyik legnépszerűbb ága az elosztott számítás elmélete. Itt véges, de óriási hálózatokon (pl. internet) oldanak meg gráfelméleti problémákat úgy, hogy a teljes hálózat feltérképezése lehetetlen, egy adott számítógép csak a hozzá közeli számítógépekhez tud eljuttatni üzeneteket. Más szavakkal, az algoritmusoknak lokális információból kell döntéseket hozniuk. Az utóbbi években kiderült, hogy az elosztott számításban használt egyik legfontosabb, ún. lokális modell közvetlen kapcsolatban áll a Borel-kombinatorikával. A két terület közti együttműködés eredményeként számítástudományi algoritmusokat sikerült borelizálni, de fordítva is,

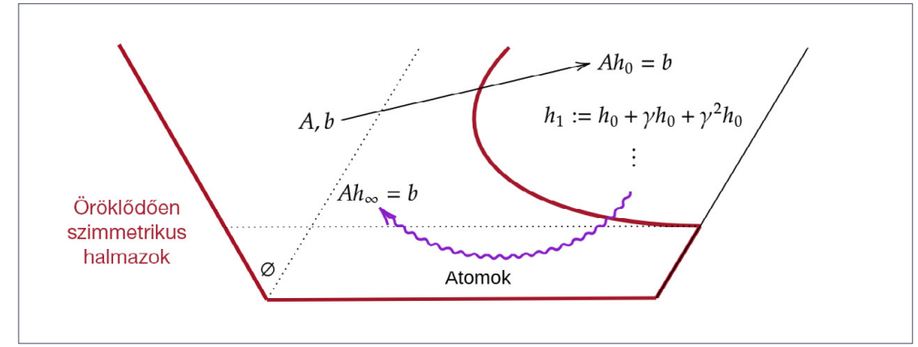
Borel-eredményekből sikerült új, gyorsabb lokális algoritmusokat létrehozni, illetve nemlétezésüket bizonyítani. A kutatócsoportnak egy másik célja ennek a kapcsolatnak a vizsgálata és továbbfejlesztése.

Az elmúlt években számos előrelépést sikerült elérni. A legfontosabbak ezek közül egy másik központi számítástudományi tétel, a CSP-dichotómia Borel-verziójának leírása, illetve a kiválasztási axióma gyengébb formáinak és a CSP-dichotómia közti kapcsolatnak a felismerése (lásd a kapcsolódó, a részecskefizikára megtévesztésig hasonlító illusztrációt), illetve egy régi, párosításokkal kapcsolatos sejtés megcáfolása.

A kutatás elméleti jellegű, így közvetlen gyakorlati alkalmazása rövid távon valószínűleg nem lesz. Ennek ellenére, ahogy a fentiekből is kiderül, szorosan kapcsolódik a való életben is használt lokális algoritmusokhoz. Tehát könnyen lehet, hogy hosszú távon a kutatás eredményei hatékonyabb lokális algoritmusokhoz vezetnek majd, és ezáltal nagy számítógépes rendszerek jobb működéséhez járulnak hozzá.

A konkrét kutatómunkán túl időt fordítottunk a terület népszerűsítésére és a közösségépítésre is. A második évtől fogva hivatalosan is elindult a csoport szemináriuma, a Borel-kombinatorika szeminárium, amelyen heti rendszerességgel a témakörrel foglalkozó külföldi és belföldi kutatók tartanak előadásokat. Az ELTE-n a terület legfontosabb eredményeit tárgyaló speciális kurzus is indult Mérhető kombinatorika néven.

A 2024-es évben a Rényi Matematikai Kutatóintézet Erdős Centerében a kutatás témakörében egy tematikus félévet szerveztünk. Ennek keretében megrendeztük az európai halmazelmélet egyik legfontosabb rendszeres találkozóját, a Young Set Theory Workshopot, illetve egy, a Borel-kombinatorika, a valószínűségszámítás és a lokális algoritmusok vezető kutatóit felvonultató konferenciát. Mindkét eseménynek körülbelül 80 résztvevője volt.



1. ábra: Megoldások ZFA-modellekben. Az ábra illusztrálja, hogyan látjuk be azt, hogy például a gráf-háromszínezés és a lineáris egyenletrendszerek megoldásához tartozó kompaktsági feltételek nem ekvivalensek egymással.

1. kép: A Borel Kombinatorika Szeminárium résztvevői

2023

ABONYI ANDRÁS

2023—2028

MTA—ÖK Lendület Folyóvízi Ökológia Kutatócsoport

Folyóvízi plankton-ökoszisztéma működése: egy folyó-holtág gradiens megközelítése a közösségszerveződés-működés kapcsolatának megértéséhez

HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Baranyai Eszter, Becz Barnabás Álmos, Borza Péter, Egri Ádám, Kriska György, Nguyễn Vũ Đức Thịnh, Imola Tenorio-Baigorria, Tóth Flórián

ECOLRES.HUN-REN.HU/KUTATOCSOPORTOK/LENDULET-FOLYOVIZI-OKOLOGIA-KUTATOCSOPORT

Lendület
Program

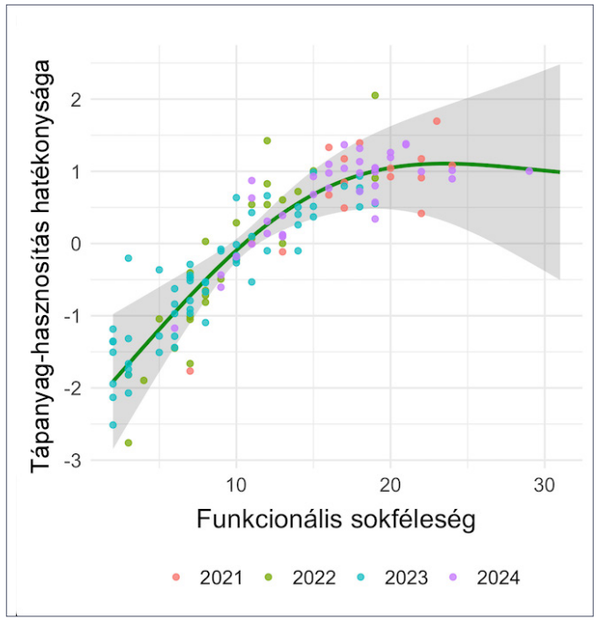
Az éppen zajló hatodik tömeges kihalási hullám felértékeli azon korai kutatási eredményeket, amelyek a közösségek biológiai sokféleségének szerepére mutattak rá. E kísérletek jobbára növényközösségekre fókuszáltak, és arra, hogy amennyiben fajvesztés történik, vajon az ökoszisztéma-működés indikátorai, mint például a közösség összes biomasszája, mutatnak-e csökkenést. Amennyiben igen, úgy a fajvesztés funkcióvesztést és a közösség egészét tekintve működésbeli csökkenést jelent. A biológiai sokféleség elengedhetetlen az ökoszisztémák hatékony és stabil működéséhez. Ez az általános ökológiai összefüggés a pozitív biodiverzitás — ökoszisztéma-működés (BEF) kapcsolat, mely növényközösségekre, valamint tavi lebegtetett életmódú elsődleges termelőkre (fitoplankton) jól kutatott. A folyóvízi plankton biodiverzitása alulkutatott, ami meglepő, hiszen folyóink számos nélkülözhetetlen szolgáltatást nyújtanak, legyen az rekreáció vagy az ivóvíz biztosítása. Hatékony működésükhöz pedig — feltételezhetően — elengedhetetlen az a nagyfokú biológiai sokféleség, amit számos emberi hatás veszélyeztet a túlzott tápanyagterheléstől a folyószabályozásokig.

Kutatócsoportunk a plankton emberi tevékenységekre adott válaszát és a változások hatásait kutatja nagy folyókban és holtágakban. A globális felmelegedés fajvesztéshez vezet, ami a pozitív BEF-kapcsolat mentén gyengíti az ökoszisztémák működési hatékonyságát. A Lendület-csoport tagjai a Duna középszakaszának planktonján keresztül a BEF-kapcsolatot több trofikus szinten kutatják (2024—), figyelembe véve például a lebegő algák sokféleségét és tápanyagminőségét az őket fogyasztó elsődleges állati szervezetek, a zooplankton szempontjából. A csoport az ökológiai összefüggés hosszú távú trendjeit globális nagy folyó adatsorokon is elemzi (2025—), és a hazai holtmedrek planktonközösségein keresztül rámutat az emberi hatások negatív következményeire. A kutatások egyik fókusza a holtágak vízoszlopának heterogenitása a vízhőmérséklet vertikális eloszlása mentén (hidegebbek-e a mélyebb rétegek), amely mint fő mechanizmus szabja meg a jelen lévő közösségek összetételét. Feltételezésünk, hogy a rétegződés kísérletes manipulálásával egy olyan folyó (kevert) — holtág (stagnáló) környezeti gradienst tudunk modellezni, mely segít megérteni a plankton biológiai sokféleségének szerepét a megváltozott környezeti viszonyokra adott közösségi válaszban (2026—).

Korai kutatási eredményeink (2024) rámutatnak, hogy nagy folyók növényi (fitoplankton) és állati (zooplankton) mikroszkopikus planktonjának BEF-összefüggései különböznek. A fitoplankton alacsony, míg a zooplankton magas fajszám mellett ad biomassza-maximumot. Ennek oka lehet a fajok eltérő „source-sink” dinamikája, vagyis hogy az aktív (produktív) és passzív (sodort) elemek sokfé-

lesége mikor ad maximumot. Eltérőjelleg-alapú (ki mit tud) mechanizmusokat várunk a folyóvízi növényi és állati plankton között, vagyis hogy a domináns fajok inkább hasonlítanak hozzájuk, vagy inkább különböznek a többi fajtól, és dominanciájuk jár-e a közösség sokféleségének csökkenésével.

MSc- és PhD-képzésemet a Pannon Egyetem Mérnöki Kar Limnológia Intézeti Tanszékén végeztem. Korai kutatásaim hazai holtágak és bányatavak hőmérsékleti rétegződésének a fitoplankton összetételére gyakorolt hatásával foglalkoztak. PhD-munkám a Loire (Franciaország) folyóhossza mentén vizsgálta a fitoplankton jellegalapú összetételét mint ökológiai választ a természetes és mesterséges hatásokra. Később ausztriai posztdoktori kutatásaim már a közösség összetételén és sokféleségén alapuló működésre (BEF) fókuszáltak. A Lendület-pályázatom kutatási programja a korábbi szakmai életutam során szerzett tapasztalatokat kapcsolja össze. A Lendület Program olyan önálló kutatócsoport indítását tette lehetővé, melynek kutatási témái hidat képeznek a folyóvízi és tavi plankton kutatása között.



1. ábra: Dunai zooplankton taxonszám-BEF kapcsolata

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Tóth Flórián, Becz Barnabás Álmos, Baranyai Eszter, Imola Tenorio-Baigorria, Kriska György, Nguyễn Vũ Đức Thịnh, Abonyi András, Borza Péter, Egri Ádám

HORVÁTH ANDRÁS ATTILA

2023—2028

MTA—OPAI Lendület Neurokognitív Kutatócsoport

A kortikális hiperexcitabilitás és a kognitív zavarok kapcsolatának multimodális analízise

Nyírő Gyula Országos Pszichiátriai és Addiktológiai Intézet

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Barabás Csaba, Bencze Angéla, Bényei Gábor, Berente Dalida Borbála, Bolla Gergő Levente, Csernus Emőke, Mohamed Emam, Enyedi Kinga, Herter Anna, Horváth Krisztina, Kegyes-Brassai Anna Csilla, Kiss Eszter, Négyesi János, Nemcsik-Bencze Zsófia, Somogyvári Hanka, Szalmási Orsolya, Unoka Mihály, Váraljai Christopher

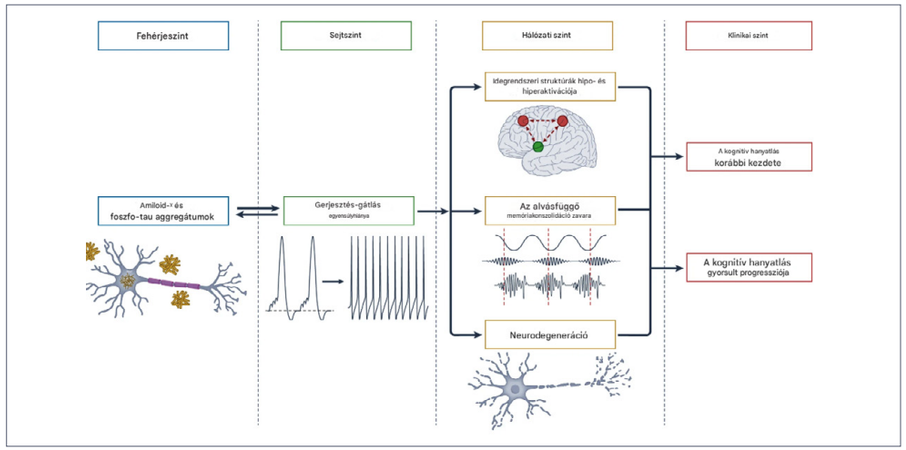
HUNCOG.COM

Lendület
Program

2014-ben szereztem általános orvosi végzettséget *summa cum laude* minősítéssel a Semmelweis Egyetem (SE) Általános Orvostudományi Karán. 2014-től az SE Anatómiai, Szövet- és Fejlődéstani Intézetében oktatási (előadói, gyakorlatvezetői és vizsgáztatói) feladatokat látok el magyar és angol nyelven egyetemi tanársegédként, majd 2018-tól egyetemi adjunktusként. Előadásaim fókuszterülete a magasrendű agyi működések rendszerszintű neuroanatómiai háttere. 2014 és 2022 között kutatóorvosként az SE Idegsebészeti és Neurointervenciós Klinikáján (korábban OKITI, OMIII) dolgoztam. E ciklusban a Nemzeti Agykutatási Program doktorandusz, majd posztdoktor kutatója voltam. Fő kutatási területem az epilepszia és az Alzheimer-kór között fennálló kapcsolat elemzése, különös tekintettel az agyi hálózatokban az epilepsziás aktivitás hatására létrejövő változásokra. 2013-ban vendégkutatóként a zürichi székhelyű Translational Neuromodeling Unitban (Eidgenössische Technische Hochschule) dolgoztam, 2014-ben a brüsszeli székhelyű Erasme Oktatókórházban (Université Libre Brussels), illetve 2017-ben a lisszaboni székhelyű Hospital Julio Matosban (University of Lisbon). Vendégkutatásaim az elektroencephalográfiás elemzések különböző aspektusaival foglalkoztak, így a hálózatok prediktív modellezésével, alvásanalízissel és az epileptiform potenciálok automatikus detekciójával. 2018-ban *summa sum laude* minősítéssel PhD-fokozatot szereztem a klinikai idegtudományok területén az SE Szentágothai János Idegtudományi Doktori Iskolában. Ezt követően 2018-ban posztdoktor vendégkutatóként dolgoztam a New York-i székhelyű Langone Medical Centerben (New York University), amelynek keretében a lokális tüskehullámminták hatását vizsgáltam az agyi hálózatok dinamikájára.

Ez a téma visszatérően jelentkezett későbbi kutatási tevékenységemben is. Kutatására 2020-ban posztdoktori OTKA-pályázatot, 2023-ban Lendület-pályázatot, illetve konzorciális OTKA-pályázatot nyertem el. 2022-ben vendégprofesszorként a lisszaboni székhelyű Institute of Molecular Medicine-ben dolgoztam. Az ekkor kialakított konzorciális együttműködés a vált Lendület-kutatásaim egyik külföldi pillérállomásává. Hazatérve, 2022-ben létrehoztam a Nyírő Gyula Országos Pszichiátriai és Addiktológiai Intézetben működő Neurokognitív Kutatási Központot, amelynek azóta centrumvezető igazgatója vagyok. A központ legfontosabb kutatási csoportja az általam vezetett Lendület-kutatócsoport. A kutatócsoport egy 7 európai kutatóhelyet egybeolvasztó konzorciális program hazai partnere (EURO-FINGERS, eufingers.com), amelynek célja a kognitív hanyatlás rizikótényezőinek és komorbid állapotainak multimodális elemzése egy ernyőszervezet által irányított harmonizált adatbázisrendszer mellett. Az így létrehozott klinikai adatbázis (AlzEpi Cohort Observational Library, ACOL) egyedülálló hazánkban, közel 500, a kognitív hanyatlás különböző stádiumaiban érintett személy strukturált kutatási és klinikai adatait tartalmazza.

A Lendület-kutatások központi kérdése, a kérgi hiperexcitabilitás, tehát az idegsejtek túlzott aktivitásával járó idegélettani folyamat hatásának vizsgálata a kognitív teljesítményre. Ennek keretében különböző betegcsoportokat, így enyhe kognitív zavarban (az Alzheimer-kór prodromális állapota), felnőttkori autizmus spektrumbetegségben és felnőttkori figyelemhiányos hiperaktivitás-zavarban érintett személyek eredményeit hasonlítjuk össze egészséges kontrollszemélyek adataival. A kutatási protokoll kiterjed klinikai vizsgálatokra, vérvizsgálatokra, liquorelemzésre, szerkezeti és funkcionális képalkotásra, neuropszichológiai módszerekre és neurofizológiai adatfelvételre. A kutatás központi kérdése, hogy a túlzott lokális excitabilitás milyen módon változtatja meg a kognitív hanyatlás szempontjából kulcsfontosságú agyi tényezőket, így az amiloid fehérje oligomerizációs lehetőségeit (amely kulcskérdés az Alzheimer-kór kialakulásában) és a kognitív képességek szempontjából elsődleges agyi hálózat (pl. *default mode network*) kapcsolódási viszonyait. A kutatás kiemelt új eredménye egy hálózati dinamikai modell felállítása, amely olyan gyógyszeres terápiás támadáspontot szolgáltat, amely egyúttal egyénre szabott biomarkerprofillal is megtámogatható. E modell leírása a 2024-es évben a *Nature Reviews Neurology* folyóirat borítóképeként is ismertté vált.



1. ábra: A hiperexcitabilitás szerepének modellezése a kognitív hanyatlás patogenezisében. Az Alzheimer-kórra jellemző toxikus proteinfelhalmozódás (amiloid és tau) reciprok módon az idegsejtek tüzelési mintázatának változásához vezet, ami kedvez a túlzott serkentő aktivációnak. Ennek következményeként felborul az alvásfüggő tanulási rendszer, az agyi hálózatok kapcsoltsági viszonya, és direkt módon idegsejtelhalás is létrejöhet. Klinikai következményként kognitív panaszok jelentkezhetnek, illetve azok súlyossága fokozattabban romolhat.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): hátsó sor: Mohamed Emam, Unoka Mihály, Négyesi János, Barabás Csaba, Horváth András Attila, Bolla Gergő Levente, Bényei Gábor, Váraljai Christopher; középső sor: Szalmási Orsolya, Kiss Eszter, Horváth Krisztina, Somogyvári Hanka, Herter Anna, Nemcsik-Bencze Zsófia, Bencze Angéla, Berente Dalida Borbála; első sor: Enyedi Kinga, Kegyes-Brassai Anna Csilla, Csernus Emőke

KOLBERT ZSUZSANNA

2023—2028

MTA—SZTE Lendület Növényi naNObiológia Kutatócsoport

Nanotechnológia-alapú új edzési stratégiák a szárazságtűrés fokozására növényekben

Szegedi Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bodor Tamás, Fejes Gábor, Kapásné Török Éva, Kondak Dóra, Selahattin Kondak, Széles Eszter, Szőllősi Réka

PLANTNANOBIO.COM

Lendület
Program

Már posztdoktorként volt lehetőségem kutatócsoportot vezetni , amit a Lendület Program tovább segített azzal, hogy lehetőséget biztosított a növények és a nanoanyagok kapcsolatának mint új és innovatív kutatási iránynak a kijelölésére, illetve a csoport fiatal kutatókkal való bővítésére. A Lendület Program további hozadéka, hogy erősíti a csoport hazai kutatási együttműködéseit. A kutatócsoport honlapot és Facebook-oldalt (facebook.com/rnssignalling) is működtet. A tudomány-népszerűsítés jegyében médiaanyagokat is megjelentetünk, amelyek a honlapunkon keresztül is elérhetőek.

A projektben három fő célt tűztünk ki: (1) nanoanyagokkal történő magedzéssel fokozni a növények szárazságtűrését; (2) új nitrogén-monoxid (NO)-kapcsolt növényi géneket azonosítani; (3) egy növényi NO-val kapcsolatos információs weboldalt létrehozni (későbbi projektévben).

Első feladatként mindhárom növényfaj (lúdfű, borsó, búza) esetén meghatároztuk az ozmotikus, illetve szárításos kezelés koncentrációját/időtartamát, és igazoltuk a stresszállapotot néhány élettani paraméter mérésével (pl. biomassza és relatív víztartalom). A GK Szilárd és GK Szereda búzafajták, valamint a vad típusú lúdfű esetén vízmegvonással alakítottuk ki a szárazságot talajban. Az agaros táptalajon nevelt lúdfű és a tápoldatos borsó (Rajnai törpe fajta) esetén polietilén-glikol 8000 (PEG8000)-kezelést alkalmaztunk a szárazságot modellező ozmotikus stressz kialakítása céljából.

Előállítottuk a plazmaaktivált vizet (PAW), plazmaaktivált nanokolloidot (PANC) és fémcinkkel kiegészített PAW-ot (PAW-M). A különböző PAW-okban a pH-t, a cinkion-koncentrációt és a hosszú élettartamú reaktív formák (hidrogén-peroxid, nitrát, nitrit) koncentrációját kolorimetriás módszerrel megmértük. Ezeket a folyadékokat magedző anyagokként alkalmazzuk.

A lúdfű és a búzafajták esetén optimalizáltuk a magedzést, vagyis rövid időtartamú kísérletekben megtaláltuk azt az összetételű PAW/PANC/PAW-M-et, ami kedvező hatású a korai csírafejlődésre stressz nélkül. A magedzést 24 óráig végeztük, 24±2 °C-on, sötétben, keverés mellett. A lúdfű esetén a csírázásra és a csíranövény-fejlődés néhány paraméterére (pl. gyökérhossz, szárhossz, sziklevélterület, friss tömeg) pozitívabb hatásúnak bizonyultak a PAW/PANC/PAW-M-kezelések, mint a desztillált vizes magedzés.

Optimalizáltuk az ozmotikus stresszt és a magedzést borsó esetén. A magedzés körülményeit az alábbiak szerint állítottuk be: 24 óra, 24±2 °C, sötét, keverés. Ezt követően vegetatív állapotú növényeket neveltünk a magokból, amelyek

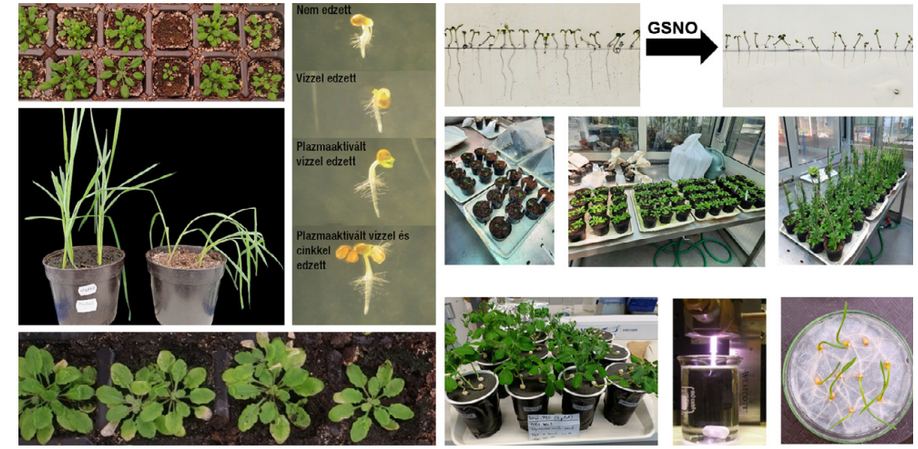
ozmotikus stresszt szenvedtek el (PEG8000). A PAW/PAW-M (cinkionnal) magedzés nem okozott szignifikáns növekedést az ozmotikus stressz által gátolt növekedési paraméterekben, de növelte az életképességet és az NO-tartalmat.

Megvalósítottuk a tervezett keresztezéseket és klónozást számos lúdfűvonal esetén, ezzel előkészítve a következő évre tervezett molekuláris munkát.

Megkezdtük a NO-ot felszabadító nanodonor, a DMON-SNO szintézis adaptálását. Az irodalomból vett recept alapján lefuttatunk egy sikeres szintézist, aminek eredménye a DMON alapvegyület lett (megfelelő módszerekkel igazolva). A második évben folytatjuk a DMON-SNO szintézis adaptálását, majd pedig magedző anyaggént fogjuk tesztelni. Előállítottuk a kitozánba csomagolt karrikint. Meglévő recept átdolgozását követően elkészült a becsomagolt karrikin, amelynek magedzésre való hatékonyságát már el is kezdtük tesztelni. Megfelelő módszerekkel igazoltuk a nano-mérettartományt és a kapszulázás sikerességét.

Elvégeztük az NO-függő gének szűréséhez a nevelési-kezelési körülmények optimalizálását. NO-donorként az *S*-nitrozoglutationt (GSNO) választottuk, amit redukált glutationból és nátrium-nitritből szintetizálunk. Az alkalmazott GSNO-koncentrációk közül az 1250 µM-ossal való permetezés megfelelőnek bizonyult ahhoz, hogy nagyszámú lúdfűvonal genetikai szűrését alapozza meg, mert a GSNO-kezelőanyag előállítása egyszerű, költséghatékony, a kezelés egyszerűen kivitelezhető, a vad típusú lúdfű gyökérrövidülése szemmel látható mértékű a kontrollhoz képest, és a hatás hasonló hatásfokkal megismételhető.

Az első eredményeket nemzetközi és hazai konferenciákon összesen 5 poszter és 2 előadás formájában mutattuk be. Szatellit témákban megjelent egy-egy összefoglaló cikkünk az *Environmental Research* és a *New Phytologist* folyóiratokban. Közvetlenül kapcsolódva a projekt témájához előkészületben van két összefoglaló kézirat, melyek meghívott review-k lesznek a *Journal of Experimental Botany* és a *Plant Science* folyóiratokban.



1. kép: A kísérleti rendszereinket bemutató fotók

2. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Bodor Tamás, Fejes Gábor, Selahattin Kondak, Kapás Éva, Kondak Dóra, Szőllősi Réka, Széles Eszter, Ördögné Kolbert Zsuzsanna

LOHNER SZIMONETTA

2023—2028

MTA—PTE Lendület Evidencia az Orvoslásban Kutatócsoport

Előzzük meg az orvostudományi kutatások pazarlását! — Kutatás a klinikai vizsgálatok és evidenciaszintézisek tervezésének és eredményközlésének javítására

Pécsi Tudományegyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bőszné Murányi Edit, Czina László, Csölle Ildikó Gabriella, Kovács Luca, Németh Judit, Némethné Kontár Zsuzsanna, Stefan Schandelmaier, Tárkányi Gábor, Vincze Gábor

Lendület
Program

Becslések szerint évente 170 milliárd dollárnyi orvosi kutatási forrás vész kárba, mivel a finanszírozott kutatás eredményei nem használhatók fel az egészségügyi döntések támogatására. A pazarlás a kutatási folyamat 5 fő szakaszát érinti: a kutatási kérdések megfogalmazását, a vizsgálati elrendezés és módszertan tervezését, a kutatás lefolytatását, az eredmények nyilvánossá tételét és a publikáció tartalmának megalkotását. A kutatási eredmények hasznosulása érdekében fontos a betegek szempontjából releváns kutatási kérdések megfogalmazása; a kutatás jól átgondolt és megfelelő minőségű tervezése, kivitelezése, valamint a kutatási eredmények elfogulatlan és teljes mértékű hozzáférhetővé tétele. A kutatási eredmények gyakorlatba való átültetését az is elősegíti, ha a szakmai ajánlások elkészítése bizonyítékokon alapuló módon, magas minőségű szisztematikus szakirodalmi áttekintésekre támaszkodva történik.

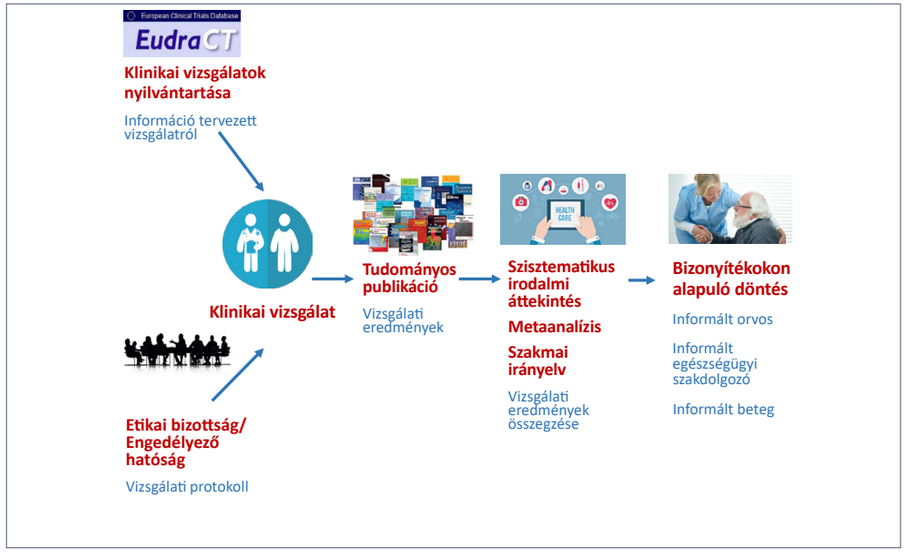
Végzettségem szerint megelőző orvostan és népegészségtan szakorvos, valamint gazdálkodás és menedzsment szakos közgazdász vagyok. PhD-fokozatomat a bizonyítékokon alapuló táplálás területén szereztem, majd megelőző orvostan és népegészségtan területén habilitáltam. Több mint egy évtizede foglalkozom evidenciaszintézissel és a bizonyítékokon alapuló egészségügy gyakorlati megvalósítását elősegítő módszertani kérdésekkel. Kutatásaim középpontjában a klinikai vizsgálatok állnak. A Lendület-támogatás egyedülálló lehetőséget biztosított, hogy Magyarországon olyan kutatócsoportot hozzak létre, amely aktivitásaival a nemzetközi metaepidemiológiai kutatási hálózat magyarországi pillérévé válik, és amely a klinikai epidemiológia és a bizonyítékokon alapuló orvoslás területén folytat kutatásokat.

A kutatócsoport fő célja az orvosi kutatások tervezésének és eredményközlésének, valamint a bizonyítékokon alapuló szakmai irányelvkészítés egyes aspektusainak vizsgálata, különös tekintettel a nem szabályozott beavatkozásokhoz (pl. étrendi beavatkozás, sport és fizioterápia, sebészeti beavatkozások, pszichológiai intervenciók, alternatív gyógyászat) kapcsolódó kutatási kérdésekre.

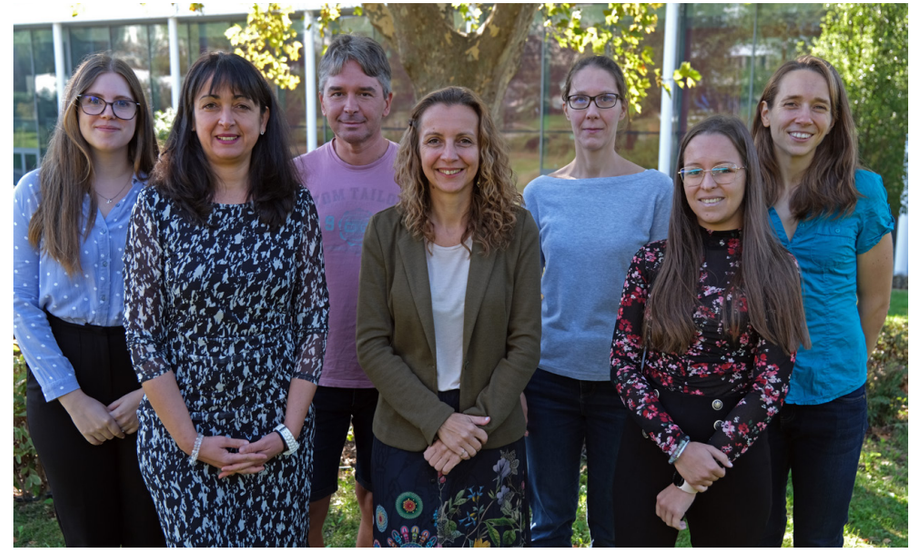
Egyik projektünk keretében a kutatócsoport a nem szabályozott beavatkozások hatásait vizsgáló kutatások protokolljainak minőségét elemezzük, hogy feltárjuk a javításra szoruló elemeket. A kutatás részeként a különböző nem szabályozott intervenciós csoportokhoz tartozó, indexált folyóiratokban megjelent protokollokat azonosítunk, majd egy random protokollmintában vizsgáljuk a protokollok nemzetközi ajánlásoknak való megfelelését.

A Hungarian Handsearching Study című projektünk keretében célunk, hogy orvos- és egészségtudományi területen feltérképezzük a Magyarországon publikált szürke szakirodalom mértékét. Emellett felmérjük, hogy szükséges-e hazai kiadású folyóiratokban ún. kézi keresést folytatni annak érdekében, hogy minden hazai klinikai vizsgálat eredménye elérhetővé váljon nemzetközi szinten. A kutatás indokoltságát az adja, hogy a legtöbb hazai orvosi és egészségtudományi folyóirat tartalma csak részlegesen vagy egyáltalán nem érhető el nemzetközi adatbázisokban. A kutatócsoport átvizsgálja az összes érintett hazai folyóirat tartalmát.

Kutatócsoportunk több, nemzetközi együttműködés keretében megvalósuló projektet is tervez. Az egyik ilyen projekt keretében megkezdtük egy olyan adatbázis kiépítését, mely klinikai vizsgálatokkal kapcsolatos módszertani kutatások eredményeit és módszertani útmutatókat tartalmaz. A „LIGHTS" elnevezésű adatbázis az egészségügy területén betegek bevonásával kutatásokat tervező vagy klinikai kutatások módszertana iránt érdeklődő kutatók számára készül. Ezek a kutatók egy helyen könnyen hozzáférhető módon, tématerületenként csoportosítva találhatnak módszertani útmutatókat projektjük szakmai tervezéséhez és kivitelezéséhez jól kereshető formában.



1. ábra: A klinikai vizsgálatok eredményeinek beépülése az egészséggel kapcsolatos döntésekbe



1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Kovács Luca, Csölle Ildikó Gabriella, Czina László, Lohner Szimonetta, Bőszné Murányi Edit, Horváth Floransz Veronika, Némethné Kontár Zsuzsanna

MAGA PÉTER

2023—2028

MTA—RI Lendület Analitikus Számelmélet és Reprezentációelmélet Kutatócsoport

Automorf formák GL(2)-n túl

HUN-REN Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Erdélyi Márton, Gilles Felber, Tóth Dávid, Zábrádi Gergely

RENYI.HU/KUTATOCSOPORTOK/ANALITIKUS-SZAMELMELET-ES-REPREZENTACIOELMELET

Lendület
Program

Kutatásom központi objektumai az ún. automorf formák. Az automorf formák olyan, magasabb dimenziós, görbült tereken (például a hiperbolikus síkon) értelmezett hullámfüggvények, melyek aritmetikai szimmetriákkal is rendelkeznek: számelméleti úton definiált függvényegyenletek egész családját elégítik ki.

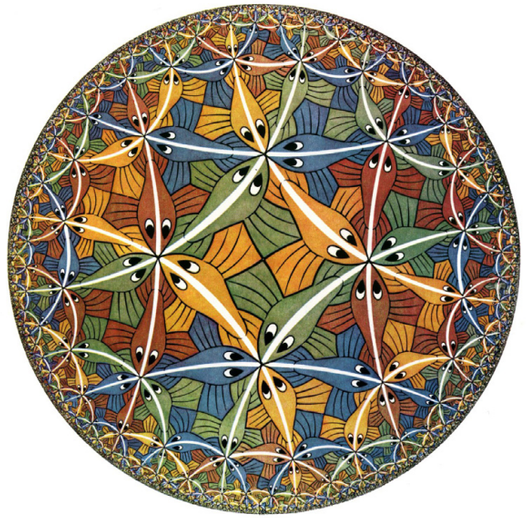
Az automorf formákat a 19. század első felében fedezték fel kvadratikus formák előállításszámának kapcsán, például olyan kérdéseket vizsgálva, hogy egy pozitív egész szám hányféleképpen írható fel négy négyzetszám összegeként. Az elmúlt 200 évben aztán a matematika számos ágával kapcsolatba kerültek, a teljesség igénye nélkül említjük a komplex függvénytant, az algebrai geometriát, a matematikai fizikát, a reprezentációelméletet és a gráfelméletet, a modern alkalmazások között pedig a nagy Fermat-sejtés bizonyítását és a magasabb dimenziós gömbpakolásokat. A terület matematikán belüli elismertségét jelzi a számos Fields-érem, melyet a témában (és határterületein) végzett kutatásokért osztottak ki.

Jómagam az automorf formákkal először egyetemi tanulmányaim során találkoztam, de mélyebben csak a doktori iskolában ismerkedtem meg velük Harcos Gergely témavezetőmnek köszönhetően. A disszertációmat 2013 novemberében védtem meg, ezután szűk 2 évet Göttingenben töltöttem posztdoktor kutatóként Valentin Blomer irányítása alatt. Ekkor kezdtem el foglalkozni az automorf formák szup-norma problémájával, mely mind a napig kutatásaim középpontjában áll. Hazatérésem után a Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézetben kezdtem dolgozni, először MTA posztdoktori ösztöndíjasként, majd a Harcos Gergely vezette Lendület-kutatócsoportban. Ezekben az években az automorf formák hazai kutatása egyre kiterjedtebbé vált. Ennek a fejlődésnek az eredményeként 2023-ban, szintén a Lendület Program támogatásával, magam is kutatócsoportot alakíthattam. Fő célkitűzésünk a magasabb dimenziós csoportokon értelmezett automorf formák vizsgálata. Számos kérdést vizsgálunk, ezek közül személyes kedvencem a szup-norma probléma.

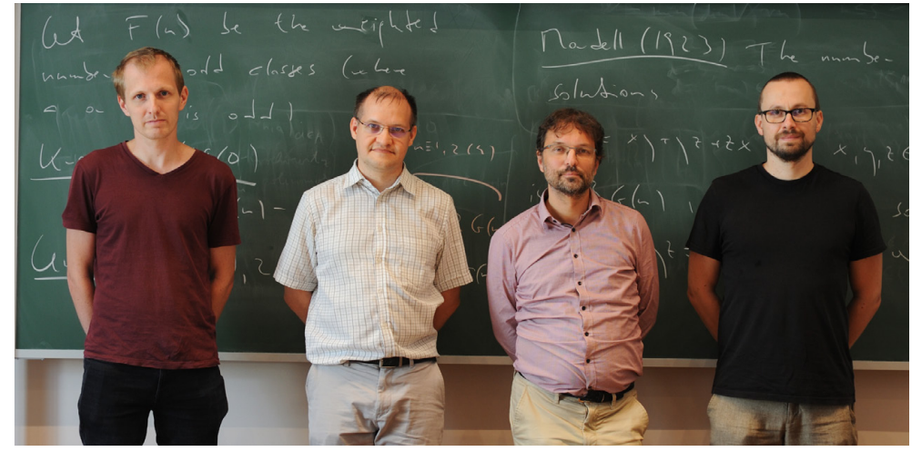
A szup-norma probléma kérdésfelvetése az, hogy milyen magas lehet egy automorf hullámfüggvény annak függvényében, hogy milyen sűrűek a hullámai. Ha visszaemlékszünk a középiskolában tanult szinusz- és koszinuszfüggvényekre, akkor azt látjuk, hogy a frekvencia emelkedésével, a hullámok sűrűsödésével sem nőnek meg a hullámhegyek: a sin(x) és a cos(x) mellett a sin(10*x) és a cos(100*x) értékei sem nagyobbak 1-nél. A magasabb dimenziós tereken értelmezett automorf formák hullámhegyei annál magasabbak, minél sűrűbbek. De nem lehetnek akármilyen nagyok, Sarnak híres tétele a hullámhegyek méretét az automorf forma Laplace-sajátértékének egy hatványával becsüli,

mely hatvány a formának otthont adó szimmetrikus tér néhány geometriai jellemzőjével — dimenziójával és rangjával, a kitevő pontosan (dim—rang)/4 — egyszerűen kifejezhető. Ez a tétel teljesen általános, csupán a forma analitikus tulajdonságaira támaszkodik, és nem veszi figyelembe annak aritmetikai szimmetriáit (következésképpen sokkal általánosabb, nem számelméleti eredetű terek hullámfüggvényeire is igaz). Számelméleti szituációban azt várjuk, hogy a Sarnak-féle hatványkitevő javítható, tehát a (dim—rang)/4 hatványkitevőnél kisebb kitevővel is becsülhető a hullámfüggvény magassága a Laplace-sajátérték függvényében. Az aritmetikai szup-norma probléma ennek bizonyítását tűzi ki célul.

Az általános lineáris csoportra az 1 rangú esetben ezt Iwaniec és Sarnak bizonyította is, magasabb rangban ez Valentin Blomerrel közös munkánk eredménye. A sejtés szerint azonban nemcsak az általános lineáris csoportra, hanem más (jól körülírható) csoportosztályokra is igaz az alacsonyabb hatványkitevő. Kutatócsoportunk egyik célja ennek a kérdésnek a vizsgálata.



1. ábra: M. C. Escher holland művész *A kör határa III* (*Circle Limit III*) című metszete, melyet a hiperbolikus geometria Poincaré-féle körmodellje inspirált
Forrás: Harcos Gergely, https://users.renyi.hu/~gharcos/Maass/



1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Erdélyi Márton, Maga Péter, Zábrádi Gergely, Tóth Dávid

RÓNA GERGELY

2023—2028

MTA—TTK Lendület DNS-hibajavítás Kutatócsoport

D-típusú ciklinek által szabályozott DNS-hibajavító folyamatok

HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Borosta Roberta, Anastasiia Lakhno, Rácz Gergely Attila, Szepesi-Nagy István

RONALAB.ORG

Lendület
Program

A neurológiai rendellenességek jelentős társadalmi és gazdasági kihívást jelentenek a fejlett országokban, és a rokkantság és a korai halálozás egyik vezető okaként tartják számon őket. Európa idősödő népességével ezeknek a betegségeknek az előfordulása és terhe várhatóan növekedni fog. Bár a genetikai vizsgálatok összefüggést mutattak ki a DNS-javító folyamatok hibái és a neurodegeneratív betegségek között, a pontos molekuláris mechanizmusok továbbra is tisztázatlanok. Kutatócsoportunk célja, hogy előmozdítsuk a neuronális DNS-javítási hibák megértését, és ezzel új, a neurodegeneráció során kihasználható sérülékenységeket tárjunk fel. E betegségek molekuláris eredetét kutatva arra törekszünk, hogy túllépjünk a tüneti kezeléseken, és a kiváltó okokat célozzuk meg.

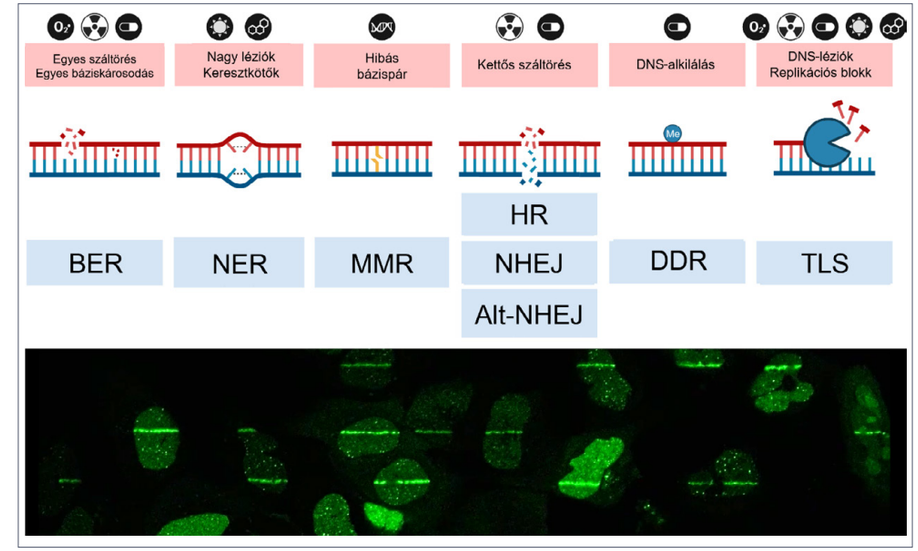
Ezt a problémakört számos módon próbáljuk megközelíteni. Az egyik fókuszterületünk a ciklin fehérjecsaládra összpontosít. A ciklinek és ciklinfüggő kinázok (Cdks) hagyományosan a sejtciklus szabályozásában betöltött központi szerepükről ismertek, a különböző sejtciklusfázisok közötti átmenetek irányításával. Azonban egyre több bizonyíték utal arra, hogy ezeknek a fehérjéknek számos más fontos funkciójuk is van a transzkripcióban, az epigenetikai szabályozásban, az anyagcserében, az őssejtek önmegújításában és a neuronális működésben. Nemrégiben felfedeztük, hogy a D típusú ciklinek szerepet játszanak a DNS-javításban azáltal, hogy korlátozzák a mismatch javítási (MMR) útvonal aktivitását, így biztosítva a genomi integritást. Előzetes eredményeink arra utalnak, hogy a D típusú ciklinek kulcsfontosságú szereplői az oxidatív DNS-károsodás javításának neuronokban. Hipotézisünk szerint a D típusú ciklinek tartós kifejeződése a neuronokban megvédi a központi idegrendszert az oxidatív DNS-károsodástól, amely folyamatos veszélyt jelent a neuronális integritásra. Emellett elkezdtünk alkalmazni torzítatlan rendszerszintű biológiai módszereket, mint a proteomika és a genomika, hogy összehasonlítsuk az iPSC-ből származó neuronok DNS-javító mechanizmusait egészséges és neurodegeneratív betegségekkel érintett egyének között.

Akadémiai karrierem a DNS anyagcseréje és javítása molekuláris mechanizmusainak kutatására épült. Doktori tanulmányaim során Vértessy Beáta laboratóriumában felfedeztem a dUTPáz nukleocitoplazmatikus transzportjának szabályozását, ami kulcsfontosságú a genomi integritás megőrzésében az uracil felhalmozódásának megakadályozásával a DNS-ben. Ez a munka nagyban hozzájárult a sejtbeli dUTP/dTTP-szintek szabályozásának megértéséhez, ami számos kemoterápiás kezelés, például a metotrexát és raltitrexed célpontja.

Ezenkívül munkatársaimmal kifejlesztettünk egy új módszert a genomi uracilszintek vizualizálására a DNS-ben, megbízható és költséghatékony eszközt biztosítva a kutatás és a klinikai gyakorlat számára.

Posztdoktori munkám során Michele Pagano laboratóriumában, a New York-i NYU Grossman School of Medicine és a Howard Hughes Medical Institute intézetekben a DNS-hibajavítási útvonalak szabályozására összpontosítottam. Kollégáimmal kimutattuk, hogy az F típusú ciklin által indukált stem-loop kötő fehérje lebomlása elengedhetetlen a H2A.X szintjének szabályozásához és ezáltal a γH2A.X-szignalizáció korlátozásához genotoxikus stressz során. Emellett felfedeztem egy kritikus szabályozó mechanizmust a homológ rekombináció (HRR) korai szakaszában, amelynek során az FBXL10-RNF68-RNF2 ubikvitin-ligáz komplex a korai DNS-léziókra kerülve elősegíti a H2A Lys119-en történő monoubikvitinálását. Ez a folyamat a transzkripciós repressziót, a kettős szálú DNS-törés jelzését és a HRR-t segíti elő. A későbbiekben a sejtciklus G1 fázisában a DNS-hibajavításra összpontosítva felfedeztem, hogy a D típusú ciklinek korlátozzák a mismatch javítás (MMR) folyamatát, és hogy azok időben történő lebomlása elengedhetetlen az MMR megfelelő működéséhez az S fázisban. A Covid-19-járvány idején igyekeztünk bizonyítani, hogy az NSP14, ami egy virális RNS-javító fehérje, kitűnő terápiás célpont a koronavírus elleni antivirális szerek fejlesztésében.

2023-ban nyertem el a Lendület-pályázatot, amely lehetővé tette számomra, hogy az Egyesült Államokból hazatérve Magyarországon saját laboratóriumot alapítsak a HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont Molekuláris Élettudományi Intézetében.



1. ábra: A sematikus ábrán a sejteket érő különböző DNS-károsodások vannak feltüntetve az általuk okozott léziókkal és az ezeket javító DNS-hibajavítási útvonalakkal. A mikroszkópos felvételen humán U2OS sejtek láthatóak, amik EGFP-fuzionált DNS-hibajavító fehérjéket expresszálnak. A sejtekben található intenzív vonalak, lézeres mikroirradiáció által okozott DNS-léziók, amelyekre a DNS-hibajavító fehérjék felhalmozódnak, ezért intenzívebb színben világítanak a sejtekben.

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): Szepesi-Nagy István, Róna Gergely, Rácz Gergely Attila, Borosta Roberta, Anastasiia Lakhno

SEBŐK MIKLÓS

2023—2028

MTA—TK Lendület V-SHIFT Kutatócsoport

A visegrádi országok változó globális viszonyrendszere háborús időkben — Egy mesterséges intelligencia által támogatott összehasonlító elemzés

HUN-REN Társadalomtudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Babolcsay Barbara, Bánóczy Martin, Baranyai Enikő, Baumgartner Zoé, Kiss László Marcell, Kiss Rebeka, Kovács Viktor, László Dávid, Lehoczki Richárd, Ring Orsolya, Takács Anna, Tokovics Dávid, Üveges István

POLTEXTLAB.COM/VSHIFT

Lendület
Program

A projekt Közép- és Kelet-Európa kortárs történelmének egyik legfontosabb fordulatát vizsgálja: az ukrajnai háborút és annak hatását a visegrádi országokon belüli hatalmi dinamikára. A kutatás fókuszában a V4-ek globális hatalmi blokkokhoz, az Európai Unióhoz, az Egyesült Államokhoz, Oroszországhoz és Kínához fűződő viszonya áll. A V-SHIFT Lendület-projekt arra törekszik, hogy az eddigi legkiterjedtebb adatgyűjtéssel és elemzéssel értékelje a visegrádi országok („V") háború utáni időszakban elmozduló („SHIFT") globális kapcsolatait. A kutatás a közpolitikai napirend több évtizedre kiterjedő, szisztematikus feldolgozásával feltárja a globális hatalmak változó recepcióját a V4-ek politikájában és médiájában, melyet a legmodernebb mesterségesintelligencia-módszertannal elemez.

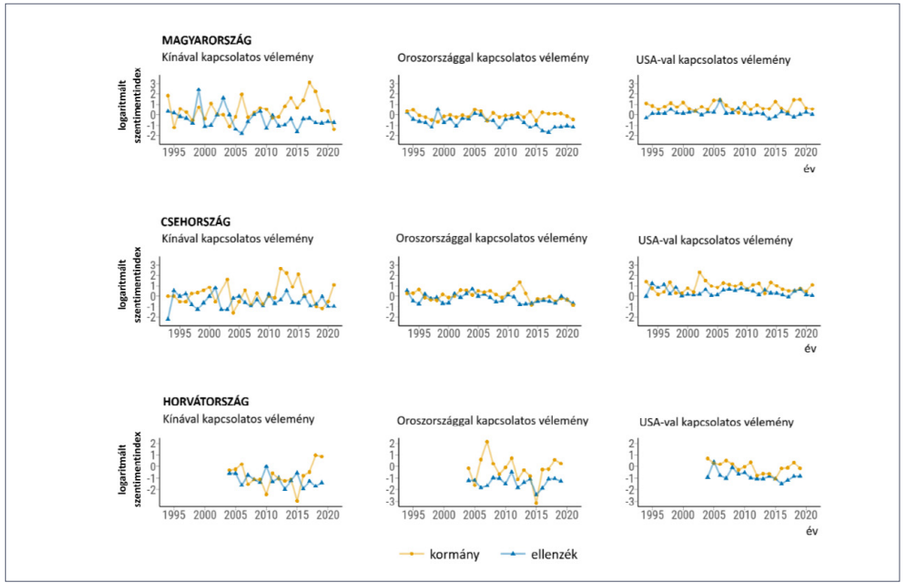
A kutatás során több évtizedre visszamenőleg készítünk adatbázisokat (így pl. kiemelten média, parlamenti beszédek, törvények) mind a négy visegrádi ország kapcsán, amelyekhez mesterséges intelligencia segítségével csatolunk közpolitikai, illetve érzelmi kódokat. A kutatás első évében megvizsgáltuk Kína, Oroszország és az Egyesült Államok megjelenését az 1994—2022 közötti cseh, horvát és magyar parlamenti beszédekben. Az adataink alapján Kínát ritkán említették a 2010-es évek végéig. Csehországban 2018-tól, Horvátországban és Magyarországon 2019-tól indult arányaiban növekedésnek Kína említésszáma.

Kutatásunk arra is rámutatott, hogy Csehország és Magyarország esetében Kína és az Egyesült Államok átlagos megítélése nem változott az évtizedek során. Az USA esetében ez évről évre hasonló értékeket, míg Kína esetében a pozitív és negatív megítélés közötti jelentős kilengéseket jelent. Ezzel szemben Oroszország megítélése a 2010-es évek elejétől mindkét országban negatív irányba mozdult el. Horvátország eltérően viselkedett a vizsgált időszakban. Az USA szentimentje 2005-től évről évre szinten lineárisan csökkent, míg Kína szentimentje a 2007—2014-es évek alacsonyabb értékei után növekedésnek indult, és 2018-ra elérte a 2004—2006-ban mért értékeket. Az első kutatási évben ugyancsak elkészítettünk egy adatvizualizációs felületet, amelyen jelenleg az összegyűjtött több millió médiacikken végzett adatelemzésünk első eredményeit mutatjuk be.

A kutatás több olyan területet is egyesít, amely korábbi kutatásaim fókuszában állt, a Lendület-támogatásnak köszönhetően pedig kiterjeszthetővé vált új területekre, miközben folyamatosan képes reflektálni a mesterséges intelligencia kihívásaira. Mindehhez egy olyan kutatócsoport felállítására volt szükség, amely képes a kutatási tervben meghatározott ambiciózus célok megvalósítására, miközben a tapasztalt kutatók mellett pályájuk kezdetén álló fiataloknak (BA-,

MA-, illetve PhD-hallgatók) is lehetőséget biztosít akár kutatóként, akár a kutatást támogató gyakornokként. Nagy hangsúlyt fektettünk saját gyakornoki programunkra, illetve a velünk dolgozó fiatalok szakmai mentorálására, pl. nemzetközi konferenciákon való előadások támogatásával.

A V-SHIFT projekt első évének legfontosabb eredményeit rangos nemzetközi folyóiratokban publikáltuk (*Computational Communication Research*, *International Political Science Review*, *Journal of Computational Social Science*, *Language Resources and Evaluation*, *Policy Studies Journal*, *Social Science Computer Review*). Előadásokat tartottunk a világ vezető politikatudományi és társadalomtudományi módszertani konferenciáin (mint az APSA és az ECPR), megszerveztünk egy 180 fős nemzetközi konferenciát (COMPTEXT, Amszterdam), illetve egy 31 fős nemzetközi workshopot (Budapest). Pozitív értékelést kaptunk emellett a legrangosabb európai kutatási pályázaton (ERC), s elnyertük az NKFIH Excellence kutatási pályázatát. A társadalmi hasznosítás terén kiemelkedik oktatási tevékenységünk, mely a HUN-REN kutatóhálózatban elsőként mutatja be a generatív mesterséges intelligencia kutatási felhasználását egy új kurzussorozat keretében.



1. ábra: A nagyhatalmakhoz való pozitív viszonyulás alakulása kormánypárti és ellenzéki parlamenti felszólalók beszédeiben

1. kép: A kutatócsoport 2023 őszén

SZÉCSÉNYI-NAGY ANNA

2023—2028

MTA—BTK Lendület Biorégészet Kutatócsoport

Élet és halál a római civilizáció peremén: Pannonia közösségeinek komplex biorégészeti elemzése

HUN-REN Bölcsészettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:

Bárány Annamária, Bernert Zsolt, Biller Anna Zsófia, Bollók Ádám, Bózsa Anikó, Budai-Balogh Tibor, Csáky Veronika, Gerber Dániel, Görög-Szabó Zita, Horváth Friderika, Jakab Kristóf, Kecskés Anikó, Kiss Krisztián, Kostyál Gergely, Köhler Kitti, Láng Orsolya, László Orsolya, Madai Ágota, Major István, Megyes Melinda, Mende Balázs Gusztáv, Merczi Mónika, Mező György, Mráv Zsolt, Nyerges Anita, Ottományi Katalin, Szeifert Bea, Vámos Péter, Zsidi Paula

BIOARCH-MOMENTUM.HU/HU

Lendület
Program

A biorégészet olyan kutatások együttese, amely emberi és egyéb szerves maradványokon végzett természettudományos vizsgálatokkal rekonstruálja az egykori környezetet, népességeket, azok életkörülményeit, és adatokkal szolgál társadalmi viszonyaikhoz.

Multidiszciplináris kutatócsoportunkat régészek, antropológusok, genetikusok, archeozoológusok, izotópokat elemző geológus és nagy adathalmazokkal foglalkozó informatikusok alkotják. A kutatók részben a HUN-REN Magyar Kutatási Hálózat tagjai, részben pedig múzeumokban dolgozó szakemberek (BTM Aquincumi Múzeum, MNM Balassa Bálint Múzeum, Ferenczy Múzeum Centrum, Magyar Természettudományi Múzeum).

A kérdéseiben és munkamódszereiben is összetett biorégészeti kutatás a római kori Pannonia északkeleti térségére, a Kr. u. 1—4. században ott élt népességekre összpontosít. A kutatócsoport egyrészt Aquincum (Óbuda), másrészt Solva (Esztergom) és Páty térségének kelta őslakos és idegen eredetű népességein végez részletes biológiai és régészeti kutatásokat.

Pannonia története a Kárpát-medence őskorához és a népvándorlás korához képest jól adatolt és kutatott a klasszikus történettudományi és régészeti módszerekkel, azonban ezeknek a tudományterületeknek is megvannak a maguk korlátai. Az egyszerű emberek életéről keveset tudunk, mivel a birodalom perifériáján az élet kevésbé volt adatolt a központi területekhez képest. Előkerülnek ugyan feliratok az eltemetett emberekről és a hétköznapi eseményekről is, ezek azonban csak igen ritkán köthetők emberi maradványokhoz.

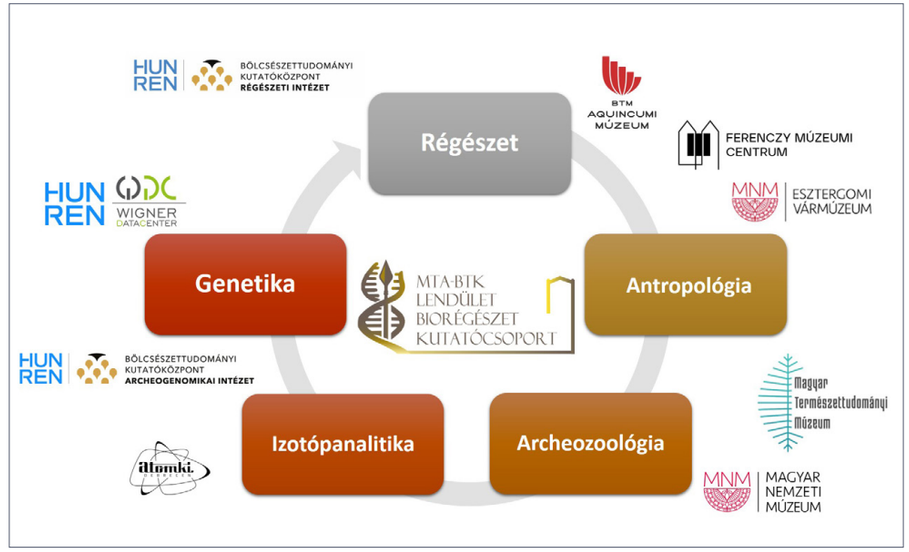
A római uralom idején egy multietnikus és multikulturális környezet alakult ki Pannoniában, amelyet vizsgálva a Lendület-munkacsoport az idegenek (rómaiak, idegen katonák, barbár beköltözők) és a kelta, majd romanizált helyi népesség újra és újra átértelmeződött viszonyrendszeréhez keres új adatokat.

Az antropológiai, genomikai, izotópanalitikai elemzéseken keresztül a munkacsoport célja megismerni a határ menti római kori lakosság biológiai összetételét, kapcsolatrendszerét, változásának dinamikáját, továbbá az egykor élt emberek életkörülményeit és egészségügyi viszonyait. Az egyének felől felépítve a kutatást a projekt végére elérendő cél az adatok közösségi rendszerekben való értékelése lesz. Olyan eredményekre fog jutni, amelyek a Római Birodalom más területeinek kutatásánál is mintaként szolgálhatnak majd. Mindemellett a kutatás eredményeit kiállításokba beépítve új irányokat indít majd a kutatócsoport a tudományos ismeretterjesztésben.

A kutatás jelenleg még az első évében jár, amely munkaév az együttműködések formáinak kialakításával, a leletanyag nyújtotta lehetőségek áttekintésével kezdődött. A munkacsoport az első évre a régészeti feldolgozás mellett antropológiai elemzéseket és a mintavételek lebonyolítását, a DNS-vizsgálatok megkezdését tűzte ki célul. Ebben az évben alakult ki a projekt keretrendszere, a kutatócsoport tagjai műhely-konferencián és további beszélgetések során ismerkedtek meg egymással. Az embertani feldolgozás révén kiválasztásra kerültek a biomolekuláris vizsgálatok célcsoportjai is. A hazai és nemzetközi konferenciákon és a hazai médiában való bemutatkozás lehetőséget adott arra, hogy a biorégészetet a római kori leletek tekintetében megismerje a szakma és a társadalom. A kutatás saját nemzetközi kapcsolatrendszeremet is kiterjesztette. Jó példa erre az Európai Régész Szövetség római gyűlésén egy, a római korral foglalkozó biorégészeti kutatások eredményeit bemutató közös szekció szervezése a szerb Régészeti Intézet munkatársaival.

A kutatás egyik mellékszála a római kori Pannonia két presztízsállatának archeozoológiai és genetikai kutatása. A ló és a teve kerül így vizsgálatra, melyek elemzése szintén megkezdődött az első évben. A pannóniai, jó megtartású teveleletek egészen egyedülálló populációgenetikai lehetőséget jelentenek, hiszen közel-keleti és afrikai területeken az egykori tevemaradványok rossz állapota nem teszi lehetővé a mélyebb genomi vizsgálatokat.

1. ábra: A kutatócsoport érdeklődésének középpontjában az egyén áll, és az ábrán látható tényezőket vizsgálja



2. ábra: Diszciplínák és intézetek együttműködése a kutatócsoport munkája során

1. kép: A kutatócsoport

SZILÁGYI EMŐKE RITA

2023—2028

MTA—BTK Lendület Humanista Kánonok és Identitások Kutatócsoport

Humanista kánonok és identitások a Magyar Királyságban, 1450—1630

HUN-REN Bölcsészettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Bartók István, Békés Enikő, Draskóczy Eszter, Fellegi Zsófia, Molnár Annamária, Móré Tünde, Nagy Levente, Palkó Gábor, Papp Ingrid

FACEBOOK.COM/PROFILE.PHP?ID=61550879533229

Lendület
Program

Magyar—latin szakos egyetemi tanulmányaimat az ELTE BTK-n végeztem, majd ugyanitt szereztem doktori fokozatot 2013-ban az Európai és magyar reneszánsz irodalom doktori programon. 2013 tavaszán a müncheni *Monumenta Germaniae Historica* ösztöndíjasa voltam, majd ugyanez év szeptembere óta a HUN-REN BTK Irodalomtudományi Intézetének Reneszánsz Osztályán dolgozom. Két sikeres posztdoktori ciklus (MTA Prémium Posztdoktori Program, 2016—2019; 2019—2022) után 2023-ban elnyertem a Lendület Program támogatását, és ugyanez év szeptemberében megkezdte munkáját a kutatócsoportom az Irodalomtudományi Intézetben. A Lendület-kutatócsoporttal a közös munka során lehetőségem nyílik olyan terveimet megvalósítani és ötleteimet kipróbálni, amelyekre más támogatási forma nem alkalmas. A csoport tagjaival korábban is dolgoztam együtt kisebb-nagyobb projekteken, de most egy közös koncepció mentén alkothatunk csoportban, ami nagyon motiváló tud lenni.

Legfőbb célkitűzésünk, hogy feltérképezzük az 1450 és 1630 közti magyar királyságbeli irodalmi kánonok kialakulását szinkrón és diakrón metszetekben, és az újonnan feltárt és azt a feltárandó szövegek segítségével újraértelmezzük, árnyaljuk. Koncepciónk szerint a kánonok létrejötte mindenekelőtt a szerzők és olvasóik nyelvi, felekezeti és nemzeti identitásbeli meghatározottságával (ún. hungarus-tudat) magyarázható. A kutatást mikro- és makroszinten végezzük: a legapróbb textológiai problémák vizsgálata vezethet el bennünket a nagyobb összefüggések megértéséig. Például: miért cenzúrázzák vagy szerkesztik át humanista szerzőink a szövegeiket az első változat megírása után évekkel később? Miért maradtak fenn bizonyos költemények több másolatban, mások meg legfeljebb egyben? Mi a szövegek egymáshoz való viszonya egy kánonon belül? Mi a kánonok jelentősége a korabeli oktatásban? Milyen műfaji sajátosságok jellemzik ezeket a szövegeket? Milyen minták alapján készültek, és milyen hagyományokba illeszkednek? Mit tudunk e szövegek korabeli recepciójáról? Milyen hazai szerkesztésű művekben ragadható meg a korszak elméleti irodalmának hatása? Az európai *praeceptum*-irodalom recepciója hogyan vált a kánon részéve, hogyan befolyásolta a hazai szerzők szövegalkotását? Ezek a főbb kérdéseink, melyekre keressük a válaszokat az 5 éves ciklus során.

Konkrét terveink közt szerepel egy angol nyelvű kézikönyv elkészítése a magyarországi neolatin irodalom történetéről a vizsgált időszakban, illetve monográfiák és tanulmánykötetek írása az 1450—1630 közti időszak grammatikai, kritika- és műfajtörténeti, valamint komparatisztikai kutatásairól, nem utolsósorban kritikai kiadások sajtó alá rendezése a korszak szerzőinek életművéből. Utóbbinak legnagyobb vállalása korábbi kutatásaim szerves folytatása: az Oláh Miklós-levelezés kritikai kiadásának befejezése, illetve teljes körű online hozzáférhetővé tétele.

Bár kutatásaink kérdésfelvetései hagyományosnak mondhatók, technológiailag a legmodernebb eljárások (online adatbázisok és kiadások készítése, komparatív kutatások mesterséges intelligencia bevonásával stb.) és módszertani ajánlások segítségével igyekszünk végezni alapkutatásainkat, majd kontextualizálni és disszeminálni eredményeinket.

Az első évben elkészítettük a kézikönyv koncepcióját, tartalomjegyzékét és megkezdődött a neolatin kézikönyv írása. Forrásfeltáró kutatóutakra mentünk, tanulmányaink jelentek meg a szakma nívós folyóirataiban (*Transylvanian Review*, *Studia Litterarum*) és tanulmánykötetekben (az *International Association for Neo-Latin Studies* kongresszus tanulmánykötete, megjelent a Brillnél), illetve a legrangosabb fórumokon volt lehetőségünk előadások formájában prezentálni a kutatásainkat (pl. a *Renaissance Society of America* éves kongresszusa vagy a régi könyves szakma turóczszentmártoni éves szimpóziuma).

1. kép: A kutatócsoport tagjai: balról: Fellegi Zsófia, Palkó Gábor, Nagy Levente, Draskóczy Eszter, Móré Tünde, Szilágyi Emőke Rita, Békés Enikő, Papp Ingrid, Molnár Annamária, Bartók István

TOLDY ANDREA

2023—2028

MTA—BME Lendület Fenntartható Polimerek Kutatócsoport

Tervezetten fenntartható szerkezeti és funkcionális polimerek

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Balogh Fanni, Czél Gergely, Kovács Zsófia, Marton Gergő Zsolt, Molnár Kolos, Pomázi Ákos, Poór Dániel István, Sántha Péter, Szebényi Gábor, Szolnoki Beáta, Tamás-Bényei Péter

PT.BME.HU/PALYAZAT_ADATOK.PHP?PID=206

Lendület
Program

A termékek életciklusának körkörössé tétele az újrahasznosítás és újrafelhasználás révén kulcsfontosságú a körforgásos gazdaságra való áttérés szempontjából. Kutatócsoportunk projektje a polimer anyagcsaládok körforgásos gazdaságának megteremtésével kapcsolatos kihívásokkal foglalkozik, az előállítás során használt alapanyagoktól a használat közbeni állapotfelügyeleten és javításon át az újrahasznosításig és az értéknövelt újratervezésig az életciklus végén.

A fenntartható polimerek tervezésének fő kihívása a szerkezeti alkalmazásokhoz használható, tervezetten újrahasznosítható térhálós polimerek és hőre lágyuló polimer rendszerek létrehozása. A kutatócsoport kémiailag újrahasznosítható vitrimer rendszereket fejlesztett, alternatívát kínálva a hagyományos térhálós gyanták helyettesítésére. Jelentős előrelépést értünk el az egyszerűen újrahasznosítható ε-kaprolaktám-alapú poliamid 6 rendszerek terén is. A polimerizációs folyamatot nem gátló, szinergikus égésgátlók alkalmazásával az éghetőséget a szerkezeti integritás megtartása mellett csökkentettük. Ez megalapozta az önerősített kompozitok fejlesztését és az égésgátlók újrahasznosíthatóságának vizsgálatát.

Az élettartam meghosszabbítása fontos stratégia a szerkezeti polimer kompozitok környezeti hatásának minimalizálására. A projekt célja tartós és károsodástűrő kompozitok fejlesztése, a roncsolásmentes vizsgálati módszereik javítása, a folyamatos állapotfelügyeletet biztosító érzékelők integrálása, valamint gyógyulási és javítási képességek biztosítása. A fejlesztett hibrid rendszerek jobb károsodástűrő képességet és hosszú élettartamot mutattak, és alkalmasak repülőgép- és autóipari alkalmazásokhoz. A roncsolásmentes vizsgálati módszereket a digitális képkorreláció integrálásával továbbfejlesztettük, javítva a hibák felismerésének és a sérülések értékelésének pontosságát, ami megbízhatóbb károsodás-előrejelzést és javítási stratégiákat tesz lehetővé. A szerkezeti állapotfigyelés terén egy újszerű passzív szerkezeti túlterhelés-érzékelőt integráltunk a kompozit rétegekbe, lehetővé téve az előre meghatározott küszöbértékeket meghaladó alakváltozás valós idejű érzékelését. Ez az innováció lehetővé teszi a hibák korai felismerését egyszerű vizuális ellenőrzéssel, növelve a biztonságot és a megbízhatóságot a kritikus alkalmazásokban minimális karbantartási igény mellett.

Mivel a hőre lágyuló műanyagok mechanikai újrahasznosítása jól bevált technológia, a kutatás a nehezen újrahasznosítható polimer rendszerek újrahasznosítására összpontosít. A kompozit hulladékból történő szénszálerősítés-visszanyerés

során a szálak rendezésére szolgáló nedves technológiákat és a kártolást ígéretes megoldásként azonosítottuk a mérsékelten rendezett, nem folytonos szálerősítések előállítására.

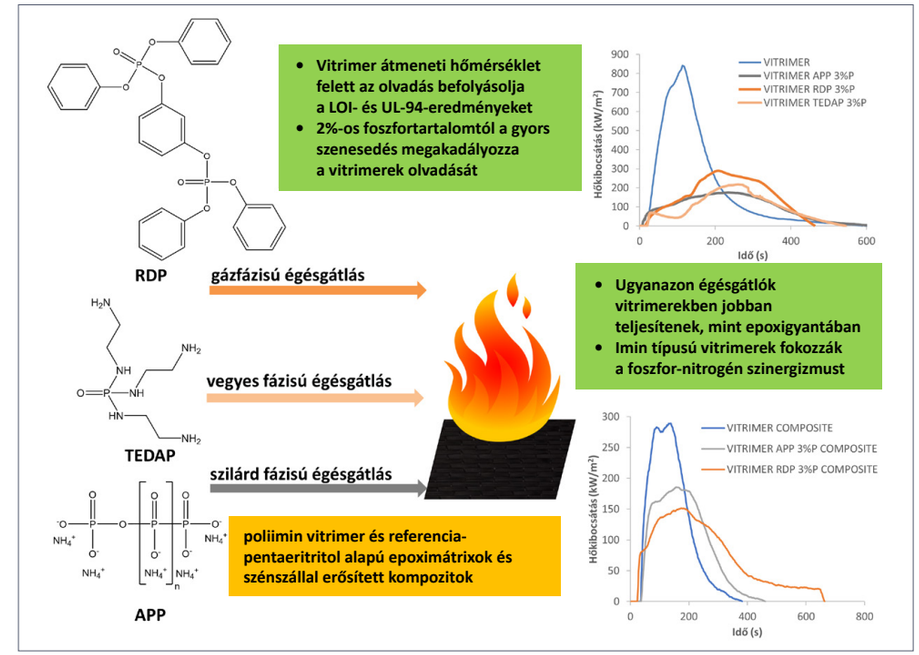
A fenntartható stratégiák elégtelen alkalmazása a terméktervezésben a hulladékok értékcsökkent újrahasznosításához vezet, ezért értéknövelt újrahasznosítással biztonságos újrahasznosított és újrahasznosítható polimereket és kompozitokat, valamint a tulajdonságaik előrejelzésére és modellezésére szolgáló módszereket fejlesztünk. Létrehoztunk egy mesterséges neurális hálózati modellt a polimer kompozitok éghetőségének előrejelzésére a kémiai szerkezet alapján, amely csökkenti a kísérleti vizsgálatok mennyiségét, észszerűsíti a tervezési folyamatot, és biztosítja a szerkezeti alkalmazásokhoz testre szabott anyagtulajdonságokat. A modell előrejelzéseit kísérleti vizsgálatokkal validáltuk, bizonyítva a pontosságát és alkalmasságát jövőbeli anyagtervezésre.

Kutatócsoportunk jelentős előrelépést tett a polimer rendszerek életciklusának lezárásában. Az újrahasznosítható polimerek fejlesztése, a polimer kompozitok élettartamának növelése és az innovatív újrahasznosítási módszerek csökkentik a polimerek környezeti hatását, új lehetőségeket nyitva a fenntartható, nagy teljesítményű alkalmazások előtt.

Vegyészmérnökként végeztem, jelenleg a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Gépészmérnöki Kar Polimertechnika Tanszékének egyetemi tanára vagyok, 2019 óta az MTA doktora. Polimerekkel kapcsolatos kutatásaimért Máthé Tibor innovációs díjban, valamint Sumitomo- és Bolyai János Kutatási Ösztöndíjban részesültem, továbbá 2020-ban Bolyai-plakettet, 2022-ben Gábor Dénes-díjat kaptam. 2023-ban az MTA Lendület Programjának támogatása tette lehetővé, hogy önálló kutatócsoport hozzak létre, amely a fő polimer anyagcsaládok körforgásos gazdaságának megteremtésével kapcsolatos kihívásokkal foglalkozik. E kutatások is hozzájárultak ahhoz, hogy 2024-ben szakmai és közéleti tevékenységemet a Magyar Érdemrend tisztikeresztje polgári tagozat kitüntetéssel ismerték el.

A BME Polimertechnika Tanszékén számos európai uniós, hazai és ipari kutatás-fejlesztési projektet valósítottam meg sikerrel. Nemzetközi szakmai elismertségemet rangos folyóiratokban megjelent publikációim és tudományos közleményeimre kapott hivatkozásaim mutatják. Az oktatásban BSc-, MSc- és PhD-szinten egyaránt oktatok, a Fenntartható hulladékgazdálkodás és a Fenntartható fejlődés technológiái című tárgyak előadójaként igyekszem hozzájárulni a következő mérnökgenerációk környezettudatos szemléletének kialakításához.

Tagja vagyok a BME Pattantyús-Ábrahám Géza Gépészeti Tudományok Doktori Iskola Habilitációs Bizottságának és Doktori Tanácsának. A Fiatal Kutatók Akadémiájának (FKA) és a BME Tehetségsegítő Tanácsának tagjaként képviselem a fiatal kutatók érdekeit, és tevékeny szerepet vállalok a kisgyermekes kutatók fenntarthatóbb életpályamodelljét támogató kezdeményezésekben.



1. ábra: Poliimin típusú vitrimerek és szénszállal erősített kompozitjaik égésgátlása

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): hátsó sor: Pomázi Ákos, Szolnoki Beáta, Devecser Boglárka, Sántha Péter, Szebényi Gábor, Marton Gergő Zsolt, Poór Dániel István; első sor: Tamás-Bényei Péter, Toldy Andrea, Kovács Zsófia, Molnár Kolos, Czél Gergely

TURIÁK LILLA

2023—2028

MTA—TTK Lendület Glikán Biomarker Kutatócsoport

A tumoreredetű extracelluláris vezikulák glikomjának feltérképezése

HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont

A KUTATÓCSOPORT TAGJAI:
Mirjam Balbisi, Bugyi Fanni, Cziráki Boglárka, Horváth Virág Nikolett, Karvaly Krisztián Márk, Molnár Alexandra, Rachma Dessidianti Nur Hidayat, Pál Domonkos, Virág Dávid

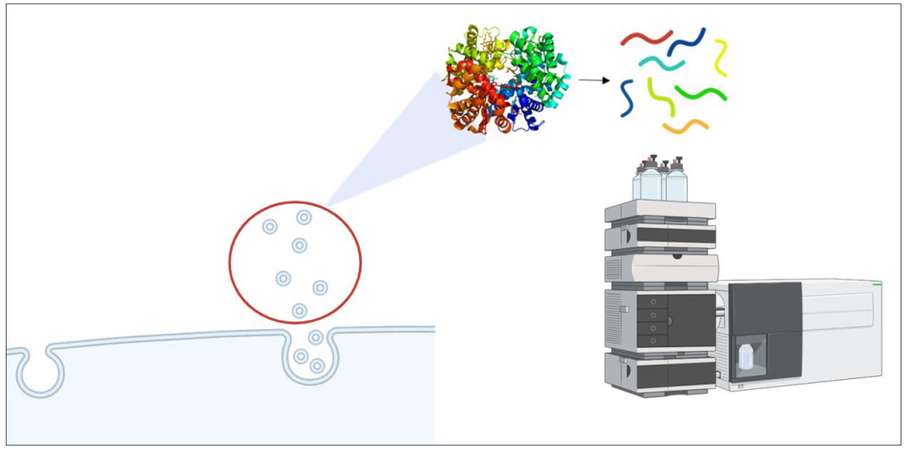
TTK.HUN-REN.HU/SZKI/GLIKAN-BIOMARKER-KUTATOCSOPORT

Lendület
Program

A daganatos megbetegedések között a tüdőrák előfordulása és halálozási aránya egyaránt rendkívül magas Magyarországon és világszerte. A betegség kezelésében alkalmazott gyógyszerek gyakran elveszítik hatásukat, azaz rezisztencia alakul ki a terápiával szemben, megnehezítve a betegség elleni védekezést. Az extracelluláris vezikulák (EV) a sejtek által kibocsátott membránnal határolt képletek, amelyek fontos szerepet játszanak a sejtek közötti információcserében. A sejtekhez hasonlóan különböző molekulákat tartalmaznak, például örökítőanyagokat, zsírokat és fehérjéket. A daganatos sejtek is nagy mennyiségben bocsátanak ki extracelluláris vezikulákat, amelyek képesek befolyásolni a tumor környezetében található egészséges sejtek működését, hozzájárulva a daganat növekedéséhez, valamint az áttétképződéshez. Az EV-k szerepét ezenfelül a gyógyszerekkel szembeni rezisztencia kialakulásában is igazolták. A jellemzően fehérjékhez kapcsolódó speciális cukorláncok a daganatok szempontjából kiemelt fontosságúak, a rákban lejátszódó alapvető molekuláris és sejtbiológiai folyamatokban vesznek részt. Kutatásunk során ezért a daganatos sejtek kommunikációjában feltehetőleg fontos szerepet játszó óriásmolekulákat, azaz cukorláncokat fogunk vizsgálni, hogy megérthessük és előre jelezhessük a rezisztencia kialakulását. Ebből a célból kinyerjük (izoláljuk) a tüdőrákos betegek és egészséges önkéntesek vérében található extracelluláris vezikulákat, és a bennük található molekulákat modern bioanalitikai módszerekkel vizsgáljuk. Tekintve, hogy az összetett biológiai minták vizsgálata rendkívüli kihívást jelent, első lépésként számos minta-előkészítési és méréstechnikai módszer fejlesztése szükséges. A munkafolyamat optimalizálása tüdődaganatos sejttenyészetekből izolált EV-k vizsgálatának segítségével történik. A kutatás 2023 szeptemberében indult, az elmúlt egy év során beállítottuk a sejttenyésztés, valamint az EV-izolálás körülményeit, valamint jellemeztük a tumoros és nem tumoros tüdősejtvonalból izolált EV-k fehérjetartalmát és a fehérjékhez kapcsolódó cukorláncok szerkezetét. Igazoltuk, hogy reprodukálhatóan tudunk EV-ket izolálni, melyek mérete 150 nanométernél kisebb. A cukorláncok szerkezetének tekintetében a tumoros és nem tumoros sejtvonalból izolált EV-k eltértek egymástól, utalva az e módosulásokban bekövetkező változások fontosságára. A kidolgozott módszereket a kutatás későbbi évei során a betegek véréből izolált, daganateredetű EV-k jellemzésére fogjuk használni, hogy a rezisztenciát előre jelző cukorszerkezeteket azonosíthassuk, amelyek klinikumban való vizsgálata esetén az adott beteg már a betegség korai fázisában hatékonyabb terápiában részesülhetne.

PhD-fokozatom megszerzését követően a Bostoni Egyetemen dolgoztam posztdoktor kutatóként. Örülök, hogy hazatérésemet követően a tengerentúlon töltött évek alatt a cukrok analitikai vizsgálata terén szerzett tudásomat a rákkutatásban

tudtam kamatoztatni, orvos kollégákkal való szoros együttműködés keretében. Kutatásaimba mindig igyekeztem minél több hallgatót bevonni. A Lendület-pályázat lehetőséget biztosított számomra, hogy saját kutatócsoportot alapíthassak, és ezáltal sok kutatás iránt érdeklődő egyetemi, valamint PhD-hallgatóval dolgozhassak együtt, valamint egy posztdoktor kutatót is alkalmazhassak. A támogatás segítségével egy régi kutatási célomat valósíthatom meg, az EV-kben található cukorszerkezetek vizsgálatát, eredményeim reményeim szerint bővíthetik a tüdőrákban betöltött biológiai szerepükkel kapcsolatos ismereteinket, és hozzájárulhatnak a betegség hatékonyabb gyógyszeres kezeléséhez.



1. ábra: Extracelluláris vezikulákban található biológiai makromolekulák tömegspektrometria-alapú vizsgálata

1. kép: A kutatócsoport tagjai (balról jobbra): első sor: Horváth Virág Nikolett, Bugyi Fanni, Turiák Lilla, Balbisi Mirjam, Rachma Dessidianti Nur Hidayat; hátsó sor: Karvaly Krisztián Márk, Cziráki Boglárka, Virág Dávid, Molnár Alexandra, Pál Domonkos

A Lendület Program nyertes pályázói és kutatócsoportjaik

Jelen kötet nem tartalmazza valamennyi Lendület-kutatócsoport összefoglalóját, ezért az alábbiakban közöljük a Lendület Program eddigi nyerteseinek teljes névsorát Lendület-kutatócsoportjuk megnevezésével.

2009

Buday László, MTA TTK EI Lendület Jelátviteli Kutatócsoport
Kiss L. László, MTA CSFK Lendület Exobolygók és Csillagszerkezet Kutatócsoport
Papp Balázs, MTA SZBK Lendület Számítógépes Rendszerbiológiai Kutatócsoport
Szabadics István, MTA KOKI Lendület Celluláris Neurofarmakológiai Kutatócsoport
Tardos Gábor, MTA RAMKI Lendület Kriptográfia Kutatócsoport

2010

Fekete Csaba, MTA KOKI Lendület Integratív Neuroendokrinológiai Kutatócsoport
Galajda Péter, MTA SZBK Lendület Sejtbiofizika Kutatócsoport
Gali Ádám, MTA WIGNER FK Lendület Félvezető Nanoszerkezetek Kutatócsoport
Kóczy Á. László, MTA KRTK Lendület Játékelméleti Kutatócsoport
Soós Tibor, MTA TTK SZKI Lendület FLP Kutatócsoport
Stipsicz András, MTA Rényi Intézet Lendület Alacsony Dimenziós Topológia Kutatócsoport
Szakács Gergely, MTA TTK EI Lendület Membránbiológia Kutatócsoport

2011

Báldi András, MTA ÖK Lendület Ökoszisztéma-szolgáltatás Kutatócsoport
Bányai Krisztián, MTA ATK ÁOTI Lendület Új Kórokozók Felderítése Kutatócsoport
Bíró Tamás, MTA—DE Lendület Sejtélettani Kutatócsoport
Derényi Imre, MTA—ELTE Lendület Biofizikai Kutatócsoport
Domokos Péter, MTA Wigner FK Lendület Kvantummérés Kutatócsoport
Fekete Andrea, MTA—SE Lendület Diabétesz Kutatócsoport
Geiszt Miklós, MTA—SE Lendület Peroxidáz Enzimek Kutatócsoport
Kovács Mihály, MTA—ELTE Lendület Motorenzimológiai Kutatócsoport
Kovács Tamás György, MTA Atomki Lendület Rács Kvantum-színdinamika Kutatócsoport
Makara Judit, MTA KOKI Lendület Idegi Jelátvitel Kutatócsoport
Martinek Tamás, MTA—SZTE Lendület Foldamer Kutatócsoport
Ősi Attila, MTA—ELTE Lendület Dinoszaurusz Kutatócsoport
Reglődi Dóra, MTA—PTE Lendület PACAP Kutatócsoport
Surányi Balázs, MTA NYTI Lendület Kvantorhatókör Kutatócsoport
Szüts Dávid, MTA TTK Lendület Genom Stabilitás Kutatócsoport
Zaránd Gergely, MTA—BME Lendület Egzotikus Kvantumfázisok Kutatócsoport

2012

Abért Miklós, MTA Rényi Lendület Csoportok és Gráfok Kutatócsoport
Bajnok Zoltán, MTA Wigner FK Lendület Holografikus Kvantumtérelmélet Kutatócsoport
Barta Zoltán, MTA—DE Lendület Viselkedésökológiai Kutatócsoport
Benczúr András, MTA SZTAKI Lendület Big Data Kutatócsoport
Chinopoulos Christos, MTA—SE Lendület Neurobiokémia Munkacsoport
Csanády László, MTA—SE Lendület Ioncsatorna Kutatócsoport
Dalos Anna, MTA BTK ZTI Lendület 20—21. Századi Magyar Zenei Archívum és Kutatócsoport
Deák Andrea, MTA TTK SZKI Lendület Szupramolekuláris Kémiai Laboratórium
Frei Zsolt, MTA—ELTE EIRSA Lendület Asztrofizikai Kutatócsoport
Fuxreiter Mónika, MTA—DE Lendület Fehérjedinamikai Kutatócsoport
Guttman András, MTA—PE Lendület Transzlációs Glikomika Kutatócsoport
Gyuranecz Miklós, MTA ATK ÁOTI Lendület Zoonótikus Bakteriológia és Mycoplasmatológia Kutatócsoport
Hájos Norbert, MTA KOKI Lendület Hálózat-Idegélettani Kutatócsoport
Hettyey Attila, MTA ATK NÖVI Lendület Evolúciós Ökológiai Kutatócsoport

Homolya László, MTA TTK EI Lendület Molekuláris Sejtbiológiai Laboratórium
Horváth Róbert, MTA EK MFA Lendület Nanobioszenzorika Kutatócsoport
Józsi Mihály Krisztián, MTA—ELTE Lendület Komplement Kutatócsoport
Katz Sándor, MTA—ELTE Lendület Rácstérelméleti Kutatócsoport
Kern Zoltán, MTA CSFK Lendület 2ka Paleoklíma Kutatócsoport
Kukovecz Ákos, MTA—SZTE Lendület Pórusos Nanokompozitok Kutatócsoport
Legeza Örs, MTA Wigner FK Lendület Erősen Korrelált Rendszerek Kutatócsoport
Molnár Lajos, MTA—DE Lendület Funkcionálanalízis Kutatócsoport
Nagy László, MTA—DE Lendület Immungenomikai Kutatócsoport
Novák Zoltán, MTA—ELTE Lendület Katalízis és Szerves Szintézisek Kutatócsoport
Nusser Zoltán, MTA KOKI Lendület Celluláris Idegélettani Kutatócsoport
Orbán Gergő, MTA Wigner FK Lendület Komputációs Rendszer-idegtudományi Labor
Pál András, MTA CSFK Lendület Légyszem Kutatócsoport
Pál Csaba, MTA SZBK Lendület Szintetikus és Rendszerbiológiai Kutatócsoport
Pálffy Géza, MTA BTK TTI Lendület Szent Korona Kutatócsoport
Pós Zoltán, MTA—SE Lendület Kísérletes és Transzlációs Immunomikai Kutatócsoport
Takács Gábor, MTA—BME Lendület Statisztikus Térelméleti Kutatócsoport
Takács Károly, MTA TK Lendület RECENS Kutatócsoport
Tapolcai János, MTA—BME Lendület Jövő Internet Kutatócsoport
Tasnádi Attila, MTA—BCE Lendület Stratégiai Interakciók Kutatócsoport
Tusnády E. Gábor, MTA TTK EI Lendület Membránfehérje Bioinformatika Kutatócsoport
Tusor Péter, MTA—PPKE Lendület Egyháztörténeti Kutatócsoport
Winkler István, MTA TTK KPI Lendület Beszédhang Szétválasztási Kutatócsoport

2013

Berényi Antal, MTA—SZTE Lendület Oszcillatorikus Neuronhálózatok Kutatócsoport
Gyurcsányi E. Róbert, MTA—BME Lendület Kémiai Nanoérzékelők Kutatócsoport
Kállay Mihály, MTA—BME Lendület Kvantumkémiai Kutatócsoport
Katona István, MTA KOKI Lendület Molekuláris Neurobiológiai Kutatócsoport
Kele Péter, MTA TTK SZKI Lendület Kémiai Biológia Laboratórium
Maurovich-Horvat Pál, MTA—SE Lendület Kardiovaszkuláris Képalkotó Kutatócsoport
Mócsai Attila, MTA—SE Lendület Gyulladásélettani Kutatócsoport
Muraközy Balázs, MTA KRTK Lendület Vállalatok, Stratégia és Versenyképesség Kutatócsoport

Patócs Attila, MTA—SE Lendület Örökletes Endokrin Daganatok Kutatócsoport
Reményi Attila, MTA TTK Lendület Fehérje Kölcsönhatás Kutatócsoport
Szegedy Balázs, MTA Rényi Intézet Lendület Struktúrák Limeszei Kutatócsoport
Vankó György, MTA WFK Lendület Femtoszekundumos Spektroszkópiai Kutatócsoport
Varga Dezső, MTA Wigner FK Lendület Innovatív Detektorfejlesztő Kutatócsoport
Varju Márton, MTA TK Lendület HPOPs Magyarország közpolitikai lehetőségei az Európai Unióban Kutatócsoport

2014

Bárány Attila Pál, MTA—DE Lendület Magyarország a Középkori Európában Kutatócsoport
Bay Péter, MTA—DE Lendület Sejtmetabolizmus Kutatócsoport
Dombi Péter, MTA Wigner Lendület Ultragyors Nanooptika Kutatócsoport
Dosztányi Zsuzsanna, MTA—ELTE Lendület Bioinformatika Kutatócsoport
Győrffy Balázs, MTA TTK Lendület Onkológiai Biomarker Kutatócsoport
Hegyi Péter, MTA—SZTE Lendület Gasztroenterológiai Multidiszciplináris Kutatócsoport
Jakus Zoltán Péter, MTA—SE Lendület Nyirokélettani Kutatócsoport
Janáky Csaba, MTA—SZTE Lendület Fotoelektrokémiai Kutatócsoport
Juhász Gábor, MTA SZBK Lendület Drosophila Autofágia Kutatócsoport
Kézsmárki István, MTA—BME Lendület Magneto-optikai Spektroszkópia Kutatócsoport
Kiss Farkas Gábor, MTA—ELTE Lendület Humanizmus Kelet-Közép-Európában Kutatócsoport
Kóspál Ágnes, MTA CSFK Lendület Korong-kutató Csoport
Maria Lugaro, MTA CSFK Lendület AGB Nukleáris Asztrofizika és Csillagpor Kutatócsoport (LANAC)
Nagy Csongor István, MTA—SZTE Lendület Föderális Piacok Kutatócsoport
Nagy G. László, MTA SZBK Lendület Gomba Evolúciós Genomikai Kutatócsoport
Tapasztó Levente, MTA EK Lendület 2D Nanoelektronika Kutatócsoport
Than Nándor Gábor, MTA TTK Lendület Reprodukció Rendszerbiológiája Kutatócsoport
Tóth Szilvia Zita, MTA SZBK Lendület Molekuláris Fotobioenergetikai Csoport

2015

Adamik Béla, MTA NYTI Lendület Számítógépes Latin Dialektológiai Kutatócsoport
Bödör Csaba, MTA—SE Lendület Molekuláris Onkohematológia Kutatócsoport
Hangya Balázs, MTA KOKI Lendület Rendszerszintű Idegtudomány Kutatócsoport
Kiss Viktória, MTA BTK Lendület Mobilitás Kutatócsoport
Mátés Lajos, MTA SZBK Lendület Tumor Genom Kutatócsoport
Pásztor Gabriella, MTA—ELTE Lendület CMS Részecske- és Magfizikai Kutatócsoport
Rásonyi Miklós, MTA Rényi Lendület Pénzügyi Matematika Kutatócsoport
Simon Ferenc, MTA—BME Lendület Spintronikai Kutatócsoport
Székvölgyi Lóránt, MTA—DE Lendület Genomszerkezet és Rekombináció Kutatócsoport
Szilágyi Róbert Károly, MTA—ELTE Lendület Kémiai Szerkezet/Reaktivitás Kutatócsoport
Tory Kálmán, MTA—SE Lendület Nephrogenetikai Kutatócsoport
Varró Dániel, MTA—BME Lendület Kiber-fizikai Rendszerek Kutatócsoport
Weisz Boglárka, MTA BTK Lendület Középkori Magyar Gazdaságtörténet Kutatócsoport

2016

Ablonczy Balázs, MTA BTK Lendület Trianon 100 Kutatócsoport
Beke-Somfai Tamás, MTA TTK Lendület Biomolekuláris Önrendeződés Kutatócsoport
Biró Péter, MTA KRTK Lendület Mechanizmus Tervezési Kutatócsoport
Dénes Ádám, MTA KOKI Lendület Neuroimmunológia Kutatócsoport
Insperger Tamás, MTA—BME Lendület Emberi Egyensúlyozás Kutatócsoport
Markó Alexandra, MTA—ELTE Lendület Lingvális Artikuláció Kutatócsoport
Papp Tamás, MTA—SZTE Lendület Gomba Patogenitási Mechanizmusok Kutatócsoport
Sramkó Gábor, MTA—DE Lendület Evolúciós Filogenomikai Kutatócsoport
Szöllősi Gergely János, MTA—ELTE Lendület Evolúciós Genomika Kutatócsoport
Virág Bálint, MTA Rényi Lendület Véletlen Spektrum Kutatócsoport
Werner Norbert, MTA—ELTE Lendület Forró Univerzum Kutatócsoport

2017

Abonyi János, MTA—PE Lendület Komplex Rendszerek Figyelemmel Kísérése Kutatócsoport
Andics Attila, MTA—ELTE Lendület Neuroetológiai Kutatócsoport
Csanády László, MTA—SE Lendület Ioncsatorna Kutatócsoport
Csonka Szabolcs, MTA—BME Lendület Nanoelektronika Kutatócsoport
Csörsz Rumen István, MTA BTK Lendület Nyugat-magyarországi Irodalom (1770—1820) Kutatócsoport
Demeter Tamás, MTA BTK Lendület Morál és Tudomány Kutatócsoport
Erdélyi Gabriella, MTA BTK Lendület Családtörténeti Kutatócsoport
Feszty Dániel, MTA—SZE Lendület Járműakusztikai Kutatócsoport
Harcos Gergely, MTA Rényi Intézet Lendület Automorf Kutatócsoport
Kádár Zoltán Dániel, MTA NYTI Lendület Interakciós Rítus Kutatócsoport
Király Ildikó, MTA—ELTE Lendület Társas Elmék Kutatócsoport
Lengyel Balázs, MTA KRTK Lendület Agglomeráció és Társadalmi Kapcsolathálózatok Kutatócsoport
Lipinszki Zoltán, MTA SZBK Lendület Sejtciklus Szabályozás Kutatócsoport
Maléth József, MTA—SZTE Lendület Epitél Sejt Szignalizáció és Szekréció Kutatócsoport
Mándity István, MTA TTK Lendület Mesterséges Transzporter Kutatócsoport
Nemes-Incze Péter, MTA EK Lendület Topológia Nanoszerkezetekben Kutatócsoport
Pál Csaba, MTA SZBK Lendület Kísérleti Evolúcióbiológiai Kutatócsoport
Pálvölgyi Dömötör, MTA—ELTE Lendület Kombinatorikus Geometria Kutatócsoport
Sonkoly Balázs, MTA—BME Lendület Hálózat Szoftverizációs Kutatócsoport
Szilágyi István , MTA—SZTE Lendület Biokolloidok Kutatócsoport
Timinszky Gyula, MTA SZBK Lendület DNS Károsodás és Sejtmagi Dinamika Kutatócsoport
Török Péter, MTA—DE Lendület Funkcionális és Restaurációs Ökológiai Kutatócsoport

2018

Bárd Petra Dóra, MTA—ELTE Lendület SPECTRA Kutatócsoport
Bárth Dániel, MTA—ELTE Lendület Történeti Folklorisztikai Kutatócsoport
Batáry Péter, MTA ÖK Lendület Táj és Természetvédelmi Ökológiai Kutatócsoport
Berényi Antal, MTA—SZTE Lendület Oszcillatorikus Neuronhálózatok Kutatócsoport
Bíró Anikó, MTA KRTK Lendület Egészség és Társadalom Kutatócsoport

Bunford Nóra, MTA TTK Lendület Fejlődéstani és Transzlációs Idegtudomány Kutatócsoport
Dóra Balázs, MTA—BME Lendület Topológia és Korreláció Kutatócsoport
Enyedi Balázs, MTA—SE Lendület Szöveti Sérülés Kutatócsoport
Földváry Miklós István, MTA—ELTE Lendület Liturgiatörténeti Kutatócsoport
Gácser Attila, MTA—SZTE Lendület „Mikobiom" Kutatócsoport
Horváth Péter, MTA SZBK Lendület BIOMAG Kutatócsoport
Kovács István János, MTA FI Lendület Pannon LitH2Oscope Kutatócsoport
London Gábor, MTA TTK Lendület Funkcionális Szerves Anyagok Kutatócsoport
Lukács Ágnes, MTA—BME Lendület Nyelvelsajátítás Kutatócsoport
Mosonyi Milán, MTA—BME Lendület Kvantum-információelmélet Kutatócsoport
Orbulov Imre Norbert, MTA—BME Lendület Kompozit Fémhabok Kutatócsoport
Szabó Róbert, MTA CSFK Lendület Lokális Kozmológia Kutatócsoport
Tarczay György, MTA—ELTE Lendület Laboratórium Asztrokémia Kutatócsoport
Tóth Zsombor, MTA BTK Lendület Hosszú Reformáció Kelet-Európában (1500—1800) Kutatócsoport
Véghseő Tamás, MTA—SZAGKHF Lendület Görögkatolikus Örökség Kutatócsoport
Veres-Székely Anna, MTA—ELTE Lendület Reziliencia és Adaptáció Kutatócsoport

2019

Antal Miklós, MTA—ELTE Lendület Új Vízió Kutatócsoport
Czagány Zsuzsa, MTA BTK Lendület Digitális Zenei Fragmentológia Kutatócsoport
Czakó Gábor, MTA—SZTE Lendület Elméleti Reakciódinamika Kutatócsoport
Dombóvári Zoltán, MTA—BME Lendület Szerszámgéprezgések Kutatócsoport
Enyedy Éva Anna, MTA—SZTE Lendület Funkcionális Fémkomplexek Kutatócsoport
Geml József, MTA—EKE Lendület Környezeti Mikrobiom Kutatócsoport
Hartmann Bálint, MTA—BME Lendület FASTER Kutatócsoport
Hites Sándor Balázs, MTA BTK Lendület Magyar Irodalom Politikai Gazdaságtana Kutatócsoport
Horváth Gergely Krisztián, MTA BTK Lendület Tíz Generáció Kutatócsoport
Jeney Viktória, MTA—DE Lendület Vaszkuláris Pathofiziológiai Kutatócsoport
Maurovich-Horvat Pál, MTA—SE Lendület Kardiovaszkuláris Képalkotó Kutatócsoport
Nagy László, MTA SZBK Lendület Gomba Genomika és Evolúció Kutatócsoport
Nagy Máté, MTA—ELTE Lendület Csoportos Viselkedés Kutatócsoport
Pach Péter Pál, MTA—BME Lendület Aritmetikai Kombinatorika Kutatócsoport
Valkó Orsolya, MTA ÖK Lendület Vegetáció- és Magbank Dinamikai Kutatócsoport
Vértesi Tamás Ferenc, MTA Atomki Lendület Kvantumkorrelációk Kutatócsoport

2020

Babai Dániel, MTA BTK Lendület Etnoökológia Kutatócsoport
Csikvári Péter, MTA RAMKI Lendület Leszámlálás Ritka Gráfokban Kutatócsoport
Hillier Dániel, MTA TTK Lendület Látás Rendszerszintű Neurobiológiája Kutatócsoport
Kovács József Gábor, MTA—BME Lendület Könnyűszerkezetes Polimer Kompozitok Kutatócsoport
Maróti Gergely, MTA SZBK Lendület Extracelluláris Elektron Transzfer Kutatócsoport
Niederreiter Zoltán, MTA—ELTE Lendület Asszír és Babilóni Istenvilág Kutatócsoport
Pozsgai Balázs Sándor, MTA—ELTE Lendület Integrálható Kvantumdinamika Kutatócsoport
Schlosser Gitta, MTA—ELTE Lendület Ionmobilitás-tömegspektrometria Kutatócsoport
Tombácz Dóra, MTA—SZTE Lendület GeMiNI — GEnomika, MIkrobiomika, Nutriomika és Informatika — Kutatócsoport

2021

Bérczi Kristóf, MTA—ELTE Lendület Matroidelméleti Kutatócsoport
Biró Péter, MTA KRTK Lendület Mechanizmustervezés Kutatócsoport
Fekete Andrea, MTA—SE Lendület Diabétesz Kutatócsoport
Horváti Kata, MTA TTK Lendület Peptidalapú Vakcinák Kutatócsoport
Juhászné Csapó Edit, MTA—SZTE Lendület Nemesfém Nanoszerkezetek Kutatócsoport
Kövesdi Balázs, MTA—BME Lendület Új Generációs Acélhidak Kutatócsoport
Kubinyi Enikő, MTA—ELTE Lendület Társállat Kutatócsoport
Makk Péter, MTA—BME Lendület Korrelált van der Waals Struktúrák Kutatócsoport
Mészáros Szabolcs, MTA—ELTE Lendület Tejútrendszer Kutatócsoport
Szalma Ivett, MTA TK Lendület Reprodukciós Döntéseket Vizsgáló Kutatócsoport
Szöllősi Gergely János, MTA—ELTE Lendület Evolúciós Genomika Kutatócsoport
Tökölyi Jácint, MTA—DE Lendület Ökológia, Evolúció és Fejlődésbiológia Kutatócsoport
Tuboly Ádám Tamás, MTA BTK Lendület Értékek és Tudomány Kutatócsoport
Varga Zoltán, MTA—SE Lendület Kardioonkológiai és Kardioimmunológiai Kutatócsoport

Virosztek Dániel, MTA RI Lendület Optimális Transzport és Kvantum Információ-geometria Kutatócsoport

2022

Berkesi Márta, MTA—FI Lendület Litoszféra Fluidum Kutatócsoport
Csonka Szabolcs, MTA—BME Lendület Szupravezető Nanoelektronika Kutatócsoport
Csörgő Bálint, MTA—SZBK Lendület Géntechnológiai Kutatócsoport
Dénes Ádám, MTA—KOKI Lendület Neuroimmunológia Kutatócsoport
Gyuranecz Miklós, MTA—ÁTKI Lendület Mycoplasmatológia Kutatócsoport
Giuseppe Habib, MTA—BME Lendület Globális Dinamikai Kutatócsoport
Horváth Sándor, MTA—BTK Lendület Munkaformák Kutatócsoport
Ivády Viktor, MTA—ELTE Lendület ÚjKubit Kutatócsoport
Kállay Mihály, MTA—BME Lendület Kvantumkémiai Kutatócsoport
Koltai Júlia, MTA—TK Lendület Digitális Társadalomtudomány Kutatócsoport
Kovács András, MTA—CSFK Lendület Nagyskálás Szerkezet Kutatócsoport
Lázár Viktória, MTA—SZBK Lendület Antibiotikum Hatások Rendszerbiológiája Kutatócsoport
Lőrincz Péter, MTA—ELTE Lendület Vezikuláris Transzport Kutatócsoport
Németh Tamás, MTA—SE Lendület Transzlációs Reumatológiai Kutatócsoport
Siklósi Zsuzsanna, MTA—ELTE Lendület Innováció Kutatócsoport
Szilágyi István, MTA—SZTE Lendület Biokolloidok Kutatócsoport
Tölgyesi Csaba, MTA—SZTE Lendület Restaurációs és Alkalmazott Ökológiai Kutatócsoport
Vesztergom Soma, MTA—ELTE Lendület Határfelületi Elektrokémia Kutatócsoport
Vidnyánszky Zoltán, MTA—ELTE Lendület Borel Kombinatorika és Komplexitás Kutatócsoport

2023

Abonyi András, MTA—ÖK Lendület Folyóvízi Ökológia Kutatócsoport
Acsády László, MTA—KOKI Lendület Thalamus Kutatócsoport
Gali Ádám, MTA—WFK Lendület Félvezető Nanoszerkezetek Kutatócsoport
Horváth András Attila, MTA—OPAI Lendület Neurokognitív Kutatócsoport
Juhász Gábor, MTA—SZBK Lendület Lizoszómális Degradáció Kutatócsoport
Király Ildikó, MTA—ELTE Lendület Társas Elmék Kutatócsoport
Kiss Viktória, MTA—BTK Lendület Bázis Kutatócsoport
Kolbert Zsuzsanna, MTA—SZTE Lendület Növényi naNObiológia Kutatócsoport
Lohner Szimonetta, MTA—PTE Lendület Evidencia az Orvoslásban Kutatócsoport
Maria Lugaro, MTA—CSFK Lendület Nukleáris Égés Csillagokban Kutatócsoport
Maga Péter, MTA—RI Lendület Analitikus Számelmélet és Reprezentációelmélet Kutatócsoport
Novák Zoltán, MTA—ELTE Lendület Katalízis és Szerves Szintézisek Kutatócsoport
Orbulov Imre Norbert, MTA—BME Lendület Nagyteljesítményű Kompozit Fémhabok Kutatócsoport
Róna Gergely, MTA—TTK Lendület DNS-hibajavítás Kutatócsoport
Sebők Miklós, MTA—TK Lendület V-SHIFT Kutatócsoport
Szécsényi-Nagy Anna, MTA—BTK Lendület Biorégészet Kutatócsoport
Szilágyi Emőke Rita, MTA—BTK Lendület Humanista Kánonok és Identitások Kutatócsoport
Toldy Andrea, MTA—BME Lendület Fenntartható Polimerek Kutatócsoport
Turiák Lilla, MTA—TTK Lendület Glikán Biomarker Kutatócsoport

2024

Bagoly Zsuzsa, MTA—DE Lendület Hemosztázis és Stroke Kutatócsoport
Bene Márton, MTA—HUN-REN TK Lendület PRiSMa Kutatócsoport
Bödör Csaba, MTA—SE Lendület Molekuláris Onkohematológia Kutatócsoport
Racha Cheaib, MTA—ELTE Lendület LHCb Kutatócsoport
Czakó Gábor, MTA—SZTE Lendület Elméleti Reakciódinamika Kutatócsoport
Dombóvári Zoltán, MTA—BME Lendület Szerszámgéprezgések Kutatócsoport
Gráczi Tekla Etelka, MTA—HUN-REN NYTK Lendület Neurofonetikai Kutatócsoport
Hangya Balázs György, MTA—HUN-REN KOKI Lendület Rendszer-neurobiológia Kutatócsoport
Harcos Gergely, MTA—HUN-REN RI Lendület Automorf Kutatócsoport
Kele Péter, MTA—HUN-REN TTK Lendület Kémiai Biológia Kutatócsoport
Kemény Lajos Vince, MTA—SE Lendület Dermatoonkológiai Kutatócsoport
Lengyel Balázs, MTA—HUN-REN KRTK Lendület Agglomeráció, Hálózatok és Innováció Kutatócsoport
Lovas-Kiss Ádám, MTA—HUN-REN ÖK Lendület Terjedés Ökológiai Kutatócsoport
Lukács Réka, MTA—HUN-REN CSFK Lendület Pannon Vulkán Kutatócsoport
Mátyus Edit, MTA—ELTE Lendület Molekuláris Kvantumelektrodinamika Kutatócsoport
Mócsai Attila, MTA—SE Lendület Gyulladásélettani Kutatócsoport
Nemes-Incze Péter, MTA—HUN-REN EK Lendület Topológia Nanoszerkezetekben Kutatócsoport

Pach Péter Pál, MTA—HUN-REN RI Lendület Aritmetikai Kombinatorika Kutatócsoport

Reizer Balázs, MTA—HUN-REN KRTK Lendület Technológia, Munkahelyi Feladatok és Egyenlőtlenség Kutatócsoport

Szentgáli-Tóth Boldizsár Artúr, MTA—HUN-REN TK Lendület Algoritmikus Alkotmányosság Kutatócsoport

Tóth Szilvia Zita, MTA—HUN-REN SZBK Lendület Molekuláris Fotobioenergetikai Kutatócsoport

Névmutató

A

Ablonczy Balázs *326*
Abonyi András *652*
Adamik Béla *288*

B

Bajnok Zoltán *122*
Báldi András *84*
Bárány Attila Pál *240*
Bárth Dániel *414*
Batáry Péter *418*
Bay Péter *244*
Beke-Somfai Tamás *330*
Bérczi Kristóf *554*
Berkesi Márta *600*
Bíró Anikó *422*
Biró Péter *334*
Bíró Tamás *88*
Bödör Csaba *292*
Buday László *52*

C, Cs

Czagány Zsuzsa *480*
Czakó Gábor *484*
Csanády László *126*
Csikvári Péter *524*
Csonka Szabolcs *356*
Csörsz Rumen István *360*

D

Dalos Anna *130*
Dénes Ádám *338*
Dombi Péter *248*
Domokos Péter *92*
Dóra Balázs *426*
Dosztányi Zsuzsanna *252*

E

Enyedi Balázs *430*
Enyedy Éva Anna *488*
Erdélyi Gabriella *364*

F

Fekete Csaba *68*
Földváry Miklós István *436*
Fuxreiter Mónika *134*

G, Gy

Gácser Attila *440*
Geiszt Miklós *96*
Geml József *492*
Guttman András *138*
Gyuranecz Miklós *142*
Gyurcsányi E. Róbert *210*

H

Habib, Giuseppe *604*
Hájos Norbert *146*
Hangya Balázs *296*
Harcos Gergely *368*
Hartmann Bálint *498*
Homolya László *150*
Horváth András Attila *656*
Horváth Gergely Krisztián *502*
Horváth Róbert *154*
Horváth Sándor *608*
Horváti Kata *558*

I

Insperger Tamás *342*

J

Jakus Zoltán Péter *256*
Jeney Viktória *506*
Józsi Mihály Krisztián *160*
Juhász Gábor *260*
Juhászné Csapó Edit *562*

K

Kállay Mihály *214*
Katona István *218*
Kele Péter *222*
Kern Zoltán *164*
Király Ildikó *372*
Kiss Viktória *300*
Kóczy Á. László *70*
Kolbert Zsuzsanna *660*
Koltai Júlia *612*
Kóspál Ágnes *264*
Kovács András *616*
Kovács József Gábor *528*
Kovács Mihály *100*
Kövesdi Balázs *566*
Kubinyi Enikő *570*
Kukovecz Ákos *168*

L

Lázár Viktória *620*
Lengyel Balázs *376*
Lipinszki Zoltán *382*
Lohner Szimonetta *664*
London Gábor *444*
Lőrincz Péter *624*
Lugaro, Maria *268*
Lukács Ágnes *448*

M

Maga Péter *668*
Makara Judit *104*
Makk Péter *574*
Maléth József *386*
Mándity István *392*
Markó Alexandra *346*

Maróti Gergely *532*
Mátés Lajos *306*
Mészáros Szabolcs *578*
Mosonyi Milán *452*

N

Nagy Csongor István *274*
Nagy G. László *278*
Nagy Máté *510*
Nemes-Incze Péter *396*
Németh Tamás *630*
Niederreiter Zoltán *536*
Novák Zoltán *172*
Nusser Zoltán *176*

O, Ő

Orbulov Imre Norbert *456*
Ősi Attila *108*

P

Pach Péter Pál *514*
Pál Csaba *180*
Pálffy Géza *184*
Papp Balázs *56*
Patócs Attila *226*
Pozsgai Balázs Sándor *540*

R

Rásonyi Miklós *310*
Reglődi Dóra *112*
Reményi Attila *230*
Róna Gergely *672*

S, Sz

Schlosser Gitta *544*
Sebők Miklós *676*
Siklósi Zsuzsanna *634*
Sonkoly Balázs *400*
Sramkó Gábor *350*
Stipsicz András *74*
Szabadics János *60*
Szabó Róbert *462*
Szakács Gergely *78*
Szalma Ivett *582*
Szécsényi-Nagy Anna *680*
Székvölgyi Lóránt *312*
Szilágyi Emőke Rita *684*
Szilágyi István *404*
Szüts Dávid *116*

T

Takács Gábor *188*
Takács Károly *192*
Tarczay György *466*
Tardos Gábor *62*
Tasnádi Attila *196*
Toldy Andrea *688*
Tombácz Dóra *548*
Tory Kálmán *316*
Tóth Szilvia Zita *282*
Tóth Zsombor *470*
Tökölyi Jácint *586*
Tölgyesi Csaba *638*
Török Péter *408*
Turiák Lilla *694*
Tusor Péter *200*

V, W

Valkó Orsolya *518*
Varga Dezső *234*
Varga Zoltán *590*
Véghseő Tamás *474*
Vesztergom Soma *642*
Vidnyánszky Zoltán *646*
Virosztek Dániel *594*
Weisz Boglárka *320*
Winkler István *204*

Névmutató tudományterületek szerint

Bölcsészet- és társadalomtudományok

Ablonczy Balázs *326*
Adamik Béla *288*
Bárány Attila Pál *240*
Bárth Dániel *414*
Bíró Anikó *422*
Biró Péter *334*
Czagány Zsuzsa *480*
Csörsz Rumen István *360*
Dalos Anna *130*
Erdélyi Gabriella *364*
Földváry Miklós István *436*
Horváth Gergely Krisztián *502*
Horváth Sándor *608*
Király Ildikó *372*
Kiss Viktória *300*
Kóczy Á. László *70*
Koltai Júlia *612*
Lengyel Balázs *376*
Lukács Ágnes *448*
Markó Alexandra *346*
Nagy Csongor István *274*
Niederreiter Zoltán *536*
Pálffy Géza *184*
Sebők Miklós *676*
Siklósi Zsuzsanna *634*
Szalma Ivett *582*
Szilágyi Emőke Rita *684*
Takács Károly *192*
Tasnádi Attila *196*
Tóth Zsombor *470*
Tusor Péter *200*
Véghseő Tamás *474*
Weisz Boglárka *320*
Winkler István *204*

Élettudományok

Abonyi András *652*
Báldi András *84*
Batáry Péter *418*
Bay Péter *244*
Bíró Tamás *88*
Bödör Csaba *292*
Buday László *52*
Csanády László *126*
Dénes Ádám *338*
Dosztányi Zsuzsanna *252*
Enyedi Balázs *430*
Fekete Csaba *68*
Fuxreiter Mónika *134*
Gácser Attila *440*
Geiszt Miklós *96*
Geml József *492*
Gyuranecz Miklós *142*
Hájos Norbert *146*
Hangya Balázs *296*
Homolya László *150*
Horváth András Attila *656*
Jakus Zoltán Péter *256*
Jeney Viktória *506*
Józsi Mihály Krisztián *160*
Juhász Gábor *260*
Katona István *218*
Kolbert Zsuzsanna *660*
Kovács Mihály *100*
Kubinyi Enikő *570*
Lázár Viktória *620*
Lipinszki Zoltán *382*
Lohner Szimonetta *664*
Lőrincz Péter *624*
Makara Judit *104*
Maléth József *386*
Maróti Gergely *532*
Mátés Lajos *306*
Nagy G. László *278*
Nagy Máté *510*
Németh Tamás *630*
Nusser Zoltán *176*
Pál Csaba *180*
Papp Balázs *56*
Patócs Attila *226*
Reglődi Dóra *112*
Reményi Attila *230*
Róna Gergely *672*
Sramkó Gábor *350*
Szabadics János *60*
Szakács Gergely *78*
Szécsényi-Nagy Anna *680*
Székvölgyi Lóránt *312*
Szüts Dávid *116*
Tombácz Dóra *548*
Tory Kálmán *316*
Tóth Szilvia Zita *282*
Tökölyi Jácint *586*
Tölgyesi Csaba *638*
Török Péter *408*
Valkó Orsolya *518*
Varga Zoltán *590*

Matematikai és természettudományok

Bajnok Zoltán *122*
Beke-Somfai Tamás *330*
Bérczi Kristóf *554*
Berkesi Márta *600*
Czakó Gábor *484*
Csikvári Péter *524*
Csonka Szabolcs *356*
Dombi Péter *248*
Domokos Péter *92*
Dóra Balázs *426*
Enyedy Éva Anna *488*
Guttmann András *138*
Gyurcsányi E. Róbert *210*
Habib, Giuseppe *604*
Harcos Gergely *368*
Hartmann Bálint *498*
Horváth Róbert *154*
Horváti Kata *558*
Insperger Tamás *342*
Juhászné Csapó Edit *562*
Kállay Mihály *214*
Kele Péter *222*
Kern Zoltán *164*
Kóspál Ágnes *264*
Kovács András *616*
Kovács József Gábor *528*
Kövesdi Balázs *566*
Kukovecz Ákos *168*
London Gábor *444*
Lugaro, Maria *268*
Maga Péter *668*
Makk Péter *574*
Mándity István *392*

Mészáros Szabolcs *578*
Mosonyi Milán *452*
Nemes-Incze Péter *396*
Novák Zoltán *172*
Orbulov Imre Norbert *456*
Ősi Attila *108*
Pach Péter Pál *514*
Pozsgai Balázs Sándor *540*
Rásonyi Miklós *310*
Schlosser Gitta *544*
Sonkoly Balázs *400*
Stipsicz András *74*
Szabó Róbert *462*
Szilágyi István *404*
Takács Gábor *188*
Tarczay György *466*
Tardos Gábor *62*
Toldy Andrea *688*
Turiák Lilla *694*
Varga Dezső *234*
Vesztergom Soma *642*
Vidnyánszky Zoltán *646*
Virosztek Dániel *594*

Lendület
Program