

Bionika az alapkutatástól a felhasználásig

Bevezető – A bionika mint szemléletmód

A bionika kifejezés azt jelöli, hogy az élő világ elveit alkalmazzuk ember által alkotott rendszerek vagy technológiák kifejlesztésére. A mostani előadás-sorozat a hazai kutatásokról és fejlesztésekről szeretne áttekintést adni. A Csikász Nagy Attila professzor irányításával összeállított tematika a témaköröket a biológiai rendszerek szempontjai köré csoportosítja, előadásokat hallunk a molekuláris, a sejtes, a szöveti és szervi rendszerekről és végül a funkciópótlás területéről. Az előadások elsősorban a szélesebb közönséget szeretnék bevezetni ennek az állandóan megújuló kutatási területnek a világába. Ki szeretnénk térni az oktatás lehetőségeire is, hiszen a Pázmány Péter Katolikus Egyetemen a bionikai oktatására alapított Információs Technológiai és Bionikai Kar mellett már a Szegedi Tudományegyetem, valamint a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, a Semmelweis Egyetem is kínál bionikai szemléletű programokat.

Az emberi biológiai modellrendszerek jelentősége az idegtudományi kutatásokban: A túlélő humán organotipikus retinamodell

A Semmelweis Egyetem Anatómiai, Szövet- és Fejlődéstani Intézetében a munkacsoportunk által kidolgozott in vitro organotipikus retina túlétetési eljárás a felnőtt emberi retina vizsgálatára nyújt világviszonylatban is egyedülálló lehetőséget mind a felfedező, mind a transzlációs alkalmazott kutatás számára. Az eljáráshoz a szervdonációk során szaruhártya transzplantáció céljából eltávolított szemek olyan, klinikai jelentőséggel nem bíró részeit használjuk fel, melyek különben megsemmisítésre kerülnének.

A látás visszaállítása a látókéregben

A szem-agy kapcsolat elvesztése miatt fellépő vakságot okozó betegségek világszerte közel 200 millió embert érintenek. A látókéreg elektromos stimulációja képes a látás visszaállítására, azonban a módszer hatékonysága, felbontóképessége és hosszú távú terápiás alkalmazhatósága korlátozott. Ezért egy genetikailag célzott, sejtípus-

specifikus, nagy felbontású optikai implantátumon alapuló látás-visszaállítási stratégiát dolgozunk ki. Preklinikai kísérletekben az optogenetikai mesterséges látás tér-időbeli felbontását agyi aktivitás rögzítésével és viselkedési szinten jellemezzük. Kutatásunk célja, hogy nagyfelbontású optikai agy-gép interfész által a látás élményét visszaadjuk vak betegek számára.

Bionikus amiloid nanohálózat

Az amiloid béta-peptid az Alzheimer-kóros idegszövetben felhalmozódó plakkok molekuláris építőeleme, amely önszerveződő tulajdonságai révén elvben alkalmasnak mutatkozik nanoskálájú komplex szerkezetek építésére. Az alkalmazhatóság feltétele a kontrollált és katalizált növekedés, a térbeli rendezettség és a kémiai címezhetőség. Epitaxiálisan kialakuló, orientált, mutáns amiloid béta-peptidekből növesztett filamentumokhoz nagy specifitással funkcionális egységeket kapcsolhatunk, ami akár nanoelektronikai hálózatok, bionikus számítógép vagy biomotor-alapú nanorobotikai rendszerek előállítását teszi lehetővé.

„Sejtmérnökség” – CAR-T-sejtek tervezése és felhasználása daganatterápiában

Az onkológia elmúlt évtizedének forradalmi eredménye az immunsejt-terápiák megjelenése. A legújabb kutatás, amelybe munkacsoportunk is bekapcsolódott egy személyre és daganattípusra szabható, ultraszelektív megoldást kínál. A terápiás eljárás alapja a kiméra antigén receptor (CAR); egy szintetikus fehérje, mely ötvözi az antitestek és a T-sejt-receptorok legfontosabb funkcióit: a célpont specifikus felismerését, illetve az immunsejtek nagy hatásfokú aktiválását. A kiméra antigén receptorokkal felvértezett T-sejtek (CAR-T-sejtek) alkalmazása paradigmaváltást jelent a daganatterápiában, amit több ezer gyógyult beteg és közel 500 nyitott klinikai vizsgálat igazol. A következő évtized izgalmas kérdése, hogy a génmódosított immun- és őssejtterápiák az antitestekhez hasonló utat bejárva más betegségcsoportok kezelésében is eredményesek lesznek-e.

Mélységi bőrdiagnosztika optika és ultrahang segítségével

A bőrbetegségek nem csak gyakoriságukkal tűnnek ki, hanem szembeötlő mivoltukkal is -- habár arra, hogy mit jelez egy elváltozás, már szakértői tudás és megfelelő képminőség szükséges. Így lett a dermatoszkóp, egy speciális optikai vizsgálóeszköz, a bőrgyógyászok elengedhetetlen eszköze. Kutatásaink során azt vizsgáljuk, hogy az ultrahangnak, mint egy költséghatékony és mélyre látó képmodalitásnak, milyen kiegészítő szerepe lehet a bőrgyógyászok munkájának megsegítésében. Ugyanis mint egy jéghegynél, egy dolog a csúcsot/felszínt látni, más dolog a mértéket és természetet jobban megismerni. A prezentáció kitér a kutatástól termékfejlesztésig bejárt útra.

A bionika piaci alkalmazásai

A klasszikus definíció szerint a bionika olyan tudományág mely az élő természetben kifejlesztett megoldások átültetését célozza a gyakorlatba. Ebbe sok minden belefér, de a laikus mégis leginkább orvos-egészségügyi megoldásokra gondol, úgymint mesterséges végtagok. Ebben az előadásban a bionika néhány olyan hétköznapi alkalmazásáról lesz szó, melyek konkrét piaci lehetőségeket is kínálnak. Nevezetesen arról hogyan lehet ehető húst és táskabőrt előállítani anélkül, hogy ehhez akár egyetlen állatot is el kéne pusztítani. A rendelkezésemre álló idő alatt természetesen nem tudok minden részletre kitérni, de remélem így is sikerül majd szemléltetnem hogyan mobilizálható a modern biológia eszköztára olyan globális kérdések megoldására, mint környezetvédelem, energiatakarékosság vagy etikus állattartás.

3D képalkotás, in silico feldolgozás, páciensspecifikus instrumentálás (PSI). A mozgásszervi sebészet új korszaka

Az orvosi képalkotók által biztosított sík vetületek és metszetek sokáig egyetlen eligazodási segítséget jelentettek a mozgásszervi sebészetben. A virtuális 3D képalkotási technikák aztán egy új korszakot nyitottak a műtéti tervezés területén. Ehhez hamarosan csatlakoztak bizonyos intraoperatív navigációs technológiák, amelyek máig is fejlődésben lévő rendszerek, de sokszor vitatott mértékű segítséget nyújtanak a sebészek számára. Egy másik útja a virtuális és a valós operatív helyzetek összehangolásának a 3D nyomtatás területe. A mozgásszervi sebészetben ez döntő többségben jelenleg CT alapú tervezést jelent. A módszert mintegy 17 éve

alkalmazzuk a Debreceni Egyetem Ortopédiai Klinika műtéti gyakorlatában. Segítségével virtuális tervezést, sőt akár műtéti beavatkozást tudunk végezni nagy bonyolultságú esetek ellátása előtt, majd a műtőben ugyanezen 3D modellek révén, de robotok bevonása nélkül tudjuk nagy biztonsággal elvégezni az egyes speciális csontsebészeti beavatkozásokat. Előadásomban néhány példán keresztül mutatom be a módszer kínálta lehetőségeket.

A tűz és jég dala – 3D technológia és szívsebészet

A szívsebészeti műtétek összetett, nagy kockázatú beavatkozások, melyek sikere a pontos műtéti terv felállításán, a gyors, helyes intraoperatív döntéseken, és a műtétek alatt elvégzendő korrekciók pontosságán múlik. A Semmelweis Egyetem Szívsebészetén bevezetett 3D technológia a műtéti terület 3D modellezésével azt előre feltérképezhetővé teszi, így pontosabb műtéti terv állítható fel. 3D nyomtatással készített, műtét alatt használt sablonok segíthetnek a gyors és pontos tájékozódásban, a metszések és varratsorok lehető legprecízebb vezetésében. Az előadásban bemutatjuk a technológia széleskörű alkalmazását számos szívsebészeti műtét típuson keresztül. A 3D technológia segítségével a műtétek gyorsabban, hatékonyabban, nagyobb biztonsággal végezhetőek el.

MEMS érzékelő és beavatkozó eszközök neurobiológiai felhasználása

Az elmúlt ötven év harmadik csúcstechnológiai forradalma napjainkban zajlik. A mikro-elektromechanikai rendszerek (MEMS) technológiája megjelenik a mindennapokban, és okos informatikai megoldásokkal ötvözve egyre inkább az ember szolgálatába áll, legyen szó a személyre szabott orvostechnikai alkalmazásokról vagy miniatürizált laboratóriumi rendszerekről. A MEMS technológia által megteremtett dinamikus fejlődő iparág egyre több piaci szereplőt vonz a területre, a növekedési potenciál meglehetősen magas a témában. A MEMS technológiát kiválóan lehet kombinálni egyéb diszciplínákkal, a biotechnológiákkal, fehérjekutatásokkal, neurobiológiával és a gépi tanulás különféle formáival. Ezen interakciók új felhasználásokat és szolgáltatásokat indítanak útjukra a bionika területén, mely az idegrendszer megismerése mellett az emberi életminőség javításában is testet ölthet.

Előadásomban a MEMS technológiák segítségével hazai együttműködésekben előállított modern érzékelő és beavatkozó eszközök neurobiológiai felhasználását fogom bemutatni.

Többfunkciós, mikroméretű agy-gép interfészek fejlesztése

Az agy-gép kapcsolatot biztosító bionikai eszközök jelentősége az idegtudományban folyamatosan növekszik, köszönhetően a technológiai lehetőségek széleskörű alkalmazásának. Ezek közül is kiemelkedik a mikroelektronikai és mikro-elektromechanikai rendszerek integrálása az agykutatási módszerekbe. Előnyük, hogy nagyobb térbeli és időbeli felbontással kaphatunk képet egy-egy agyterület működéséről, illetve több miniatürizált érzékelő és beavatkozó funkció egyidejű alkalmazásával komplex vizsgálati paradigmákat is tesztelhetünk. Jelen előadás az elmúlt évek hazai, szakterületi eredményeit foglalja össze, különös tekintettel a PPKE ITK Implantálható Mikrorendszerek Kutatócsoport tevékenységére.

Emberi anatómia az orvosi robotikában: biomimetikus végtagprotézisek

Napjaink klinikai gyakorlatában egyre szélesebb körben érhetőek el a bioelektromos jelekkel irányítható robotikus protézisek. Ezek az eszközök azonban szerkezetileg még mindig közelebb állnak a merev, szögletes ipari robotokhoz, mint az organikus, adaptív emberi testrészekhez. Így nem tudnak kellő finomsággal, stabilitással idomulni a megfogott tárgyakhoz sem, többnyire csupán néhány alapvető kézfunkció pótlására képesek. A modern anyag- és gyártástechnológiák azonban új lehetőségeket teremtenek: az emberi anatómia átfogó vizsgálatával, és a merev csontszerkezet mellett a puha szövetek és komplex szövetstruktúrák pontos robotikai leképezésével minden eddiginél természetesebb, testképünkbe jobban integrálódó és ügyesebben, intuitívabban vezérelhető művégtagok létrehozása válik lehetségessé.