

2. BIOFIZIKAI KUTATÓHELYEK – ISKOLÁK

SEMMELWEIS EGYETEM BIOFIZIKAI ÉS SUGÁRBIOLÓGIAI INTÉZET

Intézetünket Budapesten Orvosi Fizika néven alapították 1948-ban a Pázmány Péter Tudományegyetemen. Első igazgatója **Koczkás Gyula**, aki 1950-ig töltötte be ezt a posztot. Az intézet megfelelő elhelyezéséhez a Puskin utca 9. sz. alatti épületre emeletet építettek.

1950-ben **Tarján Imre** került az intézet élére. Igazgatói működése, mely 1950-től 1982-ig tartott, markáns módon meghatározta az intézet kutatási, fejlesztési és oktatási arculatát. Tarján Imre kutató és fejlesztő munkássága elsősorban a kristályfizikára összpontosult. Kezdetben több kutatási téma közös volt a Budapest Műszaki Egyetemen Gyulai Zoltán vezetésével működő kristályfizikai csoportéval, és a kísérleteket a jobban felszerelt műegyetemi laboratóriumokban végezték. Később a feladatokat úgy választották szét, hogy az oldatból történő kristálynövesztéseket a műegyetemen, az úgynevezett olvadékos növesztéseket a Tarján tanszéken folytatták. Ebben az időszakban Tarján Imre vezető munkatársai a kristálynövesztésben Voszka Rudolf, Turchányi György és Újhelyi Sándor voltak. A kristályfizikai kutatások egyik jelentős állomása volt a kvarc egykristályok növesztési technológiájának hazai kidolgozása. A híradástechnikai célú piezoelektromos kristályok, elsősorban a természetes kvarc alkalmazása már a második világháború előtt megkezdődött. A háború végére azonban a természetes kvarcforrások már sem mennyiségben, sem minőségben nem tudták kielégíteni az igényeket. A kvarc egykristályok növesztésére irányuló munkák 1950-ben kezdődtek Gyulai és Tarján vezetésével, az Orvostudományi Egyetemen Újhelyi Sándor, a Műszaki Egyetemen Zimányi Gyula bevonásával. Már 1951-ben eredményes, saját tervezésű és építésű hidrotermális berendezésekben végzett kristálynövesztésekről számoltak be. Mindez közvetlenül az amerikai Bell laboratórium által publikált első sikeres kvarcnövesztés (1950) után történt, azonban az eredmények a magyar tudomány elzárttsága miatt visszhang nélkül maradtak. Bár Tarjánék eredményét hivatalosan elismerték egy "kutatási jutalommal", a nemzetközi publikálást nem engedélyezték. Csupán egy rövid, magyar nyelvű közlemény jelenhetett meg a témában. A kvarckristályok növesztése az akkori stratégiai jelentősége ellenére sem került magyarországi gyártási programba. A kristályhibákra vonatkozó kutatások jelentős eredményei a szcintillátor és alkáli halogenid kristályokkal kapcsolatosak. A radioaktív és röntgensugárzás hatására fényt emittáló kristályok az ötvenes években váltak sugárzásdetektálás legfontosabb anyagaivá. A legjobb fényhozamú kristály a talliummal adalékolt nátriumjodid volt (NaI:TI). A kristálynövesztést sikeresen megoldották. A módszert ipari méretekben a GAMMA Műveknél az ötvenes évek végén telepítették, ami a magyar kristálynövesztő ipar azóta is páratlan sikereit hozta. A termelés csúcspontján a több tonnát kitevő NaI:TI termeléssel a GAMMA a világ negyedik legnagyobb ilyen vállalata volt. Az egyszerű kristályszerkezetű alkáli halogenidek a szilárdtestfizikai kutatások megindulásától a legtöbbet vizsgált modellanyagok voltak. A különböző eredetű kristályokról publikált eredmények olyan mértékben eltértek egymástól, hogy világméretű igény jelentkezett megbízható referencia anyagokra. Tarján és munkatársai érdeme volt olyan célzott növesztési kutatások elkezdése, amelyekkel a gazda anyag és a szennyezők hatásának elválasztása vált lehetővé alkáli kloridoknál. A kutatási eredmények alapján az 1960-as évek elején három Nature cikk is született. A gamma-detektorok kifejlesztése megalapozta a radioaktív orvosi diagnosztikai (pajzsmirigy jód-diagnosztikai, szcintigráfiai) műszerek fejlesztését is. A gammakamera elődjét az intézet

munkatársai Nagy János vezetésével fejlesztették ki. A műszerek gyártását, továbbfejlesztését a GAMMA Művek vette át. A sikeres kísérleti izotópvizsgálatokra építve az 1950-es évek végén, illetve az 1960-as évek elején a Puskin utcai tömbben kialakították az első hazai orvosi célú izotóplaboratóriumot. Az itt gyakorlatot és tapasztalatot szerzett munkatársak általában laborvezetőként folytatták tevékenységüket Budapest különböző orvosi intézményeiben. 1961-ben MTA Kristályfizikai Tanszéki Kutatócsoport alakult az intézetben, Tarján Imre vezetésével. Később, 1975-ben a kutatócsoport MTA Kristályfizikai Kutatólaboratórium (KFKL) néven az MTA Természettudományi Kutatólaboratóriumokba (TTKL) költözött, és igazgatója Voszka Rudolf lett. A KFKL munkájában a későbbiekben a nem-lineáris optikai kristályok kaptak különös hangsúlyt. 1961-ben Tarján Imre munkásságáért Kossuth díjban részesült. Tarján Imre az egyetem és a kar adminisztratív vezetésében is fontos szerepet játszott: 1959 és 1963 között az Általános Orvostudományi Kar dékáni posztját töltötte be, 1970 és 1973 között pedig a SOTE tudományos rektorhelyettese volt.

1967-től az intézet neve "Biofizikai Intézet". Az 1970-es évek közepétől elindultak és erősödtek az ultraibolya (UV) sugárzás hatásainak vizsgálatára irányuló kutatások, Rontó Györgyi vezetésével. A kísérletek elsősorban a T7 bakteriofág, illetve uracil alapú UV detektorokra koncentráltak. Kidolgozták a nagy tisztaságú, nagy koncentrációjú (100 mg/ml) egyszerű nukleoproteid (T7 fág) minta házi tenyésztési, tisztítási és koncentrálnálási feltételeit.



A preparátum nagy koncentrációja, valamint nagyfokú homogenitása révén alkalmas igényes fizikai szerkezetvizsgáló (optikai, diffrakciós, stb.) módszerek alkalmazására. Jelenleg is gyakran alkalmazzák a T7 fágot in vitro sejtmag modell-anyagként. A T7 fág nukleinsav sérülésére alapozva kidolgozták a földfelszíni ultraibolya sugárzás, valamint a szervezetbe kerülő vegyszerek biológiai dozimetriájának elvi alapjait és gyakorlati megvalósításait. Jelentős EU pályázati támogatással nemzetközi interkalibrációs kampányokat szerveztek a DNS-alapú és egyéb elven működő biológiai UV dózismérők által nyert eredmények összehasonlítására. A mérések automatikus kivitelezésére műszert konstruáltak (MUTACALC), amely biológiai, kémiai és elektronikus alegységekből áll, és hazai, japán, nyugat-európai, és USA szabadalmi oltalmat nyert. Fidy Judit kísérleti munkájára alapozva és Rontó Györgyi kezdeményezésére kidolgoz-

tak egy egyszerű UV detektort, a polikristályos uracil vékonyrétegre alapozott dozimétert. A T7 fág és az uracil doziméterekkel lehetőség adódott az Európai Űrgyűzőség (ESA) révén arra, hogy a biológiai detektorokat eljuttassák a Nemzetközi Űrállomásra, és ott az extraterresztriális napsugárzást mérik. Ugyancsak a 70-es évektől kezdődött a modell-, valamint sejtmembránok, illetve liposzómák vizsgálata Blaskó Katalin, Szógyi Mária és

Györgyi Sándor részvételével. Radioaktív módszerek segítségével kationok sejtmembránokon és modell membránokon keresztül történő transzportját, valamint membránra ható gyógyszerek hatásmechanizmusát vizsgálták, továbbá különböző liposzomális modell-rendszerek alkalmazásával DSC, radioaktív, EPR, fluoreszcenciás és dinamikus fényszórás mérés módszerek segítségével tanulmányozták a membránok molekuláris szintű kölcsönhatásait a különböző kis- és makromolekulákkal. Módszert dolgoztak ki endogén kromofórokra épülő fotodinamias reakció alkalmazására bizonyos baktériumok fotoinaktivációjában. T7 fág felhasználásával kimutatták, hogy a kationos porfirinek által indukált fotokémiai folyamatok felhasználhatók vírusok inaktiválására, ezáltal megalapozták a patogén vírusok inaktivációjára irányuló eljárás kidolgozását. A kationos porfirinek és nukleinsavak kölcsönhatásának vizsgálata során nyert eredmények lehetőséget teremtettek egy vektorstruktúra megtervezésére.

1982-től az intézet irányítását **Rontó Györgyi** vette át, aki az igazgatói feladatokat 1999-ig látta el. Az 1981-től 1997-ig az intézetben belül működő MTA Biofizikai Kutatólaboratóriumot Rontó Györgyi Tarján Imrével közösen vezette. Rontó Györgyi igazgatói működése alatt folytatódtak a magas színvonalú UV dozimetriai kísérletek és fejlesztések, illetve az ezzel kapcsolatos nemzetközi együttműködések. Egyúttal fehérjedinamikai kutatás kezdett kibontakozni Fidy Judit vezetésével. 1992 és 1995 között jelentős, nagy összegű pályázati támogatásokkal spektroszkópiai műszerfejlesztések indultak el fehérjeszerkezet kutatási céllal. 1993-ban a SOTE és ELTE megegyezése alapján a Biofizikai Intézetben belül Fidy Judit vezetésével közös PhD képzési lézerspektroszkópiai és fehérjeszerkezetkutató laboratórium (LSL) alakult meg, amely külön helyet kapott a Puskin utca 11 sz. alatt. 1998-ban MTA-Semmelweis Egyetem Biofizikai Kutatócsoport alakult az intézetben, amelyet 2005-ig Rontó Györgyi vezetett. 1998-tól az intézet neve "Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet".

1999 és 2008 között az intézet igazgatója **Fidy Judit**. Igazgatói működése alatt jelentős műszerfejlesztések és beruházások történtek, amelyek elsősorban a molekuláris biofizika, a



nagyfelbontású spektroszkópia és fehérjedinamika tudományos területeit érintették. 2005-ben az MTA Biofizikai Kutatócsoport vezetését Fidy Judit vette át. 2007-ben az MTA Biofizikai Kutatócsoport csatlakozott a Sarkadi Balázs akadémikus által vezetett MTA Membránbiológiai Kutatócsoporthoz, mint annak Biofizikai Részlege. A részleg vezetője Fidy Judit. Sarkadi Balázst 2008-ban a Semmelweis Egyetem kutatóprofesszornak nevezi ki intézetünkbe.

2008-tól az intézet igazgatója **ifj. Kellermayer Miklós**. 2008 őszére jelentős PPP (Public-Private Partnership) beruházással elkészült a Semmelweis Egyetem Elméleti Orvostudományi Központja. A Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet, négy másik intézettel (Élettani Intézet, Klinikai Kísérleti Kutató- és Humán Élettani Intézet, Orvosi Biokémiai Intézet, Orvosi Vegytani, Molekuláris Biológiai és Patobiokémiai Intézet) együtt költözött az új épületbe, és modern környezetben és infrastruktúrában folytathatja magas szintű kutatási és oktatási tevékenységét. Az intézet fennállásának 60 éves évfordulójáról 2008 végén ünnepi tudományos üléssel emlékeztünk meg, amelynek keretében bemutattuk az érdeklődőknek (az egyetem vezető oktatóinak, a hazai biofizikai élet jeles képviselőinek és az intézet volt munkatársainak) az új helyen működő intézetet. 2009 novemberében az intézetben felavatásra került a Semmelweis Nanobiotechnológiai és In Vivo Képző Centrum. A centrumban olyan egyedülálló műszerpark áll rendelkezésre, amelyek számos biológiailag fontos kérdés

megválaszolásához nyújtanak segítséget a molekuláris szinttől a teljes test vizsgálatokig. A centrumban a következő műszerek találhatóak: érzékenyített epifluoreszcencia videomikroszkóp, optikai csipesz, atomi erő mikroszkóp, lézer pásztázó konfokális mikroszkóp, NanoSPECT/CT, amely a Mediso Kft és a Semmelweis Egyetem közötti megállapodás keretében került intézetünkbe. 2010-ben csatlakozott az intézethez a Zrínyi Miklós akadémikus vezette Nanokémiai Kutatócsoport.

Az intézet oktatási tevékenysége – összhangban az egyetemi idegen nyelvű oktatás bevezetésével és a kurikulum változásaival – folyamatosan mind mennyiségi, mind minőségi változáson ment és megy keresztül. Jelenleg 4 karon (Általános Orvostudományi, Fogorvostudományi, Gyógyszerésztudományi és Egészségügyi Közszolgálati Kar) és 3 nyelven (magyar, angol, német) évente mintegy 1200 hallgatót



oktatunk a curriculumban meghatározott kötelező tárgyak, valamint számos választható tárgy keretében. Az 1993-ban megalakult Doktori Iskolában Rontó Györgyi hozta létre az „Ionizáló és nem ionizáló sugárzások biológiai hatásai” című programot amely jelenleg Kellermayer Miklós vezetésével működik, az intézet több vezető oktatója pedig témavezetőként vesz részt az iskola működésében. A témavezetésen kívül több doktori kurzust is szervezünk, illetve előadóként közreműködünk bennük. 2005-ben elkészítettük a hallgatók számára a teljesen átdolgozott, színes, jól áttekinthető, hallgatóbarát gyakorlati jegyzetet magyar, angol és német nyelven, ami mind a hallgatók, mind a kar oktatói között nagy elismerést aratott. 2006-ban megjelent a budapesti, debreceni és pécsi biofizikai intézetek munkatársainak közös munkájaként kiadott, sokszerzős Orvosi Biofizika tankönyv magyar nyelven (szerkesztette: Damjanovich Sándor, Fidy Judit és Szöllösi János). A könyv német nyelven 2008-ban, angol nyelven 2009-ben jelent meg.

VOSZKA ISTVÁN
egyetemi adjunktus

KELLERMAYER MIKLÓS
egyetemi tanár, igazgató

A DEBRECENI EGYETEM BIOFIZIKAI INTÉZETÉNEK TÖRTÉNETE

A Debreceni Tudományegyetem 1912-es alapítását követően, 1918-ban orvosságfizikai és orvostudományi előadásokat engedélyeztek az alakuló egyetemi orvostudományi képzés keretében. 1923-ban alapították meg az Orvostudományi Fizikai Intézetet, amely egyben az egyetem első fizikai intézete volt, és a Bem tér 18. szám alatt lévő épületben nyert elhelyezést. Első vezetője Wodetzky József lett, aki elsősorban csillagász volt; kezdeményezésére 1930-ban csillagvizsgáló létesült az egyetem Botanikus Kertjében. 1935-től Gyulai Zoltán, aki később az MTA tagja lett, vette át az intézet vezetését majd 1940-ben Kolozsvárra távozott. Utóda az akkor már több éve az intézetben dolgozó Szalay Sándor lett. A Vallás és Közoktatási Miniszter 1950. április 7-én kelt levelével az Orvostudományi Fizikai Intézet teljes személyi állományát és felszerelését a Természettudományi Karra helyezte át, neve a továbbiakban Kísérleti Fizikai Intézet és Tanszék lett, amelynek vezetését a később nemzetközi hírnévre szert tett akadémikusra, Szalay Sándorra bízta. Szalay Sándor Debrecenben – sőt hazai viszonylatban is – elsőként honosította meg a magfizikai kutatásokat. Magreakciókkal és az atommagok gerjesztett

állapotával kapcsolatos kutatásai nemzetközi szinten is visszhangot váltottak ki. A magfizika mellett Szalay Sándor egyéb területeken (például: elektrolitok vizsgálata, az ultrahang kémiai hatásainak tanulmányozása) is jelentős eredményeket ért el. Orvosi kutatásokat is végzett, az ő nevéhez fűződik a nukleáris medicina eljárásainak, elsősorban a radioaktív nyomjelzéses technika orvosi-biológiai alkalmazásainak hazai bevezetése. 1951-ben az Orvostudományi Kar önálló egyetemévé vált Debreceni Orvostudományi Egyetem néven. Az orvostanhallgatók fizika oktatását az 1950/51-es tanévtől az újonnan alakult Orvosi Fizikai Intézet látta el. Első vezetője Tóth Lajos volt, aki arra törekedett, hogy az orvosi fizika nélkülözhetetlen alapelveit az orvostanhallgatók színes, érdekes és könnyen követhető előadások során sajátíthassák el. 1968-ban Damjanovich Sándor vette át az intézet igazgatását. Kinevezését követően új oktatói és kutatói profil kialakításába kezdett, ennek megfelelően átszervezte az intézetet, amelynek új neve 1969-től Biofizikai Intézet lett. Az új intézet első kutatási területe fehérjék és nukleotidok kölcsönhatásának vizsgálata, valamint enzimek szerkezeti és funkcionális sajátosságai közötti összefüggések elméleti és kísérleti tanulmányozása volt, többek között fluoreszcenciás technikákkal. Munkatársaival újszerű fizikai megközelítéseket vezettek be az enzimológia területén: Somogyi Bélával közösen megalkották az enzimkinetikai modellt, mely nemzetközi szinten is elismertséget eredményezett. A modell sikerét bizonyítja az is, hogy Damjanovich professzor 1976-ban meghívást kapott a kémiai Solvay-konferenciára, amelyen korábban a magyar kutatók közül csak Szentgyörgyi Albert vett részt. Gáspár Rezsővel a magmágneses rezonancia eszköztárát alkalmazták az enzimológiai kutatásokban.

1974-ben az intézet a Bem térről a DOTE területén lévő új Elméleti Tömbbe költözött. Ezzel egy időben a tudományos kutatómunka is új irányt vett: a sejtfelszíni fehérjék fluoreszcenciás vizsgálata került a kutatások előterébe. 1979-ben nemcsak hazánkban, de Kelet-Európában is elsőként vezették be az áramlási citofluorimetriát, amelynek módszertani továbbfejlesztéséhez az intézet munkatársai jelentősen hozzájárultak (Damjanovich Sándor, Szöllősi János, Trón Lajos). Ez a lépéselőny elősegítette azt, hogy a következő két évtizedben a citometriai kutatások területén az intézet kutatói a világ élvonalába kerüljenek. Az általuk kidolgozott áramlási citometriás fluoreszcencia rezonancia energia transzfer (FRET) módszerrel a sejtfelszíni fehérjék távolságviszonyai egyedi sejtek szintjén tanulmányozhatók. Új kutatási területként, a nyolcvanas évek végén/kilencvenes évek elején indultak el az intézetben az elektrofiziológiai vizsgálatok, amelyek immunsejtek, főként limfociták ionszarnáinak biofizikai és farmakológiai karakterizálására, valamint az ionszarnak-aktivitás biológiai szerepének feltárására irányultak. A metodika bevezetésében, az elektrofiziológiai kutatások megszervezésében nagy szerepe volt Gáspár Rezsőnek. Szabó Gábor kezdeményezésére indultak el a sejt- és molekuláris biológiai kutatások. Ez idő alatt az intézet a modern mikroszkópiás módszerek (AFM, CLSM) magyarországi meghonosításában is komoly érdemeket szerzett.

A Sejtbiológiai Tanszék megalakulásakor a Biofizikai Intézet jogutódjaként, 1997-ben létrejött a Biofizikai és Sejtbiológiai Intézet, a korábbi feladatokhoz újként a sejtbiológia oktatása társult. Ezt követően 1999-ben a Biofizika Tanszék is megalakult az intézeten belül, s így a két fő tantárgy oktatására specializálódott, nem önálló tanszékeken alapuló intézeti struktúra keletkezett. A két tanszék vezetőjének Biofizika Tanszék: Szöllősi János (1999–2009), Panyi György (2009–), (Sejtbiológia Tanszék: Szabó Gábor (1997–) fő feladata a biofizika és a sejtbiológia tantárgyak oktatásának koordinálása az intézetvezető irányítása mellett. A DE Szenátusának döntése értelmében 2009 decemberétől az intézeten belül egy új nem önálló tanszék, a Biomatematikai Tanszék kezdte meg működését, melynek vezetésére Máttyus László kapott megbízást. Az új tanszék fő feladata a biostatisztika tantárgy oktatásának kialakítása és illesztése a különböző képzési formákhoz.

Damjanovich Sándor iskolateremtő professzor 2001-ben leköszönt az intézetvezetői posztról. Az intézet irányítását Gáspár Rezső egyetemi tanár vette át, aki megszervezte a

jelenleg is működő munkacsoport-struktúráját. Gáspár Rezső professzort 2009-ben Szöllösi János egyetemi tanár követte a Biofizikai és Sejtbiológiai Intézet élén.

Az intézet korábban is kiemelkedő kutatási és oktatási háttérrel 2005-ben, az Élettudományi Központba való költözéssel modern, a mai kor legmagasabb követelményeinek is megfelelő bázisra cserélte. Részben hazai, részben uniós pályázatokon elnyert anyagi eszközök tették lehetővé az eddig is méltán élvonalbeli műszerpark fejlesztését: konfokális mikroszkóp (2001, 2007), FACSDIVA áramlási citométer (2002), fluoreszcencia korrelációs spektroszkóp UV-lézerrel (2003, 2007), PTI DeltaScan mikroszkópos fluoriméter (2003), LSC-lézerpásztázó mikroszkóp (2004), FACSArray (2005).

A kiváló műszerállomány magas szintű kihasználását az intézet átlagfeletti szellemi kapacitása segítette elő. Az intézetben jelenleg egy akadémikus (Damjanovich Sándor) és hat akadémiai doktor (Gáspár Rezső, Szöllösi János, Szabó Gábor, Mátyus László, Panyi György és Vereb György) dolgozik. Emellett tizenhárman rendelkeznek kandidátusi, illetve PhD-fokozattal.

Az intézetből elszármazott munkatársak az egyetem és az ország más intézményeiben emelték, emelik a kutatás és oktatás minőségét. Az intézet korábbi vezető munkatársai közül Trón Lajos 1987-től az akkor újonnan alapított Orvosbiológiai Ciklotron Laboratórium vezetője lett, Somogyi Béla 1992-ben a Pécsi Orvostudományi Egyetem Biofizikai Intézetének igazgatói állását nyerte el, melyet sajnálatos módon csak 2006-ig töltött be korán bekövetkezett halála miatt. Gáspár Rezső pedig a DOTE Angol Program Titkárságának vezetésére kapott megbízást 1995-ben. Balázs Margit 1995-ben került át az Egyetem Megelőző Orvostani Intézetébe, ahol jelenleg a Biomarker Analízis Tanszék tanszékvezető egyetemi tanára és a Népegészségügyi Kar dékánhelyettese. Matkó János 2000 óta az ELTE Immunológiai Intézetében dolgozik, ahol jelenleg egyetemi tanár. 2008-tól Jenei Attila vette át a már egységes Debreceni Egyetem keretén belül a Nemzetközi Oktatási Központ vezetését.

Kutatás, munkacsoportok

Gáspár professzor intézetvezetőként 2001-ben szervezte meg a jelenleg is működő munkacsoportokat, így az Immun-elektrofiziológiai (vezetők: Panyi György és Gáspár Rezső, senior munkatársak: Krasznai Zoltán, Varga Zoltán, és Hajdú Péter), a Membrán-dinamikai (vezető: Mátyus László, senior munkatárs: Jenei Attila), a Sejtbiológiai (vezető: Szabó Gábor, senior munkatársak: Bacsó Zsolt és Goda Katalin) és a Sejtanalitikai munkacsoportot (vezető: Szöllösi János, senior munkatársak: Vereb György és Nagy Péter).

Damjanovich Sándor akadémikus vezetésével 1996-ban alakult meg az MTA által támogatott Sejtbiofizikai Kutatócsoport (senior munkatársak: Vámosi György és Dóczy-Bodnár Andrea), mely 2007-től a Gergely Pál akadémikus által vezetett MTA-DE Sejtbiológiai és Jelátviteli Kutatócsoport részeként működik. Az akadémiai munkacsoport mind az oktató, mind pedig a kutatómunkában elválaszthatatlan egységet alkot az intézettel. Az MTA-csoport kutatási programjának középpontjában a fehérjék működésében szerepet játszó fehérje-fehérje kölcsönhatások felderítése és ezek dinamikája áll, amit főként modern biofizikai módszerekkel tanulmányoznak.

A kutatócsoportok önálló kutatási profillal rendelkeznek, ugyanakkor közösen használják az intézet kutatási infrastruktúráját. Egymás szaktudására építve, példamutató szakmai kooperáció keretén belül működnek, ami közös pályázatokban, közleményekben testesül meg. Az intézet munkacsoportjai a DE OEC több kutatócsoportja részvételével 2002-ben megalakult Molekuláris Medicina Kutatóközpont szerves részét képezik, amely elnyerte az Európai Unió Kiválósági Központja címet. Az MMKK első igazgatója Damjanovich Sándor professzor volt (2002–2005).

Az intézet három munkacsoportja is aktívan vesz részt abban a pályázatban, amelyet a Társadalmi Megújulás Operatív Program keretén belül az innovatív kutatóteamek

létrehozására írtak ki, és nyertek meg *Kutánbiológiai Kutatóközpont (KBKK): A Debreceni Egyetem innováció orientált kutatásának integrálása nagy populációkat érintő bőrbetegségek patomechanizmusának vizsgálatára (Acronym: DERMINOVA)* címmel. Az elnyert projekt koordinálását az intézet végzi Szöllösi János vezetésével.

A Biofizikai és Sejtbiológiai Intézetben az elmúlt negyven évben 558 *in extenso* közlemény született, amelyek összesített impakt faktora meghaladja az 1530-at. Az intézet munkatársaihoz emellett hat könyv és hetvennyolc könyvfejezet köthető.

A kutatómunkához kapcsolódóan az intézet munkatársai élénk tudományos közéleti tevékenységet is folytatnak: országos vagy nemzetközi tisztséget töltöttek, illetve töltenek be különböző biofizikai, sejt- és molekuláris biológiai szervezetekben. Damjanovich Sándor az MBFT tiszteletbeli elnöke, 1995 óta a European Molecular Biology Organization (EMBO) választott tagja. Szöllösi János az MTA Biofizikai Bizottságának, valamint a Magyar Biofizikai Társaság (MBFT) Sejtanalitikai Szekciójának elnöke, emellett tagja az International Society of Advancement of Cytometry (ISAC) vezetőségének. Gáspár Rezső az MBFT Ioncsatorna Szekciójának elnöke. Mátyus László az European Biophysical Societies Association (EBSA) elnöke és az MBFT alelnöke. Szabó Gábor az MTA Sejt- és Fejlődésbiológiai Bizottság elnöke. Jenei Attila, Krasznai Zoltán, Panyi György és Vereb György az MBFT vezetőségi tagjai. Vámosi György a Euro-Bioimaging konzorcium magyarországi koordinátora.

Az intézet munkatársai számos hazai és nemzetközi konferencia és tanfolyam szervezésével segítették elő a tudományos eredmények megismertetését, valamint a tudományos kapcsolatrendszer kiépítését. A hazai tudományos szervezetek közül az intézet munkatársai elsősorban a Magyar Biofizikai Társasággal (MBFT) álltak szoros kapcsolatban, rendszeresen részt vettek a társaság vándorgyűlésein, kongresszusain. A debreceni biofizikusok az MBFT alapításánál is jelen voltak, a 111 egykori alapító tagból 9 volt debreceni. Az MBFT több vándorgyűlését illetve kongresszusát Debrecenben rendezték meg, így 1962-ben (a vándorgyűlés elnöke, Tóth Lajos), 1975-ben (a vándorgyűlés elnöke, Damjanovich Sándor), 1985-ben (a vándorgyűlés elnöke, Berényi Dénes), 1995-ben (a vándorgyűlés elnöke, Trón Lajos) és 2005-ben (a kongresszus elnökei, Gáspár Rezső és Szöllösi János). A Magyarországon megrendezett nemzetközi kongresszusokon is aktívan megjelentek intézetünk munkatársai. Részt vettek az 1993-ban, Budapesten megrendezett Biofizikai Világkongresszus lebonyolításában. 2008-ban Budapesten került megrendezésre az ISAC világkongresszusa, ahol a nemzetközi szervezőbizottság tagja, illetve a hazai szervező bizottság elnöke Szöllösi János volt. Az intézet munkatársai Mátyus László irányításával aktívan részt vettek az EBSA Budapesten megrendezett 8. Európai Kongresszusának szervezésében. Ezen a nagy sikerű kongresszuson vette át Mátyus László az EBSA elnöki feladatkörét.

A tanfolyamok közül kiemelkednek az ICRO, a FEBS és az EMBO által támogatott elméleti és gyakorlati kurzusok. Ezen rendezvényeknek esetenként Nobel-díjas előadói is voltak (Paul Boyer, Manfred Eigen). Rajtuk kívül többek között olyan rangos, nemzetközileg elismert tudósok emelték a tanfolyamok színvonalát, mint például George Klein (Karolinska Institute, Stockholm), Thomas A. Waldmann (National Cancer Institute, NIH, Bethesda), Thomas M. Jovin (Max-Planck-Institute für Biophysikalische Chemie, Göttingen), Israel Pecht (The Weizmann Institute, Rehovot), Rudolf Rigler (Karolinska Institute, Stockholm), Kszumi Akihiro (Akihiro Kusumi) (Kyoto University, Kiotó) és Mack Fulwyler (University of California, San Francisco, USA).

Az intézet hat munkatársa tagja nemzetközi folyóiratok szerkesztőbizottságának, ketten szerkesztői minőségben (Mátyus László: *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, Szöllösi János: *Cytometry Part A*). Damjanovich Sándor tagja a *Cytometry Part A* és a *European Biophysics Journal* folyóiratok tanácsadó testületének, valamint az *Archives of*

Geriatrics and Gerontology szerkesztőbizottságának. Vereb György a *Cytometry Part A*, Jenei Attila a *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, nemzetközi folyóirat szerkesztő bizottságának tagja, míg Bene László az *Open Access Nanomedicine Journal* tudományos folyóirat szerkesztő bizottságának tagja.

Oktatás

Az intézet mind angol, mind magyar nyelven jelentős oktatási tevékenységet folytat. Az Általános Orvostudományi és Fogorvostudományi Karok hallgatóinak biofizikai és sejtbiológiai képzése mellett, gyógyszerész, molekuláris biológus, fizikus, illetve biológus hallgatók biofizikai képzésében, továbbá a Népegészségügyi Kar hallgatóinak sejtbiológiai és fizikaoktatásában is részt vállal, mind az előadások, mind pedig a gyakorlati oktatás szintjén. A fentiek mellett a gyógyszerészhallgatók matematikaoktatásában, valamint az ÁOK, FOK és GYTK hallgatóinak informatikai képzésében vállalnak szerepet az intézet munkatársai.

A hallgatói értékelések szerint az intézet által oktatott tananyag modern és érdekes, az oktatók hozzáállása pozitív. Oktatómunkájuk elismeréseként az intézet több munkatársa részesült a hallgatók által adományozott „Az év oktatója” díjban (Mátyus László, Panyi György, Jenei Attila és Szöllösi János).

Az oktatott tárgyak anyaga mellett az oktatási módszerek folyamatos modernizálása is fontos feladat. Ez többek között önálló honlap és oktatási portál fenntartását is jelenti, melyen az előadáanyagok és egyéb hallgatói információk naprakészen állnak rendelkezésre.

A biofizika és a sejtbiológia tantárgyak oktatását az intézet kollektívája több jegyzet és tankönyv írásával, szerkesztésével segítette. Az első *Biofizika jegyzet* 1969-ben jelent meg, amelyet 1975-ben az első biofizikai gyakorlati jegyzet követett. Az évek során mindkét jegyzet számtalan, folyamatosan frissülő tartalmú kiadást ért meg. A külföldi hallgatók képzésének elősegítésére mindkét jegyzet angol nyelven is kiadásra került.

A Medicina Kiadó gondozásában 2000-ben jelent meg a Damjanovich Sándor és Mátyus László által szerkesztett *Orvosi biofizika* tankönyv, amelynek írásában a Pécsi Tudományegyetem Biofizikai Intézetének munkatársai is részt vettek. Az *Orvosi biofizika* tankönyv (2006) második, átdolgozott és kiegészített kiadásának elkészítésében (szerkesztők: Damjanovich Sándor, Fidy Judit, Szöllösi János) már a SOTE Biofizikai és Sugárbiológiai Intézete is részt vállalt. Ez a könyv mindegyik magyarországi orvostudományi karon elfogadott tankönyvvé vált. 2007-ben német, 2009-ben pedig angol nyelven is megjelent. Ez az első olyan tankönyv, amelyet három nyelven adtak ki, és kifejezetten az orvostanhallgatók oktatására használják Magyarországon.

Az intézet munkatársai által írt első *Sejtbiológia* jegyzet 1997-ben jelent meg. Ugyanebben az évben magyar és angol nyelvű gyakorlati jegyzet kiadására is sor került. 2004-ben adták ki a Szabó Gábor által szerkesztett *Sejtbiológia* tankönyvet (Medicina), amely az első sok-szerzős, hazai sejtbiológia tárgyú könyvnek tekinthető. E könyv szerzői között az intézet munkatársai mellett számos más hazai szakember is megtalálható.

A graduális képzés mellett már a kezdetektől fogva intenzív tudományos diákköri munka folyik az intézetben, amelynek eredményességét a TDK-s hallgatók által elnyert Pro Scientia és Wessprémi-díjak jelentős száma is jelzi (öt, illetve tizenöt). A tudományos diákköri munkában résztvevő hallgatók jelentős része a későbbiekben bekapcsolódik a doktoranduszképzésbe, így a kutatói utánpótlás biztosítva van.

A posztgraduális (PhD) képzésben 1993 óta harminckét fő szerzett PhD-fokozatot, akik közül sokan később az intézetben, valamint az ahhoz szervesen kapcsolódó MTA-kutatócsoportban kaptak kinevezést.

Az intézetnek jelenleg tizennyolc, az egyetemi doktori (PhD) képzésben akkreditált tagja van, akik oktatóként/témavezetőként vesznek részt a doktoranduszképzésben. Többségük a *Membránbiofizikai kérdések és vizsgálmódszerek* doktori program tagja, amely

1993-ban alakult Damjanovich Sándor vezetésével. 2001-ben az addig önállóan működő program a frissen megalakult Elméleti Orvostudományok Doktori Iskola (DI) része lett, amelynek első igazgatója (2001–2006) Damjanovich Sándor volt. A *Membránbiofizikai kérdések és vizsgálómódszerek* program 2007-től az Elméleti Orvostudományok DI jogutódjaként megalakult Molekuláris Orvostudomány DI keretén belül működik. A program vezetője 2001 és 2009 között Gáspár Rezső volt, jelenlegi vezetője Szöllösi János. A doktori iskola titkári funkcióját szintén intézetünk munkatársai látták/látják el: 2001 és 2007 között Krasznai Zoltán, 2008-tól pedig Dóczy-Bodnár Andrea.

A posztgraduális képzésben résztvevő hallgatók mellett a klinikák és intézetek között együttműködő kutatóknak is lehetőséget ad az intézet az egyedi műszerpark használatára, ami a modern áramlási citometriás, atomerő- mikroszkópiás, képanalizáló és elektrofiziológiai módszereket is magában foglalja. Ezek a kollaborációk képezik az intézet jövőbeni kutatási eredményeinek alapjait.

SZÖLLÖSI JÁNOS
intézetvezető

A PTE ÁOK BIOFIZIKAI INTÉZET RÖVID TÖRTÉNETE

Az Intézet jogelődje a Pozsonyban 1912-ben megalapított, majd 1921-ben Pécsre költöztetett Erzsébet Tudományegyetem Orvosi Fizikai Intézete. Az intézet 1923. októberében kezdte meg működését a Rákóczi út 80. alatti központi épület földszintjének nyugati szárnyában, **Rhorer László** (1874-1937) igazgató vezetésével. Rhorer László jelentős európai szintű szakmai tapasztalatokkal rendelkezett. Kiemelkedők a vese működésére, a radiológia kifejlesztésére és a röntgensugárzás alkalmazására vonatkozó munkái. 1914-ben megjelent *Physika* című tankönyvéből, mely többszöri kiadást ért meg, orvosgenerációk tanulták az orvosi fizikát. További főbb munkái az Orvosi Fizikai Kémia (1912), *Fizika és Orvosképzés* (1930), és *A rákos daganatok sugárterápiás kezelése* (1932). Ő honosította meg hazánkban az orvosi fizika fogalmát és dolgozta ki tárgykeretét. Az orvosi fizikát heti 5 előadásban és heti 2 óra gyakorlatban oktatta. 1934-35 között az Orvostudományi Kar dékánja volt.

Halála után 1938-tól **Császár Elemér** (1891-1955) vezette az intézetet nyilvános rendkívüli tanárként. 1942-ben nevezték ki nyilvános rendes tanárrá. Ugyanebben a tanévben az Orvostudományi Kar dékáni tisztét is betöltötte. 1928-tól az Magyar Tudományos Akadémia levelező tagja volt. Kiváló európai kapcsolatokkal rendelkezett. A berlini, uppsalai, stuttgarti és freiburgi egyetemeken röntgen intézetében hosszabb tanulmányutakat töltött. Fő tudományterülete a röntgensugárzás alkalmazása volt. Az intézetben kialakította az Orvostudományi Kar röntgen sugárterápiás részlegét. Fő munkái *A röntgensugárzás és gyakorlati alkalmazása* (1934), és *A Sugárzás világa* (1937).

1945. januárjában az intézet korábban fizetés nélkül alkalmazott tanársegédje, **Ernst Jenő** (1895-1981) kapta meg az intézetvezetői megbízást. Ernst professzor 1971-ig vezette az intézetet. Kinevezése után az Orvosi Fizikai Intézetet átalakította Biofizikai Intézzé, és a kutatást 3 irányban szervezte meg: 1. Az izomműködés biofizikája, 2. A biológiai folyadék mobilizáció kutatása, termoozmózis, termodiffúzió, 3. Sugárbiofizika és izotópkutatás. A pécsi Biofizikai Intézetben létesült az ország első biológiai profilú izotóplaboratóriuma. Ernst Jenő 1946-tól az Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja volt. Ő kezdeményezte a többi orvosi egyetemen is a biofizika oktatás bevezetését. Az MTA Biológiai Csoportjának elnökeként 1961-ben megalapította a Magyar Biofizikai Társaságot, és aktívan részt vett a

nemzetközi biofizika szervezésében. A szintén 1961-ben megalakult IUPAB (International Union of Pure and Applied Biophysics) tanácsa tagjaként dolgozott a világ biofizikájának fejlesztéséért. Kétszeres Kossuth-díjas kutatóként meghatározó szerepe volt a Szegedi Biológiai Központ, és különösen az azon belül létrejött Biofizikai Intézet létrehozásában.

Bár ő maga soha nem utazott hosszabb időre külföldre, szoros személyes kapcsolatot tartott a világ vezető biofizikusaival és intézeteivel. Számos jelentős Nobel-díjas előadódt hívott meg hazánkba és Pécsre. Mintegy 25 tagú akadémiai kutatórészleggel bővítette az intézet kutatási kapacitását melynek működéséhez megfelelő anyagi támogatást is biztosított. Nagy gondot fordított a biofizika oktatására. Tollából 3 tankönyv is megjelent: 1. Bevezetés a biofizikába 1947, 2. Bevezetés a biofizikába 1967, 3. Biofizika (két kiadásban; 1974 és 1977). Hatására kötelezővé vált a biofizika oktatása mind a négy hazai orvostudományi egyetemen és a természettudományi karok biológiai szakain. Előadásait szigorú rendszerességgel tartotta, és a gyakorlatokat naponta személyesen is ellenőrizte. Az intézet és saját kutatómunkájának eredményeit két monográfiában publikálta: Die Muskeltätigkeit (Versuch einer Biophysik des Quergestreiften Muskles) (1961) és Biophysics of the Striated Muscle (1963).

Ernst professzor 1966-ban Straub F. Brunóval közösen elindította az első magyar kiadású, angol nyelvű, biofizikai tárgyú folyóiratot (Acta Biochimica et Biophysica Hungarica), melynek 1990-ig 25 évfolyama jelent meg. Ernst Jenő nyugdíjba vonulása (1971) után még 10 éven át dolgozott az intézetben mint az akadémiai kutatócsoport vezetője. Lakása a Biofizikai Intézetben volt, életét az intézetnek szentelte.

1971-től 1991-ig **Tigyi József** (1926-) vezette az intézetet. (Tigyi professzor 1967-től ugyancsak az MTA tagja.) 1945-től Ernst Jenővel szoros együttműködésben segített fejleszteni az intézetet úgy, hogy a vezetőváltás zökkenőmentesen történjen, és a meglévő témák kutatása folytatódjon. Tigyi József az intézet vezetésével párhuzamosan számos összegytemi feladatot is ellátott. 1967-től 1973-ig rektor-helyettes, majd 1973-tól 1979-ig az egyetem rektora volt. Emellett az IUPAB vezetésében mindvégig jelentős tevékenységet fejtett ki, eleinte a tanács tagjaként, majd 1984 és 1993 között a nemzetközi unió főtitkáráként. Az utóbbi funkcióban 3 nemzetközi biofizikai kongresszust szervezett: Jeruzsálem 1987, Vancouver 1990, Budapest 1993. A KGST Biofizikai Együttműködésben ugyancsak vezető szerepet játszott, továbbá 15 éven át volt az European-North American Biophysical Collaboration igazgatója. Az ICSU-ban (International Council of Scientific Unions), az UNESCO-ban, valamint a WHO-ban is számos vezető pozíciót töltött be. Mindemelllett a Magyar Tudományos Akadémián is jelentős tisztségeket vállalt. 1977 és 1983 között az MTA Biológiai Osztály elnökhelyettese, 1983-tól az MTA Biológiai Osztály elnöke, majd 1987 és 1990 között az MTA alelnöke volt. Az elfoglaltságok között az intézet közvetlen igazgatását nagyrészt Niedetzky Antal (docens, majd professzor) látta el.

Tigyi professzor vezetésével megtörtént a Pécsi Orvostudományi Egyetem rekonstrukciója. A Biofizikai Intézet a Szigeti út 12. alatt új épülettel bővült. A megnövekedett alapterületű intézetben jelentős új műszerezettséggel folytatódhatott a munka. Az 1971-91-es időszak tudományos eredményeiről és rendezvényeiről az Acta Biochimica et Biophysica 6-25 kötetében illetve a Magyar Biofizikai Társaság Értesítője 3-9 kötetében található pontos adatokat.

Az 1991/92 tanévben megbízott igazgatóként **Niedetzky Antal** (1933-1996) egyetemi tanár irányította az intézetet.

1992-ben az intézet igazgatója **Somogyi Béla** (1945-2006) lett. Kinevezésével az intézet kutatási koncepciója jelentősen megváltozott, modernizálódott, új kutatási módszerek és irányzatok (molekuláris szintű biológiai problémák fluoreszcencia spektroszkópiás megközelítése) meghonosítása vette kezdetét. Számottevően kibővült az intézet metodikai repertoárja, mindenekelőtt a molekuláris dinamikai kutatásokhoz használatos fluoreszcencia spektroszkópiái és képalkotó, valamint a korszerű sejtanalitikai módszerek bevezetésével.

Fontos fehérjedynamikai vizsgálatok kezdődtek el biológiai makromolekulák kölcsönhatásainak, belső szerkezetének és mozgásformáinak megismerésére. Somogyi professzor technikai érdeklődésének és az újdonságok iránti nyitottságának köszönhetően vezetése alatt a fluoreszcenciára épülő metodikák mellett számos egyéb kutatási módszer – nanobiológiai és egyedi molekula biofizikai, elektron paramágneses rezonancia spektroszkópiái, kalorimetria – honosodott és erősödött meg a pécsi Biofizikai Intézetben. Az *in vitro* rendszerek vizsgálata mellett a kutatás kiterjedt a makromolekulák élő sejtben való viselkedésének követésére és az eredmények gyakorlati problémákkal történő összekapcsolására is.

Somogyi professzor tisztában volt azzal, hogy a sikeres kutatáshoz elengedhetetlen a nemzetközi kutatási életbe és hálózatokba való bekapcsolódás. Ennek érdekében szervezte meg három alkalommal (1993, 1996 és 2000) a Molecular Recognition elnevezésű nemzetközi konferenciát, amelyre számos neves kutató látogatott el minden alkalommal. (Az intézet 2007 augusztusában Somogyi professzor emlékének tiszteletére rendezte meg a “ IV. Molecular Recognition” nemzetközi konferenciát.) Ugyanakkor Somogyi professzor nagy hangsúlyt fektetett a Biofizikai Intézet műszerállományának a fejlesztésére is. Tekintettel arra, hogy egy Pécsen korábban nem művelt módszertant honosított meg, ez komoly erőfeszítést igényelt. Rendkívüli szervezőképességének és technikai érzékének köszönhetően másfél évtized alatt a Biofizikai Intézet a Pécsi Tudományegyetem egyik legjobban felszerelt kutatóintézetévé vált, ahol a fluoreszcencia spektroszkópiái alkalmazásokra épülő fehérjekutatások nemzetközi viszonylatban is magas színvonalon folytak.

Somogyi professzor 2006-ban bekövetkezett halálát követően az intézet irányítását **Nyitrai Miklós** professzor (1969-) vette át és végzi jelenleg is. Vezetése alatt a Biofizikai Intézet kutatás spektruma tovább bővült, az intézet fő profiljává a citoskeletális fehérjék vizsgálata vált. Ez a bővülés jelentős fejlesztést igényelt a biológiai és azon belül is a molekuláris biológiai módszerek alkalmazásának a területén. A fejlesztés eredményeként az Intézetben működik egy molekuláris biológiai labor, ahol *E. coli* valamint *Baculo vírus* rendszerek használatával történik a fehérjék expresszálása.

Nyitrai professzor nagy hangsúlyt fektet a modern spektroszkópiái és optikai képalkotó módszerek meghonosítására és fejlesztésére. Ennek megfelelően a Biofizikai Intézet Fentobiológiai Laboratóriumában sor került egy úgynevezett upkonverziós fluoreszcencia spektroszkópiái rendszer megépítésére, amelynek segítségével néhány száz femtoszekundum és nanoszekundum közötti fluoreszcencia élettartamokat lehet megmérni. A labor másik zászlóshajója egy saját fejlesztésű két-foton gerjesztésen alapuló fluoreszcencia élettartam mikroszkóp (FLIM), amely gyakorlatilag ugyanakkor készült el, amikor a nagy mikroszkópiái cégek bevezették a piacra hasonló termékeiket.

A kutatás mellett folyamatosan fontos feladata az intézetnek az oktatás megújítása, modernizálása is. A kötelező, három nyelven oktatott Biofizika tárgy mellett a Biofizikai Intézet oktatja a gyógyszerészek számára szintén kötelező Biomatematika tárgyat is. A kötelezően választható tárgyak közé került a Biofizika fizikai alapjai című tárgy, amelyet az adott évfolyam mintegy 40 százaléka szokott felvenni. A Biofizikai Intézet részt vesz az angol nyelven folyó Biotechnológus M.Sc. képzésben is, és választható kurzusokat kínál modern kutatási módszerek, diagnosztikai eljárások fizikai háttere, citoskeleton és izom, illetve bioinformatika témakörökben.

Az intézet oktatói állományában jelenleg 1 kutató a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja, és négyen rendelkeznek az MTA Doktora címmel. További nyolc oktató rendelkezik Ph.D. fokozattal.

A Biofizikai Intézet munkatársai megalakulása óta aktívan részt vettek az MFBT munkájában. Ernst Jenő professzor 1961-69 között elnöke, majd haláláig (1981) tiszteletbeli elnöke volt a Társaságnak. Ernst Jenőt Tigyi József professzor követte az elnöki székben

1969-től 1990-ig, jelenleg tiszteletbeli elnök. Az elnökség munkájában Niedetzky Antal, Lakatos Tibor, Belágyi József, Kutas László, Nyitrai Miklós vettek részt az alapítás óta eltelt évtizedekben. Somogyi Béla több éven át a Társaság alelnöke volt, egészen haláláig. Lustyik György 1998 és 2007 között a gazdasági bizottság elnöke volt, Nyitrai Miklós 2011-től a Társaság főtítkárhelyettese.

NYITRAI MIKLÓS
intézetigazgató

A SZEGEDI TE BIOFIZIKAI TANSZÉK RÖVID TÖRTÉNETE (MAI NÉV: ORVOSI FIZIKAI ÉS ORVOSI INFORMATIKAI INTÉZET)

Az önálló tanszék megalakulásának személyi, kutatási és oktatási feltételei a hatvanas évek közepén alakultak ki a Kísérleti Fizikai Tanszéken. **Szalay László** (1920-1997) elismert tagja volt a szegedi molekuláris lumineszcencia iskolának, amely festékek valódi lumineszcencia jellemzőinek (abszorpció és fluoreszcencia spektrumok hatások, élettartam és polarizációfok) kísérleti meghatározásával foglalkozott. Egy amerikai tanulmányút (1964) során Szalay professzor érdeklődése a lumineszcenciának a biológiában, ezen belül a fotoszintézisben való alkalmazása felé fordult. Hazatérése után igyekezett ezt az új diszciplínát (biofizikát) a kollégáival és a hallgatókkal megismertetni. A maga köré gyűjtött néhány oktatóval (*Hevesi János* (1925-2004), *Tombácz Erzsébet* (1923) és *Kozma László* (1933)) készülékeket (spektrométereket) és hallgatói gyakorlatokat (sillabuszokat) állítottak össze, amellyel megvetették a biofizikai kutatás és az alapfokú oktatás feltételeit. A tanszék, mint önálló jogi intézmény 1969-ben jött létre Szalay professzor vezetésével a Kísérleti Fizikai Tanszék épületein (Dóm tér 9. és Rerrich Béla tér 1. I. emelet) belül. Az alapító tagokhoz (*Szalay László*, *Hevesi János*, *Tombácz Erzsébet* és *Zöllei Mihály* (1923-1995) hamarosan több fiatal oktató is csatlakozott: *Bálint Erzsébet* (1940), *Várkonyi Zoltán* (1938), *Ringler András* (1945) és *Maróti Péter* (1950).

Szervezeti átalakulások

A Biológus Tanszékcsoporthoz belül működő tanszék felemelkedését hatékonyan segítette az MTA Szegedi Biológiai Központjának megalapítása, ahol Szalay professzor a Biofizikai Intézet megalapítására és tudományos profiljának kialakítására kapott megbízást (1971-73). Az MTA támogatásával kutatócsoportot szervezhetett maga köré, amely a tanszéki kutatómunka motorjává vált, és Szalay professzor nyugdíjazásáig (1990) maradhatott egyben.

A Biológus Tanszékcsoporthoz új szegedi épületének átadásával a biológiai tanszékek új elrendezésének jegyében a Biofizikai Tanszék 1976-ban az Ady téri épületbe (Egyetem utca 2.) költözött. A tanszék vezetését Szalay professzor nyugdíjazása után **Maróti Péter** egyetemi tanár vette át 1991-ben. 1993-ban a tanszék a Fizikus Tanszékcsoporthoz csatlakozott. 2005-ben a tanszék két karon (ÁOK és TTIK) átvélt szervezeti egységgé alakult, nevét megváltoztatta (Orvosi Fizikai és Biofizikai Intézet), és vezetője **Ringler András** egyetemi docens lett. 2008-ban a tanszék visszaköltözött a Rerrich Béla téri (Béke) épületbe (III. emelet). 2010-ben újabb átalakítás történt, amelynek során egy újonnan alakult, **Bari Ferenc** egyetemi tanár által irányított Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai Intézet részévé vált.



C. V. Raman, Nobel díjas indiai fizikus (a később róla elnevezett fényszórás ill. spektroszkópiai eljárás felfedezője) látogatása a Szegei Egyetem Fizikai Intézetében az ötvenes évek elején. Szalay professzor jobbján (távolodó sorrendben) Ketskeméty István, C. V. Raman, Budó Ágoston, balján Salkovits Endre, Horváth János (háttal), Hevesi János és Gáti László.

Kutatás

A hatvanas-hetvenes évekbeli kutatások abból indultak ki, hogyan lehetne a festékek klasszikus spektroszkópiai jellemzésével szerzett tapasztalatokat és eredményeket egyrészt a fehérjék (enzimek), másrészt a növények fotoszintézisének kutatásában felhasználni. Cél volt a valódi (azaz torzításoktól (pl. re-abszorpciótól, szórástól, másodlagos fluoreszcenciától) mentes) spektroszkópiai jellemzők meghatározása, és ezeknek vizsgálati módszerként való felhasználása. A fehérjék (pl. lizozim, tormagyökér peroxidáz) fizikai-kémiai (pl. asszociációs és kötési) tulajdonságait a belső (saját) és külső (jelzőmolekulák) fluoreszcencia megfigyelésével követték nyomon. Festék-detergens rendszerek alkalmazásával vizsgálatok folytak a fotoszintetikus rendszerek energiavándorlásának modellezésére. A különböző fotoszintetikus pigmentek és klorofill-formák izolálása, azonosítása és spektroszkópiai leírása kezdőlépést jelentett egy nagyobb probléma, a különböző növények antenna-rendszerein belüli energiaátadás és fényhasznosítás kérdésének megoldásához. Ezek a vizsgálatok a növényfiziológia felé mutattak irányt. A stacionárius spektroszkópiai vizsgálatokon túl a hetvenes évek végétől új megközelítést és lehetőséget hoztak a házilagosan összeállított időfelbontott (kinetikai) berendezések (oxigén polarográf, kinetikai spektrofotométer és a késleltetett fluoreszcencia mérésére alkalmas fluorométer).

A nyolcvanas évek közepétől új kutatási irány kezdett kibontakozni, amely azonban a korábbi eredményekre és tapasztalatokra szervesen épült: baktériumok fotoszintézise, és ezen belül a fotoszintetikus reakciócentrum-fehérje (RC) vizsgálata. Ehhez a tenyésztési körülményeket, a biokémiai preparatív módszereket és a spektroszkópiai eljárásokat kellett átalakítani ill. megteremteni. A kutatási téma bevezetése több előnnyel járt: a növényekénél egyszerűbb mechanizmus miatt a működés egyes részletei alaposabb fizikai és kémiai vizsgálatoknak vethetők alá, a bakteriális RC szerkezete atomi részletességgel felderített, és modellként szolgál az energiaátalakító fehérjék és redox fehérjék nagy családjának. Ezzel a fotoszintézisen messze túlmutató, a molekuláris biofizika világába vezető útra térhettünk rá. A fény hatására kiváltott exciton-, elektron-, proton- és molekuladinamika együttesen tanulmányozható, és az eredményeink is ezekre a területekre terjednek ki.

Újabban a RC fehérjét különböző környezetbe (liposzómába, szén nanocsövekbe) ültetjük, amellyel az alapjelenségek (pl. membránon keresztüli protongradiens kialakulása) kutatása mellett a mesterséges fotoszintézis (fényenergia-hasznosítás) és a környezetvédelem (pl. bioremediáció) lehetőségeit is kutatjuk.

A kutatásaink költségeit pályázati forrásokból fedezzük. Az OTKA megalakulása óta (1984) mindig támogatta a kutatásainkat. Kiterjedt a külföldi kutatási együttműködések hálózata, amelyet gyakran kétoldalú pénzügyi és munka-megállapodások erősítettek. Néhány, a tanszékkel huzamosabb kooperációban álló egyetemi és akadémiai intézmény: fizikai-kémiai intézetek Párizsban (11. Egyetem), Stuttgartban, Bariban és Kyoto-ban, biofizikai intézetek Urbana-ban, Baltimore-ban és Frankfurtban, növénybiológiai intézetek Göttingenben és Tempe-ben (Arizona). A tanszék munkatársai gyakori vendégek voltak ezekben a laboratóriumokban, és a kooperációs munkában egyenragú partnerként vettek részt. Az elmúlt négy évtizedben több száz *in extenso* közlemény született, amelyek összesített impakt faktora 500 felett van.

A tanszék munkatársai számos hazai és nemzetközi konferencia és tanfolyam szervezésével segítettek elő a tudományos eredmények megismertetését, valamint a tudományos kapcsolatrendszer kiépítését. Csak a Budapesten megrendezett kongresszusokat tekintve, részt vettek a Lumineszcencia (1968), a Biofizika (1993) és a Fotoszintézis (1998) világkongresszusok (ill. ezek szatellit-konferenciáinak) lebonyolításában. Kezdeményezői és több évtizeden át mozgatói voltak a hazai szervezésű „A lumineszcencia kutatások legújabb eredményei” vándor-iskolának és kiadvány-sorozatnak.

Oktatás

A tanszék léte és súlya az oktatási feladatok volumenétől és spektrumától függ. Az oktatási terhelés gerincét az első éves orvos- és fogorvostanhallgatók fizika, később biofizika, majd újabban orvosi fizika képzése adja (kiegészülve a biometria tárgy oktatásával) magyar, angol (1984-től) és német (2000-től) nyelveken. A gyakorlati oktatásra helyezett egyre nagyobb hangsúly következményeként a laboratóriumi gyakorlatok anyagát először a hetvenes években, majd a kilencvenes évek elején újítottuk meg. A biofizika tárgy oktatását a tanszék kollektívája több jegyzet írásával segítette, amelyeket angol nyelven is kiadtunk a külföldi hallgatók képzésének elősegítésére. 2010-ben a gyakorlati képzés új struktúrát kap, amennyiben a korábbi laboratóriumi gyakorlatok helyébe részben élettani orientáltságú, számítógéppel segített kísérletek, másrészt szeminárium foglalkozások lépnek.

A tanszék szerepe a TTIK hallgatóinak biofizika képzésében tanulságos feljutást majd csökkenést mutat. Büszkék vagyunk arra, hogy a tanszék a hetvenes-nyolcvanas években úttörő szerepet játszott a hazai egyetemek között a nem-orvostanhallgatók számára összeállított biofizika képzés bevezetésében. A biológus és biológia-kémia tanárszakos hallgatók laboratóriumi és számolási gyakorlatokkal társult fizika (2 félév) és biofizika (3 félév) oktatásban részesültek. A kilencvenes évek közepétől a fizikus hallgatóknak is adunk elő 1 félévben bevezető biofizika előadást. Számos biofizikai tárgyú egyetemi jegyzetet adtunk ki a hallgatók felkészülésének segítésére. 2003-tól 5 éves biofizikus egyetemi szak indult, amelyet azonban a bolonai rendszerre való áttérés elsodort. A tanszékcsoportokra szűkülő önálló (pénzügyi) szabályozás a biológus-képzésben a tanszék szerepét marginalizálta.

1993 óta veszünk részt a Fizikus Doktori Iskolában önálló (biofizika) programmal, amelynek keretében az utánpótlás legmagasabb szintű nevelése folyik.

Perspektíva

Az elmúlt negyven esztendőre visszatekintve láthatjuk, hogy a tanszék történetének voltak felemelkedő szakaszai, amelyek reménnyel tölthetik el a jelenkor krónikását. A biofizika, mint tudományági diszciplína, zabolátlan fellendülését éli a külföldi egyetemeken, sok helyen ez az interdiszciplináris tudomány jelent csomósodási gócot a kiutat kereső tudósoknak, és dob mentővet fizikusoknak, vegyészeknek. Bízunk abban, hogy ez a tendencia előbb-utóbb a hazai felsőoktatásba is beköszönt (üditő példát adnak a budapesti és a debreceni egyetemek), és a sokszor kicsinyes, lokális érdekek fölé tud kerülni.

Kiegészítés:

Akadémiai címet szereztek a tanszék kutatójaként: Maróti Péter 1992. a biol. tud. doktora, Laczkó Gábor 1996. az MTA doktora, Várkonyi Zoltán 1976. a biol. tud. kandidátusa, Vozáry Eszter 1982. a biol. tud.kandidátusa, Várkonyiné Bálint Erzsébet 1995. a biol. tud. kandidátusa, Ringler András 1995. a biol. tud. kandidátusa, Nagy László 1996. a biol. tud. kandidátusa.

Megemlékezések Prof. Dr. Szalay Lászlóról (1920-1997):

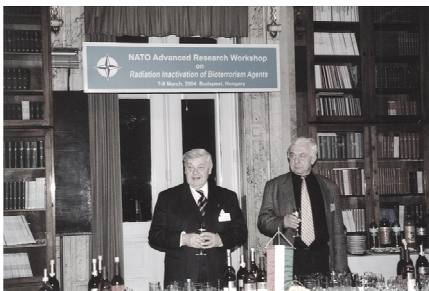
A MBFT Értesítője – 1997., 277-279. old.

Biofizika 32. kötet (szerk.: Vincze J., Bp., NDP Kiadó 2008), 122-133. old.

MARÓTI PÉTER
egyetemi tanár

ORSZÁGOS „FRÉDÉRIC JOLIOT-CURIE” SUGÁRBIOLÓGIAI ÉS SUGÁREGÉSZSÉGÜGYI KUTATÓ INTÉZET

Az OSSKI-t 1957. január 1-én az Egészségügyi Minisztérium alapította a Honvédelmi Minisztérium támogatásával Központi Sugárbiológiai Intézet néven. Az Intézet első igazgatója Dr. Várterész Vilmos volt, aki 15 éven át vezette az Intézetet. Az alapító okirat szerint az intézet alapvető feladata, hogy "tanulmányozza azokat a sugárbetegségeket (atombetegségeket) és gyógyításukat, amelyek az atomenergia békés és hadi célokra való felhasználása, valamint a radioaktív izotópok egyre kiterjedtebb alkalmazása folytán egyes személyeken vagy embercsoportokon előállhatnak". A Kormány határozata alapján, az egészségügyi miniszter 1959. január 1-jével az Intézet nevét "Frédéric Joliot-Curie" Központi Sugárbiológiai Kutató Intézetre változtatta. A hazai atomenergetikai program elindulása következtében az Intézet feladatköre módosult, bővült a sugáregészségügyi kutatási és gyakorlati tevékenység országos irányításával és végrehajtásával, a munkahelyi és környezeti sugáregészségügyi feladatokkal, valamint radioaktív gyógyászati készítmények kutatásával és fejlesztésével. Az Intézet nevét az egészségügyi miniszter 1963-tól Országos "Frédéric Joliot-Curie" Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézetre (OSSKI) módosította. Az intézet alapító Várterész Vilmos halála után 1972-74 között az OSSKI Dr. Predmerszky Tibor mb. igazgató főorvos irányítása alatt állt. Az új feladatoknak megfelelően 1974-től az Intézet harmadik igazgatója, Dr. Sztanyik B. László főigazgató-főorvos az Intézetet átszervezte és három szakmai főosztályra tagolta: Sugárbiológiai, Sugáregészségügyi, valamint Sugárzás- és Izotópalkalmazási főosztályokra. A nyolcvanas évek közepétől negyedik egységként létesült a Nem-ionizáló Sugárzások önálló osztálya, amely 1999-től Nem-ionizáló Sugáregészségügyi Főosztályként működik. Az Intézet 1998. január 1-jétől - Prof. Dr. Köteles György igazgató főorvos vezetésével – a "Fodor József" Országos Közegészségügyi Központ (OKK) szakmailag önálló részévé vált. 2004. szeptember 1. és 2007. április 30. között Dr. Pellet Sándor főigazgató főorvos vezette az intézetet. Az OKK megszűnését követően 2007. január 1.-től az OSSKI az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat országos intézményeként működik. 2007. május 1.-től 2011. június 14-ig az országos tiszti főorvos megbízása alapján Dr. Turai István látta el az OSSKI főigazgató főorvosi teendőit. 2011. június 15-től Dr. Sáfrány Géza tölti be a főigazgató főorvosi pozíciót.



Prof. Dr. Koteles György és Dr. Gazsó Lajos az „Advanced Research Workshop on Radiation Inactivation of Bioterrorism Agents” c. NATO tanfolyam (OSSKI, Budapest, 2004. március 7-9) társigazgatói (a képen: már a tanfolyamzáró bankett házigazdái)

Az OSSKI szervezeti felépítése jelenleg három főosztályból, úgymint a *Sugárbiológiai Főosztály*, *Sugáregészségügyi Főosztály I. Ionizáló sugárzások* és a *Sugáregészségügyi Főosztály II. Nem-ionizáló Sugárzások*-ból áll.

A *Sugárbiológiai Főosztály*hoz három osztály tartozik. A *Molekuláris Sugárbiológia és Biodozimetria Osztály* az idén került kialakításra az 1998-ban létesült Molekuláris és Tumor Sugárbiológia Osztály alapjain. Az osztály feladata az ionizáló sugárzás biológiai hatásainak vizsgálata. A legkorszerűbb

módszertani eljárások segítségével tanulmányozzák az ionizáló sugárzás hatásait testi és ivarsejtekre, vizsgálják az egyéni sugárérzékenységben szerepet játszó folyamatokat, mind a sugáregészségügy, mind pedig a sugárterápia vonatkozásában, és tanulmányozzák a kis dózisok biológiai hatásait. Az osztály Magyarországon gyakorlatilag kizárólagosan foglalkozik a daganatok sugárbiológiájával, ezzel új sugárterápiás és egyéb tumor-terápiás modalitások egyedi, illetve kombinált alkalmazását segíti elő. Hazánkban elsőként kezdték meg az egyéni sugárérzékenység vizsgálatát sugárterápiás betegeken. Megállapították, hogy a betegek bőrbioptziás mintájából származó fibroblasztok *in vitro* sugárérzékenységének vizsgálatával megjósolható az adott beteg sugárterápiára adott válaszreakciója. Az egész emberi genomot lefedő DNS chip segítségével megállapították, hogy mindössze 30 olyan gén van, amely minden egyén fibroblaszt sejtjeiben azonos módon reagál a transzkripció szintjén a sugárhatásra. Sikertelenül olyan géneket is azonosítaniuk, amelyek szerepet játszhatnak az egyéni sugárérzékenységben. Az osztály dolgozói úttörő szerepet játszottak a génterápiás kutatások hazai bevezetésében. Megállapították, hogy több génterápiás eljárás (az immunrendszer aktivációja citokin termelő autológ daganatsejt vakcinákkal, gyógyszer- és sugárérzékenyítő gének bevitelle daganatsejtekbe) eredményesen alkalmazható agydaganatok kezelésére és ezek az eljárások igen jól kombinálhatók sugárterápiával is. Eljárást dolgoztak ki agydaganatos betegek kombinált gén- és sugárterápiájára. 2011-től az osztály feladata kibővült a biodozimetria irányába is, ennek keretében kromoszóma aberráció kimutatásokat és egyéb klasszikus sugárbiológiai metodikákon alapuló tesztek végeznek. A *Sejt- és Immun-Sugárbiológiai Osztály* a kis dózisú sugárzás immunrendszerre gyakorolt hatásait vizsgálja. A kis dózisok biológiai jelentőségét az adja, hogy a kis dózisú sugárkezeléssel járó diagnosztikus célú orvosi beavatkozások (pl. CT, PET, PET-CT, angiográfia, stb) száma az elmúlt évtizedben dinamikusan nőtt és ez a tendencia a jövőben is folytatódni fog. Vizsgálataik során két sejtcsoportra koncentrálnak: az antigén prezentációban kulcsszerepet játszó dendritikus sejtekre, valamint az immunrendszer gátlásáért elsősorban felelős regulátor T sejtekre. Az *Izotóp-alkalmazási és Állatkísérletes Osztály* tevékenységei elsősorban a nyílt radioaktív izotópporrások közegészségügyi-, agrárcélú- és állategészségügyi alkalmazásával függnek össze. Munkájuk magában foglalja a szakterület jogszabályi előkészítését, módszertani ajánlások írását, aktuális problémák kutatását, valamint a területen dolgozó szakemberek folyamatos továbbképzését. A szakterület aktuális kérdéseiről a lakosságot és a szakmai közvéleményt folyamatosan tájékoztatják. Izotópos állatkísérleteket végeznek, és kutadják-, népszerűsítik a szakterületen fellelhető alternatív módszereket.

Sugáregészségügyi Főosztály I. Ionizáló sugárzások keretein belül működő *Munkahelyi Sugáregészségügyi Osztály* feladata a hét ÁNTSZ Sugáregészségügyi Decentrum és az OTH munkahelyi sugár-egészségügyi tevékenységének szakirányítása, tevékenységének értékelése, harmonizálása. Jogszabályban meghatározott esetekben szakvéleményt bocsátanak ki hatósági döntések megalapozásához. Javaslatokat tesznek a munkahelyi sugárvédelem

jogszabályi háttérének a gondozására, és rendelet tervezeteket, szabvány tervezeteket, módszertani leveleket, jogszabályi végrehajtási útmutatókat dolgoznak ki. Kutatási feladataik közé tartozik az intervenció radiológiai eljárások gyakoriságának, a páciensek sugárterhelésének és a sugárterhelés csökkentési lehetőségeinek a vizsgálata. A *Lakossági és Környezeti Sugáregészségügyi Osztály* részt vesz az országos radiológiai környezetellenőrzési programokban. Többek között fontos szerepet játszanak a Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (HAKSER) és az Egészségügyi Radiológiai Mérő és Adatszolgáltató Hálózat (ERMAH) tevékenységében. Az *Informatikai és Adatnyilvántartási Osztály* működteti az Országos Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (OKSER) adatbázisát, amely feladata az ágazatok radiológiai adatainak egybegyűjtése, és továbbítása az EU rendszereibe. Kifejlesztették a RADFOOD nevű szárazföldi tápláléklánc modellt és az ehhez szükséges felhasználói alkalmazást. Az *Országos Személyi Dozimetriai Szolgálat* látja el az ország minden olyan ionizáló sugárzást alkalmazó munkahelyén foglalkoztatott összes "A"-besorolású munkavállaló hatósági személyi dozimetriai ellenőrzését, mely munkahelyekre ezt a hatályos jogszabályok előírják.

A *Sugáregészségügyi Főosztály II. Nem-ionizáló Sugárzások-hoz tartozó Elektromágneses Sugárzások Osztálya* tevékenysége során vizsgálja a környezetünkben legjellemzőbben előforduló elektromágneses sugárzások biológiai és egészségre gyakorolt hatásait. Ennek keretében *in vitro* és *in vivo* körülmények között vizsgálták a sztatikus és hálózati frekvenciájú, 50 Hz-es mágneses tér biológiai hatásait a melatonin hormon termelésére és a DNS száltörések kialakulására. Humán vizsgálatokban tanulmányozták a mobil telefon kézi készülékek rádiófrekvenciás sugárzásának hatásait a hallórendszerre, a nyugalmi EEG-re és a kognitív funkciókra. *In vitro* kísérletekben kutatták a különböző típusú mobiltelefon rendszerek (GSM, UMTS) sugárzásának genotoxikus hatását. Részt vettek az európai lakosság elektromágneses tér expozíciójának és az ebből eredő egészségi kockázatoknak a meghatározásában. Számos felmérést végeztek a hazai lakosságot érő környezeti elektromágneses tér expozíciójára vonatkozóan is. Az *Optikai és Lézersugárzások Osztálya* vizsgálta az infravörös lézersugárzás hatását a citoszol fehérjék kifejeződésére a rheumatoid arthritis-ben és osteo arthrosis-ban szenvedő betegek synovialis membránján. Felmérték a napágyak használatának hazai elterjedtségét és az abból származó lakossági ultraibolya sugárzás expozíciót.

Kutatási tevékenysége mellett az OSSKI tevékeny szerepet vállal a sugárvédelem oktatásában. Részt vesz a sugáregészségügyi és a Sugárterápiás szakorvos képzésben is. Az OSSKI működteti az Országos Sugáregészségügyi Készenléti Szolgálatot, amely a nap 24 órájában riasztható sugárforrásokkal kapcsolatos rendkívüli helyzetben. Az Intézet kutatói 1957-től 10 MTA doktori és 45 PhD (kandidátusi) dolgozatot készítettek.

Az OSSKI a kezdetektől fogva az MBFT fontos háttérintézményeként, szakmai bázisaként szolgált, munkatársai tevékeny szerepet játszottak az MBFT alapításában is. A 111 hajdani alapító tagból 15-en voltak az OSSKI kutatói. Az MBFT alapító elnökségében Sztanyik B. László képviselte az Intézetet. 1964-ben az MBFT 3. Vándorgyűlését, az első budapestit, az OSSKI akkori igazgatójának, Várterész Vilmosnak az elnökletével az OSSKI budafoki kastélyában rendezték. Az 1991-es a Nagyvárad téri Közegészségügyi Központban rendezett 16. Vándorgyűlés elnöke, Sztanyik B. László, az intézet főigazgatója, fő szervezője pedig Köteles György, az OSSKI főigazgató helyettese volt. Az OSSKI munkatársai adják a Sugárbiológiai szekció tagjainak többségét, emellett alapvető szerepet játszottak a Radioökológiai és a Membrán Szekciók alapításában, munkájában is.

SÁFRÁNY GÉZA
főigazgató

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA SZEGEDI BIOLÓGIAI KUTATÓKÖZPONT BIOFIZIKAI INTÉZETE

A Magyar Tudományos Akadémia kutatóintézet-hálózatának legnagyobb tagja a 2011-ben 40 éves Szegedi Biológiai Kutatóközpont. Tevékenysége lefedi a teljes modern molekuláris biológiát. Négy intézetre tagozódik tematikai és szervezeti szempontból, ezek a Biofizikai Intézet, a Biokémiai Intézet, a Genetikai Intézet illetve a Növénybiológiai Intézet. Eredetileg, illetve egészen a közelmúltig a Kutatóközpont részét képezte a budapesti székhelyű Enzimológiai Intézet is. A jelen beszámoló a Biofizikai Intézetet mutatja be. Megjegyzem azért, hogy az Enzimológiai Intézet is számos biofizikai vonatkozású kutatást folytat, jellemző, hogy a Magyar Biofizikai Társaság jelenlegi elnöke, Závodszy Péter, ezen intézet kutatója.

A Biofizikai Intézet összesen kb. 60 fővel, illetve 40 kutatóval az élővilágot a fizika eszközeivel kutatja. A kutatási irányok természetesen sokat változtak az évek során, mindig a legmodernebb, a kor érdeklődésének a középpontjában levő, illetve a technikai lehetőségeknek megfelelő témákkal foglalkoztunk. Az induláskor az alábbi témákat műveltük: a fotoszintézis energiaátalakítása, a biomembránok modelljei, az élet aszimmetriájának eredete, az idegi ingerületáttevődés mechanizmusa. E témák evolúciójaként alakult ki a mai tematikai struktúra. Jelenleg 5 csoportban folyik a munka, ezek neveinek felsorolása jól illusztrálja a jelenlegi aktivitást:

Fehérjedinamika, Biológiai Energiaátalakítás és Nanobiotechnológia Laboratórium
Membránszerkezet és Dinamika Laboratórium
Molekuláris Neurobiológia Laboratórium
Energiaátalakító Redox Enzimek Laboratórium
Metalloproteinek Biofizikája Laboratórium

Ahogy a Kutatóközpont a molekuláris biológiát célozza, úgy a Biofizikai Intézet a molekuláris biofizikára épül. Az egyedi biomolekulák működésétől a mikroszkopikus idegi folyamatokig, baktériumok mozgásáig, kommunikációjáig terjed a vizsgált folyamatok spektruma. Minden lehetséges módszerrel keressük az élő rendszerek szerkezetének és működésének jellemzőit, ezek kapcsolatát. Kutatásunk döntően kísérletekre épül, az eredmények értelmezése természetesen a megfelelő elméleti eszköztárral, elemzésekkel történik.

Fontos vizsgált folyamat a biológiai energiaátalakítás mechanizmusa. E vizsgálatokat elsősorban a bakteriorodopszin nevű transzmembrán protonpumpa rendszeren végezzük. Hosszú időre visszanyúlnak ilyen irányú kutatásaink, spektroszkópiai és fotoelektromos kísérletekben a fehérje-gép működésének számos lényeges lépését tisztáztuk. Meghatároztuk, hogyan mozog a fehérje a működés során, hogyan kapcsolódik mindez a töltéstranszporthoz, mik az egyes lépések energetikai jellemzői. A téma nem avul az évek során – mostanában a színes fehérje nemlineáris optikai tulajdonságait kihasználó optoelektronikai eszközöket fejlesztünk alkalmazásával.

A fehérjék szerkezetének, működésének kapcsolata a biofizika egyik központi kérdése. E kérdéskör különböző aspektusait számos érdekes fehérjén vizsgáljuk, kiemelkedik a redox fehérjék töltéstranszportjának a részletes jellemzése. A kutatás eddig nem ismert redox fehérjék felfedezésétől és jellemzésétől, a töltésátadás fehérje dinamika általi meghatározottságától újszerű oszcilláló elektrokémiai reakciók részletes leírásáig terjed.

Leggyakrabban fém centrumokhoz kötődik a töltések reverzibilis megkötése, a metalloproteinek kiemelt érdeklődésünket élvezik.

A biológiai rendszerek szerveztségének következő szintje a biomembránok. Nagymúltú csoportunk a membránok szerkezetének, dinamikájának, a lipid-fehérje kölcsönhatás részleteinek alapos kutatója. A korábbi alapvetően spektroszkópián alapuló kísérleti vizsgálati módszereket újabban kiegészítik összetett molekula dinamikai számítások,

A biológiai energiaátalakítás fontos gyakorlati vonatkozású területe a mikrobális gáztermelés. A gáztermelés megvalósításával kettős célt lehetne elérni: ártalmatlan szerves hulladékok lebontása és az energiatermelés egyszerre érhető siker esetén. Különböző gázok között kiemelt helyet foglal el a biohidrogén termelése, a hidrogén talán a legkellemesebben használható energiahordozó anyag.

Az idegi folyamatok részletei szintén patinás kutatási területünk. Az idegi ingerületáttevődés elemi lépései, illetve ezeknek a magasabb rendű működésre gyakorolt hatása folyamatosan kutatott téma. Jelenleg a fő érdeklődési irány az idegrendszer plaszticitása. Nagyon érdekes, és a gyakorlat szempontjából is óriási fontosságú, hogyan adaptálódik az idegrendszer a megváltozó környezethez, vagy akár hogyan regenerálódik a sérüléseket követően.

Új irányzat intézetünkben a baktérium közösségek életének vizsgálata. Tanulmányozzuk a populációk kialakulását, hogyan befolyásolja dinamikáját az élettér struktúrája, esetleges felosztása. A baktériumok kommunikációját, e kommunikáció által vezérelt rajzás részleteit is elkezdjük kutatni.

Ez utóbbi irányzat újszerű kísérleti eszköztárat igényel: Az utóbbi évtized lényeges tematikai újítása a mikrostruktúrák használata biofizikai kísérletekben. A világszerte egyre népszerűbb optikai mikromanipulációs eljárások kiterjesztését érjük el megfelelő alakú mikroszkopikus testek alkalmazásával. A kifejlődött mikrofluidikai kutatásokban akár egyes biomolekulák jellemzésére is mód van. Vizsgáljuk a molekulák mechanikai tulajdonságait, a működést kísérő mozgásait.

A mikrostruktúrák alkalmazásával új biotechnológiai kutatási-fejlesztési irányt is elindítottunk. Mikrofluidikai eszközöket építünk, és az ezekben zajló folyamatok jellemzését is végezzük. Érdeklődésünk elsősorban az optikai megfigyelésre illetve optikai manipulációra irányul, az ide vonatkozó kutatásaink a mostanában optofluidikának is nevezett területre esnek. Az alkalmazott struktúraépítési eljárásainkkal optikai fényvezetőket is tudunk készíteni, ezekből pedig optoelektronikai rendszereket állítunk össze. Nagyon érzékeny optikai szenzorokat készítünk például, amelyekkel jelölésmentes úton antigén-antitest reakciókat tudunk detektálni, reményeink szerint gyakorlatban is jól használható diagnosztikai eljárásokat tudunk kialakítani.

Metodikai eszköztárunk alapja a különböző spektroszkópiák: az ultraibolya tartománytól az infravörösre használjuk a biológiai anyag jellemzésére. A folyamatok időbeli jellemzése egyik erősségünk, akár femtoszekundumos feloldással tudjuk követni a spektroszkópiái változással járó folyamatokat. A biológiai folyamatok töltésmozgással is járnak, sajátos képességünk a bioreakciókat kísérő töltésmozgások jellemzése elektromos úton, e téren is képesek vagyunk femtoszekundumos időfeloldású mérésekre. Mindenféle optikai mikroszkópiát is művelünk, e mikroszkópok némelyikére optikai csipeszt építettünk, azaz mód van benne a vizsgált mikroszkopikus méretű objektumok manipulálására. A mechanikai manipulációk illetve pásztázó képalkotás eszköze az atomerő mikroszkóp.

A mechanikai manipulációk lehetőségeit nagyban megnöveli mind az optikai, mind pedig az atomerő mikroszkópos eljárásokban az intézetünkben kidolgozott kétfotonos fotopolimerizációs mikrostruktúra építési technika. Itt módusszinkronizált pikoszekundumnál rövidebb impulzusokat kiadó közeli infravörösben világító lézer fényét fókuszáljuk fényre keményedő polimerbe, a fókuszban így az anyag polimerizációját érjük el, és a fókusz

mozgásával rajzoljuk ki a struktúrát. E mikroszkopikus struktúrákkal újfajta manipulációs lehetőségek nyílnak meg, de alkalmazásukkal biológiai objektumok mozgását is modellezni tudjuk jól kontrollált körülmények között.

Természetesen rendelkezünk elektronmikroszkóppal. Kissé már előregedett műszerünk sajátsága, hogy képes a mintán áthaladó elektronnaláb energiavesztését megmérni, ezáltal a minta elemi összetétele is meghatározható a nyaláb átmérője által meghatározott térbeli feloldással.

A biomembránokat alkotó lipid-fehérje rendszerek tradicionális vizsgálati módszere az ESR spektroszkópia, illetve a kalorimetria, nagy tapasztalattal, széleskörűen alkalmazzuk a biomolekulák szerkezetének, mozgásának, kölcsönhatásának a vizsgálatára.

Kutatásainkat igyekszünk mindig megújítani, mind a témák, mind pedig a kísérleti technikák tekintetében. A megújulás fontos része a kutatói megújulás, tisztában vagyunk vele, hogy jövőnk záloga a tehetséges fiatalok bekapcsolódása munkánkba. Bár intézetünknek nem alapfeladata az oktatás, minden lehetséges szinten részt veszünk az oktatásban, számos kurzust tartunk, sok egyetemi hallgató nálunk készíti diplomamunkáját, illetve végzi nálunk a PhD fokozathoz szükséges kutatómunkáját. E munkánk színvonalát dicséri és nagy büszkeségünk, hogy egy PhD hallgatónk, Galajda Péter 2002-ben (Ormós Pállal megosztva) Széchenyi-díjat kapott – ez Magyarország egyetlen PhD hallgatója által elért ilyen magas elismerés. Ő egyébként ezután hamarosan posztdoktorként külföldre távozott, és eredményes amerikai, majd hollandiai kutatómunka után tavaly egy MTA Lendület pályázat nyerteseként hazatért anyaintézetébe, és már függetlenként saját csoportot alapítva önálló kutatási irányban dolgozik.

Továbbra is folytatni kívánjuk a stabil alapokon való intenzív építkezést. Azon dolgozunk, hogy értékeinket megtartva, eredményes kutatási irányainkat megújítva- folytatva, egyúttal érdekes akár teljesen új területeket nyitva folyamatosan javítsuk intézetünk tudományos teljesítményét. Remélem, hogy a legközelebbi értesítőben ismét lényeges új eredményekről, kutatási irányokról tudunk majd beszámolni.

ORMÓS PÁL
főigazgató

A BIOFIZIKA 50 ÉVE A KAROLINA ÚTON – AZ MTA ENZIMOLÓGIAI INTÉZETÉBEN

A Magyar Biofizikai Társaság 50 éves. A társaság története tagjainak és azok intézményeinek történetéből tevődik össze és a mi történetünk is éppen ötven éves, amelynek elindítója és tanúja lehettem. 1962-ben léptem be – gyakornokként – az akkori Biokémiai Intézetbe az események szerencsés összjátéka folytán. Ebben az évben végeztem fizikusként Debrecenben, és élettudományokkal, biofizikával szerettem volna foglalkozni. A Karolina úton pedig Straub F. Brúnó az intézet akkori igazgatója fizikust keresett, mert mint mondta első beszélgetésünk során: az élettudományok ekkor érkeztek el abba a stádiumba, hogy a jelenségeket az atomok és molekulák szintjén, a fizika elveinek és módszereinek segítségével közelítsük meg. A hatvanas évek elején a biokémiában jelentős szemléleti, koncepcionális és technikai változások kezdődtek. Én is felismertem a lehetőséget, mind a molekuláris biológiai témában, mind Straub szuggesztív személyiségében és végleg eldöntöttem, biofizikus leszek. Straub első perctől egyenrangú partnerként kezelt és rendszeresen kezdeményezett elmélyült szakmai beszélgetéseket. Arra volt kíváncsi, hogy egy fizikus miként képzei el annak az atomhalmaznak a viselkedését, amit fehérje molekulának nevezünk. Különösen a térbeli és

energiabeli fluktuációk kérdése és azok statisztikus fizikai kezelésének lehetősége érdekelte. Ezek a beszélgetések is hozzájárultak azután az akkor forradalmi és ma már nyilvánvaló „fluktuációs fit” elmélet megfogalmazásához (Straub, 1964.).

A biofizikai megközelítés nem volt előzmények nélkül a Karolina úton. Elődi Pál, végzettségére nézve, biológia tanár, igen nagy fogékonyságot mutatott a molekuláris kölcsönhatások, a fizikai módszerek és a kvantitatív megközelítés iránt. Sokat beszélgettünk, s próbáltuk összehozni, a fizikusok és biológusok nyelvét és fogalomtárát. A biokémia preparátumok készítését és kezelését is el kellett sajátítanom. Mindez a későbbi pályafutásom során nagy hasznomra vált. Elődi Pál csoportjában mindenekelőtt a műszerépítés, javítás és üzemeltetés volt a dolgom. Akkor nem láttam igazán annak a veszélyét, hogy problémák helyett többnyire technikai feladatokat kaptam. Működtettem az ország első és egyetlen analitikai ultracentrifugáját (Phywe), szétszedtem, összeraktam, megismertem minden részében – így hoztuk létre azután a Magyar Optikai Művekben – Rohonci Ferenc mérnök barátommal, a teljesen új műszer építési koncepción nyugvó, híres MOM ultracentrifugát, minden idők legsikeresebben exportált magyar nagyműszerét, amelyből több száz darab üzemelt – a „szocialista táboron” kívül az USA-ban és Japánban is évtizedeken át. Prototípusát ma is őrizzük az Intézetben, üzemképes állapotban. Ezekben az években – amellet, hogy készültem egy majdani szegedi röntgen diffrakciós laboratórium megalapítására, azzal foglalkoztam, hogy egyrészt a dinamikus enzimműködés statisztikus fizikai leírását, másrészt a jelenség kísérleti bizonyításának lehetőségét megtaláljam. Az előbbit most is keresem, mivel a heterogén rendszerek statisztikus fizikája nem kínált elfogadható megoldást. A kísérleti munkában szerencsésebb voltam, a hidrogén-deutérium izotóp kicserélődés sebességének infravörös spektroszkópia útján történő követése alkalmas módszert kínált és ennek segítségével már 1966-ban sikerült a konformációs dinamika alapján nyugvó leírást adnunk az enzimek, szubsztrátumok által indukált konformáció változásainak mechanizmusára. Ez a koncepció, azóta jelen van, kutatócsoportunk kísérleti munkáinak értelmezésében.

1962-ben az első fizikus voltam a Karolina úton, hét évre rá másodikként Lakatos Zsuzsa csatlakozott a csoporthoz, aki az enzimek alegységei közötti nem kovalens kölcsönhatások leírásában ért el jeles eredményeket. Lakatos Zsuzsa révén került hozzánk évfolyamtársa, a harmadik fizikus Simon István, aki kezdetben kísérleti munkát végzett és fehérjék kisszögű Röntgen szórásával foglalkozva metodikai fejlesztéseket is végrehajtott. Bekapcsolódott a fehérjék konformációs dinamikai jellemzésének munkájába is és egy sikeres összefoglalót írt ebben a témában. Simon István egyre inkább az elméleti tevékenység és a bioinformatika irányába fordult. Később létrehozva saját kutatócsoportját, jelentős sikereket ért el elsősorban a membránfehérjék topológiájának jóslásával kapcsolatban. Tevékenységének fontos állomása volt a fehérjék stabilitásában meghatározó szerepet játszó nem kovalens keresztkötések leírására általa bevezetett "stabilitási centrum" fogalom megalkotása illetve ezen centrumokat alkotó aminosavaknak az aminosav sorrendből történő becslésére szolgáló eljárás kidolgozása. A stabilitási centrumok becslésére illetve elemzésére szolgálnak a világhálóra telepített SCpred, SCide és SRide szerverek, míg a kovalens keresztkötéseket, a diszulfid hidakat alkotó ciszteinek vizsgálatára a CYSREDOX szerver szolgál, amit egykori diákjával Fiser Andrással készített. Különösen nagy visszhangot váltottak ki a transzmembrán fehérjék szerkezet szerveződésének alapelveit feltáró cikkek illetve az ezen alapelvekre épített topológia becselő algoritmusokat bemutató cikkek. Ezek közül a három legidézettebb eredeti közleménye összesen több mint kétezer hivatkozást kapott. Az első, a DAS szervert írta le, amit egykori diákjával, Cserző Miklóssal és svéd kutatókkal közösen készítettek. A másik kettő, amit egykori diákjával Tusnady Gáborral írt, kizárólag Magyarországon készült munka volt. Ezekben rámutattak, hogy a legnagyobb valószínűsége annak a topológiának van, amelyben az eltérő fizikai-kémiai közegekben lévő

polipeptid láncrészek aminosav összetételei maximálisan különböznek. Simon István ma az Intézet egyik legsikeresebb kutatócsoportját működteti és tagja az MBFT elnökségének.

Kutatócsoportunkban a későbbiek során elsősorban az allosztérikus jeltovábbítás mechanizmusának leírására törekedtünk számos több alegységből álló enzim esetén. Módszertani tárházunkat, optikai (optikai rotációs diszperzió, cirkuláris dichroizmus, UV és fluoreszcencia és NMR spektroszkópia), hidrodinamikai (analitikai ultracentrifuga, fluoreszcencia depolarizáció, kisszögű röntgenszórás), energetikai (adiabatikus pásztázó mikro kalorimetria, izotermális kalorimetria) immunológiai és enzimkinetikai módszerekkel bővítettük. A hetvenes évek elejére kialakult az intézetben az ország első és legjelentősebb szerkezeti biofizikai módszer és eszköztára.

Mivel a konformációs fluktuációk hőmérséklet függőek 1976-ban kiterjesztettük konformációs dinamikai vizsgálatainkat termofil mikroorganizmusokból izolált hőstabilis, majd később hidegtűrő mikroorganizmusokból izolált hidegtűrő enzimekre. A különböző hőstabilitású homológ enzimsorokon végzett összehasonlító vizsgálataink alapján fektettük le a „dinamikusan egyenértékű állapotok” tételét miszerint a különböző élettani hőmérsékleten működő enzimek térszerkezeti flexibilitása az evolúció során igazodott a működési hőmérsékletéhez és igazoltuk számos esetben. Kilar Ferenc volt az első vegyész a biofizikus csoportban. 1977-től tevékenykedett a Karolina úton, majd megvédve kandidátusi disszertációját Pécsen folytatta tevékenységét, ahol ma tanszékvezető egyetemi tanár.



A MTA SZBK Enzimológiai Intézet biofizikusainak egy csoportja

Vonderviszt Ferenc csatlakozása a kutatócsoporthoz 1982-ben jelentősen hozzájárult ahhoz, hogy az Intézetben a molekuláris szemléletű szerkezeti biológiai kutatások további teret nyertek. Ebben az időszakban a fehérjék általános szerveződési elveinek felderítésével és az immunkomplex-komplement kölcsönhatás molekuláris mechanizmusának tanulmányozásával foglalkozott. Megszerezte a tudományok doktora fokozatot, majd hosszabb japán tanulmányút után létrehozta saját biofizikai (bio-nanotechnológiai) iskoláját Veszprémben. Mai napig részt vesz kutatócsoportunk munkájában és a rendezetlen fehérjeszakaszok flagelláris exportrendszerbeli jelfelismerő szerepével kapcsolatos eredményei úttörő jelentőségűek.

1991-ben újabb két fizikus csatlakozott a „fizikus csoporthoz” Kardos József és Szilágyi András, akik friss szellemet is hoztak a fehérjék stabilitásának, konformációs flexibilitásának és működésének összefüggését célzó kutatásainknak. Ekkor megszerezte tevékenységet is végeztünk és a fehérjék hőstabilitását meghatározó szerkezeti tényezőket foglaltuk rendszerbe az akkor rendelkezésre álló összes szerkezet összehasonlító analízise

útján. Ez a munka utat nyitott a fehérjék hőstabilitásának racionális tervezés útján történő megváltoztatásához. Ezek az eredményeinket a cellulózfehérítésben használatos Xilanáz enzim hőstabilitásának növelésével az alkalmazott kutatások irányába is folytattuk.

Kutatócsoportunk az enzimek mellet kísérleti objektumként immunglobulinokkal is foglalkozott. Ezek a több doménből álló fehérjék jó objektumnak ígértek a domének közötti allosztérikus jelátadás mechanizmusának felderítésére. Vizsgálatink azt igazolták, hogy a térben távoli antigén és a komplement kötő helyek közötti jelátadásban a konformációs fluktuációknak a haptén kötés által történő áthangolása játszik szerepet. Az immunglobulinokkal végzett munka vezetett kutatócsoportunk egy másik, a mai napig sikerrel művelt kutatási irányához. A komplement rendszer aktiválási mechanizmusát kívánjuk felderíteni az abban részvevő proteázok szerkezetének alapján. Gál Péter molekuláris biológiai ismeretei és eszköztára új lehetőségeket nyitott meg előttünk. Ezen a területen az tett bennünket versenyképessé, hogy baculovírus rovarsejt rendszerben elsőként tudtunk natív és áttervezett, emberi komplement proteázokat kifejezni. Első lépésben a komplement aktiválás klasszikus, immunkomplexek segítségével, történő aktiválásának mechanizmusára vonatkozóan tettünk új felismeréseket. Ennek alapjául szolgált, hogy sikerült röntgen diffrakciós módszerrel meghatározni a C1r térszerkezetét aktivált formában (Kardos et al. 2008) ezt követően további öt komplement fehérje térszerkezetét határoztuk meg röntgen diffrakciós módszerrel, s a szerkezetek alapján a rendszer szabályozását írtuk le molekuláris szinten. Érdeklődésünk kiterjedt a komplement aktiválás nemrégiben felfedezett lektin útjára is. A mannánhoz kötött szerin proteáz 1 és 2 aktív illetve proenzim formáinak szerkezetét meghatározva atomi szinten tudtuk értelmezni az aktiválás mechanizmusára vonatkozó kísérleteinket. Majd a közelmúltban a komplement rendszer indító szerin proteázainak szelektív gátlószereit kifejlesztve javasoltunk szerkezeti alapú funkcionális modellt a lektin út aktiválására.

A biofizikai tevékenység Intézetünkben és kutatócsoportunkban, úgynevezett alap vagy felfedező kutatás. Ennek mintegy melléktermékeként jött létre hat szabadalom és számos gyakorlatban hasznosított eredmény: a már említett MOM analitikai ultracentrifuga, akusztóoptikai deflektor (az MTA SzTAKI munkatársaival együtt működésben), és specifikus, gyógyszer fejlesztésre alkalmas inhibitorok. Ugyancsak fontosnak tartom megemlíteni azt a több mint 30 PhD dolgozatot, amelyek részben vagy egészében biofizikai témában készültek.

Az Intézetben a molekuláris és biofizikai szemléletmód és a fizikai módszerek használata átszövi minden kutatócsoport működését, nemcsak a két biofizikus csoport tevékenységét, s ez jórészt a fizikusok 50 éve tartó folyamatos jelenlétének köszönhető. Ez a szemlélet ötven éve indult el. Ilyen módon az MTA Enzimológiai Intézetében a biofizika egyidős a Magyar Biofizikai Társasággal, így méltán ünnepeljük együtt ezt a kerek évfordulót.

ZÁVODSZKY PÉTER
kutatóprofesszor

Megjegyzés:

Az Intézet új neve 2012. január 1-től **MTA Természettudományi Kutatóközpont (MTA TTK) Enzimológiai Intézete.**

AZ ELTE BIOLÓGIAI FIZIKA TANSZÉKE

A Biológiai Fizika Tanszék az 1998-as megalakulása óta meghatározó szerepet tölt be az ELTE Fizikai Intézetének oktatási és kutatási feladatainak ellátásában, és szervesen kapcsolódik a hazai és nemzetközi tudományos élethez. A Tanszék első vezetője és egyben alapítója Vicsek Tamás volt, akitől a tanszékvezetői posztot 2006-ban Kürti Jenő vette át. Jelenleg a Tanszéken 8 főállású oktató dolgozik (közülük egy akadémikus és további négy az MTA doktora), akiknek a munkáját legalább ennyi, különböző pályázati pénzekre alkalmazott tudományos munkatárs és segédmunkatárs segíti. A Tanszéken működik még 2003. óta egy ELTE-MTA Biológiai Fizika Kutatócsoport Vicsek Tamás vezetésével, valamint ettől az évtől kezdődően egy ELTE-MTA „Lendület” Biofizikai Kutatócsoport Derényi Imre irányításával. A tanszék történetéről és tevékenységéről részletes beszámoló jelent meg a Fizikai Szemle 2005. augusztusi számában, valamint az alapítás 10. évfordulója alkalmából összeállított kiadványban (amely letölthető a tanszéki honlapról: <http://angel.elte.hu/>).



Az ELTE Biológiai Fizika Tanszék kutatói

Az felsőoktatásban az utóbbi évtized legjelentősebb eseménye a bolognai rendszerre való áttérés volt. Bár az átalakulás számos negatív következménnyel is járt, a biofizika oktatása és ezzel együtt a Tanszék szempontjából kifejezetten pozitívak a hatásai. Amellett, hogy sikerült integrálni a régi rendszerben már évtizedek óta sikeresen futó biofizika szakirányt mind a fizika alapszakba, mind pedig a fizikus mesterszakba, a Tanszék megalapította, majd 2009-ben elindította az önálló biofizikus mesterszakot. Ez a képzés már nemcsak a fizikai, hanem a biológiai alapokkal rendelkező hallgatók számára is lehetővé teszi a modern biofizikai ismeretek elsajátítását és egy versenyképes oklevél megszerzését. A Tanszék ezen kívül részt vesz számos egyéb szak (pl. biológia és kémiai alapszak) és szakirány képzésében, valamint a fizika doktori iskola programjában. Az alapítás óta eltelt 13 évben 30 fölött alakult a tanszéki oktatók irányítása mellett megvédett doktori értekezések száma. Hagyományosan nagy az aktivitás a diplomamunkák és a tudományos diákköri dolgozatok témavezetésében is.

A tanszéken a kutatási témák széles spektruma alakult ki, amelyek közül a legjellemzőbbeket (a vezető oktató/kutató nevének feltüntetésével) az alábbi felsorolás tartalmazza:

- kollektív mozgások és komplex hálózatok (Vicsek Tamás),
- szén nanoszerkezetek (Kürti Jenő),
- biooptika és biomechanika (Horváth Gábor),
- biodiverzitás és adaptív fajképződés (Meszéna Géza),
- fehérje- és membrándinamika, evolúcióelméletek (Derényi Imre),
- szövet- és szervfejlődés (Czirók András),
- mikroszkópiai fejlesztések és vizsgálatok (Szabó Bálint),

A kutatómunkát folyamatosan nagyszámú hazai és nemzetközi pályázat támogatja. Közülük is a legrangosabb Vicsek Tamás „ERC Advanced Grant”-je. A kutatások eredményességéért a Tanszék munkatársai számos tudományos díjban részesültek, melyek közül az elmúlt évtized legkiemelkedőbbjei két fiatal kutató, Farkas Illés és Palla Gergely Prima Junior díjai.

DERÉNYI IMRE
egyetemi docens

BIOFIZIKA AZ ELTE NÖVÉNYSZERVEZETTANI TANSZÉKÉN

Visszatekintés:

Budapesten az Eötvös Loránd Tudományegyetemen a Magyar Biofizikai Társaság megalapítása óta komoly hagyományai vannak a biofizikai jellegű kutatásnak és oktatásnak. Az 1960-1970-es években a Genetikai Tanszéken folyó fotoszintézis kutatások sorolhatók ebbe körbe. Itt Faludi-Dániel Ágnes, Láng Ferenc, Gyurján István és H-Nagy Anna körül csoportosultak ilyen kutatások. 1973-tól Láng Ferenc a Növényélettani Tanszéken alakított ki olyan csoportot, amelynek témája szintén főleg a fotoszintézis kutatások révén jól beleillett a biofizika profiljába. A klorofill pigmentek *in vitro* és natív komplexek vizsgálatára emelhető ki, amelyben abszorpciós, fluoreszcencia és cirkuláris dikroizmus vizsgálatokat végeztünk, valamint tanulmányoztuk e komplexek fotofizikai és fotokémiai aktivitását is. Ebben a csoportban Láng Ferenc irányításával dolgozott Szigeti Zoltán, Sárvári Éva, Böddi Béla és Nyitrai Péter. E munkák nemzetközi és hazai együttműködésekben folytak. Ezek közül kiemelhető a moszkvai Molekuláris Biológiai Intézetben A. A. Krasznovszkij és M. I. Bystrova kutatócsoportjával, a Moszkvai Állami Lomonoszov Egyetem Fizikai Kémiai Biológia Tanszékén F. F. Litvin professzor csoportjával, a Liegei Egyetemen C. Sironval és E. Dujardin professzorokkal valamint a Göteborgi Egyetem H. I. Virgin, később C. Sundqvist professzorral való együttműködés. A munkánkhoz jelentős segítséget adott az MTA Szegedi Biológiai Központja is, ahol Demeter Sándor, Soós József, Bagyinka Csaba adott lehetőséget speciális mérésekhez és a pigmentkomplexek spektrális tulajdonságainak értelmezéséhez, valamint az adatok számítógépes feldolgozásában. Nagyon hasznos diskusziókat folytattunk Garab Győzővel, Horváth Gáborral és a Növénybiológiai Intézet többi munkatársával is. A cirkuláris dikroizmus mérések területén végzett munka nemzetközileg is élenjáró volt a klorofill-kémiában. A spektrumok jelentésének megfejtésében az ELTE Szerves Kémiai Tanszékén Kajtár Márton hatalmas elméleti és gyakorlati tudására is számíthattunk. Jelentős együttműködést folytattunk a Szegedi József Attila Tudományegyetem Biofizika Tanszékével is, főleg Lehoczki Endrével.

Az ELTE Növényélettani Tanszékén végzett kutatási munka alapkérdése volt a fény szabályozó szerepének vizsgálata a növényi anyagcserében. Ennek egyik fő ága volt a sötétben nevelt növények zöldülésének vizsgálata. A magasabb rendű növényekben ugyanis fény nélkül a klorofill bioszintézise megakad, csak előanyaga a protoklorofillid alakul ki. Ez a pigment monomer, dimer és oligomer állapotban, nagyrészt membránhoz kötött fehérjéhez kapcsolódva található a levelekben. Különböző szervezettsége miatt natív állapotban jelentős spektrális és fotokémiai heterogenitást mutat. A spektrális heterogenitás okait nagyrészt multimolekuláris szilárd film és micelláris oldatok modellrendszeriben tanulmányoztuk, és megállapítottuk, hogy a pigment-pigment molekuláris kölcsönhatásoknak alapvető szerepük van a fent említett tulajdonságok kialakításában. Érdekes módon, fehérje és membrán-lipidek jelenléte nélkül is létre tudunk hozni a natívval csaknem minden paraméterében hasonló komplexeket. A későbbiekben a svéd Göteborgi Egyetemen (C. Sundqvist, M. Ryberg) együttműködve sikerült sötétben nevelt növények leveleiből izolálni is hasonló komplexeket, és végre tudtuk hajtani e natív komplexek spektrális jellemzését. A bonyolultabb natív jellegek értékeléséhez jó alapot adtak a korábbi modellrendszeres vizsgálatok eredményei. Munkánkat segítette japán professzorokkal kialakult együttműködésünk is: Y. Shioi, T. Sasa, T. Oku segítette munkánkat.

A jelen:

2000-től az ELTE Növényfiziológiai Tanszéke folytatta a sötétben nevelt növények zöldülési folyamatainak vizsgálatát. Kísérleteinkben a protoklorofillid-klorofillid átalakulás részleteit ismertük meg, és a reakciót katalizáló enzim, a NADPH:protoklorofillid oxidoreduktáz enzim jellemzésére koncentráltunk. A Semmelweis Egyetem Biofizikai és Sugárbiológiai Intézete Spektroszkópai Laboratóriumával (Fidy Judit professzor, Kaposi András, Smeller László, Kis Petik Katalin) együttműködve lézerspektroszkópai módszereket alkalmazhattunk: 10 K fluoreszcencia spektroszkópia, FLN, hole burning és nagy nyomású fluoreszcencia spektroszkópai módszereket használhattunk. Másrészt a Liegei Egyetemen F. Franck és a UQAM Egyetemen (Kanada, Montreal) R. Popovics segítségével diódasoros fluorométerrel gyors méréseket végezve, ms tartományban mérve értékes adatokat szolgáltatunk a fent említett enzimről. A protoklorofillid komplexek jellemzéséhez szükséges fluoreszcencia élettér-mérésekhez a Krakói Jagelló Egyetemen (K. Strzalka és B. Mysliwa-Kurdziel) folytattunk együttműködést.

A sötétben csíráztatott és nevelt laboratóriumi csíranövények vizsgálata mellett kutatásainkat kiterjesztettük szabadföldi körülmények között, természetes fényviszonyokon nevelt növények vizsgálatára. Azt kívántuk kideríteni, hogy olyan növényi szervekben, szövetekben, amelyek más szervek vagy szövetek takarásában differenciálódnak, kialakulhatnak-e a sötétben nevelt növényre jellemző tünetek a protoklorofillid felhalmozásával és az etioplasztiszok megjelenésével a kloroplasztiszok helyett. E munkákban Solymosi Katalin, Skribánek Anna, Kósa Annamária, Szenzenstein Andrea és Vitányi Beáta vett és vesz részt. Megállapítottuk, hogy a rügypikkelyek takarásában sok fa-faj rügyeiben, vagy külső levelek takarásában a réteges szerkezetű káposzta, saláta belső levelei, több termés esetében a külső terméshártya rétegei takarásában a termések belsejében, vagy a talaj takarásában föld alatt fejlődő szervekben a laboratóriumi modellekhez hasonló állapotok alakulnak ki. A plasztiszdifferenciáció részletesebb jellemzéséhez HPLC vizsgálatok voltak szükségesek, amelyekben B. Schoeffs-tól, a dijoni Université de Bourgogne oktató-kutatójától kaptunk segítséget.

A vizsgált, élelmezési szempontból is fontos növények között sokban azonban nem alakul ki a protoklorofillid oligomer formája, illetve a fent említett enzim alegységei nem rendeződnek multi-molekuláris komplexekbe, hanem főleg monomer állapotban találhatók. Fény hatására ezekben a protoklorofillid nem alakul át klorofilliddé, hanem fotooxidációs

folymatokat szenzibilizál. E reakciósorozatokban keletkező ROS molekulák eloxidálják a növényi sejtek antioxidáns vegyületeit, membrándestrukciónak okoznak, és az így kiváltott fotodestrukciónak folyamata az élelmiszer minőségromlását, illetve a sejtek pusztulását okozzák. E reakciók vizsgálatában Hideg Évával (SzBK Növénybiológiai Intézet) folytattunk és folytatunk nagyon hasznos együttműködést. A monomer állapot, és így a fotooxidációs reakciók kialakulásának oka feltehetően a NADPH:protoklorofilid oxidoreduktáz enzim alacsony szintje. A manapság szinte nélkülözhetetlen molekuláris biológiai eszközeit felhasználva a továbbiakban megpróbáljuk kiváltani ennek az enzimnek az overexpresszióját, vagyis megpróbálunk e szervezetben hasonló molekuláris viszonyokat kialakítani, mint amilyenek a természetben, a levelekben megfigyelhetők. Az ELTE Genetikai Tanszékével kívánunk együttműködni ebben a témában.

Ezek a munkák jelenleg is folynak, arra törekszünk, hogy összekapcsoljunk különböző tudományterületeket: a növényanatómiából indulva a növényélettan, biokémia, biofizika, molekuláris spektroszkópia területeit összehangolva hidat építünk e tudományterületek, illetve az alap kutatás és az eredmények gyakorlati hasznosítása közé.

A Biofizika oktatás megszervezése az ELTE-n Láng Ferenc és Závodszy Péter nevéhez fűződik. Kezdetben a Genetika Tanszék, majd a Növényélettani Tanszék, ezt követően az Atomfizika Tanszék vette át e tárgy oktatását. Jelenleg a Biológiai Fizika Tanszék oktatja a biofizika tárgyat. Emellett továbbra is tartunk olyan speciális kollégiumokat, amelyek a nem csa a kifejezetten biofizikus, hanem az általános biológus hallgatók számára is hasznosak. A Növényélettani Tanszékkel (amely ma a Növényélettani és Növényi Molekuláris Biológiai Tanszék elnevezést viseli) közösen tartjuk például a „Növényi pigmentek spektroszkópiája” című tárgyat.

A Növényélettani Tanszéken a fent említett dolgozók sok éven keresztül voltak tagjai a Magyar Biofizikai Társaságnak; a Fotobiológiai Szekcióhoz kapcsolódtak. Böddi Béla több éven keresztül volt a Fotobiológiai Szekció titkára, majd elnöke, később a Biofizikai Társaság elnökségének tagja. A Növényészervezettani Tanszéken a Böddi Béla által irányított csoport valamennyi tagja az MBFT, a Fotobiológiai Szekció tagja. Jelenleg Solymosi Katalin e szekció titkára. Rendszeresen résztvettünk a Biofizikai Vándorgyűléseken illetve Kongresszusokon előadásokkal és/vagy poszterekkel. Jelenleg négyfős ez a csoport, és továbbra is tagjai vagyunk az MBFT-nek.

BÖDDI BÉLA
egyetemi tanár, igazgató

PANNON EGYETEM, RADIOKÉMIAI ÉS RADIOÖKOLÓGIAI INTÉZET

A veszprémi Radiokémiai és Radioökológiai Intézet jogelődje a Radiokémia Tanszék 1963-ban létesült az Analitikai Kémia Tanszékből kivált radiokémiai és fizikai csoport munkatársaiból. A tanszék kezdetben a kémia egy speciális területét képező radiokémia művelésén kívül jelentős mértékben érdekelt volt a fizika területéhez tartozó tárgyak oktatásában, valamint ehhez kapcsolódóan a sugárfizika, nukleáris mérés technika kutatásában. Ezt hangsúlyozta, hogy 1983. július elsejével a tanszék neve Radiokémiai és Fizikai Intézetté változott. A fizika egyetemi szerepének növekedésével 1992. január 1.-től az intézet ketté vált, megalakult az önálló Radiokémia és az ugyancsak önálló Fizika Tanszék. A Radiokémia Tanszék 2003. szeptemberében az N-épület (Wartha V. u. 1.) felújított részében

kapott elhelyezést. A tanszék 2007. január 1-től integrálódott az újonnan alakult Környezetmérnöki és Radiokémiai Intézetbe, majd 2008. január 1-től önálló Radiokémiai és Radioökológiai Intézetként működik. A kutatási és fejlesztési munka két kutatócsoportban folyik.

1./ Radiokémia és nukleáris technológia területen Varga Kálmán (Ph.D., D.Sc.) egyetemi tanár vezetésével az alább témakörökben.

- Radioaktív kontaminációs és korróziós folyamatok átfogó tanulmányozása különböző szerkezeti anyagokon. A szerkezeti anyag felületek korróziós állapotának és szorpciós sajátságainak tematikus radioizotópos nyomjelzéses (in-situ β - és γ -spektrometria), elektrokémiai (voltammetria) és felületanalitikai (SEM-EDX, XRD, CEMS, ICP-OES, ICP-MS, XPS) vizsgálata,
- Atomerőművi dekontaminációs technológiák hatásvizsgálata. Kémiai dekontaminációs eljárások fejlesztése.
- Vízkémiai, kontaminációs és korróziótermék transzport folyamatok elemzése atomerőművekben.
- Felületek, bevonati rendszerek dekontaminálhatóságának vizsgálata az MSz-05.22.7662-83. szabványnak megfelelően
- In-situ radioizotópos nyomjelzéses módszerek fejlesztése és alkalmazása a szorpciós és transzport folyamatok vizsgálatára.
- Korróziós szempontból fontos anionok - klorid, szulfát, foszfát, kromát stb. - ionok felületi megkötődésének in-situ mérése ipari jelentőségű szerkezeti anyagokon.
- Elektroszorpciós és elektrokatalitikus jelenségek tanulmányozása poli- és egykristály nemesfém elektródokon.

2./ Radioökológia és sugárvédelem területen Dr. Somlai János (Ph.D.) egyetemi docens

- Építési, lakó területek, illetve TENORM anyagok által megnövekedett radioaktivitást mutató területek radiológiai felmérése, összefüggések meghatározása, területek minősítési lehetőségeinek vizsgálata.
- Építőanyagok radionuklid koncentrációjának és radonexhaláló képességének vizsgálata. A radonemanációt befolyásoló paraméterek meghatározása, az emanáló képesség csökkentési lehetőségeinek vizsgálata. Radon mentesítési eljárások kidolgozása, tesztelése.
- A radon forrásának, a mozgását befolyásoló paramétereknek vizsgálata épületekben, illetve földalatti légterekben. A radon, toron és leánytermékei egyensúlyának, a leánytermékek kötődésének vizsgálata. A radon és bomlástermékei szervezetbe jutásának vizsgálata. Sugárterhelés becslése.
- Növényminták természetes eredetű radionuklid felvételének vizsgálata. A radionuklidoktól származó dózisok becslése.
- Természetes eredetű alfa-sugárzó radionuklidok alfaspektrometriai vizsgálata, új mintakészítési eljárások kidolgozása.
- Ivó-, ásvány- és forrásvizek radiológiai minősítése.
- Radionuklidok környezeti mozgásának, terjedésének modellezése, számítógépes szimulációja, lakossági sugárterhelés becslése, prognosztizálása, speciális szoftverek (MODELMAKER, MicroShield stb.) használata.
- Optimálási eljárások a sugárvédelemben (költség-haszon elemzés, ALARA elv alkalmazása, stb.).

A MBFT-hez kapcsolódva: az Intézet aktívan részt vett a Társaság életében az Intézet dolgozói között többen tagjai a Radioökológiai szakcsoport tagságának a 2001-2011

időszakban többen kaptak, vállaltak vezető tisztségviselői beosztást Dr. Kanyár Béla, Dr. Somlai János, Dr. Kovács Tibor (a szakcsoport életében).

Az Intézet adott otthon számos MBFT-vel közösen szervezett nemzetközi es hazai konferenciának (Sugelme 2003, Radon Fórum 2007, 2009, 2011, Földkérgi radioizotópok 2008, 2010).

Az intézet a kutatásokat diplomázó, TDK-zó hallgatók bevonásával, illetve PhD hallgatókkal együtt végzi. A radioökológiával kapcsolatos szakterületen az elmúlt 10 évben 11 fő szerzett intézetünkben PhD fokozatot.

Hatékony és eredményes szakmai együttműködés alakult ki 7 hazai egyetemi tanszékkel és kutató intézettel, valamint jelentős iparvállalatokkal. Jelenleg több mint 10 külföldi egyetemmel, illetve kutatóintézettel van dokumentált kapcsolata az intézetnek.

Eredményes kutatási együttműködések alakultak ki a környezeti sugárzások radon egészségügyi hatásainak vizsgálata területen a Tapolcai Tavas és Kórház barlanggal, az egrri Markhot Ferenc kórházzal, a Mecsek ÖKO Zrt.-vel, a japán National Institute of Radiological Sciencessel és a Hirosaki egyetemmel.

Az ipari lerakók radiológiai hatásainak vizsgálatában együttműködünk a romániai Babes-Bolyai Egyetemmel, és a szlovén Josef Stefan Institut-al.

Több fiatal jelenleg is külföldön dolgozik, mint vendégkutató (JRC, Belgium, NIRS, Japán) de mi is fogadunk külföldi vendégkutatókat különböző országokból (Románia, Szlovénia, Ausztria, Japán, Egyiptom.)

SOMLAI JÁNOS
mb. intézetigazgató

MOLEKULÁRIS BIOFIZIKAI KUTATÁSOK VESZPRÉMBEN a PE MKK Nanotechnológia Tsz. Bio-Nanorendszerek Laboratóriumában

Történeti áttekintés

Veszprémben a Pannon Egyetemen (korábban Veszprémi Egyetem) a molekuláris biofizikai kutatások elindításában Vonderviszt Ferenc játszott meghatározó szerepet. Vonderviszt Ferenc 1982-ben az ELTE-n szerzett biofizikus diplomát, majd az egyetem elvégzése után az MTA Enzimológiai Intézetében kezdte pályafutását Závodszy Péter laboratóriumában, ahol a fehérjék általános szerveződési elveinek felderítésével és az immunkomplex-komplement kölcsönhatás molekuláris mechanizmusának tanulmányozásával foglalkozott. 1987-től kezdődően összesen több mint hat évet töltött vendégkutatóként Japánban, ott kapcsolódott be az önszerveződő szupramolekuláris biológiai rendszerek szerveződési és működési elveinek felderítését célzó kutatásokba. 1992 óta dolgozik a Veszprémi Egyetemen. Az 1990-es évek közepén Japánból hazatérve, nemzetközi kapcsolataira alapozva hozta létre a Molekuláris Biofizikai Kutatólaboratóriumot, megteremtve ezzel a fehérje fizikai kutatások helyi feltételeit. Ennek eredményeként 1998-ban a Veszprémi Egyetemen is megkezdődhetett a molekuláris biofizikai és nanotechnológia oktatása és kutatása. A laboratórium tevékenységére alapozva 2004-ben a Veszprémi Egyetem Műszaki Informatikai Karán megalakult az ország első Nanotechnológia Tanszéke, amely kutatás-fejlesztési tevékenységében hazánkban egyedülálló módon integrálja a molekuláris biológia, anyagtudomány és nanotechnológia megközelítési módjait és metodikai arzenálját. A tanszék hatékony együttműködési hálózatot alakított ki a az MTA Enzimológiai Intézetével és az MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézetével, amelynek

eredményességét két hazai szabadalom és számos tudományos publikáció tükrözi. 2006-ban Vonderviszt Ferenc vezetésével létrejött a Pannon Egyetem Molekuláris- és Nanotechnológiák Doktori Iskolája, amelynek egyik kiemelt oktatási és kutatási területe a biológiai makromolekulákon alapuló funkcionális nanorendszerek létrehozása. Szervezeti átalakítások miatt 2009 óta a Nanotechnológia Tanszék az egyetem Műszaki Kémiai Kutatóintézetébe olvadva Bio-Nanorendszerek Laboratórium néven folytatja tevékenységét.

A Nanotechnológia Tanszék/Bio-Nanorendszerek Laboratórium tagjai aktív résztvevői az MBFT Molekuláris Biofizikai szekció munkájának. 2003-ban Veszprémben kihelyezett szekcióülés keretében számoltak be kutatási eredményeikről. Rendszeres szereplői az MBFT kongresszusainak is. 2003 óta Vonderviszt Ferenc elnökségi tagként segíti a Magyar Biofizikai Társaság működését.

A Bio-Nanorendszerek Laboratórium bemutatása

A laboratórium vezetője: Vonderviszt Ferenc, DSc, egyetemi tanár. Vonderviszt Ferenc biofizikus (ELTE, 1982), az MTA doktora (2001), habilitált doktor (ELTE, 2002), egyetemi tanár (2004). Alapítója és vezetője a Pannon Egyetem Molekuláris- és Nanotechnológiák Doktori Iskolájának. A bakteriális flagellumok szerkezetének kutatása terén elért eredményeiért 1992-ben Akadémiai Ifjúsági Díjban részesült. 1997-ben Széchenyi Professzori ösztöndíjat kapott. 1999-ben a Veszprémi Akadémiai Bizottság az „Év kutatója” címmel tüntette ki. 2005-ben elnyerte Veszprém város „Pro Urbe” díját. A Mindentudás Egyetem sorozatában nagy sikerű előadást tartott „A négy milliárd éves nanotechnológia” címmel. Vezetőségi tagja a Magyar Biofizikai Társaságnak, alelnöke az MTA Veszprémi Területi Bizottságának.

A laboratórium tagjai:

Barátné Jankovics Hajnalka, PhD, egyetemi adjunktus
Muskotál Adél, PhD, tudományos munkatárs
Tóth Balázs, PhD, tudományos főmunkatárs
Meiczinger Mónika, tudományos segédmunkatárs
Szabó Veronika, PhD hallgató
Klein Ágnes, technikus

korábbi tagok:

Gugolya Zoltán, PhD, egyetemi adjunktus
Sebestyén Anett, PhD hallgató

A laboratórium tevékenysége

A Bio-Nanorendszerek Kutatólaboratórium tevékenységében alapvető szerepet játszik a fehérjékből felépülő önszerveződő szupramolekuláris rendszerek szerveződési és működési elveinek kutatása, a felismert törvényszerűségek bio- és nanotechnológiai alkalmazása. Kutatásaink egyik kiemelt célja a baktériumok flagelláris filamentumait felépítő flagellin fehérjéből kiindulva olyan mesterséges receptorok előállítása, amelyek egyrészt számos alkalmazásban helyettesíthetik a manapság általánosan használt monoklonális ellenanyagokat, másrészt polimerizációs képességüknél fogva különféle szupramolekuláris szerkezetek építését teszik lehetővé. Ezek a filamentáris receptorstruktúrák biológiai szenzorok, diagnosztikai kitek ideális alapeleméül szolgálhatnak. Az MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézetében kihelyezetten működő Nanoszenzorika Kutatólaboratóriummal közösen új szenzorelveken alapuló diagnosztikai eljárások kifejlesztésén dolgozunk a környezet és élelmiszerbiztonság, valamint az egészség megőrzése érdekében. Jelenlegi kutatásaink másik fő irányát olyan polimerizációra képes enzimek előállítása jelenti, amelyekből a biokonverziós technológiákban előnyösen használható szupramolekuláris multienzim rendszerek építhetők. Jelenlegi kutatásaink másik fő iránya annak vizsgálata, hogy miként használható fel a biológiai rendszerek önszerveződő képessége

a biotechnológiában alkalmazandó szupramolekuláris multienzim rendszerek előállítására. Olyan fúziós fehérjéket állítunk elő, amelyekben különféle enzimeket kapcsolunk össze a polimerizációra képes flagellin fehérjével, a bakteriális flagellumok filamentumainak fő alkotóelemével. A flagellin alapú enzimekből szupramolekuláris filamentáris enzimstruktúrák építhetők, amelyek közeli alkalmazásokat kínálnak a biokonverziós technológiákban.

Korábbi kutatási eredmények (1998-2008)

A japán ERATO kutatási program "Protonic Nanomachines" projektjével együttműködésben végzett röntgendiffrakciós és alacsony hőmérsékletű elektronmikroszkópiás vizsgálataink nagyban hozzájárultak a flagelláris filamentumok szerkezetének felderítéséhez, polimorfikus konformációváltozásaik mechanizmusának megértéséhez. Megállapítottuk, hogy flagelláris filamentumokat felépítő fehérje alegységek monomer állapotban rendezetlen terminális régiókkal rendelkeznek, amelyek meghatározó szerepet játszanak az önszerveződő képesség szabályozásában. Jellemeztük a flagelláris filamentumok végét lezáró molekuláris sapka oldatbeli szerkezetét és oligomerizációs tulajdonságait, egyrészesekés elektronmikroszkópiás szerkezetanalízis révén meghatároztuk a filamentum-sapka komplexum szerkezetét. Az MTA Enzimológiai Intézetével együttműködésben azonosítottuk a flagelláris fehérjék sejtől való kijuttatását végző flagellum-specifikus exportapparátus felismerési jelét és kifejlesztettünk egy olyan fehérjeexpressziós rendszert, amely a baktériumokban nagy mennyiségben termeltetett rekombináns fehérjéket a flagellum-specifikus exportapparátus segítségével a tápközegbe exportálja.

Válogatott publikációk

- Yonekura K, Maki S, Morgan DG, DeRosier DJ, Vonderviszt F, Imada K & Namba K (2000). The bacterial flagellar cap as the rotary promoter of flagellin self-assembly. *Science* 290, 2148-2152.
- Samatey F, Imada K, Nagashima S, Vonderviszt F, Kumasaka T, Yamamoto M & Namba K (2001). Structure of the bacterial flagellar protofilament and implications for a switch with sub-A precision. *Nature* 410, 331-337.
- Gugolya Z, Muskotál A, Sebestyén A, Diószeghy Z & Vonderviszt F (2003). Interaction of the disordered terminal regions of flagellin upon flagellar filament formation. *FEBS Lett.* 535, 66-70.
- Muskotál A, Király R, Sebestyén A, Gugolya Z, Végh BM & Vonderviszt F (2006). Interaction of Flis flagellar chaperone with flagellin. *FEBS Lett.* 580, 3916-3920.
- Gál P, Végh BM, Závodszy P & Vonderviszt F (2006). Export signals. *Nat. Biotech.* 24, 900-901.
- Vonderviszt F & Namba K (2008). Structure, function and assembly of flagellar axial proteins. In *Fibrous Proteins*, ed. T. Scheibel; pp. 58-76, Landes Biosciences.
- Kurunczi S, Horváth R, Yeh YP, Muskotál A, Sebestyén A, Vonderviszt F, Ramsden JJ (2009) Self-assembly of rodlike receptors from bulk solution. *J. Chem Phys.* 130, Art.# 011101.
- Dobó J, Varga J, Sajó R, Végh BM, Gál P, Závodszy P, Vonderviszt F (2010). Application of a short, disordered N-terminal flagellin segment, a fully functional flagellar type III export signal, to expression of secreted proteins. *Appl Env Microbiol* 76, 891-899.
- Muskotál A, Seregélyes Cs, Sebestyén A, Vonderviszt F (2010). Structural basis for stabilization of the hypervariable D3 domain of Salmonella flagellin upon filament formation. *J. Mol. Biol.* 403, 607-615.
- Szabó V., Muskotál A., Tóth B., Mihovilovic, M.D., and Vonderviszt, F. (2011). Construction of a xylanase A variant capable of polymerization. *PLoS ONE* 6, e25388.

Szabadalmak

- Vonderviszt F, Kamondi Sz, Bársony I, Závodszy P (2011). Receptorként alkalmazható, módosított flagellinek és flagelláris filamentumok, és eljárások előállításukra. (lajstromszám: 227285)
- Vonderviszt F, Végh B, Dobó J, Gál P & Závodszy P (2009) Eljárás baktériumokban termeltetett rekombináns fehérjék sejtől való kijuttatására a flagellumspecifikus exportapparátus segítségével. (lajstromszám: 226550)

VONDERVISZT FERENC
a laboratórium vezetője

MEMBRÁN BIOFIZIKAI KUTATÁSOK A BALATONI LIMNOLÓGIAI KUTATÓINTÉZET KÍSÉRLETES ÁLLATTANI OSZTÁLYÁN

1962-től kezdődően az MTA Biológiai Kutatóintézetének (Tihany), későbbiekben a Balatoni Limnológiai Kutatóintézet, Kísérletes Állattani Osztályán az ingerlékeny sejtmembránok és a sejtek közötti kapcsolatok vizsgálatára koncentrált a kutatás. A vizsgálatokban a biofizikai kísérletek vizsgálómódszerei kerültek alkalmazásra (elektronmikroszkópia, pásztázó EM, intracelluláris egy, ill. több sejt elvezetés) ill. bevezetésre (patch-clamp, HPLC, izotópok). Annak ellenére, hogy kifejezetten biofizikai jellegű kutatási témánk nem volt vizsgálataink gyakran az élettan és a biofizika határmezsgyéjén voltak, és a kutatási eredményeink és publikációink a membrán biofizika körbe sorolhatók.

Tíz-tizenöt évvel a Magyar Biofizikai Társaság hivatalos megalakulását követően az osztályon dolgozó kutatók fele már a Társaság tagja volt. A kis létszámú csapat Salánki János akadémikus vezetésével aktívan vette ki részét a Társaság eseményeiből és rendezvényeiből és nemcsak résztvevőként, hanem szervezőként is. Tihanyban került megrendezésre a Magyar Biofizikai Társaság 7-ik (1973) és 10-ik (1979) konferenciája. 1972-1976 között Tihanyban kerültek megrendezésre a későbbi „sümeგი” Membrán Konferenciák. Fiatal munkatársaink több alkalommal részesültek díjazásban a Magyar Biofizikai Társaság Fiatal Kutatók számára kiírt pályázatán. Sajnálatos módon ez a nagyszerű hagyomány és kapocs a Magyar Biofizikai Társaság és az Intézet Kísérletes Állattani Osztálya között megszűnni látszik. A gerinctelen neurobiológiai kutatások hanyatlásnak indultak, amely folyamat több okkal indokolható. Az Intézet újra átnevezés (Ökológiai központ) és feltételezhetően átszervezés előtt áll. Az hogy a közeli vagy távoli jövőben a biofizikához kapcsolódó kutatások történnek-e előre nem látható. Jelen pillanatban az Osztály mozgástere és létszáma erősen korlátozott, jövője bizonytalan. Mára a Társaságnak ketten maradtunk tagjai: Kiss Tibor, a biológiai tudományok doktora (2001) és Pirger Zsolt, PhD (2009).

KISS TIBOR
tudományos tanácsadó

KUTATÁSOK A BIOLÓGIA ÉS FIZIKA HATÁRTERÜLETÉN (Részecske és Magfizikai Kutatóintézet)

A KFKI-ban és annak egyik utódintézetében, a Részecske és Magfizikai Kutatóintézetben (RMKI) a korai 70-es évektől folynak biofizikai kutatások. Az első évtizedekben a biofizikai osztály kutatásainak homlokterében az élő anyag elemzése állt, elsősorban magfizikai anyagelemzési technikák alkalmazásával. Fontos szerepet játszott továbbá a bakteriorodopszin optikai tulajdonságainak vizsgálata, amely a biológiai alapú optikai számítási eszközök létrehozásának ígéretét hordozza. A 80-as évektől kezdődően egyre nagyobb hangsúlyt kapott a matematikai és számítástechnikai eszközök alkalmazása az idegrendszer - a struktúra, a dinamika és a funkció közötti összefüggések - feltárására. A számítógépes idegrendszeri modellezés (Computational Neuroscience) olyan speciális határterület, amely felhasználja

nem csak a biológia és a fizika de az orvostudomány, a pszichológia, a számítástudomány és a rendszerelmélet eredményeit és eszközeit.

Egy olyan nagy rendszert, mint az agyunkat, kétféle stratégiával közelíthetünk meg. Az egyik szerint a rendszer egészét tekintjük, és megpróbáljuk kitalálni, hogyan működik, majd kigondoljuk, milyen mechanizmussal – a mi esetünkben milyen neurális implementációval – teszi ezt. A másik: meg kell próbálni felépíteni a rendszert az alapelemekből, például a neuronokból. El kell képzelnünk, ezek hogyan kapcsolódnak össze, milyen viselkedést, ritmusokat mutatnak a maguk szintjén, milyen tanulási szabályokkal ismernek fel bizonyos mintázatokat, végül hogyan működik az egész.

Tehát felülről lefelé haladó (top-down) és alulról építkező (bottom-up) megközelítéssel dolgozhatunk. Az alulról építkező technikáknak is vannak azonban különféle szintjei. A neuronról mondhatjuk (a McCulloch-Pitts-modell szellemében), hogy tüzel vagy nem tüzel, tehát jellemezhetjük binárisan, vagy foglalkozhatunk azzal az egész elektrokémiai masinériával, amely akciós potenciált, vagyis egy jelet generál. Ilyenkor a megfelelően kiterjesztett Hodgkin-Huxley-egyenleteket használva jó néhány differenciálegyenlet kell ahhoz, hogy egyetlen neuron viselkedését leírjuk 10^{10} neuron esetén ez nyilvánvalóan lehetetlen.

A neuronhálózati modellek (gyakran túlegyszerűsített) aktivitásdinamikát, továbbá tanulási szabályokat felírva kétszintű dinamikát használnak. Kissé pontosabban fogalmazva, a hálózatnak megfelelően gráf csomópontok és élek állapotai is változnak az időben. A tanulási szabályok Donald Hebb híres (verbálisan megfogalmazott) algoritmusá óta számos neurobiológiailag reális és/vagy számítástechnikailag hatékony algoritmust javasoltak

A Computational Neuroscience fő infrastruktúrája a számítógép, az adatelemzéshez és szimulációkhoz szükséges jelentős erőforrásokat sikerült a csoportnak kiépíteni. A munkafázis 2 részre bontható: a fejlesztés – adatelemző vagy szimulációs program írása asztali gépeken míg a számításintenzív futtatásokat egy PC-kből álló klaszteren zajlanak. Jelenleg mintegy 100 CPU-s dedikált klaszter áll a csoport rendelkezésére.

Jelenleg a kutatócsoport fő témái a következők:

- multielektrodás mérések elemzése: forrásrekonstrukció extracelluláris adatokból
- szenzoros rendszerek vizsgálata
- probabilisztikus számítások az aktív dendritágakon
- kódolás és dinamika a hippocampusban
- asszociatív tanulás dinamikus modellezése skizofrén betegeknél

A témák a Computational Neuroscience széles területét ölelik fel a vizsgálat, modellezés szintjét és módszertanait tekintve is. Az első téma klasszikus adatelemzés: a mért adatokból kell kinyerni a lehető legtöbb információt. A problémák is klasszikusak véges mérési pontból kell a lehető legpontosabb képet alkotni a mért jelenségről. Jelen esetben arra vagyunk kíváncsiak, hogy egyes mért sejtek aktivációja hogyan zajlik az idegrendszerben. A sikeres in vivo mérés és elemzés eredményeként lokalizálhatók az egyes idegsejtek bemenetei az egyes tüzelések során, így minegy dinamikai képünk lesz az adott sejtről működés közben.

A szenzoros rendszerek vizsgálata jelenleg sejtszintű modellezést tartalmaz. Részletes sejtmodelleken analizáljuk a kiemelt jelentőségű idegsejtek egyes membrántulajdonságainak hatását a sejt viselkedésére különböző tesztkörnyezetekben.[1]

A harmadik téma más oldalról közelíti meg a sejtszintű működést: a dendritágak komputációs funkcióját vizsgáljuk. A korábbi elképzelésekkel elentétben a dendritágak nem csak összegyűjtik a bemeneteket, hanem helyi számításokat is végeznek. [2]

A negyedik téma újabb szint a vizsgálatokban. A hippocampus az egyik legalaposabban tanulmányozott agyi terület, egyrészt az emlős törzsféjlődés során jól

megőrzött és viszonylag egyszerű szerkezete, másrészt a kognitív folyamatokban betöltött (tanulás, epizodikus memória, navigáció) szerepe miatt. A tudományos kérdés amire a választ keressük, hogy a kognitív funkciót hogyan implementálja a hippokampusz. A vizsgálatokhoz anatómiai ill. elektródás in vivo mérések eredményeit is felhasználjuk. [3]

Az ötödik téma sokkal nagyobb léptékű. A mérés során skizofrén betegek tanulási képességeit teszteljük miközben fMRI berendezéssel mérjük az agyterületek aktivitását szemben az eddigi sejt szintű mérésekkel. A betegek az egészséges páciensektől nem csak teljesítőképességükben de agyi aktivitásukban is eltérnek. Az anatómiai vizsgálatok agyterületek közötti kapcsolatok sérülésére utalnak így nagylétekű (DCM) dinamikus modellekkel próbájuk rekonstruálni a mérési adatokat változó agyi struktúrák mellett. [4]

[1] **K. Szalisznyó, L. Müller:** Dopamine induced switch in the subthreshold dynamics of the striatal cholinergic interneurons: a numerical study. *Journal of Theoretical Biology*, 2009; 256(4):547-60.

[2] **Ujfalussy B., Lengyel M.** Active dendrites: adaptation to spike-based communication. *Advances in Neural Information Processing Systems*. 24: 1188-1196, 2011.

[3] **Zsófia Huhn, Zoltán Somogyvári, Tamás Kiss, Péter Érdi:** Distance Coding Strategies based on the Entorhinal Grid Cell System. *Neural Networks* 22(5-6): 536-543, 2009.

[4] **Bányai M, Diwadkar V, Érdi P.** Model-based dynamical analysis of functional disconnection in schizophrenia. *Neuroimage* 58(3): 870-877, 2011.

ZALÁNYI LÁSZLÓ ÉRDI PÉTER
mb. osztályvezető tudományos tanácsadó

Megjegyzés:

Az Intézet új neve 2012. január 1-től **MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont Részecske- és Magfizikai Intézet** (MTA Wigner FK RMI).



Az MTA KFKI Részecske- és Magfizikai Kutatóintézet szervezésében 2010. október 18-án megtartott Simonyi napon megkoszorúzták Simonyi Károly emléktábláját (KFKI RMKI 3. épület főbejárata). Ezt követően tudományos előadásokra került sor.