

A

MAGYAR BIOFIZIKAI TÁRSASÁG

ÉRTESÍTŐJE

1975

FŐSZERKESZTŐ: TIGYI JÓZSEF  
SZERKESZTŐ: RONTÓ GYÖRGYI

ÖTÖDIK FÜZET



A

MAGYAR BIOFIZIKAI TÁRSASÁG

ÉRTESÍTŐJE

1975

FŐSZERKESZTŐ: TIGYI JÓZSEF  
SZERKESZTŐ: RONTÓ GYÖRGYI

ÖTÖDIK FÜZET

*Ezen Értesítő kiadását a Magyar Biofizikai Társaság Elnöksége  
1974. június 25-i ülésén határozta el*

*Technikai szerkesztő: Kutas László*

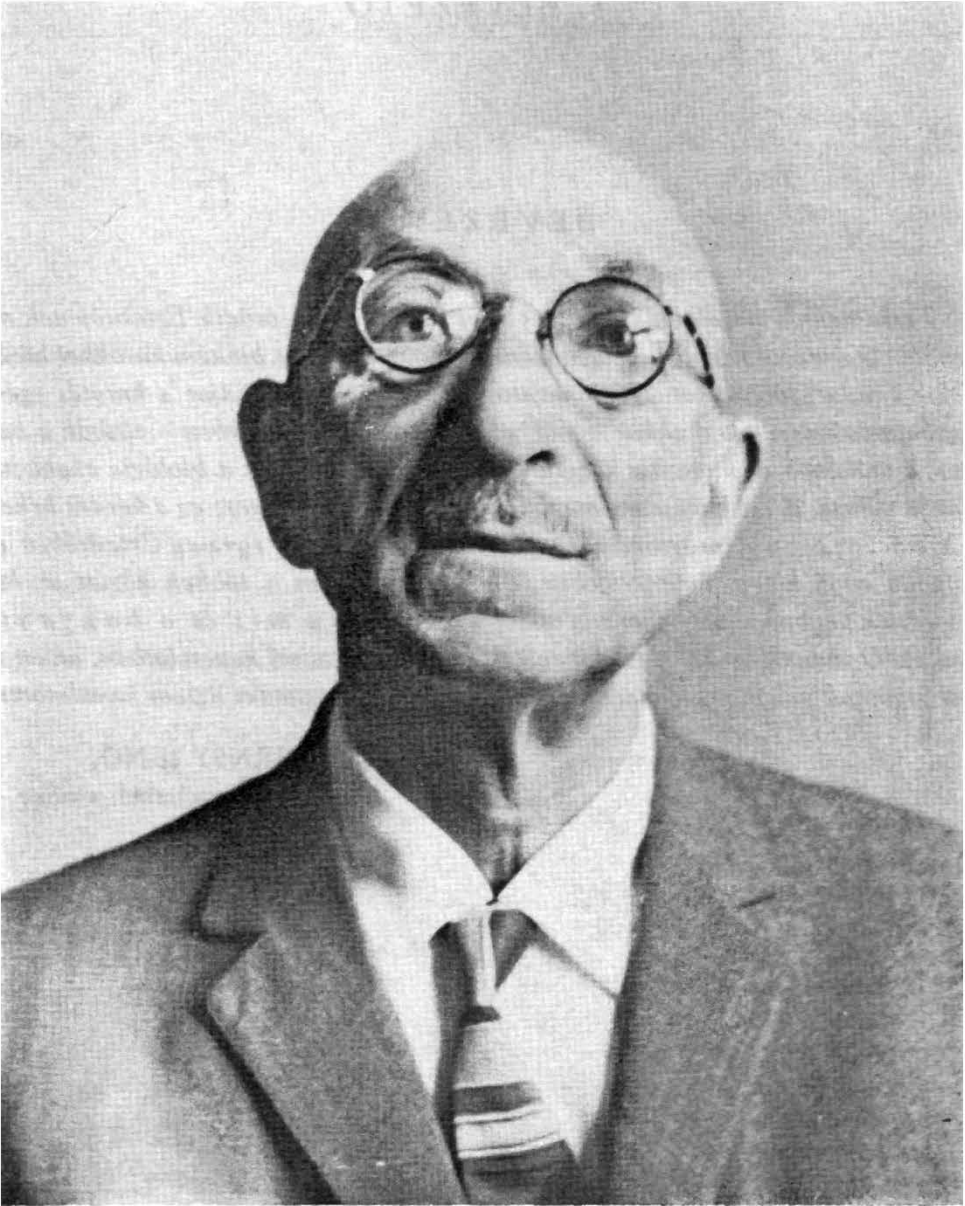
# 1. BEVEZETŐ

---

## BEVEZETÉS

*Társaságunk megalakulásának 15 éves jubileuma és ötödik Értesítőjének megjelenése alkalmából jelentős eseményként üdvözlöm, hogy a biokémikusokkal közösen tartjuk vándorgyűlésünket. Ha fokozatosan mélyebbre ásva eljut a kutatás egészen a szubatomos méretekig, akkor – már jeleztem első Értesítőnkben – eltűnik a határvonal a biokémia és biofizika között, és majd megvalósulhat a biológia exakt tudománnyá válása. E cél eléréséhez megfelelő képzettség szükséges; ez a kérdés bekerült az MTA 1974–75-ös programjába, miként javasoltam az 1972-es Értesítőben és a Biofizika című könyv bevezetőjében. De ha hamarosan – többek között az MBT tagságának bevonásával – sem sikerülne konkretizálni a m i t és a h o g y a n t az egyes exakt tudományokban való megfelelő továbbképzéssel kapcsolatban, akkor már most jogosnak vélem majd kimondani, hogy csak propagandát űztem javaslatommal.*

ERNST JENŐ,  
az MBT tiszteletbeli elnöke



ERNST JENŐ akadémikus,  
a Magyar Biofizikai Társaság tiszteletbeli elnöke

## ERNST JENŐ KÖSZÖNTÉSE

Igen nagy öröm a magyar biofizikus társadalom számára, hogy Ernst Jenő akadémikus, a Magyar Biofizikai Társaság alapítója, első elnöke és jelenlegi tiszteletbeli elnöke 1975. április 16-án, 80. születésnapja alkalmából a Munka Vörös Zászló Érdemrend kitüntetését kapta.

Ernst Jenő céltudatos és szisztematikus munkájának kiemelkedő része van abban, hogy hazánkban a biofizika sok fejlett tőkés országot megelőzve elismert tudománnyá vált és a biofizikus kutatók a Magyar Tudományos Akadémia keretében megfelelő szervezeti formában fejthetik ki tevékenységüket. Élete és munkássága elválaszthatatlanul összeforrott a biofizika megteremtésével.

Ernst Jenő 1895. április 16-án született Baján, itt is érettségizett. 1920-ban, öt évi hadifogság után, 25 éves korában tért haza Szovjetországból. Ezután a Budapesti Orvostudományi Egyetem hallgatója, s 1924-ben Pécssett avatják doktorrá. Tudományos működését 1923-ban kezdte meg, a felszabadulásig mindig fizetéstelen állásban, magántanári, majd címzetes rendkívüli tanári képesítéssel. 1939-ben Szent-Györgyi Albert meghívására áttelepült Szegedre. 1945-ben tért vissza Pécsre, ahol átvette az orvosi-fizikai tanszék vezetését, előbb megbízás, majd 1947-ben tanári kinevezés alapján. Intézetét biofizikai tanszékké szervezte át és az MTA Biofizikai Tanszéki Kutatócsoportjával együtt 1972-ig vezette. A Magyar Tudományos Akadémia 1946-ban választotta rendes tagjává, s később egy periódusban vezette az MTA Biológiai Csoportját, s azt önálló osztállyá szervezte.

Társadalmi és politikai működése a felszabadulás után jelentős. 1945-ben tagja lett a Magyar Kommunista Pártnak, majd a Magyar Dolgozók Pártjának, jelenleg is a Magyar Szocialista Munkáspárt tagja. Éveken át a Baranya–Pécsi Értelmiségi Aktíva vezetője, a Pécs városi Párt-végrehajtóbizottság és a Megyei Pártbizottság tagja, a Baranya megyei és a Pécs városi Tanács tagja volt s folyamatosan részt vesz az egyetemi pártbizottság munkájában.

Ernst Jenő tudományos munkásságának legfontosabb területe az izomműködés kapcsán az élő anyagban előforduló fizikai jelenségek elemzése. Az izomműködés biofizikájának számos területén végzett úttörő és maradandó eredményű vizsgálatokat: a térfogatcsökkenés és ingerület összefüggése, a K–Na-csere, a kötött víz és kötött K kérdésében, a mechanikus feszülés és polymer kristályosodás mechanizmusának felderítésével, az ingerület félvezető hipotézisének kidolgozásával. Munkásságának másik jelentős területe a transzportfolyamatok fizikai alapjainak, a víztranszport törvényszerűségeinek és a thermoozmózis és thermodiffúzió biológiai szerepének kidolgozása.

A nemzetközi biofizikai társaságok megalakulása időszakában az elsők között szervezte meg a Magyar Biofizikai Társaságot, melynek első elnöke lett, ma tiszteletbeli elnök.

1961-ben jelentős szerepe volt a Nemzetközi Biofizikai Unió létrehozásában, két periódusban e szervezet tanácsának tagja volt. Létrehozásától a mai napig be-

tölti az MTA Biofizikai Szakbizottságának elnöki tisztét. E testületnek is nagy szerepe volt és van a magyar biofizikai tudomány létrehozásában és irányításában.

Megindulása óta egyik főszerkesztője az MTA Acta Biochimica et Biophysica című folyóiratnak.

Tudományos, tudományszervező és politikai munkáját a Magyar Népköztársaság Kormánya nagyra értékelte, ezért 1948-ban Kossuth-díjjal, 1953-ban és 1955-ben Munka Érdemrend arany fokozatával, 1956-ban a Kossuth-díj II. fokozatával, 1965-ben Semmelweis Emlékéremmel, 1970-ben újra a Munka Érdemrend arany fokozatával és Felszabadulási Jubileumi Emlékéremmel tüntették ki. 1971-ben megkapta a Pécsi Orvostudományi Egyetem Pro Universitate Emlékérmének arany fokozatát. Ugyancsak 1971-ben az MTA elnöksége a Pécsi Orvostudományi Egyetem Biofizikai Tanszéki Kutatócsoportja vezetőjeként Neki adományozta az 1971. évi Akadémiai Aranyérmet, kiemelkedő tudományos és oktató munkájának elismeréséül. A jelenleg kapott magas kitüntetés élete munkásságának méltó elismerését fejezi ki.

TIGYI JÓZSEF



## BESZÁMOLÓ A MAGYAR BIOFIZIKAI TÁRSASÁG TEVÉKENYSÉGÉRŐL

(1972–1975)

A Magyar Biofizikai Társaság 5. közgyűlése (1972. jún. 12.) után eltelt időszakot a taglétszám élénk mennyiségi növekedése és az ezzel összefüggő fokozott differenciálódás jellemezte. Taglétszámunk 1972. júniusában 210 volt, 1975. májusáig 315-re növekedett. Előző közgyűlésünk idején csak egy újonnan alakult szekciónk, az Ultrahang-szekció működött, azóta további kettő, a Sugárbiológiai és az Orvosi Fizikai szekció alakult meg.\* Mindkét szekció létrejöttében jelentős indítékként szerepelt az illető szakterület szakembereinek a tagok között kialakult – a kritikus tömeget – meghaladó nagyságúra növekedett száma, létrehozásuk döntő oka mégis a nemzetközi kapcsolatok megteremtéséhez szükséges szervezeti forma kialakítása volt.

Azt hiszem az MTA Biológiai Osztályával egyetértésben helyesnek kell tekintenünk azt az elvi alapszemléletet, hogy a biofizikai disciplina keretén belül ne különálló társaságként, hanem inkább az egységes biofizikai társaság szekciójaként hozzuk létre az elméleti és alkalmazott biofizika minden rész tudományát. Úgy gondolom, hogy ezen helyes elv nagymértékben segíti a magyar biofizika fejlődését, ezért fenntartásán és továbbfejlesztésén örködni a jövőben is fontos feladatunk lesz.

A dolgok dialektikus egymáshatásának eredményeként a szekciók létrejöttében – mint említettem – szerepet játszott illetékes szakemberek számának növekedése, de az is elmondható, hogy mindegyik szekció megalakítása további taglétszám-növekedéshez vezetett, hiszen nagyon sok határterületen dolgozó, nagy tapasztalatú kolléga a szekcióba való belépés révén került társaságunk tagjai sorába. Igen öröndetes, hogy az elmúlt periódusban nagyon sok fiatal biofizikus is csatlakozott hozzánk, így mindent egybevetve tagságunk létszámának 50%-os növekedése igen egészséges tünete társaságunk fejlődésének és a magyar biofizikusok további szoros és eredményes együttműködésének egyik legfontosabb alapja.

Az elnökség munkáját a rendszeresség jellemezte. A 2–3 havonként tartott elnökségi ülés szisztematikusan tárgyalta meg és irányította a társaság minden tevékenységét, a konkrét éves munkaterv alapján. Az éves munkaterv összeállítását mindig úgy végeztük, hogy minden tagunk véleményét összegyűjtöttük és ennek feldolgozása után állítottuk össze. Úgy véljük, hogy a folyamatosan működő információs rendszerünk lényegesen javítja az elnökség és tagság közti kapcsolatot, sajnálatos, hogy ezen bevált csatornán az információk nem áramlanak mindkét irányban egyenlő intenzitással. Még mindig sokkal szerényebb a tagságtól az elnökség felé irányuló hírközlés mértéke, pedig sok esetben kívánatos lenne és nagymértékben segítené az elnökség vezetői tevékenységét, ha a tagságtól nagyobb és rendszeresebb támogatást kaphatna.

Úgy gondolom, hogy szekcióink létrejötte nagyban járult hozzá a tagság aktivi-

\* A Sugárbiológiai szekció 1973. február 26-án alakult, elnök Predmerszki Tibor, titkár Gidáli Júlia, az Orvosi Fizikai szekció 1974. június 27-én alakult, elnök Bozóki László, titkár Nikl István.

zálásához, különösen az Ultrahang-szekció teremtett tagjai számára pezsgő tudományos életet.

Azt is megállapíthatjuk, hogy a klubdélutánok rendszere jól bevált és egyre növekvő érdeklődést váltott ki a tagság részéről. 12 alkalommal szerveztünk klubdélutánt, a legsikeresebbek ezek között a szekciók által rendezettek voltak, illetve az olyanok, amelyeken jó nevű külföldi előadó beszámolója szerepelt műsoron.

Lehetőségeink szerint gondoskodtunk a fiatal oktatók szakmai továbbképzéséről: 1973 novemberében a Számítástechnika és automatizálás alkalmazása a biológiai kutatásban címmel előadássorozat hangzott el, 1974. szeptember 30–október 5-ig Visegrádon Molekuláris biológia iskolát szerveztünk az Eötvös Loránd Fizikai Társasággal együttműködésben.

Folyamatban van egy „Elektronmikroszkópos autoradiográfiás nyári iskola” szervezése a POTE Biofizikai Intézetében 1975. június 10–15. között és több társasággal közösen szervezünk egy újabb szimpóziumot a közepes energiájú gyorsítóok felhasználásáról a kutatómunkában. Erre 1975. augusztus 25–27-én kerül sor Debrecenben.

A tagsággal együtt az a véleményünk, hogy a jól szervezett intenzív tanfolyam a legjobban bevált forma a fiatalok gyors szakmai képzésére, ezért kívánatosnak tartjuk, hogy a jövő munkánkban fokozottabban nyúljunk a szakmai képzésnek ezen alapvetően fontos eszközehez.

A tudományos kutatás szervezésében igen szoros együttműködésben vagyunk az MTA Biofizikai Bizottságával és az egész biofizika tudományos termelését 6 munkacsoport segítségével rendszeres munkával mérjük fel és tekintjük át. Társaságunk több tagja dolgozik az Országos Távlati Tudományos kutatási terv keretében folyó „Bioreguláció Mechanizmusa” című országos főirány koordináló bizottságában, ez a főirány számos fontos biofizikai kutatási témát tartalmaz, ezért igen jelentős számunkra az ott kifejtett tevékenységük.

Egyre erőteljesebb tényezője lesz a magyar biofizikai kutatásnak a KGST Biofizikai együttműködése. A KGST szocialista integrációnak ez az egyre kiterjedő szervezete most már a biofizikai kutatás területén is számottevő tényező lett. Hazánkból 20 intézet vesz részt a munkában, 12 együttműködési témában 33 munkacsoport dolgozik. A szervezet által művelt 5 főirány közül 4-ben veszünk részt, az alábbi megoszlásban: a bioregulációban 5, az izomműködés kutatásában 13, a membrán-transzport irányzatban 9 és a külső fizikai hatások kutatásában 6 munkacsoporttal. A biológiai mérések automatizálása és computerizálása című irányzatban egyáltalán nem veszünk részt, bár ez is kívánatos lenne. A tárgy fontossága miatt megfontolandó lenne – az MTA Biológiai Osztályával együttműködve – alkalmas partnerintézetet illetve csoportot kijelölni a részvételre. Ezt kívánja a tudányszakunk helyes fejlesztésének érdeke.

A KGST biofizikai együttműködés lehetőségeit még közel sem használjuk ki megfelelő mértékben. Elsősorban az SZUTA Püscsinoi Biofizikai Intézetével, az LTA varsói Molekuláris Biológiai Intézetével, a CSTA Brno-i Biofizikai Intézetével, az NDKTA Berlin-Buch-i Biofizika Intézetével való együttműködés, az ott lévő nagy műszerek és metodikák intenzívebb alkalmazása jelenthetne sok segítséget tudányszakunk fejlődése számára.

A KGST Koordinációs Központja által évente kétszer rendezett meghatalmazottak tanácsulése rendszeresen kézbe tartja az együttműködést, kölcsönösen informálja a résztvevőket és tudományos ülésszakok szervezésével is segíti egymás tudományos eredményeinek gyors átadását. A Berlinben kiadott Studia Biophysica időközben a KGST biofizikai együttműködés gyors-publikációs folyóiratává szervező-

dött. Az itt történő publikálás és e folyóiratnak nagyobb számban való megrendelése is értékes lehetőség az együttműködés kiterjesztésére.

Tudományszakunk kutatási eredményeinek számos piaca között egyik legfontosabbik a kétévenként rendezett biofizikus vándorgyűlés. A beszámolási periódusban tartottuk a VII. Vándorgyűlésünket 1973. május 31–június 2. között Tihanyban.

A VIII. Vándorgyűlés a 6. közgyűléssel együttesen 1975. augusztus 27–30-ig Debrecenben kerül megrendezésre.

Már haladó hagyománnyá alakult tradícióink szerint igen eredményesen segíti fiatal kutatóink tudományos kibontakozását a pályamunkák rendszere. Az elmúlt periódus alatt 10 pályatételt írtunk ki. Beérkezett 8 pályamunka, ezek közül alapos bírálat alapján nem jelentéktelen összegű jutalomban részesítettünk 7-et. Közöttük több jó színvonalú és ígéretes tudományos munkát találtunk, melyek hazai biofizikai kutatásunknak értékes részét képezik. Úgy véljük, hogy a tudományos kutatás tematikai irányításának, s egyben a fiatal kutatók támogatásának is hasznos módszere a célirányos témák kiírása, kidolgoztatása és megfelelő elismerésben való részesítése.

Nagyon fontos irányelve volt mindig társaságunknak a határterületünk tudományos szervezeteivel való együttműködés. Elsősorban az Eötvös Loránd Fizikai Társasággal való együttműködésre helyeztünk és helyezünk mindig nagy gondot. Működik a két társaság elnökségét összekötő bizottság, mely tevékenységeink összehangolását van hivatva koordinálni. Nagyon eredményesnek tartottuk a már említett visegrádi tanfolyamot, melyen elsősorban a fiatal, biológia iránt érdeklődő fizikusok biológiai képzése volt a fontos, a soron következő ilyen tanfolyam a fiatal biológusok modern fizikai ismereteinek bővítését kívánja szolgálni. Kívánatos a két társaság közötti együttműködés további eredményes formáin fáradozni, esetleg intézményes belföldi tanulmányutak szervezésével illetve kutatási kollaborációk szervezésével.

A Biokémiai Társasággal való együttműködés szintén szoros és rendszeres, ezen közös törekvés megnyilvánulása az együttesen rendezett 1975. augusztusi debreceni vándorgyűlés, de jól látható a KGST kollaborációban, a továbbképzésben, egymás rendezvényein való kölcsönös részvételben stb. Nagyon megkönnyíti a két társaság közötti szoros együttműködést, hogy biofizikusaink közül sokan egyidejűleg mindkét társaságban tevékenykednek.

Fontos a Magyar Élettani Társasággal való együttműködésünk is, azonban – sajnálatos módon – a számos közös tag összekötő kapcsán kívül kevés szervezett akciót tudunk felmutatni. A közeljövőben szükséges intenzívebbé tenni ezt a kollaborációt.

Figyelmet kell fordítanunk a beszámolási periódusban megalakult Magyar Orvosi Nukleáris Társaság munkájára. Elnökségünk több tagja egyidejűleg a MONT elnökségének is tagja, elsősorban rájuk hárul az együttműködés új formáinak kidolgozása.

Az egész társaságnak, de elsősorban a sugárbiológiai szekciónak keresnie kell az alkalmat arra, hogy az atomerőmű építésével és működtetésével kapcsolatos sugárbiológiai és sugáregészségügyi feladatok alap- és alkalmazott szintű kutatásában részt vegyünk.

A Magyar Biofizikai Társaság mindig különös gondot fordított a hazai biofizikus képzés kérdéseire. Tovább kell fáradoznunk azon, hogy a meglévő 4 egyetemi biofizikai tanszék mellett az ELTE-n és a Szegedi Orvostudományi Egyetemen a biofizikai oktatási egység megszerveződjék, s ezen két fontos egyetemen is biztosítva legyen a rendszeres biofizikai képzés. Nagy sikerként kell elkönyvelni, hogy hazánkban ma már minden orvostanhallgató számára kötelező a biofizika tanulása, ugyanakkor súlyos hiányosságként kell értékelnünk, hogy biológia-szakos tanárjelöltjeink

még egyáltalán nem hallgatnak biofizikát. Az egész ország biológus műveltségének súlyos hiányossága ez, hiszen hogyan kívánhatnánk a modern biológia magas szintű középiskolai oktatását, ha szaktanáraink soha nem kaptak rendszeres biofizikai képzést.

Megfontolandónak tartom agráregyetemeink biofizikai oktatásának lehetőségeit, hiszen a modern mezőgazdaság egyre inkább igényli az egzakt természettudományos alapokat.

A biofizikai oktatás fejlesztésében igen jelentős segítséget jelent az Ernst Jenő szerkesztésében megjelent Biofizika című könyv (Akadémiai Kiadó, 1974.). A szerkesztőnek és a 23 tagú írókollektívának a társaság elnöksége nevében szeretném itt is elismerésünket kifejezni értékes és nívós munkájukért. Meg vagyunk győződve arról, hogy mind az egyetemi hallgatók, mind a kutatók számára hasznos segédeszközként fog szolgálni.

A magyar biofizikusok nemzetközi kapcsolatai jók. A KGST biofizikai együttműködése részleteiről már említést tettem. Jó és szoros a kapcsolatunk a Nemzetközi Biofizikai Unióval, az IUPAB Council-ban tagsági pozíciónk van, de tagjaink vannak az Unió egyes bizottságaiban is, ily módon közvetlen és intenzív a nemzetközi biofizikus életben való részvételünk.

Az 1972. augusztus 7–14. között Moszkvában tartott 4. Nemzetközi Biofizikai kongresszuson 73 résztvevővel és 41 előadással vettünk részt. Egy turista alapon kitutató csoport részvételét társaságunk szervezte meg. A nemzetközi kongresszuson való nívós szereplésünk jól demonstrálta a magyar biofizika kutatási eredményeit.

Az 1975. augusztusi koppenhágai 5. Nemzetközi Biofizikai Kongresszuson – sajnálatos módon – már csak kisebb létszámmal vehetünk részt, elsősorban az anyagi nehézségek miatt. A részvétel remélhetőleg mégis lehetőséget ad eredményeink bemutatására.

Az említett szervezeti kapcsolatokon túlmenően sok értékes személyi kapcsolat fűz bennünket a határokon túli biofizikai kutatás képviselőihez. Jellemzésül csak néhány példát:

G. M. Frank akadémikust, a Szovjetunió biofizikájának vezető személyiségét az MTA tiszteleti tagjává és a Pécsi Orvostudományi Egyetem 1972-ben díszdoktorává választotta.

1972. október 18-án F. Lynen Nobel-díjas kutató a Nemzetközi Biofizikai Unió elnöke tett egyhetes látogatást hazánkban, mint az MTA vendége. Lynen professzor az MTA-án és a POTE Biofizikai Intézetében tartott előadást illetve megbeszélést.

1973. május 23-án R. J. Munson angol biofizikus látogatott el hozzánk és tartott előadást az Országos „Frédéric Joliot-Curie” Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézetben.

1974. május 15-én dr. Noack, az NDK kutatója tett látogatást és tartott értékes előadást Budapesten.

1974. augusztus 12-én B. Pullman francia kvantumbiofizikus, az IUPAB Council tagja volt a vendégünk és tartott előadást a Pécsi Orvostudományi Egyetemen.

A KGST biofizikai együttműködés meghatalmazottainak tanácsulását 1973. november 27–30. között Budapesten tartottuk, melyen a 9 tagország mindegyik vezető biofizikusa részt vett.

E kiragadott példák szépen mutatják, hogy a magyar biofizikusok nem elszigetelten dolgoznak, hanem élénk és állandó kapcsolatban vannak az egész világ biofizikusaival. Ez az élénk kapcsolat nemcsak azért fontos, mert ezáltal mindig lehetőségünk van arra, hogy munkánk nívóját a nemzetközi színvonallal összehasonlítsuk, hanem azért is, mert így lehetőségünk van a legmodernebb kutatási módszerek

átvételére illetve egyes méréseknek külföldi laboratóriumokban, esetleg kollaboráció formájában való elvégzésére, így konkrétan a nemzetközi fő kutatási áramhoz csatlakozva végezhetjük kutatómunkánkat. Mindez nem közömbös a magyar biofizika fejlődési üteme és színvonala szempontjából.

Összefoglalva: A Magyar Biofizikai Társaság az elmúlt 3 éves periódusban örvendetesen fejlődött, e jelentős taglétszám-növekedés együttjárt a társaság további szakmai differenciálódásával, melyet a két új szekció megalakulása jelez. Megelégedéssel állapíthatjuk meg, hogy a Társaság jól töltötte be hivatását és eredményesen fogja össze, szervezi és támogatja a magyar biofizikusok tudományos munkáját.

TIGYI JÓZSEF,  
az MBT elnöke



## 2. AZ 5. KÖZGYŰLÉS

---

### A MAGYAR BIOFIZIKAI TÁRSASÁG 5. KÖZGYŰLÉSE

A Társaság 1972. június 12-én tartotta meg 5. közgyűlését Budapesten, az Országos Onkológiai Intézetben (XII., Ráth György u. 7.). Közvetlenül a megnyitása előtt került sor az 1972-es Értesítő kiosztására.

#### A közgyűlés jegyzőkönyve

Jelen vannak:

Achátz Imre	Herczegh Miklós	Pócsik István
Belágyi József	Hernádi Ferenc	Predmerszky Tibor
Bertényi Anna	Humml Frigyes	Pusztai János
Biró Gábor	Járai Ferencné	Ringler András
Blaskó Katalin	Járdánházy Tamás	Rontó Györgyi
Bozóky László	Juhász Lajosné	Somogyi Béla
Damjanovich Sándor	Karczag Adrienne	Szalay László
Daróczy Attila	Karvaly Béla	Széphalmi Géza
Ernst Jenő	Kállay Miklós	Szógyi Mária
Falus Miklós	Károlyi Géza	Tamás Gyula
Fidy Judit	Királyfalvi László	Tarján Imre
Fitori János	Kutas László	Tigyi József
Frenyó Vilmos	Kuzmann Ernő	Tigyi Józsefné
Garay András	Lakatos Tibor	Tombác Erzsébet
Gáspár Rezső	Láng Ferenc	Toperczer Johanna
Gólián Béláné	Lőrinczy Dénes	Tóth Lajosné
Gombás Margit	Masszi György	Török Attila
Gombos Attiláné	Metzger Tiborné	Trombitás Károly
ifj. Greguss Pál	Nagy László	Varga Józsefné
Guba Ferenc	Niedetzky Antal	Várad Júlia
Györgyi Sándor	Pál Imre	Vető Ferenc
Gyurján István	Pelyhe Ilona	Vittai Pál
Hajnal Józsefné		

A közgyűlés elnökségében az alábbi tagtársak foglaltak helyet:

Elnök: Ernst Jenő, a Társaság tiszteletbeli elnöke

Tagjai: Tigyi József, a Társaság elnöke

Rontó Györgyi, a Társaság titkára

Bozóky László

Szalay László

Tarján Imre, a Társaság elnökségének tagjai.

*Ernst:* Üdvözlí a Magyar Biofizikai Társaság közgyűlésén megjelent tagokat és a közgyűlést megnyitja.

A közgyűlés napirendjéül az alábbiakat javasolja:

1. A jelölő és a szavazatszedő bizottság megválasztása
2. A Társaság elnökségének beszámolója
3. Az Ellenőrző Bizottság beszámolója
4. Vita az elnökség és az Ellenőrző Bizottság beszámolójáról
5. A Magyar Biofizikai Társaság új vezetőségének megválasztása.

A Társaság közgyűlése az ülés elnöke által előterjesztett napirendet vita nélkül, egyhangúlag elfogadta.

*Ernst:* A közgyűlés jegyzőkönyvének hitelesítésére felkéri Niedetzky Antal és Szőgyi Mária tagtársakat.

*Rontó:* Javaslatot terjeszt elő a jelölő bizottság összetételére vonatkozóan. A jelölő bizottság elnökének Frenyó Vilmos egyetemi tanárt, tagjainak Györgyi Sándor és Vető Ferenc tagtársakat javasolja.

A közgyűlés az ülés elnökének felkérésére vita nélkül, egyhangúlag megszavazza a jelölő bizottság előterjesztett összetételét.

*Ernst:* Megállapítja, hogy a Társaság közgyűlése egyhangú szavazással az alábbi jelölő bizottságot választotta meg:

A jelölő bizottság elnöke: Frenyó Vilmos  
tagjai: Györgyi Sándor és  
Vető Ferenc

*Damjanovich:* Javaslatot terjeszt elő a szavazatszedő bizottság összetételére vonatkozóan. A szavazatszedő bizottságba Török Attila és Toperczer Johanna megválasztását javasolja.

A közgyűlés elnökének felkérésére vita nélkül, egyhangúlag megszavazza az előterjesztett javaslatot.

*Ernst:* Megállapítja, hogy a Társaság közgyűlése egyhangú szavazással az alábbi szavazatszedő bizottságot választotta meg:

Török Attila  
Toperczer Johanna

Felkéri a Társaság elnökét, hogy az elfogadott napirendnek megfelelően terjessze a közgyűlés elé a Társaság elnökségének beszámolóját.

*Tigyí:* Ismerteti a Társaság elnökségének beszámolóját:

Tisztelt Tagtársak!

Társaságunk elnökségének – a beszámolót illetően – most könnyű helyzete van, mert a tavalyi évben ünnepeltük Társaságunk fennállásának 10. évfordulóját és ezen alkalomra alapos beszámolót készítettünk s ez a kezükben lévő értesítőben in extenso megtalálható.

Jelen beszámolóban csak az elmúlt egy év eseményeit kívánjuk összefoglalni, de egyúttal utalunk azokra a legfontosabb elvi kérdésekre, melyek meghatározzák Társaságunk működését.

Mindenekelőtt kegyelettel kell megemlékeznünk a Társaság halottairól, különösképpen Budó Ágoston professzorról, diszelnökünkről és Várterész Vilmosról, az Országos Joliot-Curie Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Intézet igazgatójáról. Mindkettejüket életük legaktívabb szakaszában közvetlenül a munka mellől ragadta el a halál, a tudományos munka hősi halottaiként emlékezzünk meg róluk és adózunk 1 perces néma felállással emléküknél.



Tisztelt Tagtársak!

Ami az elmúlt év folyamán történt eseményeket illeti, az alábbiakban kívánok összefoglaló képet adni.

A VI. (jubileumi) Vándorgyűlés rendben és szép sikerrel zajlott le Pécsen 1971. aug. 23–25. között. Mint ismeretes, vándorgyűlésünkön a szocialista országok biofizikusainak képviselői is részt vettek. Az elhangzott előadások angol nyelvű kivonatai az Acta Biochimica et Biophysica 6. kötetében a napokban jelentek meg.

1971. szeptember 14–17. között Bécsben rendezték az I. Európai Biofizikai Kongresszust. A kongresszuson 30 résztvevővel és 19 előadással szerepeltünk. A részletes beszámolót Damjanovich tagtárs tollából az Értesítőben megtalálhatjuk. Itt csak annyit, hogy a tervezett Európai „regionális” Biofizikai Társaság megalakulása nem történt meg, az alakulásról szóló további tárgyalásokat az ez év augusztusi, Moszkvai IV. Nemzetközi Biofizikai Kongresszusra halasztották.

Még 1971 őszén (október 26–28.) Moszkvában tartottuk meg a KGST biofizikai együttműködés meghatalmazottak tanácsának első ülését. A kétéves előkészítő munka után most már hivatalosan megtárgyaltuk az együttműködés tematikáját, a biofizika 5 legfontosabb kutatási irányzata keretében.

Ezen megbeszélés határozataként az 1972-es év első felében folytattuk le a kutatásban közvetlenül részt vevő munkatársakkal a konkrét témákról szóló megbeszéléseket. A szocialista országok összesen 21 témamegbeszélést tartottak, ebből 3 hazánkban folyt le. Az együttműködésben 16 hazai intézet vesz részt összesen 25 témával.

A lezajlott témamegbeszélések összegezését és végleges jóváhagyását a meghatalmazottak tanácsának május 27–30. között Bukarestben tartott ülése végezte el. Az együttműködés során megállapodás született az intézetek közötti kutatócserékben is. Igen öröndetes, hogy a KGST együttműködés keretében nagymértékben bővültek lehetőségeink abban, hogy a szocialista országok kutató intézeteit és műszerállományát kölcsönösen jobban használjuk fel. A keret és lehetőség adva van, most rajtunk, magyar biofizikusokon múlik, hogy mennyire tudunk élni az új előnyös lehetőségeinkkel.

Nem túlzok, ha azt mondom, hogy az 1971–72-es év fordulópontot teremtett a szocialista országok biofizikai együttműködésében.

Örömmel és elismeréssel kell megállapítanunk, hogy a Magyar Tudományos Akadémia főtitkársága kezdettől fogva minden szükséges támogatást megadott ahhoz, hogy a KGST biofizikai együttműködés szervezési munkáit zavartalanul elvégezhessük. Külön köszönetet kell mondanunk azért a támogatásért is, melyet az MTA Term. Tud. II. Főosztálya a biofizikusoknak nyújtott azzal, hogy igen nagy számban támogatja a IV. Nemzetközi Biofizikai Kongresszusra való kiküldetésünket, ennek köszönhető, hogy előreláthatólag mintegy 40 magyar biofizikus tud részt venni az igen jelentős Moszkvai Kongresszuson.

Mindezen nagy szervező munka mellett a belső tudományos élet – lassan már – hagyományossá vált formáját, a klubdelutánokat sem hanyagoltuk el, a beszámolási periódusban 4 klubdelutánt szerveztünk megfelelő látogatottsággal és érdeklődéssel.

Említésre méltó, hogy a Csehszlovák Biofizikai Társaság által Brno-ban rendezett igen értékes sugárbiofizikai tanfolyamon egy tagtársunknak lehetősége volt részt venni.

Az elmúlt év végén fejeződött be az MTA 3 éves tudományos tervezési periódusa. A terv-beszámoló, ill. a tartalmi munka kivételében a Biofizikai Bizott-

ság felkérésére hathatósan közreműködtünk, az ezzel kapcsolatos munkánkat Niedetzky tagtárs az Értesítőben (1972) foglalta össze (65. old.).

Örömmel állapíthatjuk meg, hogy a hazai biofizikai kutatás egyik legígéretesebb jövőbeni bázisa, a Szegedi Biológiai Központ Biofizikai Intézete, formailag megkezdte működését 11 tudományos munkatárssal Szalay László tagtárs vezetése alatt. A Szegedi Biofizikai Intézet a terv szerint 1973-ban készül el teljesen, remény van arra, hogy a hátralévő időben sikerül a meglévő állásokat fokozatosan betölteni arra alkalmas kutatókkal. A Szegedi Biológiai Központ az MTA intenciója szerint a „bioreguláció” Országos Távlati Tudományos terv gazdája, így elsősorban a biofizikának is az ilyen ágazatát és témáit kívánja ide csoportosítani.

Az előző periódusban kifogásolták a tagtársak az elnökség és a tagság közötti kölcsönös információ menetét. Elismeréssel kell most megállapítanunk, hogy a minden elnökségi ülés után megjelenő és társaságunk minden tagjának megküldött információs értesítő jelentős mértékben megjavította a kifogásolt kapcsolatot. Igen nagy érdeme és nagyon sok munkája van e szolgálat megszervezésében titkárunknak, Rontó Györgyinek.

Immár hagyományos, hogy a közgyűlésre kézhez kapják a Tagtársak az MBT Értesítőjét, ez is nagymértékben szolgálja a tagság jó informáltságát, erősíti a biofizikusokban az együvé tartozás szellemét és tevékenységünk hű dokumentálása saját magunk és a külső érdeklődők számára is. A technikai szerkesztést nagy szakértelemmel és pontossággal Kutas László tagtársunk elismerést és köszönetet érdemlő nagy munkával végezte.

A Biofizikai Társaság eddigi egyenletes fejlődésében öröndetes, ugrásszerű növekedést jelentett az, hogy az ultrahang kutatással és alkalmazásával foglalkozó kutatók kérésére megalakítottuk az orvosi és biológiai ultrahang szekciót. Ezzel egy csapásra 37-tel nőtt társaságunk taglétszáma. Meleg szeretettel köszöntjük az Ultrahang-szekció tagjait és szeretnénk remélni, hogy az együttműködés mind nekik, mind a biofizika más területén dolgozó tagtársaink számára egyaránt hasznos együttműködést fog jelenteni.

A legutóbbi elnökségi ülésen merült fel konkrétan az, hogy Társaságunk keretében Sugárbiológiai szekciót is hozunk létre. Az elnökség a javaslatot elfogadta és az elvi hozzájárulást megadta, most már a sugárbiológusokon múlik, hogy mikor kívánják javaslatukat realizálni.

Az elnökség úgy látta, hogy elvileg hasznos lesz, ha a biofizika egyre terebélyesedő tudományterületén belül az egyes szűkebb témakörök képviselői szervezetileg is bizonyos mértékig önállóan tevékenykednek. Ezért javasoljuk a tisztelt tagságnak az alapszabályunk 2. §-ának módosítását az alábbi mondat betoldásával: „A biofizika egyes területeinek fokozott fejlődése érdekében a Társaság keretén belül szekciók alakulhatnak, amelyek tevékenységüket a Társaság szervezeti egységeként, az elnökség felügyelete alatt, az Alapszabályban foglalt feltételek szerint, önállóan szervezik.”

A mindenkori elnökség feladata lesz, hogy egyrészt a szekciók önállóságukkal élve a szűkebb tudományterületüket intenzívebben művelhessék, de ugyanakkor a Társaság minden tagja a biofizika egységes és minél egzaktabb, tudományos igényű szemléletének kialakításában együttesen összefogva munkálkodjék.

A megválasztandó elnökség nagyon hálás lenne, ha a Tagtársak kifejténék az ezzel kapcsolatos véleményüket.

Mindenesetre meglepedéssel kell megállapítanunk, hogy a 11 évvel ezelőtti 111 taggal megalakult Magyar Biofizikai Társaságnak ma összesen 210 tagja van.

Az új tagok száma 137, a meglévő alapító tagoké 73. Úgy gondolom, ezen szám-  
arányok reálisan tanúsítják társaságunk egészséges fejlődését.

Mint ismeretes a Tisztelt Tagtársak előtt, Társaságunk az MTA keretében a  
Biológiai Osztály felügyelete alatt és anyagi támogatásával működik. A MOTESZ  
megalakulása után az összes orvostudományi társaság kivált az Akadémia keretéből,  
jelenleg 3 biológiai jellegű társaság működik velünk együtt az MTA keretében (Bio-  
kémiai és Biológiai Társaság), ezért a szervezési kérdések belső logikája alapján fel-  
merül az a kérdés, hogy maradjon-e ez a három társaság továbbra is az MTA kere-  
tében.

A kérdést megvizsgálva 3 alternatíva merült fel:

1. maradjunk az MTA keretében,
2. csatlakozzunk a MOTESZ-hez,
3. csatlakozzunk a METESZ-hez.

Az Elnökség a Tisztelt Tagságra bízva a kérdésben való állásfoglalást azzal  
a megjegyzéssel, hogy a biofizika tudománya – határterületi tudomány lévén az or-  
vostudomány és a természettudományok között – félő, hogy bármelyik nagy szövet-  
séghez csatlakozik, ki fog esni az érdeklődés középpontjából.

Tisztelt Tagtársak, összefoglalva: a Magyar Biofizikai Társaság az elmúlt be-  
számolási periódus alatt is betöltötte hivatását, eredményesen szervezte a magyar  
biofizikusok tevékenységét, sikeresen szolgálta a magyar biofizika fejlesztését. Az  
elnökség fő irányvonala helyes volt. A Tisztelt Tagtársak véleménynyilvánítása és  
kritikai megjegyzései nagymértékben fogják segíteni a megválasztandó vezetőséget  
a munka eredményes továbbvitelében.

*Ernst:* Megköszöni a beszámolót és felkéri Damjanovich Sándort az Ellenőrző Bi-  
zottság jelentésének előterjesztésére.

*Damjanovich:* Előterjeszti az Ellenőrző Bizottság jelentését a Társaság elmúlt 3 évi  
pénzügyi helyzetének alakulásáról.

## J e l e n t é s

### *a Magyar Biofizikai Társaság anyagi helyzetéről*

(1970–1971–1972)

<i>1970. évben:</i>	<i>Bevétel</i>	<i>Kiadás</i>
Költségvetési előirányzat	26 000	26 000
Költségvetési teljesítés	31 889,32	22 827,35
<i>1971. évben:</i>	<i>Bevétel</i>	<i>Kiadás</i>
Költségvetési előirányzat	26 000	26 000
Költségvetési teljesítés	27 815,97	20 237,85
<i>1972. évben:</i>	<i>Bevétel</i>	<i>Kiadás</i>
Költségvetési előirányzat	26 000	26 000
Költségvetési teljesítés a mai napig	21 298,12	12 902,20

A Társaság bevételeit a költségvetésben előirányzott kiadásaira fordítja.

<i>Tagdíjfizetés:</i>	1970	1971	1972
Taglétszám	151	171	216
Tagdíjat fizetett	129	131	116
Tagdíjat nem fizetett	22	40	100

*Tagdíj elmaradások:*

3 évnél több elmaradás van	7 főnél (ebből egy személy hosszabb időn keresztül külföldön van)
3 éves elmaradás van (1970-71-72)	12 főnél
2 éves elmaradás van (1971-72)	29 főnél
1 éves elmaradás van (1972)	100 főnél

MAGYAR BIOFIZIKAI TÁRSASÁG KÖLTSÉGVETÉSI ADATAI

1970-1971-1972

Rovat megnevezése	1970 év		1971 év		1972 év
	előirányzat	teljesítés	előirányzat	teljesítés	Költségvetési előirányzat
A) Kiadás					
01 Bérek	10 400	10 248	10 400	10 146	10 400
02 Személyi kiadás	2 000	6 666	4 000	945	1 500
03 Fenntartási kiadás	13 600	5 911	11 600	9 633	14 100
A) Kiadás összesen:	26 000	22 825	26 000	19 724	26 000
B) Bevétel					
Működési bevétel	7 000	7 560	7 000	6 240	7 000
Költségvetési támogatás	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000
Előző évi maradvány	7 000	11 515	7 000	9 062	7 000
B) Bevétel összesen:	26 000	31 075	26 000	27 302	26 000

*Ernst:* Megköszöni az Ellenőrző Bizottság beszámolóját. Az elnökségi beszámoló és az Ellenőrző Bizottság beszámolójának együttes vitáját megnyitja.

*Predmerszky:* A Sugárbiológiai Szekció megalakítását a Társaság keretében a Sugárbiológiai Intézet időközben elhunyt igazgatója, Várterész Vilmos kezdeményezte. Bejelenti, hogy a Sugárbiológiai Intézet e kezdeményezéssel egyetért, az Intézet munkatársai a közgyűlés egyetértése esetén magukra vállalják a szervező bizottság összehívását, az e kérdéssel kapcsolatos adminisztratív feladatok ellátását.

*Bertényi:* Az Ultrahang Szekció tagjai nevében megköszöni, hogy a Magyar Biofizikai Társaság lehetővé tette a Társaság kebelében a Szekció megalakítását.

*Tarján:* Nem érti, hogy most miért merült fel a Társaság hovatartozásának kérdése. Úgy véli, hogy a Társaság szempontjából a jelenlegi státus megfelelő és ha erre nincs valamilyen komoly ok, akkor nem szükséges változtatni a Társaság jelenlegi helyzetén. Döntés előtt mindenesetre tájékozódni kellene az Akadémia álláspontjáról.

*Falus:* Az Ultrahang Szekció nevében javasolja, hogy a Társaság lehetőség szerint maradjon meg az Akadémia keretében.

*Ernst:* Lehetőleg kerülendő, hogy a tagtársak mások nevében is nyilatkozzanak. A Társaság minden tagjának joga van véleményt nyilvánítani, de mindenki csak

1 szavazattal rendelkezik és csak saját nevében nyilatkozhat.  
Megállapítja, hogy több hozzászóló nincs.

A Társaság elnöke a beszámoló keretében javaslatot tett a Társaság Alapszabályának módosítására. Kéri a Társaság tagjait, hogy e kérdésben szavazással döntenek. Megkérdezi, hogy ki ért egyet az Alapszabály módosításával és ki szavaz el-lene, illetve tartózkodik a szavazástól.

Megállapítja, hogy a Társaság közgyűlése egyhangúlag elfogadta a Társaság elnöke által előterjesztett és az alapszabály módosítására vonatkozó javaslatot. Esze-rint a Társaság alapszabályánk 2. §-a az alábbi szöveggel egészül ki:

*„A biofizika egyes területeinek fokozott fejlődése érdekében a Társaság keretén belül szekciók alakulhatnak, amelyek tevékenységüket a Társaság szervezeti egysé-geként, az elnökség felügyelete alatt, az Alapszabályban foglalt feltételek szerint, önállóan szervezik.”*

Kéri a Társaság közgyűlését, hogy szavazással foglaljon állást az elnökség és az Ellenőrző Bizottság beszámolójának elfogadását illetően.

A szavazás lefolytatása után megállapítja, hogy a Társaság közgyűlése az el-nökség beszámolóját és az Ellenőrző Bizottság jelentését egyhangúlag elfogadta.

*Tigyi:* A Társaság eddigi elnöksége és a saját nevében megköszöni a Társaság tag-jainak támogatását és segítségét. Bejelenti, hogy az elnökség nevében lemond.

*Ernst:* Felkéri a közgyűlés által megválasztott jelölő bizottságot, hogy munkáját kezdje meg. A jelölő bizottság javaslatának elkészítése idejére szünetet rendel el.

#### S z ü n e t

*Ernst:* Felkéri Frenyó Vilmost, a jelölő bizottság elnökét, a bizottság elnökségre vo-natkozó javaslatának előterjesztésére.

*Frenyó:* A jelölő bizottság nevében az alábbi javaslatot terjeszti elő a Magyar Bio-fizikai Társaság új elnökségére vonatkozóan:

Elnök: Tigyi József

I. titkár: Szalay László

II. titkár: Rontó Györgyi

Tagok: Bertényi Anna, Bozóky László, Damjanovich Sándor, Falus Mik-lós, Garay András, Guba Ferenc, Gyurján István, Juvancz Iré-neusz, Niedetzky Antal, Sztanyik László, Tarján Imre.

*Ernst:* Megkérdezi, hogy a jelölő bizottság által előterjesztett javaslatához kíván-e valaki hozzászólni vagy kérdést feltenni:

Megállapítja, hogy a jelölő bizottság javaslatához senki sem kíván hozzászólni, vagy kérdést feltenni.

Felkéri a szavazatszedő bizottság elnökét a szavazólapok elkészítésére, a sza-vazás módjának ismertetésére és a titkos szavazás lefolytatására.

#### S z ü n e t

A szavazatszedő bizottság kiosztja a szavazólapokat.

*Török:* Részletesen ismerteti a titkos szavazás módját.

*Ernst:* Megkérdezi, hogy a közgyűlés minden résztvevője kézhez kapta-e szavazó-lapját.

Megállapítja, hogy a közgyűlés minden résztvevője rendelkezik szavazólappal. Elrendeli a titkos szavazás lefolytatását.

A szavazás lebonyolításának idejére szünetet rendel el.

#### S z ü n e t

*Ernst:* Felkéri a szavazatszedő bizottság elnökét, hogy ismertesse a titkos szavazás eredményét.

*Török:* Ismerteti a titkos szavazás eredményét.

Megállapítja, hogy összesen 65 fő szavazott. A 65 szavazólap mindegyike érvényes. A szavazatok megoszlása a következő:

Elnök:	Tigyi József	63 szavazat
I. titkár:	Szalay László	63 szavazat
II. titkár:	Rontó Györgyi	65 szavazat
Tagok:	Bertényi Anna	65 szavazat
	Bozóky László	65 szavazat
	Damjanovich Sándor	65 szavazat
	Falus Miklós	65 szavazat
	Garay András	64 szavazat
	Guba Ferenc	65 szavazat
	Gyurján István	46 szavazat
	Juvancz Iréneusz	62 szavazat
	Niedetzky Antal	64 szavazat
	Sztanyik László	65 szavazat
	Tarján Imre	65 szavazat
	Láng Ferenc	19 szavazat
	Frenyó Vilmos	4 szavazat
	Belágyi József	1 szavazat

A szavazatok megoszlása alapján tehát megállapítható, hogy a közgyűlés a szavazólapon szereplő 14 tagtársat választotta meg a Társaság elnökségébe, mivel valamennyi, a szavazólapon szereplő személy megkapta a jelenlévők szavazatainak több mint  $2/3$ -át.\*

*Tigyi:* Saját maga és a Társaság újonnan megválasztott elnöksége nevében megköszöni a Társaság tagjainak bizalmát. Az elnökség az eddig követett úton kíván a továbbiakban is járni és igyekszik munkáját még jobban és következetesebben végezni. Kéri továbbra is a Társaság tagjainak aktív segítségét.

*Ernst:* Megköszöni a részvételt és a közgyűlést berekeszti.

---

A közgyűléshez kapcsolódóan szakmai program lebonyolítására is sor került, melynek keretében az Országos Onkológiai Intézet három munkatársa, Rodé Iván professzor, Bozóky László professzor és Gyarmathy István főorvos tartottak rövid előadásokat a betatron működéséről, a terápiás és kísérleti munkában való felhasználásának technikai és gyakorlati problémáiról.

\* Változások:

- az 1972. december 5-i elnökségi ülés a Társaság soronkövetkező közgyűléséig a megalakítandó Sugárbiológiai Szekció részéről *Pradmerszky Tibor* tagtársat az elnökségbe kooptálta.
- az MBT és az OBUS vezetősége 1973-ban *Humml Frigyes* tagtársat tagjai közé kooptálta.

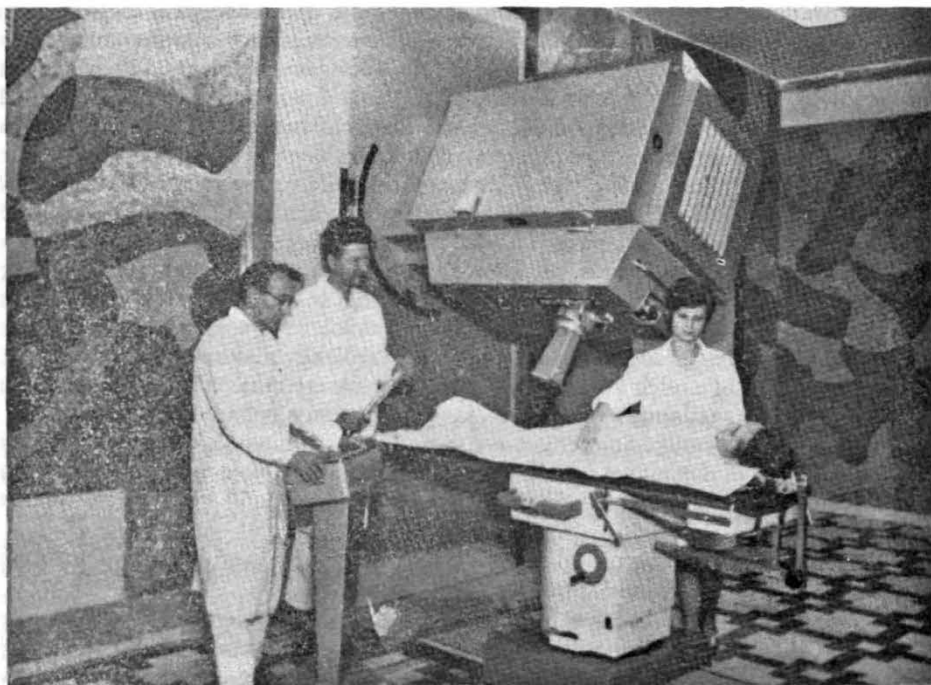
## Az első hazai betatron ismertetése

(Rodé Iván, az Onkoradiológiai Tanszék vezetője)

A betatron üzembeállítása az Országos Onkológiai Intézetben a hazai ultrafeszültségű terápia fejlődésének jelentős mozzanata.

Érdeemes röviden összefoglalni a hazai ultrafeszültségű terápia fejlődésének egyes állomásait. Az Eötvös Loránd Rádium és Röntgen Intézetben 1938-ban állítottuk üzembe a 400 kV-os feszültséggel működő, Villard kapcsolású röntgen terápiás készüléket és ugyancsak 1938-ban a 3000 Ci töltésű rádium ágyút. Az Országos Onkológiai Intézetben 1958-ban állítottuk üzembe a 2000 Ci töltésű Gravicert típusú, állómezős besugárzásra szolgáló kobaltágyút – majd 1965-ben a 3000 Ci töltésű, mozgó besugárzásra szolgáló Rotacert típusú kobaltágyút.

Az Országos Onkológiai Intézetben 1970. decemberében üzembeállított B-5 gyártmányú, 25 MeV feszültséggel dolgozó szovjet betatron az IAEA kimutatása szerint a világon a 156., míg Európában a 100. klinikai üzemben működő berende-



1. ábra. Egyéves beszabályozási munkák és pontos dozimetriai bemérések után dr. Gyarmathy László és Reischl György előkészítik a 25 MeV-es szovjet betatron-t az első betegkezeléshez az Országos Onkológiai Intézetben

zés volt. A hazai betatron üzembeállítását hosszas szakmai tanulmányozás előzte meg, melynek során különös figyelmet fordítottunk a körkörös gyorsító fizikai, biológiai és klinikai tulajdonságainak megismerésére.

A fizikai tulajdonságok közül megemlítjük, hogy a készülék kétféle sugárzást, nevezetesen

1. kemény fékezési foton sugárzást és
2. nagy energiájú elektron sugárzást

szolgált. Innen származik a „béta”-tron elnevezés.

A sugárforrás üzemeltetése relatíve csekély energiafelvétellel indul. Az energia szabályozás 7–25 MeV tartományban történik tartós stabilitás mellett. Kiemelendő a nagy dózisteljesítmény, mely röntgensugárzásnál 100 cm FB-táv. mellett 50R/min, míg elektron sugárzásnál 100 cm FB-táv. mellett 500R/min. A vezénylés relatíve egyszerű. A berendezés szerkezeti kiállítása korszerű. A beteg ellenőrzése tv-kamerákkal történik. A sugárforrás elmozdítása 30°-ig lehetséges.

Mint minden ilyen nagyfeszültségű berendezésnél, bizonyos nehézségekkel kell számolnunk. A 8–10 MeV-es sugárzások ( $\gamma$ , n) magreakciók miatt gyors neutronokat és radioaktív sugárzásokat hoznak létre az anyaggal való kölcsönhatás következtében (levegő, készülékalkatrészek, beteg), de a rövid felezési idő és a kis intenzitás miatt ez a tény nem jelent komolyabb veszélyt. Bizonyos mérvig korlátozza ugyan az üzemi és kezelési forgalom gyorsaságát, de dozimetriailag még előnyös is lehet, gondolva a küszöb-detektorokra.

A biológiai tulajdonságok viszonylatában jellemző a sugárzásnak nagy átható képessége, ennek következtében a bevihető nagy gócdózis és a jól definiált sugárnyaláb. Mindebből következik a daganatra gyakorolt optimális hatás mellett az ép szövetek „quasi automatikus” védelme. A hatásmechanizmus ismert, amennyiben tudjuk, hogy a direkt sugárzás mellett főleg a szórt-sugárzás előnyös térbeli megoszlása biztosítja ezt az előnyt. A szórt-sugárzás ugyanis a primer sugárzás irányát kedveli és egyúttal kevés az oldal-irányú és hátra-irányuló sugárzás (Rump). A szórt-sugárzásnak ez a jellegzetes viselkedése sugárvédelmileg is előnyös.

A dózis-maximum viselkedése jellegzetes, a „built up” a felszín alatt történik éspedig átlagosan a mindenkori feszültség fele értékével. Tudjuk, hogy Co–60-nál ez 3–4 mm, míg pl. 10MeV-nél 5 cm.

A biológiai hatás jellemzésénél fontos fizikai tényezők az l. e. t. (linear energy transfer), az o. e. r. (oxygen enhancement ratio), az r. b. e. (relative biological effectiveness) és végül a Bragg-féle peak-effect.

Az ultrafeszültségű sugárzásoknál ezek a tényezők úgy alakulnak, hogy az l. e. t., az o. e. r. és az r. b. e. elég kicsiny, míg a Bragg-peak effectus térben jól meghatározott. Az utóbbi megállapítás főleg az elektron sugárzásra vonatkozik.

Klinikailag az indikációs terület a rosszindulatú daganatok kezelése, főleg körülírt, mélyenfekvő daganatos gócek, mint az agy, tüdő, gyomor, bél, végbél, hólyagrákok és csontszarkomák, amelyek az ép szövetek messzemenő kímélésével fejleszthetők vissza.

Az egyéni sugárérzékenységi különbségek Zuppinger szerint hangsúlyozottabbak, mint konvencionális sugárzásoknál.

A dozírozásnál és a klinikai hatások kialakulásánál figyelembe kell venni, hogy a számított dózis és a biológiai hatás nem mindig halad párhuzamosan. A legújabb megállapítások szerint az r. b. e. a szöveti mélységgel 061–076-ig a felszín irányában különbségeket mutathat, melyek elérhetik a  $10^0/0$ -ot is (Dutreix).

A betatron klinikai alkalmazása mellett szeretnénk ráirányítani a figyelmet az ilyen nagyenergiájú és különleges sugárzásokat produkáló berendezés előnyeire a ku-



tatásban. A készülék tulajdonságainak ismeretében nagy jelentőségű sugárfizikai, sugárbiológiai, biofizikai és ipari kutatások végezhetőek. Részünkről a mai találkozón egyik legjelentősebb mondanivalónk éppen az, hogy a betatron kutatók nemzetközi számára nyújt kedvező kutatási lehetőséget mind a fundamentális kutatásban, mind a klinikai kutatásokban. Feladatunknak tekintjük azt is, hogy a fundamentális és klinikai kutatások közötti összefüggéseket minél szorosabbra fűzzük.

## Nagy energiájú röntgen és elektron sugárzások előállítása

(Bozóky László, Országos Onkológiai Intézet)

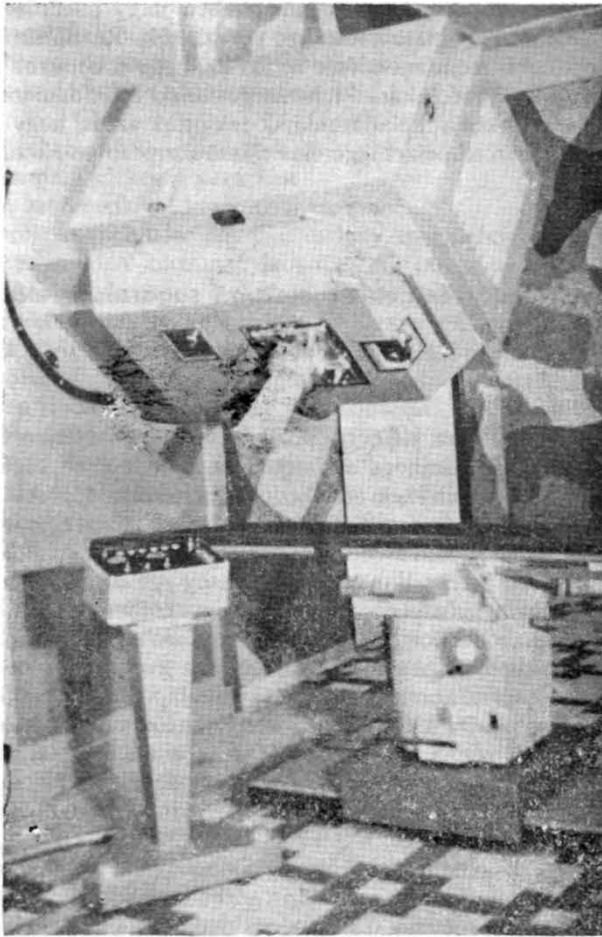
A sugárterápia több mint fél évszázados problémája a mélyen fekvő daganatok kellő dózisu besugárzása. Minthogy a röntgen sugárzás keménységének a növelésével a százalékos mélydózis értékek emelkednek, a röntgenológusok kezdettől fogva igényelték az egyre nagyobb és nagyobb csúcsfeszültségű röntgen berendezéseket. Már a 30-as évek során nyilvánvalóvá vált azonban, hogy a leküzdhetetlen szigetelési nehézségek következtében a félmillió voltos feszültség egy olyan határértéknek tekinthető, amelyet a klasszikus röntgenső típusoknál gyakorlatilag nem lehet túllépni.

A Kerst-féle betatron-elv megvalósítással azonban a 40-es években a sugárterápia régi igénye teljesíthetővé vált: körkörös elektron gyorsítás révén a szigetelési nehézségek megkerülésével szinte tetszés szerinti energiájú röntgen sugárforrást sikerült a betegbesugárzások céljaira kifejleszteni. Sőt ezen túlmenően a további kísérletek arra az eredményre vezettek, hogy ugyanebből a készülékből a nagy energiájú elektron nyaláb is kihozható a szabad levegőre és ez sok esetben sokkal előnyösebben használható a daganat besugárzások céljaira, mint az azonos energiájú fékezési röntgen sugárzás.

Amíg ugyanis a röntgen sugárzás esetén az energiától függő testmélységben bekövetkező dózis maximum után a mélydózis görbe csak igen lassan csökken, tehát a daganat mögötti testrészeket is a daganaténál csak alig kisebb dózissal szükségszerűen terhelniük kell, addig az elektron sugárnyalábnál a dózis maximum elérése után a mélydózis görbe igen meredeken hirtelen zérusra esik le és a mögöttes testrészeket már csak a testben lefékeződő elektronok által keltett, több nagyságrenddel kisebb intenzitású fékezési röntgen sugárzás terheli.

Az Országos Onkológiai Intézetben 1971-ben kezdődött meg a szovjet gyártmányú 25 MeV-os betatron üzemeltetése, melyet a közgyűlés igen tisztelt résztvevőinek alkalmuk lesz részletesen megnézni.

A betatron működését röviden a következőkben foglalhatjuk össze. A betatron lényegében véve egy olyan röntgen készülék, amelynek két legfontosabb alkotó eleme, a nagyfeszültségű transzformátor és a röntgenső egyetlen egységben van egyesítve oly módon, hogy a transzformátor szekunder tekercse helyébe maga a gyűrű alakú speciális röntgenső kerül. Így a transzformátor primer tekercsbe bevezetett váltakozó áram nem a sok menetű szekunder tekercsben indukálja a nagyfeszültségű áramot – amelynek a röntgensőhöz való vezetése és magának a röntgensőnek a kiképzése az említett szigetelési problémákat veti fel – hanem bent a gyűrű alakú röntgenső vákuum terében. Ilyen módon a nagyfeszültségű szigetelési problémák egyáltalán fel sem lépnek.

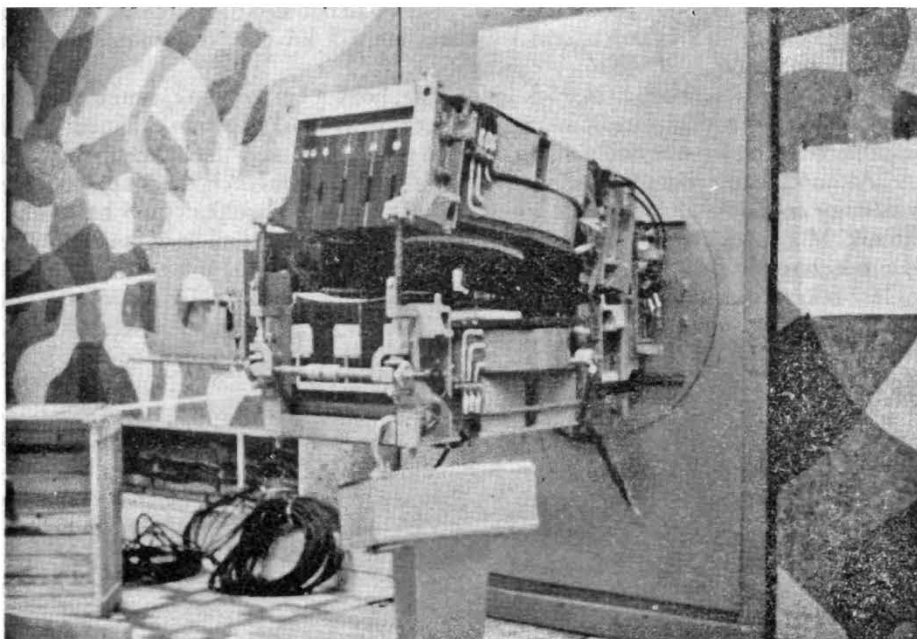


2. ábra. A komplett 25 MeV-es betatron a besugárzó asztallal és beállító pulttal

Betatronunknál a mintegy 60 cm átmérőjű gyűrű alakú röntgensőbe 60 kV-os feszültséggel tangenciálisan löjük be a közönséges röntgensővekhez hasonlóan izzószál által termelt elektronokat. A röntgenső egy nagy elektromágnes sarkai közé van behelyezve úgy, hogy a mágneses erővonalak merőlegesek a gyűrű alakú röntgenső síkjára. A mágneses tér a belövellt elektronokra irányítólag hat és azokat a vákuum gyűrűben körmozgásra kényszeríti. Az  $e$  töltésű és  $v$  sebességgel repülő elektron a körgyűrű  $r$  sugarának megfelelő körpályán kering, ha a ráható centrifugális erőt:  $mv^2/r$  a mágneses erő:  $e v H$  ( $H$  a mágneses térerősség) kompenzálja, azaz a két egymással ellentétes irányú erő abszolút értéke egymással egyenlő

$$\frac{m \cdot v^2}{r} = e \cdot v \cdot H$$

Ez az elektron gyűrű képezi jelen esetben a transzformátor szekunder tekercsét. Ha bekapcsoljuk a transzformátor primer tekercsébe az 50 periódusos váltakozó áramot,



3. ábra. A 25 MeV-es szovjet betatron szétnyitott mágnes pófái a köztük elhelyezett cirkuláris elektron-gyorsítóval

ez a körgyűrű síkját középen átdöfő vasmagban váltakozó mágneses fluxust létesít, amely a körülötte keringő elektronokra éppúgy gyorsítólag hat, mint a közönséges transzformátor szekunder tekercsében lévő elektronokra.

A váltakozó áram első negyed periódusában a mágneses fluxus folyamatosan nő, ami az igen kis tömegű elektronokat rövid idő alatt igen nagy sebességre, közel fénysebességre gyorsítja fel. Az  $1/4$ -ed periódusnak megfelelő  $1/200$  másodperc alatt az elektronok több százézerszer körbefutva, sok száz km utat tesznek meg és igen nagy kinetikai energiát nyernek. Természetesen fenti egyenletünknek megfelelően az egyre nagyobb sebességgel száguldó elektronokat csak egyre erősödő mágneses tér tudja ugyanakkora sugarú körpályán megtartani, tehát az irányító mágneses tér tekercsében is ugyanazt a váltakozó áramot kell bevezetnünk: a gyorsító és irányító mágneses térnek egymással összhangban kell váltakozniuk.

A betatron tehát egy olyan transzformátornak is tekinthető, melynek rendkívül nagy menetszámú szekunder tekercse van (a menetszám azonos az elektronok körbefutásának a számával) és amely ennek következtében igen nagy feszültségű, akár több száz millió voltos elektronokat képes szolgáltatni anélkül, hogy szigetelési problémák merülnének fel.

Az első negyed periódus végén az elektronok elérik maximális sebességüket és maximális energiájukat. Ekkor az irányító mágneses tér hirtelen kikapcsolásával az elektron gyűrűből a centrifugális erő hatására az elektronok tangenciálisan kirepülnek és vagy az elektron gyűrű közelében, a gyorsító csőbe beépített arany, ill. wolfrám lemezeknek ütközve fékezési röntgen sugárzást keltenek, vagy egy vékony ablakon át a csőből maguk az elektronok lépnek ki a szabad levegőre. A röntgen, illetve elektron emisszió kb. 4–5 mikroszekundumig tart. Ezután a periódus még hátralévő három-

negyed részében, kerekén 4000-szer annyi ideig – 20 000 mikroszekundumig – a csőben nyugalom van, a betatron sem sugárzik, majd a következő periódus elején az egész folyamat kezdődik előlről.

Lényeges momentum az előzőek alapján az, hogy a betatron akár mint röntgen-, akár mint elektron sugárforrást használjuk, nem folytonosan sugárzik, hanem csupán másodpercenként 50-szer szolgáltat egy-egy igen rövid, nagy intenzitású sugárzást.

Az anód lemez hűtésére a röntgen készülékekkel ellentétben nincs szükség, mert ilyen nagy energiáknál a fékezési röntgen sugárzás keltése sokkal jobb hatásokkal történik. Míg 200 kV-nál az energia több mint 99<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-a hővé alakul át és csak 1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> alatti része fékezési röntgen sugárzássá, addig 20 MeV-nél például már az energia 66<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-ából lesz fékezési röntgen sugárzás és csak 34<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-a alakul át hővé. Ez azt jelenti, hogy az egységnyi sugárzási energiára jutó hőenergia a klasszikus röntgen készülékeknél több mint 100-szoros értékről a betatronnál 0,5-re csökken, azaz jó 200-szor kisebb lesz.

A röntgen sugárnyaláb keresztmetszete a dózisintenzitás eloszlása szempontjából erősen inhomogén. a közepén jóval nagyobb a dózisintenzitás, mint a széli részeken. Ezért egy szivar alakú szénhidrogén kompenzációs szűrőt szokás alkalmazni és az inhomogenitást ezzel kikompenzálni. A fékezési röntgen sugárzás dózisteljesítménye az energia növekedésével rohamosan nő, 25 MeV-nél 1 m távolságban betatronunknál eléri a 60–70 rad/perc értéket.

A gyorsító csőből kilépő elektronnyaláb keresztmetszete az ablaknál még igen kicsi, de a levegőben bekövetkező szóródás következtében aztán egyre jobban kiszélesedik, úgyhogy terápiás besugárzásokra is alkalmas nyalábbá válik.

A dózisteljesítmény az ablak előtt még rendkívül nagy, 4 mA-es elektron áram belövésénél 30 000 rad/perc. A távolság növekedésével a dózisteljesítmény rohamosan csökken, de még 1 m távolságban is 300 rad/perc körüli értéket mutat. Az elektronok hatótávolsága természetesen levegőben igen nagy, már 5 MeV-nél eléri a 20 métert. Lágú testszövetekben 25 MeV-nél mintegy 12 cm-es hatótávolságot kapunk, ami azt jelenti, hogy olyan daganatokat, amelyek a bőrfelülettől 12 cm-nél kisebb mélységben helyezkednek el, alkalmasan megválasztott energiával rendelkező elektron sugárnyalábbal ideálisan tudunk besugározni. A daganatok mögött elhelyezkedő testszövetek gyakorlatilag nem kapnak terápiás besugárzást.

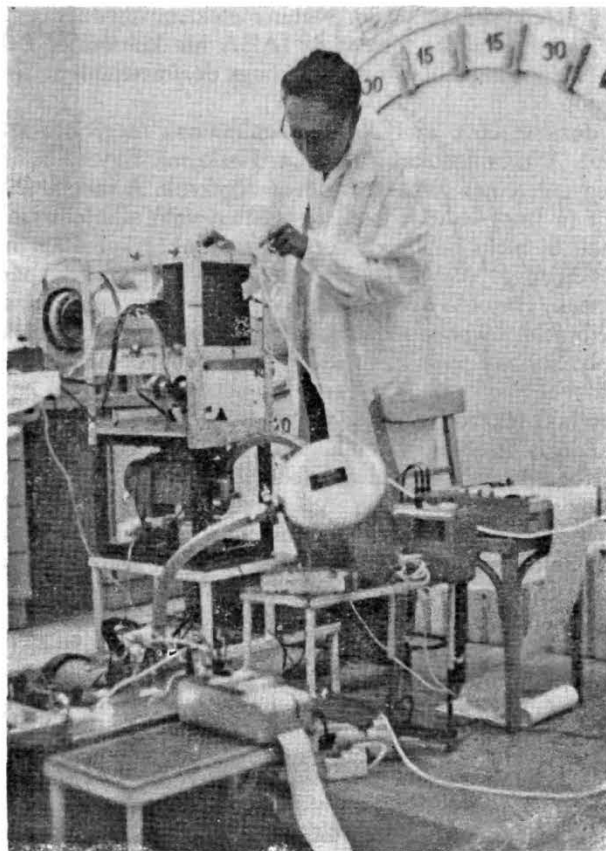
A betatronnak legnagyobb jelentősége terápiás szempontból éppen a nagy energiájú elektronsugárzások előállításában rejlik.

## A betatronterápia jellegzetességei

(Gyarmathy László és Reischl György, Országos Onkológiai Intézet és OTKI Onkoradiológiai Tanszék)

A B5M–25 típusú betatron beállításával intézetünk újfajta nagyenergiájú sugárforrással gyarapodott. A készülék 25–28 MV-os fékezési- és 7–26 MeV-os elektronsugárzás előállítására alkalmas.

Újszerű feladat a nagyenergiájú sugárzások ezen fajtáihoz a korszerű dozimetriás alap megvalósítása. Ismeretes, hogy az expozíció fogalma itt már nem használható (ICRU) és csakis az elnyelt dózis közvetlen, vagy közvetett meghatározására lehet



4. ábra. A bécsi Nemzetközi Atomenergia Ügynökség fizikusa, J. Nagl, abszolút dózismérést végez az Országos Onkológiai Intézet Rotacert kobaltágyúján grafitba ágyazott kaloriméterrel

támaszkodni. Az ionometriás módszer továbbra is a leggyakrabban használt mérési eljárás maradt, mindenekelőtt a napi és a relatív méréseknél, de az elnyelt dózis közvetett megállapítására, illetve átvitelre is alkalmas a Bragg-Gray elven alapuló speciális formában (ICRU, HPA, SCRAD, NACP).

A dózis közvetlen meghatározására a kalorimetriát és a Fricke módszert ismerték el megfelelő eljárásnak. Az első igen időigényes, költséges és egészen kiváló speciális műszereltséget igényel. Számunkra csak olyan formában hozzáférhető, hogy Nagl és Haider a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (IAEA) műszereivel kobaltágyúinknál ilyen mérést fog végezni,\* ami egyben ionizációs műszereink és a nálunk használt Fricke dozimetria hitelesítéséül is fog szolgálni. Utóbbinak is előnye a levegőkamrás ionometriával szemben, hogy az energia függő polarizációs hatás és a rekombinációs veszteség, mint hibalehetőség kiesik. Főleg az elektronsugárzásnál használják, ahol az energiacsökkenés vízben kb. 2 MeV/cm. A fékezési terápiánál, ha a dózisteljesítmény kicsi, alkalmazását nehézkessé teszi, hogy legalább 5 krad leadása szükséges

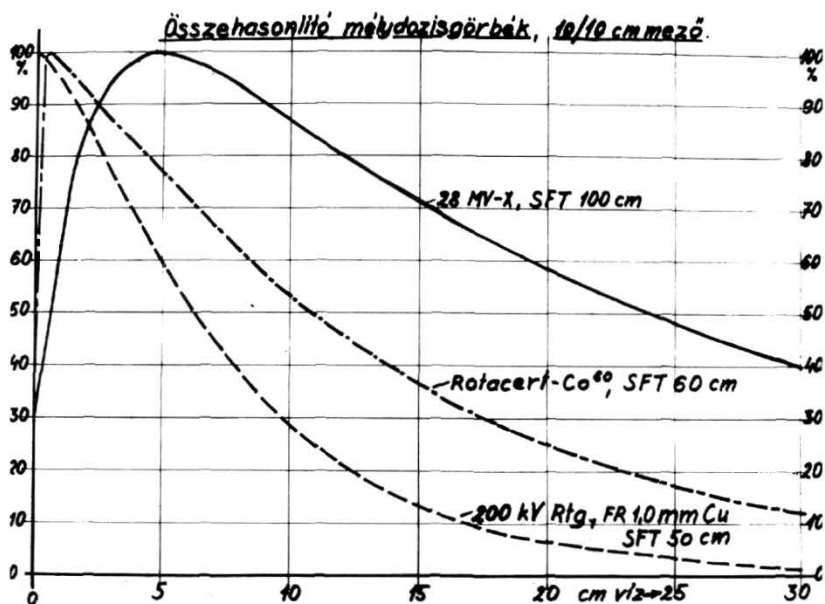
\* A mérés 1972-ben megtörtént: Bozók L. és mtsai: Magyar Onkol. 17, 65. (1973).

ahhoz, hogy pontos eredményt adjon. Nálunk elektronsugárzásnál Toperczer végez ilyen mérést és összehasonlítás történt az IAEA ide küldött és Bécsben kiértékelt készítményeivel is. Ez a kapcsolat biztosítja, hogy dozimetriánk ne térjen le a nemzetközi standardoktól.

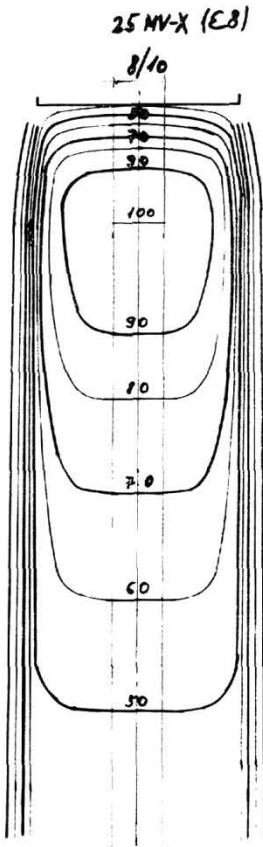
Ionizációs dozimetriánk az ICRU kívánalmainak megfelelő kobalt kalibrációs módszeren alapul. A számításokat a Klinikai Fizikusok Egyesülete (NACP) adatainak és Harder egyenleteinek felhasználásával végezzük. A rekombinációs veszteséget Milshstein szerint (a Boag-elmélet ezen a területen való alkalmazása) vesszük figyelembe. A használt Siemens műszereinket és kamráinkat kobaltágyúnknál előzetesen Zsdanszkyval és Hizóval (OMH), valamint Bozókyval végzett párhuzamos mérésekkel hitelesítettük. Hasonló összehasonlítás történt elektronsugárzásnál is. A szükséges energiakalibrációt fékezési sugárzásnál küszöbanalízissel, az elektronsugárzásnál a gyakorlati pályahosszak vízben történt meghatározásával végeztük el a NACP előírásai szerint.

A nagyenergiájú fékezési sugárzásra jellemző a nagy relatív mélydózis és a jelentékeny kilépő dózis. Előbbinek és a keskeny félárnyéknak köszönhető, hogy azonos gócdózisnál a térfogatódózis kisebb, mint telekobalt- és sokkal kisebb, mint a 200 kV-os röntgenterápia felhasználásakor, ha a góc 4-5 cm-nél mélyebben van (5. és 6. ábra). A csont és lágyszövetabszorpció közti különbség kicsi. Az elmondottak alapján ezen sugárzást elsősorban a törzsben mélyebben elhelyezkedő tumorok kezelésére célszerű használni. A dózisteljesítmény ennél a sugárminőségnél elég kicsi és kobaltkészülékekkel is rendelkezünk, ezért a fékezési terápiát mi a fenti területen elhelyezkedő azon daganatok számára tartjuk fenn, ahol a gyógyulás esélye fennáll.

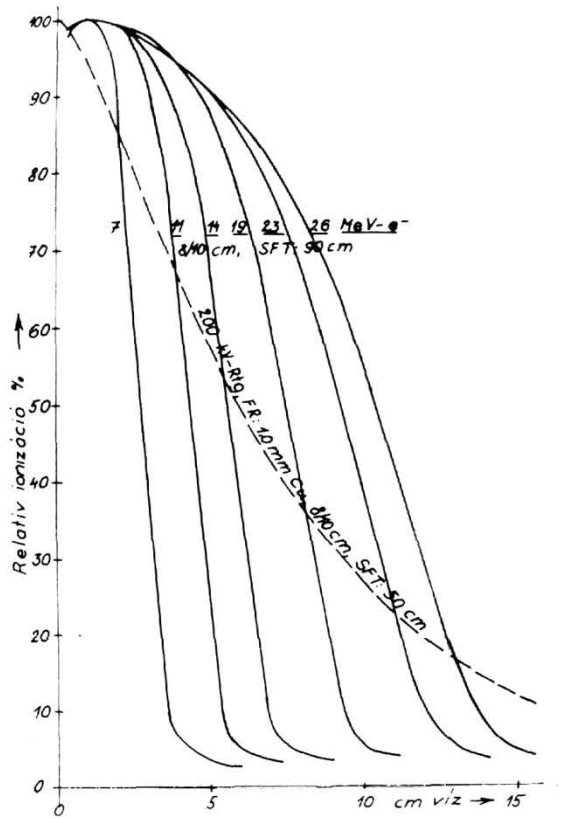
Ezzel szemben a nagyenergiájú elektronok azonos energiával rendelkezve a felszíntől közel azonos mélységig hatolnak le. Így a dózis a felszíntől egy bizonyos, az energiának megfelelő távolságig nagy, azután hirtelen csökken le és a mögöttes szervek terhelése jelentéktelen (7. ábra). A belépő dózis kevéssel van a maximum alatt,



5. ábra



6. ábra



7. ábra

a csont-, lágyszövet- és levegőabszorpció közti különbség számottevő. A mi 7–26 MeV-es energiáinkkal 2–7 cm-ig tudjuk a 80%-os dózist lejuttatni. Ezért indikációs területe a felszín alatt fekvő, főleg nem túl csontos környezetben ülő daganatok és nyirokcsomók.

Ezen nagyenergiájú sugárzások RBE-je hasonló a telekobaltéhoz. Nincs olyan adat sem, ami arra utalna, hogy a hagyományos sugárterápiás módszerekre nem, vagy kevésbé érzékeny tumorkok itt másképp reagálnának.

Az előadások után az intézet Co-60 sugárforrásainak, az intézetben üzemelő betatronnak, egészségtest-számláló berendezésnek és a fizikai laboratóriumnak a megtekintésével ért véget a jól szervezett közgyűlés és szakmai program.





#### BESZÁMOLÓ A VII. VÁNDORGYŰLÉS RŐL

(Tihany, 1973. május 31–június 2.)

A Magyar Biofizikai Társaság elnöksége a VII. Vándorgyűlés Tihanyban történő megrendezésére Salánki Jánost, a Biológiai Kutatóintézet igazgatóját kérte fel. Az előkészítés során az az álláspont alakult ki, hogy csak meghatározott téma szerint kerüljenek elfogadásra előadásbejelentések, nevezetesen: a tematika kapcsolódjon a KGST Biofizikai Együttműködés azon négy témájához, melyben hazai kutatók érdekeltek. Ennek figyelembevételével a Vándorgyűlés előadásai az alábbi témák köré csoportosultak:

1. Az izomkontrakció molekuláris mechanizmusai és energetikája.
2. Biológiai rendszerek szabályozásának biofizikai alapjai.
3. A membránműködés fizikokémiai és energetikai alapjai.
4. Fizikai tényezők hatásának biofizikai alapjai biológiai rendszereken, molekuláris és sejtszinten.

Az első, harmadik és negyedik témákban bevezető referátum tartására is sor került, melyeket Ernst Jenő, Salánki János és Sántha András tagtársak tartottak. A referátumokon kívül az első témában 12, a második témában 10, a harmadik témában 21, a negyedik témában 26 tízperces előadásra került sor. A bejelentett kiselőadások száma 69 volt, melyek 4 kivételével megtartásra kerültek.

A Vándorgyűlésnek 95 regisztrált résztvevője volt. A megnyitó délelőtt kivételével az érdeklődés a tematikának megfelelően részleges volt, a párhuzamos szekció hiánya ellenére. Mindamellet az előadásokon a hallgatóság száma átlagban 60–70 körül volt.

A vitaszellem közepesnek mondható. Összesen mintegy 70 hozzászólás hangzott el nyilvánosan a Vándorgyűlésen. A legélénkebb vitát a következő három előadás váltotta ki: Lakatos Tibor: Szenzibilizált és megvilágított béka ischiadicus repetitív válasza elektromos ingerre; Karvaly Béla: Elektrokémiai oszcillációk bimolekuláris lipid membránokon; és Hernádi Ferenc, Gábor, R., Csongor J.: Az ionizáló sugárzás által létrehozott DNS single-strand törések és azok helyreállítása *E. coli* K-12-ben. Viszonylag többször élénkült meg a vita a membrán témával foglalkozó előadások után és ez fokozottan érvényesült az ingerületgenerálás mechanizmusaival foglalkozó referátummal illetőleg kiselőadásokkal kapcsolatban.

A Vándorgyűlésen külföldi, hivatalos elfoglaltsága miatt nem vehetett részt a Biofizikai Társaság elnöke és az elnökség több prominens tagja. A Vándorgyűlés keretében került sor a 30 éven aluliak részére kiírt pályázaton díjat nyertek pályadíjainak kiosztására. Az elnökség erre vonatkozó döntését Rontó Györgyi titkár ismertette, a díjakat pedig Ernst Jenő, a Társaság tiszteletbeli elnöke nyújtotta át.

A Vándorgyűlés résztvevői június 2-án látogatást tettek a Biológiai Kutatóintézetben, ahol a Kísérletes Állattani Osztály vezetője és tagjai tájékoztatást adtak az ott folyó neurbiológiai és membrán-fiziológiai kutatásokról.

Összefoglalva, a rendezvény sikeresnek mondható, a tematikai megszorítás helyes volt, az előadások alkalmat adtak a kitűzött témákban folytatott hazai kutatások felmérésére, a kialakult viták, majd azt követő szűkebb megbeszélések elősegítették egyes kérdések tisztázását. Az egyes kiselőadások után elhangzott kritikai megjegyzések a folyó kutatások igényesebb metodikai és elméleti megalapozására ösztönöztek.

SALÁNKI JÁNOS,  
az MBT VII. Vándorgyűlésének  
elnöke

## A VII. VÁNDORGYÜLÉS ELŐADÁSAI\*

### I. TÉMA: AZ IZOMKONTRAKCIÓ MOLEKULÁRIS MECHANIZMUSAI ÉS ENERGETIKÁJA

ERNST JENŐ

(POTE Biofizikai Intézet, Pécs)

#### A harántcsíkos izom biofizikája\*\*

(Referátum)

I. A harántcsíkos izom *makroszkópos gép*, mindazon képességekkel, amelyek a gép fizikai definíciójának megfelelnek. Éspedig *a)* mozgást végez, illetve mozgási irányt változtat; *b)* erőt fejt ki, ezért munkát végez mozgás közben; *c)* energiát fogyaszt, ill. alakít át munkavégzés folyamán. Az izomnak ezen munkagép tulajdonságai teszik társadalmi jelentőségét, hiszen az izommunka egyrészt jelentős szerepet játszik a társadalmi termelésben még a mai technikai korban is, másrészt fokozódó mértékben nyer elismerést az egyén egészségi állapota szempontjából gyermekkortól öregkorig.

E fokozott társadalmi jelentőség nem érvényesült eléggé a harántcsíkos izommal foglalkozó alapkutatásban sem a múltban, de különösen az utolsó két évtizedben; hiszen a valódi izommechanika területén nagyon összezsugorodott az utóbbi időben a nemzetközi termelés. Lássuk a részleteket.

II. Az izom mint *munkagép* a dolog természeténél fogva a biofizika kutatási területe kellene legyen, de – mi tagadás – nagymértékben átcúszott kutatása a biokémia területére: előttünk áll pl. az *izomfehérjékről* szóló óriási biokémiai irodalom. 1940-ben azt kérdeztem Szent-Györgyitől: komolyan gondolja-e, hogy a miozin és az aktin két külön, önálló molekulája a kontrakcióban szereplő fehérjének. Igenlő választ kaptam. 1970-ben a szerkesztő felkérésére írt izombiofizikai munkámban (Ernst, 1970, S. 33) nagyjában felsoroltam az addig közölt kb. 10 „kontrakciós” izomfehérjét és megjegyeztem, hogy még nagyon sokat írhatnak le a jövőben. Ugyanis, ha – nagyságrendben –  $10^6$  a miozin molekulásúlya és  $10^2$  az egyes aminosavaké, akkor a miozint  $10^4$  aminosavból állónak tekinthetjük. Ebből különböző eljárásokkal különböző darabok vághatók le, mégpedig

$$N = n - (m-1)$$

számban, ha  $n$  = az aminosavak száma a miozinban,  $m$  pedig az egyes azonos nagyságú és szekvenciájú darabokban. Eszerint  $N = 9901$  számú  $10^4$  molekulásúlyú és  $N = 9001$  számú  $10^5$  molekulásúlyú fehérjedarab szakítható ki a miozinmolekulából,

\* Az előadások kivonatai megjelentek angol nyelven: Acta Biochim. et Biophys. Sci. Hung. 8. 183-214. (1973).

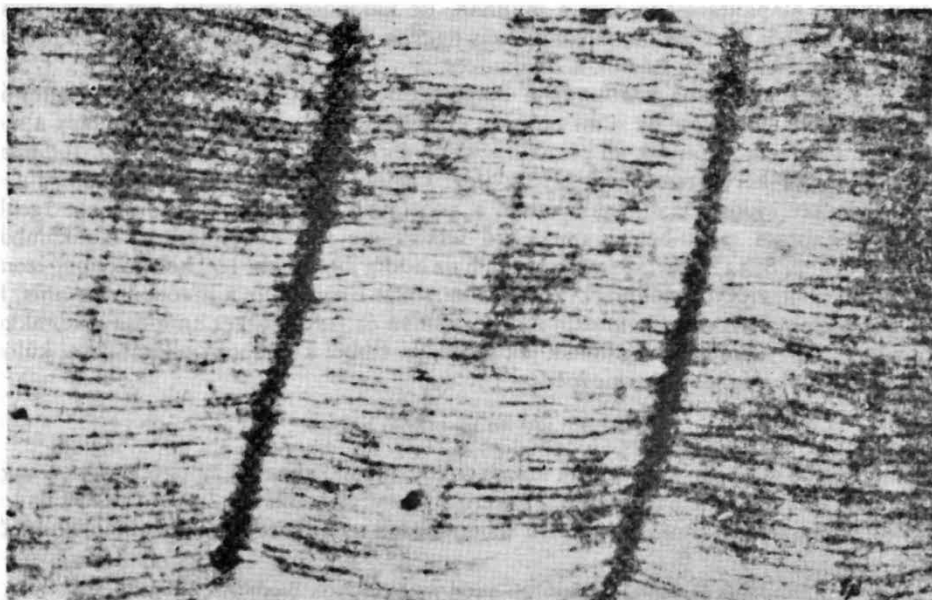
\*\* I. angolul mint \*, 171—180 old.

3 év előtti munkám szerint. Ma, 3 évvel később sok újabb „fehérjéről” számolhatok be, különösen a IV. Nemzetközi Biofizikai Kongresszus (Moszkva, 1972) és az USA-beli 17. évi Biofizikai Meeting (Columbus, Ohio, 1973) adatai alapján (Drabikowski, 1972; Watanabe, Stapuraus, Russel, 1972; Cooke, 1972; Knehl, Conti, Adelstein, 1972; Eaton, Pepe, 1972; Sreter, Holzer, Gergely, Holzer, 1972; Madeira, Madeira, 1973; Meissner, Couner, Fleischer, 1973; Weisel, 1973; Brekke, Greaser, 1973; Szent-Györgyi, 1973; Gergely, 1973; Zobel, 1973; Dreizen, 1973; Murphy, 1973).

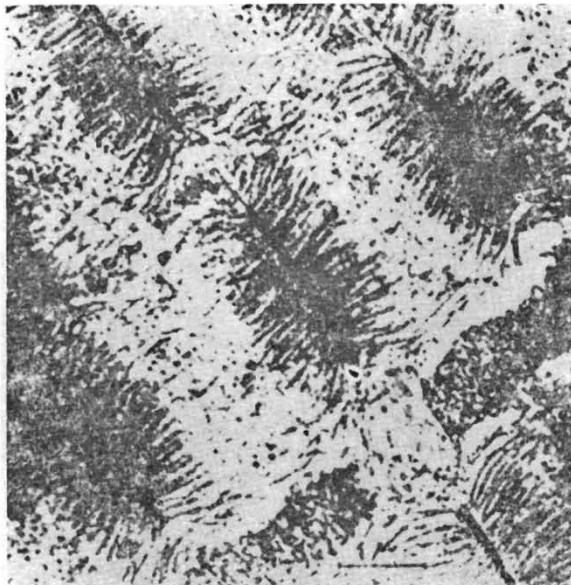
III. 1. Biokémiai szempontok domináltak az izomműködés kutatásában az 1920-as években is. Akkor a *struktúrát* teljesen elhanyagolták (Ernst, 1928), ma viszont a struktúra vezető szerepet játszik a miológiában sok fontos egyéb tény elhanyagolásával. Mindenesetre a kezdetben fellépő egyszerű elektronmikroszkópos képet a *hosszanti filamentumokról* felváltotta egy bizonytalanabb, de valóságosabb kép, amely számos újabb adatot tartalmaz. Az ismert 1, - 2, - ill. 3 - filamentumos kombinációkon kívül hadd hivatkozzam arra, hogy Hoyle (1973) legújabb cikkében is idézi tíz év előtti ábránkat arról (1. ábra), *hogy folytatólagos fonalak mennek át szomszédos Z-vonalakon* (Ernst, Benedetzky, 1962). Jobban mondva a Z-lemezeken, amelyek önálló létét ismételten említi az irodalom, gyakran az első leírók (Ernst, Garamvölgyi, Guba 1958) említése nélkül.

Jól egyezik a sarcomeren folytonosan áthaladó filamentumokról szóló tétellel Garamvölgyi (1966) adata, mely szerint bizonyos kezeléssel a Z-lemezekhez húzódik át a vastag filamentumok anyaga, mégpedig preformált fonalak mentén (2. ábra). Jól összevág ezzel az az újabb adat (Squire, 1971), amely szerint a miozinmolekulák kb. 35 Å-ös rétegben rakódnak bizonyos alapfonalakra.

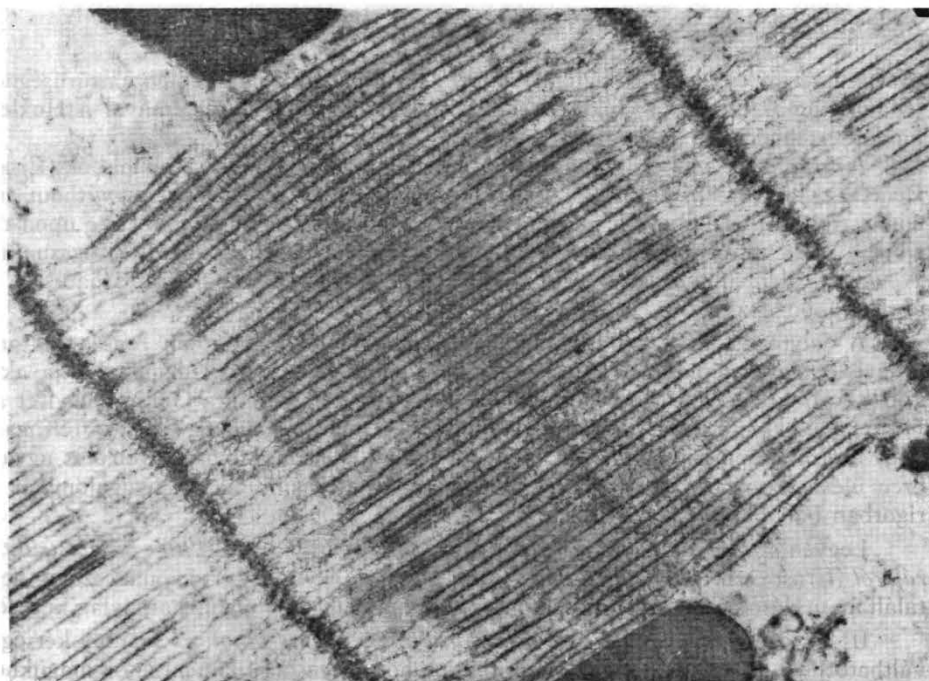
Ugyancsak támogatják a folytonos *hosszanti filamentumokról* szóló leírást a fibrillum nyújtásával kapott adatok. Elsőnek említem azt a tényt, hogy a *nyújtás-megnyúlás alatt nő a kettős törés*, ellentétben a Huxley-képből folyó következmény-



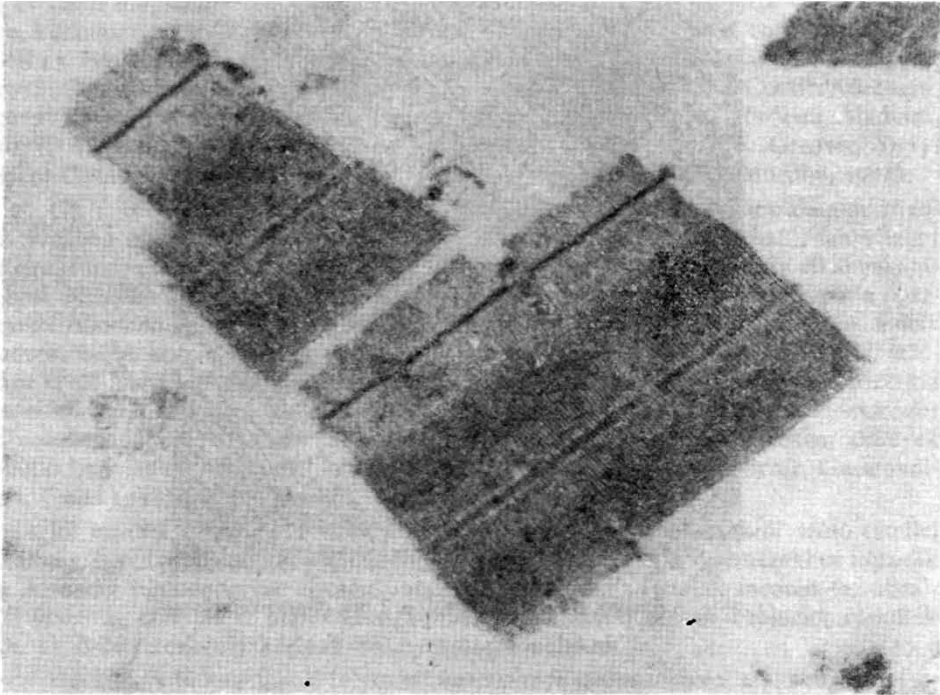
1. ábra. Folytatólagos filamentumok a sarcomeren át (Ernst, Benedetzky, 1962)



2. ábra. A-fonalak anyaga átvándorol a Z-hez (Garamvölgyi, 1966)



3. ábra. A-filamentumok C-filamentumokban folytatódnak (Trombitás)



4. ábra. Egyenes vonalú haránttörések a fibrillumon keresztül (Trombitás, 1971)

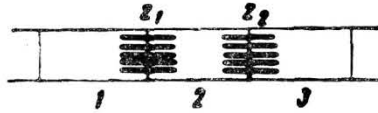
nyel: e szerint csökkennie kellene a kettőtörésnek, mivel a filamentumsűrűségnek (filamentumok/térfogategység) is csökkennie kellene nyújtás alkalmával a Huxley-modell értelmében (Hanson, Huxley, 1955).

A Huxley-f. képpel szemben a következőt idézem előbbi cikkünkben (Ernst, Benedetky, 1962) p. 211: „... how could the A-filament – hovering without any connection in the A-space of the sarcomere – be affected by a stress acting upon the fibril?” Pár év múlva a C-filament irodalmi megjelenése választ adott kifogásunkra. A vastag filamentumok folytatását képező ún. C-filamentumok jól láthatók a 3. ábrán (Trombitás).

A folytonos hosszanti filamentumok kérdésével kapcsolatban fontos Garamvölgyi–Belágyi eredménye (1968), mely szerint a méh szárnyizmának rostja akár 300%-kal is megnyújtható. (Viszont ezért érthetetlen számomra Garamvölgyi et al. (1972) moszkvai előadása, melyben általános véleménynek tünteti fel azt a felfogást, hogy az izomállomány nem vesz részt a nyugalmi elaszticitásban. Egyébként ugyanezen ülésen hangzott el előadás a filamentumok extenzibilitásáról nyugalomban és rigorban (Chaplain).

Legyen szabad itt megemlítenem kísérleti adatainkat a *fibrillum barántstruktúrájáról* (Ernst et al., 1969; Trombitás, 1971) (4. ábra); viszont erre vonatkozólag nem találtam utalást a két szóbanforgó kongresszuson, az irodalomban is aránylag keveset.

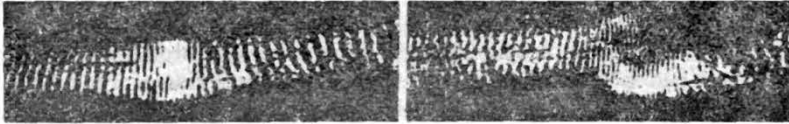
III. 2.1. A *kontrakció mechanizmusáról* szóló *sliding-hipotézis* komoly kétséget válthatott ki: miféle körülmény biztosíthatná, hogy a vastag filamentumok magukhoz húzzák a két szomszédos Z-lemezhez rögzített vékony filamentumokat? Ha pl. három egymás melletti sarcoméert tekintünk (5. ábra), akkor a középső (2) miként húzhatná



5. ábra. Három sarcomer modellje (1. szöveg)

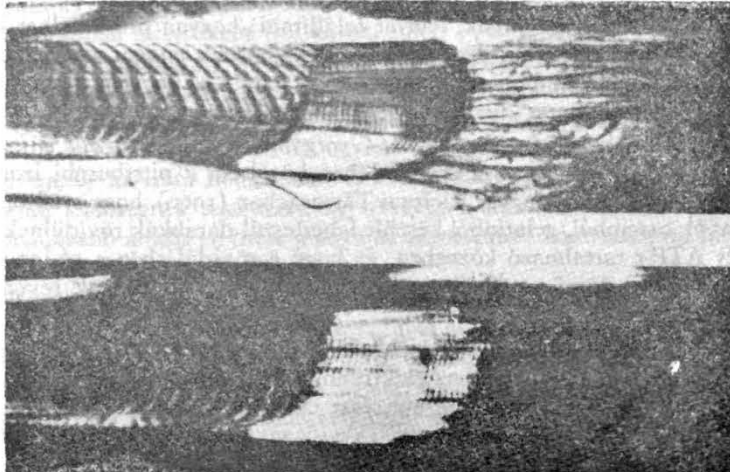
közelebb egymáshoz a  $Z_1$  és  $Z_2$  lemezeket kontrakció alkalmával, hiszen ugyanakkor a két szélső sarcomer ellenkező irányban húzná a  $Z_1$  és  $Z_2$  lemezeket. Hacsak nem sarcomerről sarcomerre haladónak képzelik el a kontrakciót, azonban ez esetben az egyes sarcomereknek időben egymás után következő  $\mu$ -nyi kontrakciója nem eredményezheti a tapasztalati *makroszkópos* rövidülést. Márpedig minden mikrostrukturális elmélet próbaköve, hogy mennyire képes visszatükrözni a makroszkópos változást kvantitatíve is.

A sliding-hipotézis keletkezésében szerepet játszott az a közlés (Austbury, 1947), hogy kontrakcióban a röntgen-kép nem mutatott struktúra-változást; ennek felelt meg a tétel: a filamentumok nem változnak, hanem csak egymásba tolódnak. Azonban elvi hiba volt és ma is az, hogy a röntgensugár-diffrakciós kísérlet *negatív* eredménye elfeledtesse egy évszázad sokszoros kísérleti *pozitív* adatát, amely szerint *kontrakcióban megrövidülnek az anizotróp rétegek*. Aki valaha látta pl. a hydrophilis combizma egy rostjában a spontán kontrakciókat mikroszkóp alatt (6. ábra), az men-

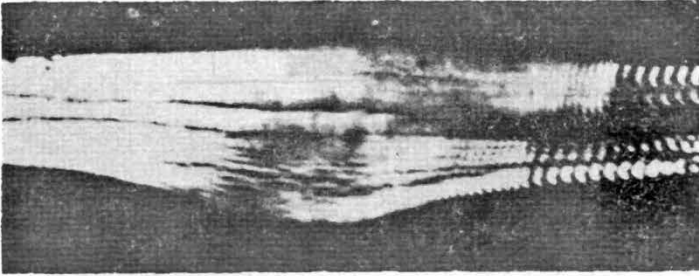


6. ábra. Hydrophilus (csibor) combizom rost spontán kontrakciója (Ernst, 1968) X. Nicol

tes marad a tényeknek ellentmondó elmélet befolyásától (e. g. Ernst, 1968; a 7. 8. ábra W. J. Schmidt munkáiból, 1937, 1937a).



7. ábra. Cyclopterulumpus izomrostjának egy része kontrakcióban (Schmidt, 1937) a) X. Nicol b)  $1/16$  csillámlemezrel kompenzálva. X 650



8. ábra. Dytiscus (csík) fejéből származó izomrost kontrakciója (Schmidt, 1937) X. Nicol; X. 150

Az A-csík kontrakcióban látható rövidüléséről több ízben adtak hírt a két említett kongresszuson. Frank és munkatársai (Samosudova et al., 1972) szerint 25<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-kal rövidülnek a vastag filamentumok; Herman és Dreizen (1972) szintén számot adnak az A-réteg rövidüléséről. Az előbbi adatok a moszkvai kongresszuson szerepeltek, a következők az USA-belin: Dewey a vastag filamentumoknak akár 40<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-os rövidüléséről adott hírt. Dreizen (1973) szerint az A-réteg 10–15<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-kal rövidül. Ha *azonban kiderül, hogy az izomállomány valamely része ténylegesen rövidül kontrakció alkalmával*, akkor elvesztette hitelét a röntgensugár-vizsgálat negatív eredményéből folyó következtetés, és *megszűnt a sliding-hipotézisnek tulajdonképpeni elvi alapja, ill. megindoklottsága.*

III. 2.2. Ezért rendkívül érdekes figyelemmel kíséрни a mi *Szent-Györgyink munkásságát*, amely közismerten alapul szolgált az izomkutatás utolsó 30 évi egyik fő irányának. 1940-ben a miozinak ATP-re létrejött szineréziése szerepelt az izomrövidülés mechanizmusának alapjául, 1953-ban viszont elfogadja Szent-Györgyi, hogy a profibrillumnak nevezett filamentumok nem változnak kontrakcióban, de kifejti, hogy ATP-hatására a könnyű meromiozin (L), molekulák felcsavarodnak és munkát végeznek ATP hatására. Ezzel szemben nagyszerű fejlődésnek tekinthető Szent-Györgyinek 7 évvel későbbi (1960) hipotézise, amely végre konkrét esetre alkalmazta fentebbi koncepcióját az elektronbiológiáról. Szerinte az ATP és a miozin elektron donor-akceptor folyamata révén (idézem): „létrejött egy elektromos potenciál, bizonyos áram. Nincs nehézsége annak, teóriát felállítani: hogyan produkálhat kontrakciót ilyen áram,” és megjegyzi (idézem): „Ez az elképzelés engedi meg nekem, hogy 20 évi izomkutatás után első alkalommal csináljak értelmes képet arról, hogyan működteheti az ATP az izmot.”

Különösen érdekes számomra *Szent-Györgyinek ez a felfogása a kontrakció elektromos természetéről*, mert ezzel egyidőben közöltem a pittsburghi izomszinposiumon (Ernst, 1960) és a Magyar Élettani Társaságban (1960), hogy tyúktojás fehérjéből, fibrinből, caseinből, gelatinból készült fehérjeszál darabkák rövidülnek KCl-ot, MgCl<sub>2</sub>-ot és ATP-t tartalmazó közegben, és hogy e rövidülésben a só-ionoknak az ATP-vel együtt van döntő szerepük éppen elektromos tulajdonságuk révén (Ernst, Metzger, 1962).\*

Azonban nem maradt 8 évvel később is ilyen egyértelmű Szent-Györgyi állásfoglalása (1968), mely ugyan még az elektronok keltette elektromos térnek tulajdonítja az izomkontrakciót (p. 14), de másrészt elfogadni látszik a sliding-hipotézist a mikromechanizmus magyarázataként (p. 14); sőt tavalyi könyvében (Szent-Györgyi,

\* Ezzel éles ellentétben áll a tétel: (p. 272) „... ATP does not produce any change in the shape of any other known protein (Weber, H. H. 1957).



1972) úgy írja le a kontrakciót, hogy az aktin-fonalat a miozinfonallal összekötő nehéz meromiozin kontrakciója csúsztatja a vastag filamentumot a vékonyak közé.

De – ismétlem – ha elfogadjuk bármelyik egységnek rövidülését az izomkontrakció magyarázatául, akkor elvesztette logikai alapját a sliding-hipotézis. Magam tanakodva tekintek a kérdés irodalmi bonyolítására és kíváncsian várom az érdeklődők véleményét. Csak annyit jegyzek meg, hogy az izomkontrakció problémája aligha közelíthető meg mikrofizikai szemlélet nélkül, és hogy az elektromos kontrakciós szemlélet újabb támogatást kapott a moszkvai kongresszuson (Fukada, 1972; Laki, Aliving, 1972; Teplova, Karnaukov, 1972; Troshin, 1972).

IV. Az izomgép kemizmusa, struktúrája és mechanikája után természetesen az energetika kérdése következik.

IV. 1. *Az energetikával kapcsolatban az anyagcsere, ill. a hőtermelés kérdése van előtérben. Kezdhetjük is a megbeszélést Hill (1926) tételével, amelynek értelmében (pl. p. 44): „sohasem találtak módszert a belső anyagcsere-változások és a külső mechanikai változások elválasztására” és (p. 45): „a rendelkezésre álló mód-szereknek legnagyobb érzékenysége is csak azt mutatta, hogy a hő-feszülés kapcsolat görbéje az origón megy át.”* Ezzel szemben hangsúlyoztam (pl. Ernst, 1928, 1929), hogy egy szerv anyagcseréjét és specifikus funkcióját nem helyes összekeverni, vagyis az izom anyagcseréjét, ill. hőtermelését és mechanikus működését külön-külön kell elemezni.

Később (Ernst, Ficker, 1931) ki is mutattuk, hogy az izom „*passzív mechanikai igénybevétele*” a tetanusos tejsavmaximumnak akár  $\frac{1}{3}$ -át termelheti. Egy évre rá jelent meg a közlemény (Feng, 1932, Hill-labor), mely szerint *passzíve feszített izom* fokozott hőtermelést produkál; ezt a Feng-effectnek nevezett eredményt Clinch (1968) a mi előbb említett tejsavadatunk megerősítésének tekinti. Ezek a kísérleti eredmények tulajdonképpen el is döntötték a kérdést, hiszen kiderült, hogy az *izom-szövet anyagcseréje, ill. hőtermelése nincs elválaszthatatlanul összekötve a specifikus kontrakció működéssel*. E koncepcióra feltette a koronát maga Hill, közölve (1957), hogy hőtermelést talált olyan izom ingerlésekor, mely hipertóniás oldatban nyomát sem mutatta a kontrakciónak.\*

IV. 2. *Az aktív izomműködéssel járó hőtermelés az izom-energetikának másik, vitatott pontja, mely persze szorosan összefügg az izommechanikával. Ugyanis – miként már korábban kifejtettem (pl. Ernst, 1963) –, az izotónia-izometria kifejezések nem választják el élesen egymástól a rövidülést és az erőkifejtést, (Weber, 1846). Ez utóbbival kapcsolatban viszont kifejtettük az előző pontban, hogy a passzív nyújtás-feszítés egymagában hőtermeléssel jár, aktív mechanikai működés nélkül is. Ezt ma már Hill és követői is elismerik ugyan, de nem tudnak szabadulni a kiindulási dogmától, amely az izom hőtermelési és mechanikus tevékenységét egymástól elválaszthatatlan jelenségnek tekintette. Így érthető a „rövidülési hő”-ről szóló tételük és az általánosabb állítás is, mely szerint az „izotóniás” kontrakcióval járó hőtermelés nagyobb, mint az „izometriás”:  $h_{it} > h_{in}$ .*

Metodikai részletek mellőzésével megállapíthatjuk, hogy Tigyi kalorimetriás módszerrel (1959) bizonyította az előző állítás ellenkezőjét:  $h_{it} < h_{in}$ . És a tények erősebbek a véleményeknél, bár azok kifejtése taktikai csomagolást kaphat; így pl. egyik közlemény szövege (Auber, 1970) szerint is az izom hőtermelése izotóniában nagyobb, mint izometriában, táblázata szerint azonban a kissé terhelt izom izotóniás hőtermelése (idézem): „– 16 egységgel” nagyobb az izometriásnál. Azóta szaporodtak

\* Ilyen esetben még van akciós áram (Demoor, Philippon, 1908; Ernst, 1926).

a Tigyi-adatokhoz hasonló közlések (pl. Gibbs, Gibson, 1970; Matsumoto, McPhedran, 1972), Tigyi eredményének idézése nélkül.

IV. 3. Az izom energetikájával kapcsolatban röviden megemlítem az *izommunka hatásfokáról* szóló vitát, amelynek alapja, hogy a biológusok többsége használja ezt a fizikai fogalmat anélkül, hogy tisztában lenne valódi jelentőségével. Ennek következtében az erre vonatkozó irodalmi adatok többsége nem tarthat számot komoly értékelésre – véleményem szerint.

Az izomgép működésének megértéséhez elengedhetetlenül szükséges lenne világosan látni az *izomállománynak*, ill. az *állomány egyes részlegeinek valódi nyugalmi állapotát*, hiszen csak ez alapon ítélni lehetjük meg a tevékenységgel járó állapotváltozások jelentőségét.

V. 1. Az *izomvíz állapotával* kapcsolatban mindenekelőtt megemlítem, hogy ezen évszázados kérdésbe bekapcsolódtam félévszázados izommunkásságomnak mindjárt első éveiben és csatlakoztam azokhoz (Ernst, 1926, 1926, 1926, 1928), akik az izomvizet, ill. egy részét – jobb kifejezés híján – kötöttnek tekintették (irodalom pl. Ernst, 1963). Ezzel szemben állt az izomnak, mint „ozmózis zsáknak” felfogása, azzal megtoldva, hogy az izomban nincs kötött víz (Hill, 1930). Véleményem szerint a kérdést megoldottuk (Ernst, Tigyi, Zahorcsék, 1950) kimutatva, hogy gőzhatószférában az izom relatív gőztenziócsökkenése a duzzadási görbének megfelelően növekszik; tehát sokszorta nagyobb, mintha az izom „ozmózis zsák” lenne, azaz az izomvíz csak oldószerként szerepelne. Felesleges itt folytatni a vitát, mely ma az irodalomban nem annyira a kötött vízről, mint kimutatásának módszeréről folyik.

A víz biológiai jelentőségéről, sokoldalú szerepéről a különböző biofunkciókban nem foglalkozhatunk jelen előadás keretében.

V. 2. A kötött víz mellől nem maradhat el a „kötött kálium” problémája, melyet szerző a korábbi irodalommal egyetértésben (pl. Ernst, 1963) pozitív értelemben ismételtén kifejtett (Ernst, Scheffer, 1927), és Hill (1930) éppoly határozottan tagadott. El kell ismerni, hogy természettudományos bizonyíték a kívánatos szigorúsággal ma sem áll a „kötött kálium” felfogás rendelkezésére, de kétségtelen, hogy a mai irodalom is tárgyalja ezt a kérdést. Véleményem szerint több adat lényegesen alátámasztja azt a szemléletet, mely szerint az izom a káliumot, ill. egy részét nem szabadon diffúzibilis, nem ozmótikus és elektromosan aktív állapotban tartalmazza, hanem inaktív állapotban megköti.

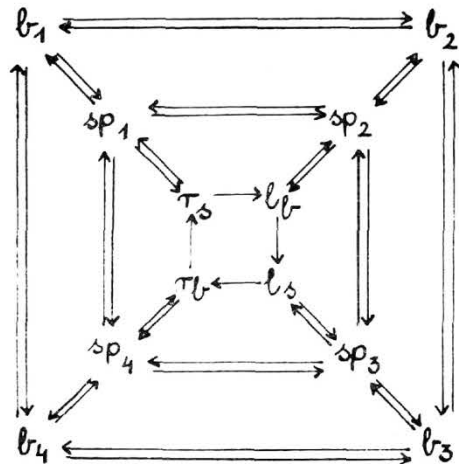
VI. Az izomgép nagyszerű tulajdonságáról, a hipertrófiáról jelenleg nem esik szó, és mellőzök több más alapvető fontosságú aktivitási jelenséget is. Viszont befejezésül tárgyaljuk röviden azt a szempontot, hogy az izom csak része egy sokkal komplikáltabb biomechanizmusnak, pl. az „alkar, könyökízület, biceps” hármásra leegyszerűsített emelőszerkezetnek és beidegzésének.

Továbbá megkísérlem nagyon leegyszerűsített formában leírni a járás funkcióját, mint egy *biomechanizmus működését biokibernetikai megközelítéssel*. Ennek érdekében következzék a járásnak, azaz a két láb ciklikusan felváltott működésének primitív leírása, a következő transzformációs mátrix, amelyben  $r_s$  = a jobb láb fesztítése,  $r_b$  = a jobb láb hajlítása stb. (9. ábra). A fődiagonális 1-gyel jelzett pozitív értékei mutatják e primitív példában a járási lábmozgások ciklikus szekvenciáját. Ennek az idegrendszerrel való kapcsolatát pedig megkísérlem jelképezni a 10. ábrán látható trajektóriával, amely talán ad valamelyes képet e mindennapi funkció bonyolultságáról, de egyúttal a részleges további elemzés szükségességéről is ( $sp_i$ , ill.  $b_i$  = gerincvelői, ill. agyvelői részlegek).

És ezzel elérkezünk ahhoz a feladathoz, amelyet korábban hangsúlyoztam aka-

$\downarrow$	$\tau_s$	$l_b$	$l_s$	$\tau_b$
$l_b$	1	0	0	0
$l_s$	0	1	0	0
$\tau_b$	0	0	1	0
$\tau_s$	0	0	0	1

9. ábra. A jobb és bal láb járási ciklusát felző leegyszerűsített transzformációs mátrix



10. ábra. A 9. ábra biokibernetikai továbbfejlesztése szolgáló leegyszerűsített trajektória

démiai felszólalásomban, és amely a Magyar Tudományos Akadémia idei közgyűlésén oly nagy hangot kapott: a biológiai kutatások interdiszciplináritásának jelentőségéhez és szükségességéhez.

### Csatlakozó kiselőadások

1. VARGA EMIL, GESZTELYI ISTVÁN, DANKÓ MIKLÓS  
(DOTE Élettani Intézet, Debrecen)  
*Víztranszport szerepe a veratrin hatására kialakuló potenciálváltozásokban.*
2. GESZTELYI ISTVÁN  
(DOTE Élettani Intézet, Debrecen)  
*Új módszer vázizom potenciál-változásainak folyamatos extracelluláris vizsgálatára.*
3. SZABÓ BÉLA és KOVÁCS TIBOR  
(DOTE Élettani Intézet, Debrecen)  
*A Na megoszlásának vizsgálata barántsíkkolt izomban.*
4. KÓNYA LÁSZLÓ, KÖVÉR ANDRÁS, CSERI JÚLIA, VARGA ATTILA  
(DOTE Élettani Intézet, Debrecen)  
*Ca-ionok szerepe az izmok elektronmechanikus kuplungjának működésében.*
5. KÁLLAY MIKLÓS, TIGYI JÓZSEFNÉ  
(POTE Biofizikai Intézet és Központi Laboratórium, Pécs)  
*A Ca intrafibrilláris lokalizációjának vizsgálata elektronmikroszkópos autoradiográfiával.*

6. NAGY LÁSZLÓ  
(POTE Biofizikai Intézet, Pécs)  
*A béka izomrost áram-feszültség karakterisztikájának hőmérséklet függése.*
7. TROMBITÁS KÁROLY, TIGYI JÓZSEFNÉ  
(POTE Központi Laboratórium, Pécs)  
*A barántsíkkolt izom szupervékony filamentumai.*
8. BELÁGYI JÓZSEF  
(POTE Központi Laboratórium, Pécs)  
*Konformációváltások vizsgálata izomszöveten EPR-módszerrel.*
9. ACHÁTZ IMRE  
(POTE Biofizikai Intézet, Pécs)  
*Miofibrillumok barántszerkezete.*
10. PÓCSIK ISTVÁN  
(POTE Biofizikai Intézet, Pécs)  
*Izomkristályosodás és vízkötés.*
11. LŐRINCZI DÉNES  
(POTE Biofizikai Intézet, Pécs)  
*Új típusú mikrokaloriméter az izom hőtermelésének vizsgálatára.*
12. JURICSKAY ISTVÁN  
(POTE Biofizikai Intézet, Pécs)  
*Izom-plaszticitás nyugalomban és kontrakcióban.*

## II. TÉMA: BIOLÓGIAI RENDSZEREK SZABÁLYOZÁSÁNAK BIOFIZIKAI ALAPJAI

13. FITORI JÁNOS és NAGY JÓZSEF  
(DOTE Biofizikai Intézet, Debrecen)  
*Dielektromos diszperziós vizsgálatok a foszforiláz B dimer és monomer módosulatain.*
14. DESEŐ GYÖRGY, NAGY GYÖRGY, CSABA BÉLA és KÓSA ILDIKÓ  
(DOTE Kórleletani Intézet, I. sz. Belklinika, Debrecen)  
*Vasanyagcsere-vizsgálatok egésztest-számlálással, egéren.*
15. SZABAD JÁNOS, LEHOCZKI ENDRE, SZALAY LÁSZLÓ és CSATORDAY KÁROLY  
(MTA SZBK, Biofizikai Intézet, Szeged)  
*Az elektrongerjesztési energia vándorlásának tanulmányozása luteint és klorofill-A-t tartalmazó detergens micellákban.*

16. CSATORDAY KÁROLY, LEHOCZKI ENDRE, SZALAY LÁSZLÓ  
és SZABAD JÁNOS  
(MTA SZBK, Biofizikai Intézet, Szeged)  
*Klorofill-A molekulák közötti kölcsönhatás detergens micellákban.*
17. HORVÁTH IMRE  
(JATE Növénytani Tanszék, Szeged)  
*Növények és növényállományok fotoszintetikus energia-hasznosításának vonatkoztatási alapja.*
18. GÓLIÁN BÉLÁNÉ, SUGÁR ISTVÁN  
(SOTE Biofizikai Intézet, Budapest)  
*Többrekeszes modellek alkalmazása a szervezet jódkinetikájának értelmezésére.*
19. GÁSPÁR SÁNDOR, RONTÓ GYÖRGYI  
(SOTE Biofizikai Intézet, Budapest)  
*A fágfejlődési ciklust megszabó tényezők szerepének vizsgálata T<sub>7</sub> fág-coli rendszeren.*
20. LAKATOS TIBOR  
(POTE Biofizikai Intézet, Pécs)  
*Szenzibilizált és megvilágított béka ischiadicus repetitiv válasza elektromos ingerre.*
21. BIRÓ GÁBOR  
(POTE Biofizikai Intézet, Pécs)  
*Ideg-izom készítmény frekvens ingerülete.*
22. SZÉPHALMI GÉZA  
(INFELOR, Budapest)  
*Periodikus működésű biológiai automatizmus kauzális és teleologikus modelljei.*

### III. TÉMA: A MEMBRÁN MŰKÖDÉS FIZIKOKÉMIAI ÉS ENERGETIKAI ALAPJAI

SALÁNKI JÁNOS  
(MTA Biológiai Kutatóintézet, Tihany)

#### Újabb adatok az ingerületgenerálás mechanizmusához (Referátum)

A Hodgkin–Huxley féle ionelmélet a nyugalmi potenciált döntően  $K^+$  potenciálnak tekinti, de megengedi a membránon át a  $Na^+$  nem akadályozott diffúzióját. Ugyancsak  $Na^+$  lép be az ingerlékeny sejtekbe akciós potenciál létrejötte során. A teória szerint a sejtbe belépő  $Na^+$  eltávolítására szolgáló  $Na^+$ -pumpa elektroneutrális, vagyis a sejtből kipumpált  $Na$ -ion  $K$ -ionnal cserélődik ki 1:1 arányban. Hogy a

Na-pumpa nem mindig elektroneutrális, Grundfest és mások már korábban felvetették és ezt az utóbbi években számosan igazolták. 1972-ben Thomas összefoglalót közölt azokról az adatokról, melyek bizonyították, hogy a nyugalmi potenciálhoz számos preparátumon egy olyan Na-pumpa járul, mely a pozitív töltések 1:1 arányától eltérő eltávolítása révén elektrogén, azaz potenciálkülönbséget generál. Az elmúlt években a moszkvai nemzetközi biofizikai kongresszuson P. G. Kostyuk az egyik szimpózium keretében számolt be a kijevi élettani intézetben folytatott azon kutatásokról, melyek az elektrogén Na-pumpát bizonyítják csiga óriás neuronokon.

Melyek e Na-pumpa fő jellegzetességei? Mindenekelőtt az, hogy szemben a Goldmann egyenletben foglalt Na permeabilitással, mely csökkenti a  $K^+$  koncentráció-különbség alapján számított nyugalmi potenciált, az elektrogén Na-pumpa a nyugalmi potenciál növekedését eredményezi. A pumpa-aktivitásból származó potenciálgenerálás ugyan nem nagyfokú, rendszerint néhány mV-ot tesz ki, a hőmérséklettől és más tényezőktől függően azonban értéke jelentősen megnőhet és a sejt ingerületi állapotát döntően befolyásolhatja.

A sejt intracelluláris Na tartalmával arányos a pumpa aktivitása, vagyis a belső Na-tartalom növelése fokozza azt. Ebből az következik, hogy minden olyan folyamat, ami az intracelluláris Na-koncentrációt emeli, a Na-pumpát aktiválni fogja. A tetanizálás, direkt Na-injekció vagy hűtött, Na-gazdag ringerben tartás egyaránt növeli az intracelluláris Na-tartalmat, és ilyen esetekben a következményesen észlelt hiperpolarizációt az elektrogén Na-pumpa működésével magyarázhatjuk.

Sajátossága az elektrogén Na-pumpának, hogy a hőmérséklet növelése serkenti. Ezzel magyarázzák azt, hogy egyes esetekben  $t^{\ominus}$  emeléskor nagyobb membránpotenciál növekedést tapasztalnak, mint ami a Goldman egyenlet alapján várható lenne. Ezzel szemben hűtés csökkenti a pumpa-aktivitást, és ez az oka annak, hogy alacsony  $t^{\ominus}$ -on végzett kísérletek során az elektrogén Na-pumpa működése nem is vizsgálható.

A strofantidin (ouabain) gátolja az elektrogén Na-pumpát. A strofantidin éppen ezért olyan hőmérsékleten, ahol a pumpa működik, depolarizációt eredményez, míg alacsony hőmérsékleten, amikor a pumpa amúgy is blokkolt, a nyugalmi potenciált nem befolyásolja.

Gátolja a Na-pumpát a külső  $K^+$ -koncentráció csökkentése is, a közeg  $K^+$  koncentrációjának emelése viszont serkenti azt.

Az elektrogén Na-pumpára vonatkozóan levont következtetések a nyugalmi potenciálra vonatkozóan kísérleti körülmények között megfigyelt néhány olyan jellegzetességet magyaráznak, amelyek a Hodgkin-Huxley egyenlettel korábban nem voltak értelmezhetők.

Az ionelmélet másik lényeges kérdése az akciós potenciál ionmechanizmusának értelmezésére vonatkozik. Hodgkin és Huxley kalmár óriásaxonon azt találták, hogy a működési áram létrejövetele a Na-sejtbe való belépésével, a nyugalmi potenciál helyreállítódása pedig lényegében  $K^+$  kiáramlásával kapcsolatos.

Az az elképzelés, hogy az akciós áram felszálló szárát Na-áram okozza, kalmár axonon egyebek mellett azzal nyert bizonyítást, hogy Na-mentes oldatban nem változik ki spike, továbbá, hogy a Na-belépést gátló tetrodotoxin a spike képzést is gátolja. Ugyanakkor más preparátumoknál főleg idegsejtek szómáján, de sima izmokon és szívizmon is, egyre több adat halmozódik fel, mely bizonyítja, hogy Na-mentes közegben is van akciós potenciál, vagy annak legalább egy része fennmarad.

Másoké mellett saját vizsgálataink is bizonyítják, hogy vannak csiga neuronok, melyek Na-hiányban fél órán túl is generálnak spike-ot, míg Ca-hiányban aktivitásuk percek alatt leáll. Ezekben a  $Ca^{2+}$  lehet a töltéshordozó akciós potenciál létrejöttékor. Más esetekben a  $Na^+$  és  $Ca^{2+}$  közösen vehet részt az aktivitásgenerálásban.

A Ca ionoknak neuronba való direkt belépését a működési áram alatt újabban Stinnakre és Tauc igazolták sikeresen. Olyan *Aplysia* neuronokon dolgoztak, melyekből  $\text{Na}^+$  és  $\text{Ca}^{2+}$ -mentes oldatokban egyaránt regisztrálhatók spikeok, feltéve, hogy valamelyik ion a kettő közül jelen van. A Ca sejtbe áramlásának kimutatására az aequorin nevű fotoproteint használták. Ennek az a sajátossága, hogy a Ca-szint minimális növekedésére fényt emittál. Aequorin intracelluláris, előzetesen történt bevitel után azt találták, hogy minden akciós potenciált egy átmeneti fényintenzitásnövekedés kísért, továbbá, hogy spontán vagy kiváltott akciós potenciál-sorozat alatt az egymást követő fényválaszok megnövekedtek. A válasz nő, ha a külső Ca-koncentrációt növelik és csökken, sőt elmarad, ha a külső  $\text{Ca}^{2+}$ -koncentrációt csökkentik.

Ezek az adatok direkt bizonyítékot jelentenek arra nézve, hogy a vizsgált sejtekben az akciós potenciál  $\text{Ca}^{2+}$ -belépéssel kapcsolatos, ami más szóval azt jelenti, hogy a spike felszálló szára legalább részben  $\text{Ca}^{2+}$ -potenciálnak tekinthető.

Felvetődik a kérdés, vajon az elektrogén Na-pumpa léte, vagy a Na mellett más ion vagy ionok szerepének bizonyítása a működési áram felszálló szárának generálásában mit jelent a Hodgkin-féle ionteória, ill. annak általános értelmezése szempontjából. Egyik megállapítás – úgy vélem – az kell legyen, hogy az óriás axonon és néhány más preparátumon érvényes konkrét adatokat nem lehet minden további nélkül az összes idegelemre érvényesnek tekinteni és nem elegendő egyedül a permeabilitási értékek módosulását feltételezni. Másik megállapítás az, hogy az ingerlékeny elemek között jelentős különbségek adódhatnak nemcsak fajonként, de ugyanazon fajon, ill. egyeden belül, egymás melletti neuronok között is. Sőt, újabban olyan adatokkal is találkozunk, hogy ugyanazon sejt szómája és axonja között mutatnak ki lényeges differenciákat, nem is csak kémiai érzékenységben, hanem az akciós áramért felelő ionmozgásokban is.

Az ingerületi folyamatoknak az ionmozgásokkal és a membrán permeabilitási viszonyaival való összefüggése tehát újabb szempontokkal gazdagodott az utóbbi években, ami a Hodgkin-Huxley elmélet kiegészítését, ill. bizonyos fokú módosítását teszi szükségessé. Nyilvánvaló, hogy a jövőben is egyrészt exaktabb megközelítési módokra, másrészt a konkrét esetek egyedi tanulmányozására és talán egyes jelenségeknek az eddigiektől eltérő természetű interpretációjára lesz szükség ahhoz, hogy az ingerület valós mechanizmusainak megértéséhez közelebb jussunk. Biztos, hogy a biológiai rendszerekben oly fontos szerepet játszó membrán működés és az ingerületi állapot és ingerületi folyamat szempontjából alapvető ionmozgások biofizikai alapjainak tisztázása e cél elérését szolgálja.

### Csatlakozó kiselőadások

23. PUSZTAI JÁNOS, BANCZEROWSKI JANUSZNÉ, TRAM ANH  
(ELTE Összehasonlító Élettani Tanszék, Budapest)  
*Alacsony koncentrációjú nehéz víz hatása H. Pomatia idegsejtjeinek aktivitására.*
24. VARGA JÓZSEFNÉ  
(POTE Biofizikai Intézet, Pécs)  
*Nehézvíz hatása a békaszív működésére.*

25. VETŐ FERENC  
(POTE Biofizikai Intézet, Pécs)  
*Víz ozmózisra nehezvízbe.*
26. RÓZSA KATALIN  
(MTA Biológiai Kutatóintézet, Tihany)  
*Második messenger rendszer kapcsolata az elektrogenézissel rovar szívek membránján.*
27. KISS ISTVÁN, VADÁSZ ISTVÁN  
(MTA Biológiai Kutatóintézet, Tihany)  
*Helyi érzéstelenítők hatása óriás neuronok szoma membránján.*
28. VADÁSZ ISTVÁN, VÉRÓ MIHÁLY  
(MTA Biológiai Kutatóintézet, Tihany)  
*Hőmérséklet átmenet hatása helix pomatia L. Br-típusú sejtjének aktivitási paramétereire.*
29. TÖRÖK ATTILA  
(SZOTE Élettani Intézet, Szeged)  
*A sejt szintű neuronális szabályozás néhány jellemzője.*
30. SUGÁR ISTVÁN, GYÖRGYI SÁNDOR  
(SOTE Biofizikai Intézet, Budapest)  
*Plazmamembránok alkáli iontranszportjának sztochasztikus modellje.*
31. KANYÁR BÉLA  
(SOTE Számítástechnikai Csoport, Budapest)  
*Transzportfolyamatok matematikai modellezése; a modell és mérési eredmények illesztése.*
32. KARVALY BÉLA  
(MTA SZBK, Biofizikai Intézet, Szeged)  
*Elektrokémiai oszcillációk bimolekuláris lipid membránokon.*
33. ERDEI LÁSZLÓ és KARVALY BÉLA  
(MTA SZBK, Biofizikai Intézet, Szeged)  
*Az ion-környezet hatása bimolekuláris lipid membránok elektromos tulajdonságaira.*
34. SZUNDI ISTVÁN és KARVALY BÉLA  
(MTA SZBK, Biofizikai Intézet, Szeged)  
*Dielektromos vizsgálatok lipid-jód rendszereken.*
35. FAJSZI CSABA, CSORBA IMRE és SZABAD JÁNOS  
(MTA SZBK, Biofizikai Intézet, Szeged)  
*Kinetikai vizsgálatok klorofill tartalmú membránképző extraktumokon.*
36. CSORBA IMRE és SZABAD JÁNOS  
(MTA SZBK, Biofizikai Intézet, Szeged)  
*Összehasonlító vizsgálatok különböző klorofil tartalmú lipid membránokon.*



37. SZÓGYI MÁRIA, TAMÁS GYULA  
(SOTE Biofizikai Intézet, Budapest)  
*Alkáli ionok diffúziója lipid membránokon keresztül.*
38. BLASKÓ KATALIN  
(SOTE Biofizikai Intézet, Budapest)  
*Sztobasztikus modell alkalmazása az alkáli ionok kompetitív gátlásának leírására a membrántranszportban.*
39. GÁRDOS GYÖRGY  
(Országos Vértranszfúziós Szolgálat, Budapest)  
*Inofor antibiotikumok hatása emberi vörösvérsejtek kation transzportjára.*
40. KECSKÉS LAJOS  
(POTE Központi Laboratórium, Pécs)  
*Adatok a human foetális membrán transport folyamatainak energetikája és a placentáris oestrogenek közötti kapcsolat kérdéséhez.*
41. KÖVÉR ANDRÁS, SZABOLCS MÁRTON, CSABAI ATTILA,  
VARGA GÁBOR  
(DOTE Élettani Intézet és Központi Laboratórium, Debrecen)  
*Triton-X 100 hatása a szarkoplazmatikus retikuláris frakció funkcionális sajátosságaira.*
42. CSEH EDIT  
(ELTE, Növényélettani Tanszék, Budapest)  
*Az ionfelvételi mechanizmus kutatásának problematikus kérdései magasabbrendű növényeknél.*
43. MESZES GABRIELLA  
(ELTE, Növényélettani Tanszék, Budapest)  
*A fény és sötét átmenetek hatása a Scenedesmus obtusiusculus K<sup>42</sup> felvételére.*

#### IV. TÉMA: FIZIKAI TÉNYEZŐK HATÁSÁNAK BIOFIZIKAI ALAPJAI BIOLÓGIAI RENDSZEREKEN MOLEKULÁRIS ÉS SEJTSZINTEN

SÁNTHA ANDRÁS

(Országos Sugárbiológiai Intézet, Budapest)

##### **A kémiai sugárvédelem jelenlegi helyzete**

(Referátum)

Az ionizáló sugárhatás biológiai következményei elleni kémiai védelem lehetőségeinek felismerése óta eltelt több mint két évtized alatt végzett óriási kutatómunka intenzitása az utóbbi időben alábbhagyott, mivel a sok erőfeszítés ellenére sem sikerült minden követelményt kielégítő radioprotektort találni. Az állatkísérletes

eredmények nem vihetők át az emberre közvetlenül sem a radioprotektor fajtája, sem adagja szempontjából. A ma leghatásosabbnak tartott kéntartalmú vegyületek közül a MEA (ciszteamin), cisztamin, cisztafosz, 5-MOT (mexamin), AET (S, béta-aminoetilizotioronium-bromid-hidrobromid) és a foszfotioátok egyes tagjai igen jó dózisredukciót ( $DRF = 1,8-2,46$  eredményeznek állatkísérletben, de toxicitásuk miatt humán alkalmazásra csak korlátozott mértékben vehetők számításba. A referátum áttekinti az ionizáló sugárhatás mechanizmusának különböző szintjeit és megjelöli a kémiai radioprotekció ezzel kapcsolatos lehetőségeit, rámutatva az elméletileg legalkalmasabbnak látszó csoportokra. Az utóbbi évtized eredményeit taglalva megállapítható, hogy a kutatások fő területe a radioprotektorok hatásainak sejt és sejtalatti, továbbá molekuláris szintű tanulmányozása volt. Sugárvédelem céljából mindinkább a különböző támadáspontú és eltérő hatásmechanizmusú (gyökfogás, oxigéneffektus, kevert diszulfidképzés stb. útján ható) vegyületek kombinációjára terelődik a figyelem. Kívánatos olyan radioprotektorok kombinálása, amelyek egymás toxicitását antagonizálják, sugárvédő hatását pedig szinenergetikusan potenciálják. Az aminosavak társítása indolilalkilaminokkal az egyik ilyen lehetőség. Növekszik azoknak a közleményeknek a száma, amelyek tárgya a tartós kisdózisú besugárzás biológiai hatásai elleni kémiai védelem. *Bacq* és munkatársai ismeretes elmélete a „biokémiai sokkról” kizárja az ilyen célra alkalmazható vegyületek közül az egyébként leghatásosabbnak bizonyult kéntartalmú vegyületeket, mivel ezek közepes és kis adagjai nem váltják ki a hatásukhoz szükséges „sokkot”. Marad tehát az alacsony toxicitású, nagy hatásszélességű farmakonok kutatása, mivel ezek tartós adagolása veszélytelen. Más kérdés és még tisztázásra szorul, hogy a nem toxikus vegyületek huzamos adagolása kielégítő védőhatású-e. Legújabbán japán kutatók hírt adtak az alfa-merkaptó-propionilglicin (Thiola) kipróbálásáról, amely sok egyéb klinikai alkalmazása mellett sugárvédőnek is mutatkozott és az emberi klinikai felhasználásra onkológiai sugárterápia, valamint tömeges radioprotekció céljából egyaránt megfelelőnek ígérkezik. Érdemesnek látszik hazánkban is foglalkozni ezzel a vegyülettel, esetleg más radioprotektorral való kombinálhatósága tekintetében is.

Külön kutatási területnek mondható az atomreaktor kevert neutron-gamma-sugárzása elleni kémiai védelem, mégpedig elsősorban a kis dózisok tartományában. Ismeretes, hogy a neutron-besugárzás esetében az oxigéneffektus nem játszik jelentős szerepet, ezért a főleg hipoxia előidézése révén ható radioprotektorok (pl. 5-MOT) ez ellen nem is hatásosak. Viszont a különböző támadáspontú vegyületek kombinációjával magunk is jó eredményeket értünk el letális és szupraletális kevert neutron-gamma-besugárzás ellen. Gyakorlati fontossága miatt (úrutazások, atomerőművek) elsőrendű feladat ezért a tartós kisdózisú (napi 10 rem alatt) korpuszkuláris sugárzás elleni kémiai védelem intenzív kutatása.

Végül ugyancsak gyakorlati jelentőségű teendő megoldani a belső és külső sugárforrások együttes hatása elleni hatékony kémiai védelmet. A jelenlegi dekorporánsok és radioprotektorok együttes alkalmazásával kapcsolatos kísérleti munka még nem zárult le.

További kutatási terület, ahol még sok a teendő, a radioprotektorok és a radioszenzitizerek együttes alkalmazásának lehetősége a radioterápia onkolitikus effektivitásának szelektívebbé tétele céljából.

Összefoglalva a referátumot megállapítható, hogy bár a kémiai sugárvédelem kutatási területein az utóbbi években súlyponti eltolódás mutatkozott, ennek ellenére sem mondható, hogy a radioprotekciónak ez az ága feleslegessé tenné a további kutatást főleg az alacsony toxicitású vegyületek és a további kombinációk megismerése és humán felhasználása érdekében.

## Csatlakozó kiselőadások

44. BOZÓKY LÁSZLÓ, MÁRTONFFY TAMÁS  
(Országos Onkológiai Intézet, Budapest)  
*A sugárhatás mechanizmusának vizsgálata rácsbesugárzásokkal.*
45. GALLYAS ALFRÉDA  
(Országos Sugárbiológiai Intézet, Budapest)  
*Néhány adat cortikoiddel kezelt sugársérült egerek haematológiai képének változásához I.*
46. ANTAL SÁRA  
(Országos Sugárbiológiai Intézet, Budapest)  
*Néhány adat cortikoiddel kezelt sugársérült egerek haematológiai képének változásához II.*
47. FEHÉR IMRE, ANTAL SÁRA, GIDÁLI JÚLIA  
(Országos Sugárbiológiai Intézet, Budapest)  
*Keringő haemopoietikus őssejtek szerepe a sugársérült csontvelő regenerációjában.*
48. FERENCZY MARIANN, SÁNTHA ANDRÁS, MÁNDI ERIKA  
(Országos Sugárbiológiai Intézet, Budapest)  
*A vörösvérsejtek ozmotikus rezisztenciájának változása röntgensugárzás és sugárvédő vegyületek hatására.*
49. MÁNDI ERIKA, SÁNTHA FERENC, ZARÁND PÁL  
(Országos Sugárbiológiai Intézet, Budapest)  
*Az erythropoietikus rendszer repair-mechanizmusának alakulása eltérő kvalitású ionizáló sugárzás után és sugárvédő vegyületek hatására.*
50. KÖTELES GYÖRGYNÉ  
(Országos Sugárbiológiai Intézet, Budapest)  
*Röntgen-sugárzás hatása az eukaryota sejtek glycoprotein szintézisére.*
51. KÖTELES GYÖRGYNÉ, VARGA LÁSZLÓ, KÖTELES GYÖRGY  
(Országos Sugárbiológiai Intézet, Budapest)  
*Ionizáló sugárzás hatása az eukaryota sejtek glycoprotein szintézisére.*
52. SÁNTHA ANDRÁS, MÁNDI ERIKA, NÁDOR KÁROLY, ZARÁND PÁL  
(Országos Sugárbiológiai Intézet, Állatorvostudományi Egyetem, KFKI, Budapest)  
*Bázikus xantogénsav-származékok toxicitása és sugárvédő hatása állatkísérletekben.*
53. BENKŐ GYÖRGY, SÁNTHA ANDRÁS  
(Országos Sugárbiológiai Intézet, Budapest)  
*Különböző levegőionok hatása kísérleti állatok EKG-jára besugárzott és normál állapotban*

54. PREDMERSZKY TIBOR, FARKAS GYÖRGY  
(Országos Sugárbiológiai Intézet, Budapest)  
*Változó biológiai paraméterek hatása az internális dózिसok meghatározásánál*
55. ZARÁND PÁL, SÁNTHA ANDRÁS, MÁNDI ERIKA,  
PREDMERSZKY TIBOR  
(Országos Sugárbiológiai Intézet, Budapest)  
*Dozimetriai mérési hibák szerepe a biológiai kísérletek tervezésében.*
56. GÁSPÁR REZSŐ, DAMJANOVICH SÁNDOR  
(DOTE Biofizikai Intézet, Debrecen)  
*Fehérjék 100 MHz NMR vizsgálata*
57. HERNÁDI FERENC, GÁBOR R. és CSONGOR J.  
(DOTE Gyógyszertani Intézet, Debrecen)  
*Az ionizáló sugárzás által létrehozott DNS-„single-strand” törések és azok helyreállítása E. coli K12-ben.*
58. NIEDETZKY ANTAL, JÁRAI FERENCNÉ  
(POTE Biofizikai Intézet, Pécs)  
*Biológiai izotóp effektus vizsgálata spermiumokon.*
59. DARÓCZY ATTILA, QUINTALLINI M.  
(DOTE Biofizikai Intézet, Debrecen és ISS Róma)  
*Rtg sugárzás hatása patkány máj triptofán pirroláz regulációjára.*
60. KUTAS LÁSZLÓ, RÁCZ PÉTER  
(POTE Biofizikai Intézet és Szemészeti Klinika, Pécs)  
*Nyomelemnyi kobaltszennyezés hatása a radiolumineszcenciára.*
61. RONTÓ GYÖRGYI, NOACK D.  
(SOTE Biofizikai Intézet, Budapest; ZJMET, Jena)  
*A lizogén indukció egy lehetséges modellje.*
62. KARCZAG ADRIENNE, ACZÉL KLÁRA  
(SOTE Biofizikai Intézet, Budapest)  
*Az N-acetiletilélimin hatása T7-fágokra.*
63. BÖLÖMI ERZSÉBET, HOLLAND JÓZSEF, SZABÓ LÁSZLÓ  
(Országos Sugárbiológiai Intézet, Budapest)  
*A valil-tRNS szintetáz sugárérzékenységének vizsgálata.*
64. FIDY JUDIT, KARCZAG ADRIENNE, RONTÓ GYÖRGYI  
(SOTE Biofizikai Intézet, Budapest)  
*Sugárkinetikai modellünk egybevetése RNS-en nyert radiokémiai eredményekkel.*
65. ZSOLDOS TIBOR  
(MÉV Eü. Szolgálat, Alacsonyaktivitásmérő Labor, Pécs)  
 *$^{210}\text{Po}$  (RAF) detoxikálására vonatkozó vizsgálatok és eredmények.*

66. SOMOGYI BÉLA, DAMJANOVICH SÁNDOR  
(DOTE Biofizikai Intézet, Debrecen)  
*Orientált energiáttranszfer szerepe az enzimek hatásmechanizmusában.*
67. TRÓN LAJOS, SOMOGYI BÉLA, MOLNÁR PÉTER  
(DOTE Biofizikai Intézet, Debrecen)  
*Viszkozitásnövelő anyagok hatása enzimreakciók kinetikai paramétereire.*
68. FÓNAGY ANNA, GUETH SÁNDORNÉ, SZABÓ LÁSZLÓ,  
HIDVÉGI EGON  
(Országos Sugárbiológiai Intézet, Budapest)  
*RNS-szintézis vizsgálata lokális röntgen-besugárzásra normál és regeneráló patkány máj sejtmagjában.*
69. GIDÁLI JÚLIA, FEHÉR IMRE, ANTAL SÁRA  
(Országos Sugárbiológiai Intézet, Budapest)  
*Keringő haemopoietikus őssejtek sugárérzékenysége és repopulációs kinetikája.*

## A MAGYAR BIOFIZIKAI TÁRSASÁG 1972. ÉVBEN LEZÁRULT PÁLYÁZATA

Társaságunk fennállása óta szívügyének tekinti, hogy különös figyelemmel forduljon a biofizikus kutatók felé tudományos pályájuk kezdetén. Ennek megfelelően mindent megteszünk fiatal kutatóink kezdő munkájának támogatása érdekében, sőt az utóbbi években kialakult szokás szerint pályamunkák kiírásával is igyekszünk érdeklődésüket felkelteni a biofizika aktuális problémái iránt. Az elnökség tagjainak javaslatai alapján a Magyar Biofizikai Társaság 1971-ben az alábbi kidolgozandó témákat tűzte ki:

1. Transzkripció és sugársérülés.
2. Szabadon választott növényélettani tárgyú munka, amelyhez a szerző biofizikai módszert alkalmaz.
3. Makromolekulák szeparálásának fizikai, fizikokémiai módszerei.
4. Szabadon választott biokibernetikai tárgyú kísérletes munka.
5. Membránokon keresztül történő aktív és passzív transzport vizsgálata.
6. Ionizáló sugárhatás szenzibilizátorai.

A korábbi jubileumi pályázat tapasztalatai alapján a pályázati feltételeket úgy szabtuk meg, hogy kvantitatív szemléletet feltételező interpretációt kívántunk meg a benyújtott pályamunkákkal kapcsolatban. A pályázati kiírás fiatal kutatóinkat aktivizálta, és a határidőig, 1972. december 31-ig öt munka érkezett be.

A pályamunkák elbírálására az elnökség az alábbi bizottságot kérte fel: Achátz, Belágyi, Damjanovich, Garamvölgyi, Gárdos, Karvaly, Láng, Lábos, Mészáros, Pellionisz, Salánki, Széphalmi, Vető tagtársakat. Mindenegyes munkát a bizottság 2, ill. 3 tagja kapott meg bírálatra. A Társaság elnöksége a bírálók véleménye, észrevételei alapján azt a határozatot hozta, hogy első díjat nem ad ki, egy munkát II., egy munkát kiemelt III., két munkát III. díjban, azaz 7000, 6000, ill. 5-5000 Ft pénzjutalomban részesít.

### *A díjazott dolgozatok:*

*Barsi Miklós:* „Aktivizált rovar repülőizom rendszeranalízise”.

*M. Fidy Judit:* „Makromolekulák szeparálásának fizikai, fiziko-kémiai módszerei”.

*Sugár István:* „Membránokon keresztül történő aktív és passzív transzport vizsgálata”.

*B. Pelybe Ibolya, Pusztai János:* „Hőmérsékletváltozás és nehézvíz hatása Helix pomatia L. idegsejtjeinek aktivitására.

A díjakat ünnepélyes keretek között Ernst Jenő, a Társaság tiszteletbeli elnöke Tihanyban, 1973. május 31-én, a VII. Vándorgyűlés megnyitóján adta át.

A díjazott pályamunkákkal kapcsolatban általánosságban megállapíthatjuk, hogy fiatal kutatóink a kitűzött feladatot jó hozzáértéssel oldották meg. Különösen figyelemreméltó, hogy a fiatalok körében milyen népszerű a biofizika egyik legmodernebb ága, a biokibernetika, és hogy ehhez kapcsolódóan milyen bátran nyúlnak a modellalkotáshoz a biológiai problémák értelmezése során. Ezt a megállapítást tükrözi az a körülmény, hogy nemcsak a kifejezetten biokibernetika című, hanem szinte

az összes munka tartalmazott több-kevesebb ilyen vonatkozást. Ugyancsak örvedetes, hogy fiatal kutatóink bátran és alkotó módon éltek a modern számítástechnika adta lehetőségekkel is.

A Magyar Biofizikai Társaság eddigi pályázatainak sikerei, valamint tanulságai alapján az 1974–75. évre újabb pályázatot írtunk ki, amelynek kiértékelése jelenleg folyik. Ezt az újabb pályázatot a követelmények további szigorításával hirdettük meg, ennek ellenére határidőre nyolc munka érkezett be.

Ez a számban és – a felemelt mérce miatt – a minőségben is mutatkozó fejlődési tendencia arra utal, hogy fiatal kutatóinkat ambíciójukon kívül egyre színvonalasabb munkák elkészítésére sarkallja az egyre erősödő hazai biofizikai centrumoknak hátterben kétségtelenül ható támogatása is.

RONTÓ GYÖRGYI  
az MBT titkára





## 4. TÁRSASÁGUNK SZAKMAI RENDEZVÉNYEI

---

### A MAGYAR BIOFIZIKAI TÁRSASÁG 1972–74. ÉVI KLUBDÉLUTÁNJAI

A Vándorgyűlések közti időszakban a Magyar Biofizikai Társaság rendszeres rendezvényeinek sorában immár hagyományos helyet foglalnak el klubdélutánjaink. A klubdélutánok szervezésével kapcsolatban egyrészt azt tűztük ki célunkul, hogy megvalósítsuk, ill. élenkebbé tegyük a kutatóink közötti információcserét. Ezen túl azonban alkalmanként lehetőséget kívántunk biztosítani hazánkba látogató külföldi szakemberek számára a biofizika olyan területeinek bemutatására, amelyeknek eddig nálunk nem alakultak ki hagyományai. Minthogy e periódusra esik Társaságunk három új szekciójának megalakulása, megszokott rendezvényformáink sorába új szint hoztak azok a klubdélutánok, amelyek egy-egy szekciónk szervezésében zajlottak le. Átalluk szervezett klubdélutánjaink is természetesen a fent vázolt célkitűzéssel összhangban voltak, de ezeken kívül fontos szerepet tölthettek be abban a vonatkozásban is, hogy egy-egy szűkebb szakterületen belül megteremtették a közös érdeklődésen alapuló szakmai összefogásra való lehetőséget.

Jelen beszámolómban az 1972. januárjától az 1974. végéig terjedő időszakról adunk rövid áttekintést. Erre a periódusra összesen 16 klubdélután esett. A technikai lebonyolítás tekintetében ebben az időszakban általában komoly problémát jelentett az a körülmény, hogy Társaságunk nem rendelkezik semmilyen saját helyiséggel, így rendezvényeinket különböző (állandóan változó) kölcsöntermekben bonyolítottuk le. Ennek következtében rendezvényeinknek sem időpontjával, sem helyiségével kapcsolatban nem tudtunk semmiféle rendszert, ill. hagyományt kialakítani, hanem attól kellett függővé tennünk, hogy hol és mikor áll rendelkezésünkre céljainknak megfelelő terem.

Az előadások tematikájának széles spektrumát az egyes klubdélutánok felsorolásával mutatom be:

*1972. január 19-én*

Bozóky L. tagtárs: Beszámoló öt országra kiterjedő csoportos biofizikai tanulmányútról.

*1972. február 28-án*

Tigyi J. elnök: Beszámoló a KGST biofizikai együttműködéséről.

Karczag A. tagtárs: Beszámoló a KGST radiobiofizikai tanfolyamáról.

*1972. május 19-én az Ultrahang Szekció ülése*

Bertényi A. tagtárs: Beszámoló az Orvosi Biológiai Ultrahang Társaságok Európai Szövetségének alakuló üléséről.

Humml F. tagtárs: Az ultrahang diagnosztikában alkalmazott néhány fizikai jelenségről.

Falus M. tagtárs: Az ultrahang diagnosztika alkalmazása a szülészet-nőgyógyászatban és a lágyszövet-diagnosztikában.

1972. november 20-án

Bozóky L. tagtárs: A III. Orvosi Fizikai Kongresszus Göteborgban.

1972. december 6-án az Ultrahang Szekció ülése

Bertényi A. tagtárs: Ultrahang terápia a szemészetben.

Kárpáti M. tagtárs: Az echoencephalographia szerepe az agyi keringési betegségek diagnosztikájában.

1973. február 5-én

Karvaly B. tagtárs: Bimolekuláris lipidmembránok mint a biológiai membránok egy lehetséges modellje.

1973. február 26-án a Sugárbiológiai Szekció alakuló ülése, amelyet tudományos program is követett.

Predmerszky T. tagtárs: A Sugárbiológiai Szekció célkitűzései.

Bojtor I. tagtárs: Dozimetriai kérdések biológiai kísérleteknél, különböző rendszámú anyagok határfelületén.

Fehér I. tagtárs: A sugárbetegség patomechanizmusának celluláris alapjai.

1973. március 19-én az Ultrahang Szekció ülése

Greguss P. tagtárs: Beszámoló a New York Medical College Szemészeti Klinikáján végzett kutatómunkáról.

1973. május 4-én a Sugárbiológiai Szekció ülése

Szmotrjajeva, M., Krugljakova, K., Emanuel, N.:

(SZUTA Kémiai Fizikai Intézete, Moszkva)

Az N-nitrozo-N-metilurea hatása a DNS-molekula fiziokémiai tulajdonságaira.

Karczag A., Rontó Gy., Tarján I. tagtársak: Az MS<sub>2</sub> fágok ultraibolya sugársérülésének néhány kérdése.

Daróczy A., Damjanovich S. tagtársak: E. coli DNS-függő RNS-polimeráz konformációjának spektrofotometriás vizsgálata.

1973. november 27-én az Ultrahang Szekció ülése

Falus M. tagtárs: Az ultrahang-diagnosztika lehetőségei a daganatos betegségek felismerésében.

Humml F. tagtárs: A BABYDOP Doppler-indikátor bemutatása.

1973. november 28-án a KGST Biofizikai Együttműködés keretében tartott tudományos ülés a „Számítástechnika alkalmazása biofizikai kísérletekben” címmel.\*

Ivanyickij, G. R. (SZUTA Biofizikai Intézet, Pucscino):

Biológiai struktúrák vizsgálatának automatizálása.

Anyiszimov, A. P. (SZUTA Biofizikai Intézet, Pucscino):

Biológiai objektumok spektrumaiból nyerhető információk gyűjtésének és feldolgozásának automatizálásáról.

1974. január 17-én a Sugárbiológiai Szekció ülése

Varga L. tagtárs: Proliferáló emlős sejtek osztódási ciklusa.

\* Az előadások rövid kivonatait ezen Értesítőben közöljük.

Kovács L. tagtárs: A gastrointestinalis hám proliferatív aktivitásának vizsgálata folyadékszintillációs és mikroautoradiográfias módszerekkel.

1974. március 7-én

Lehoczky E. tagtárs: Klorofill-detergens fotoszintézis modellrendszer.

Várkonyi Z. tagtárs: A peroxidáz oldat adszorpciós és fluoreszcenciás szinképéről.

1974. április 17-én az Ultrahang Szekció ülése

Fodor M. tagtárs: Beszámoló a bécsi II. Szemklinikán 1973. decemberében megtartott szemészeti ultrahang-diagnosztikai továbbképző tanfolyamról.

Greguss P tagtárs: A holográfia legújabb irányzatai.

1974. május 15-én vitadélután, melyen a vitaindító előadó

Noack, D. (Mikrobiológiai és Kísérleti Terápiás Intézet, Jena) Az episzomális DNS replikációjának szabályozása baktériumokban.

1974. május 17-én

Györgyi S., Szőgyi M. tagtársak: Biológiai membránokon végzett transzportvizsgálatok.

1974. november 12-én az Orvosi Fizikai Szekció ülése

Bozóky L. tagtárs: Orvosi-fizikai ténykedések korszerű irányvonalai külföldi tapasztalatok alapján.

Boros L. és Makra Zs. tagtársak: Beszámoló a IV. Nemzetközi Lumineszcens Dozimetriai Konferenciáról.

1975. január 15-én a Sugárbiológiai Szekció ülése

Sztanyik L. tagtárs: Beszámoló az V. Nemzetközi Sugárkutatási Kongresszusról (1974. Seattle, USA).

Szabó L. tagtárs: Beszámoló a FEBS 1974-ben Budapesten rendezett 9. kongresszusáról.

Rontó Gy. tagtárs: Beszámoló a Szocialista Országok I. Sugárbiológiai Kongresszusáról (1974. Spindleruv Mlyn, Csehszlovákia).

Fentiek közül a kongresszusi és KGST vonatkozású beszámolókat ezen Értesítőben részletesen közöljük, a többi előadás rövid ismertetése az e beszámolót követő oldalakon, illetőleg a szekciók munkabeszámolójához kapcsolódva található meg.

Az elmúlt időszak klubdélutánjainak tematikáját áttekintve, annak sokrétűsége nyilvánvaló. E sokrétűség nem meglepő a biofizika határterületi jellege következtében. Örvendetes fejlődésnek könyvelhető el azonban az a körülmény, hogy a szekciók keretén belül történő témakonzentrálás sikeresnek bizonyult. A biofizika adott részterületén érdekelt kutatók a szekcióüléseken igen szép számban vettek részt. Ilyenkor a szekciók taglétszámára vonatkoztatott részvétel a 75–80%-ot is elérte. A Magyar Biofizikai Társaság e rendezvénytípusával kapcsolatos tapasztalataink alapján úgy vélem, hogy a hazai biofizikai kutatások és biofizikus kutatók összefogására irányuló törekvéseink eredményeseknek bizonyultak és a jövőben is tovább kívánjuk folytatni ilyen irányú erőfeszítéseinket.

RONTÓ GYÖRGYI  
az MBT titkára

## A KLUB-ELŐADÁSOK RÖVID ISMERTETÉSE

BOZÓKY LÁSZLÓ:

*Beszámoló öt országra kiterjedő csoportos biofizikai tanulmányútról.*

A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség által szervezett 48 napos tanulmányúton 23 országból 30 szakember vett részt. A csoport a Szovjetunió, Franciaország, Anglia, a Német Szövetségi Köztársaság és Csehszlovákia számos olyan kutató intézetét, üzemét, mérésügyi standard intézményét, sugárterápiás centrumát stb. látogatta meg, ahol az ionizáló sugárzások és élő organizmusok – elsősorban az ember – közti kölcsönhatásokat, a kölcsönhatások befolyásolásának elméleti és gyakorlati lehetőségeit, a sugárzások egzakt mérési módszereit, a dozimetria standardizálhatóságát stb. tanulmányozták. Az előadást színes diapozitívekkel kísért élménybeszámoló követte.

KARVALY BÉLA:

*Bimolekuláris lipidmembránok mint a biológiai membránok egy lehetséges modellje.*

A biológiai membrán egyike azoknak a biológiai objektumoknak, amelyeknél a struktúra és funkció szerves egysége legplasztikusabban megnyilvánul. Éppen ennek tulajdonítható, hogy a biológiai membránok modellrendszerek formájában történő rekonstrukciója csak a 60-as évek elején valósulhatott meg. Ezt követően intenzív vizsgálatok indultak meg világszerte a membránfolyamatok modellrendszereken történő tanulmányozására, az egyes folyamatokat irányító fizikai és fizikai-kémiai törvényszerűségek feltárására. A beszámoló célja volt röviden ismertetni a modellmembránok biofizikájának irányzatait és vázolni azokat az eredményeket, amelyek az elektromos töltéstranszport (töltéshordozó injekciója, vezetés mechanizmusa, csatolt elektrokémiai oszcillációk stb.) fontosságára és azok lehetséges biológiai szerepére utalnak. Tájékoztatást adott azokról a tervekről, amelyeket a Szegedi Biológiai Központ membrán-munkacsoportja kíván megvalósítani a mesterséges bimolekuláris lipid membránok elektrokémiai és szilárdtest fizikai viselkedésére vonatkozóan.

LEHOCZKY ENDRE:

*Klorofill-detergens fotoszintézis modell-rendszer.*

A fotoszintézis fizikai folyamatainak vizsgálatára alkalmazott klorofill-detergens modell lényege, hogy a detergens molekulák vizes oldatban egy meghatározott,

ún. kritikus micella koncentrációnál micellákat alkotnak, amelyekbe a klorofill molekulák beépülnek. A micellák szerepe kettős: egyrészt biztosítják az *in vivo* rendszerekre jellemző nagy lokális koncentrációt, másrészt pedig lehetővé teszik a pigment molekuláknak az élőhöz hasonlóan orientált beépülését.

Vizsgálataink során a triton X-100 detergens oldatába beépítettük a klorofill-b-t, klorofill-a-t, valamint ezek keverékeit és meghatároztuk az abszorpciós, a lumineszcencia és gerjesztési színeképeket, megmértük a fluoreszcencia polarizációfokot és hatásfokot a triton X-100 ( $1 \cdot 10^{-4}$ – $7 \cdot 10^{-3}$  M/l), a klorofill ( $10^{-7}$ – $4 \cdot 10^{-4}$  M/l) koncentráció és hőmérséklet (10, 30 és 45 °C) függésében. Ezekből az adatokból következtettünk az oldat szerkezetére, a klorofill molekulák állapotára és a gerjesztési energia átadására a klorofill-a  $\rightarrow$  klorofill-a, klorofill-b  $\rightarrow$  klorofill-b és klorofill-b  $\rightarrow$  klorofill-a molekulák között. Minthogy a klorofill lokális (micellán belüli) koncentrációját meg tudjuk adni és az általános koncentráció változtatásánál mód van a kölcsönhatásban lévő molekulák távolságainak változtatására, ezért tanulmányozható az energiaátadás távolságtól való függése.

Eredményeink alapján úgy gondoljuk, hogy a pigmenteket tartalmazó micelláris oldatok jó modell-rendszernek tekinthetők a fotoszintézis primér folyamatainak, különösen az energiátadás regulációjának vizsgálatára.

## VÁRKONYI ZOLTÁN:

### *A peroxidáz oldat abszorpciós és fluoreszcenciás színeképéről.*

A tormagyökérből készült peroxidáz  $5 \cdot 10^{-8}$ – $1 \cdot 10^{-3}$  M/l koncentrációjú neutrális triszpufferes oldatainak abszorpciós spektrumaiban a korábban is ismert 270–280 és 405 nm-es sávok mellett 190 nm-nél is fellép egy sáv. A Beer–Lambert törvény egyik sávbán sem érvényes, a molekuláris extinkciós koefficiensek még a legkisebb vizsgált koncentrációknál is koncentrációtól függenek. A Beer-törvény korábban nem ismert érvénytelensége miatt a peroxidáz tisztításának jellemzésére eddig általánosan használt RZ-szám (Reinheitszahl) nem egyértelmű és nem alkalmas az említett célra.

A peroxidáz oldat fluoreszcencia színeképe a fehérjéknél megszokottnál sokkal bonyolultabb, és gerjesztési színeképekből is nyerhető információ alapján megállapítható, hogy a fluoreszcencia színeképben 305, 340 és 455 nm-nél mutatkozó sávok alkalmas gerjesztés esetén egyszerre fellépnek és a tirozin, triptofán, valamint a tirozin excimer fluoreszcenciájához rendelhetők; ilyesmit eddig egyetlen fehérjénél sem tapasztaltak. Tehát annak ellenére, hogy a molekulában tirozin és triptofán is jelen van, ha mindkét aminosav gerjesztődik, a tirozin fluoreszcencia intenzitása a gátolt energiaátadás miatt sokkal nagyobb mint a triptofáné. Kimutatható, hogy mindkét aminosav fluoreszcenciájához hozzájárul a hisztidinről átjutott elektrongerjesztési energia is.

## D. NOACK:

### *Az episzomális DNS replikációjának szabályozása baktériumokban.*

A bakteriális episzoma klasszikus példája a  $\lambda$ -fág, amelynek DNS-e a baktérium kromoszómájába integráltan helyezkedik el. Ez az ún. profág. A profág-DNS autonom replikációját éppen egy, a profág által kódolt represszor gátolja. A profágot

hordozó baktériumot lizogénnek szokás nevezni, mivel UV besugárzás, vagy egyéb olyan ágens hatására, amelyik a gazda-DNS replikációját gátolja, a fág-represszor inaktívulódik és a profág autonom replikációja elkezdődik. Ennek végeredménye a gazdasejt lizise.

Közvetlenül a profág-DNS replikációjának iniciációja után a profág kiválik a bakteriális kromozómából, cirkuláris alakot vesz fel és a derepresszált szintézis során rövid idő alatt néhány száz fág-DNS kópia keletkezik.

Ezzel ellentétben az E-coli F-faktora csak autonom plazmid formában létezhet, és replikációja szigorúan szabályozott, amennyiben 2–4 plazmid/kromoszóma fordulhat csak elő. Mind a plazmidban, mind a kromozómában vannak F-plazmid replikációt szabályozó gének.

Egyéb plazmidok (pl. az R-faktorok, vagy colfaktorok) replikációjának regulációja nem ennyire szigorúan szabályozott, ezeknél 10 vagy több plazmid/kromoszóma is lehetséges. A plazmidokat szabályozó mechanizmusok révén a plazmidok pl. akridinorange-zsal, UV-fénnyel, hőmérséklet-változtatással a gazdasejtből eliminálhatók. Ezzel kapcsolatos saját kísérleti eredmények is bemutatásra kerültek.

## GYÖRGYI SÁNDOR, SZÖGYI MÁRIA:

*Biológiai membránokon végzett transzport vizsgálatok.*

1. *Különböző kinetikai modellek* (telítési kinetika, két-, ill. háromrekeszes modell, stochasztikus modell) felhasználásával értékeltük ki a radioizotópos mérések eredményeit és jellemeztük kvantitatíve a három ion transzportjában meglévő különbségeket.

A mechanizmus jobb megismerése céljából megvizsgáltuk néhány faktor (gátlószert, ionizáló sugárzás, ion-kompetíció) hatását az ionok transzportjára. A kapott adatokat beillesztve a membrán szerkezetéről és működéséről kialakult képbe, összefoglaltuk a biológiai membránok ion-szelektivitásával kapcsolatos ismereteket.

2. *Membránműködést befolyásoló antibiotikumok* felvételét vizsgáltuk E. coli sejteken. Célunk a baktérium és antibiotikum molekulák közötti kölcsönhatás molekuláris természetének tisztázása volt, továbbá az, hogy képet kapjunk arról, miként módosítják a kötődött antibiotikum molekulák a baktériumsejtek kálium transzportját. Kísérleteink további részében azt vizsgáltuk, hogy a baktérium és antibiotikum molekulák közötti kölcsönhatás kapcsolatban áll-e ezek baktericid hatásával. Méréseinket matematikai modellek alkalmazásával értékeltük ki, így a folyamatok kvantitatív leírására nyílt lehetőség.

## BESZÁMOLÓ A VISEGRÁDI MOLEKULÁRIS BIOLÓGIAI ISKOLÁRÓL

1974. szeptember 30. és október 5. között az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, a Magyar Biofizikai Társaság és az MTA Szegedi Biológiai Központ Biofizikai Intézete Molekuláris Biológiai Iskolát szervezett azzal a céllal, hogy ott a biológia iránt érdeklődő fizikusoknak biológusok, biokémikusok, genetikusok elmagyarázzák azokat a legfontosabb molekuláris biológiai alapfogalmakat és jelenségeket, amelyeknek ismerete feltétlen szükséges ahhoz, hogy párbeszéd jöhessen létre köztük és a biológusok között a problémák közös megoldására.

Az iskola színhelye Visegrád volt, ahol az Eötvös Lóránd Tudományegyetem üdülője ideális körülményeket biztosított. A szervezés oroszlánrészét és az előadók felkérését Keszthelyi Lajos végezte. A mintegy 75 résztvevő között fizikusokon kívül biológusok, vegyészek is voltak. Ez a vegyes összetétel később, a viták során igen hasznosnak bizonyult, intenzív eszmecsere alakult ki a különböző területeken jártas résztvevők között.

Az iskolán a következő előadások szerepeltek:

*Marx György: a kémiai kötés természete.*

Fizikus előadása fizikusoknak, behatárolta azt az energiatartományt és problémakört, ahol fizikai szempontból a biológia mozoghat.

*Fridrich Péter: Biológiai molekulák előállítás.*

Módszertani áttekintést adott a legfontosabb biológiai makromolekulák előállításáról, általános kémiai, fizikai-kémiai tulajdonságairól, arról, milyen megszorításoknak kell eleget tennünk a velük való munka során.

*Csányi Vilmos: Alapvető biokémiai folyamatok.*

Nagyon jól felépített előadás volt, amelyben a fizikusokra való tekintettel az ilyenkor elkerülhetetlen képleteket a minimálisra szorította le az előadó, és inkább a biokémiai folyamatok szervezettségét, az egymásra épülő rendszereket hangsúlyozta. Ezzel a módszerrel elérte, hogy nem riasztotta el hallgatóit, és mindenki egy többé-kevésbé átfogó képet kaphatott a biokémiáról.

Az iskola erényei közül ki kell emelni az előadások nagyon átgondolt egymásra építettségét. Az általános ismereteket nyújtó bevezetők után alaposabban lehetett foglalkozni az egyes érdekesebb objektumokkal. Ezeknek az előadásoknak sorában az első

*Kari Csaba* előadása volt a *DNS, RNS szerkezete és funkciója* címmel. Ma-napság a DNS kettős hélixének rajzát szinte korunk tudománya, az emberi tudás egyik jelképének tekintik, és laikus körökben a DNS a „legdivatosabb” „csodák” egyike. Az előadás mindannyiunk számára „helyére tette” a DNS-t, megmutatta,

hogyan kapcsolódik össze funkciója az RNS-ével, és hogyan vezet tőlük az út az életfunkciókat tényleg hordozó fehérjékhez. Elsősorban az egyed fejlődése, élete szempontjából vizsgálta a DNS-t és az RNS-t, biokémiai és regulációs jelentőségüket mutatta be. (A DNS és az RNS genetikai szerepével külön előadás foglalkozott a későbbiekben). A biokémiai megközelítés alkalmas volt a különböző tévhitek eloszlatására és bebizonyította a hallgatóknak, hogy a DNS és az RNS szerves egységben van az élő anyag többi komponensével, és csak annyiban csodálatosak, amennyiben a többiek is azok. A második részletező előadást

*Závodszy Péter* tartotta a *fehérjék szerkezete, funkciója és fejlődése* címmel. Az előadó, aki maga is fizikus, könnyedén el tudta kerülni a „nyelvi nehézségeket”, részletesen tárgyalta azokat a sztereokémiai feltételeket, amelyek lehetővé teszik a peptidkötések sajátos tulajdonságait, és azokat a kvantumkémiai eredményeket, amelyek alapján ma elképzeljük a fehérjék térszerkezetét. Kiemelten foglalkozott a H-hidakkal és szerepükkel a fehérjék alfa és béta szerkezeteinek fenntartásában.

Ennek a sorozatnak utolsó előadását *Vető Ferenc* tartotta a lipidekről. Az utóbbi időben egyre inkább előtérbe kerül, hogy a különböző enzimek, korábban nem strukturálisnak gondolt fehérjék, nem „szabadon úszkálva”, hanem valamilyen struktúrához kötve végzik feladatukat, és ez a struktúrához kötöttség lehet magyarázata néhány, eddig érthetetlen tulajdonságuknak. Ezek a struktúrák rendszerint membránok, amelyeknek meghatározó szerepük van az előre jellemző inhomogén koncentráció eloszlások kialakításában és fenntartásában, a transzportfolyamatokban, a magas szintű szervezethez kialakításában. A membránok legfontosabb alkotó elemei a lipidek. Az előadás először ismertette a lipidek kémiai tulajdonságait, kémiai csoportosítását, azután szerepüket a membránok kialakításában.

Ezzel lezárult a második tematikai szakasz, továbblépve azok az előadások következtek, amelyek megmutatták, hogy az eddig megismert területek hogyan kapcsolódnak össze, milyen mechanizmusokkal lehet összehangolni működésüket.

Ebben a sorozatban először *Udvardi Andor* *Transzkripció, transláció, kód* című előadását hallhatuk. A korábban ebben a témában szerzett biokémiai ismeretekre támaszkodva, elsősorban a DNS genetikai szerepéről volt szó, és arról a mechanizmusról, amelynek révén információja lefordítódik, és ennek a fordításnak szabályozásáról.

Egy rendszer bonyolultságának fokozódásával, a bonyolultabbá válás üteménél sokkal gyorsabban nő a rendszer igénye a szabályozás iránt, hiszen tulajdonságai csak valamilyen szabályozó mechanizmuson keresztül manifesztálódhatnak. Különösen áll ez olyan bonyolult rendszerekre, mint amilyenek akár a legegyszerűbb élőlények. Ezért a biológiai objektumok kutatásával szinte egyidőben megkezdődött és egyre erőteljesebben folyik a biológiai reguláció vizsgálata mind molekuláris, mind magasabb szinten. A molekuláris szinten folyó regulációról tartott rendkívül érdekes előadást *Dénes Géza* *Allosztéria, bioreguláció* címmel. Az előadó megmutatta, milyen általános és egyszerű kémiai, fizikai törvényeken alapulnak azok a folyamatok, amelyek a rendkívül bonyolult makromolekulák közbeiktatásával megvalósítják a bioregulációt.

Ilyen rövid idő alatt, mint egy ilyen iskola időtartama, természetesen csak vázlatosan lehet előadni egy ilyen óriási és szerteágazó anyagot. Még vázlatosabb, és csak a fő jellemvonásokat kiemelő kellett hogy legyen az az előadás, amely az utolsó napon az addig megismert rendszerek biológiai szintézisének legegyszerűbb eredményét, a *sejtet* akarta bemutatni. Ennek a követelménynek *Fodor András* előadása



minden tekintetben eleget tett. A tematika fő vonalához még két előadás csatlakozott, amelyek témájuknál fogva nem illettek szorosan a fenti tematikai elképzeléshez, de jelentőségük nagyon nagy a modern biológiában. Az egyik ilyen előadás az *Immunológiáról* szólt és *Gergely János* tartotta, és mondhatjuk, hogy az immunológia „szellemes megoldásaival” valósággal lenyűgözte a hallgatóságot.

A másik csatlakozó előadást *Rontó Györgyi* tartotta a mutációról. Ezen a területen is sok tévhit eloszlatására volt szükség, amit az előadás meg is tett, egységes képet nyújtva a mutációkról, lehetséges szerepükről az evolúcióban.

Ezekon az előadásokon kívül, amelyek reggel 9-től este 7-ig tartottak, még csemegeőről is gondoskodtak a szervezők. Minden este fél 9-kor szemináriumot szerveztek valóban közérdeklődésre számot tartó témákból:

*Fotoszintézis* (Láng Ferenc)

*Viselkedésgenetika* (Csányi Vilmos)

*Az élet keletkezése* (Garay András)

A szemináriumoknak nagy sikere volt, és rendszerint éjszakába nyúló viták követték őket.

Az iskola résztvevőinek még abban a szerencsében is része volt, hogy az ez idő tájt Magyarországon tartózkodó *Tisza László* professzor is velük töltött három napot és két este szemináriumot tartott a modern termodinamika problémáiról, és egy késő éjszakai, nagyszerű vita során megismerhettük véleményét az irreverzibilis termodinamika és a biológia kapcsolatáról is.

Az iskola egyik fénypontja volt a csütörtök este tartott, nagyon hangulatos közös vacsora.

Azt nyugodtan megállapíthatjuk, hogy az iskola a kitűzött célt megvalósította, nemcsak ismereteket nyújtott egy sokak számára ismeretlen területen, hanem emberileg is közelebb hozta egymáshoz a különböző területek művelőit. A sikert talán az jellemzi a legjobban, hogy másoknak is kedvet csinált hasonló rendezvényekhez. Az itt jelenlévő biológusok, vegyészek elhatározták, hogy ők is szerveznek egy iskolát, ahol fizikusok adnak majd elő hasonló célzattal biológusoknak fizikát, olyan témakörökből, amelyek biológiai felhasználhatóságra tarthatnak igényt. A biológus iskolára 1975 márciusában kerül sor, Mátrafüreden.

SZALONTAI BALÁZS  
szervező bizottsági tag

## Egyéb szakmai rendezvények

Az MBT által 1970 decemberében rendezett „Számítógépek” című tanfolyam anyaga nyomtatásban is megjelent

*Szücs Béla* tudományos főmunkatárs

BME Automatizálási Tanszék

*Monos Emil* adjunktus

*Fedina László* adjunktus

SOTE Kísérleti Kutató Laboratórium, és

*Kanyár Béla* tudományos munkatárs

SOTE Számítástechnikai csoport

tollából, hatrészes cikksorozatban „A számítógépek és orvos-biológiai alkalmazásuk” címmel az Orvos és Technika című folyóiratban a 10 169 (1972) és 11 1, 33, 77, 97, 161 (1973) oldalakon.

## 5. SEKCIÓINK MUNKÁJÁRÓL

### BESZÁMOLÓ AZ MBT ORVOSI BIOLÓGIAI ULTRAHANG SEKCIÓJÁNAK TEVÉKENYSÉGÉRŐL AZ 1972–75. ÉVEKBEN

Az elmúlt három év alatt öt klubdelután tartottunk, melyekről az Értesítő más helyén részletesen beszámolunk.

Első klubdelutánunk keretében, 1972. május 19-én az MTA Elnöki Tanács-termében tartottuk vezetőségválasztó taggyűlésünket. Az Orvosi Biológiai Ultrahang Szekció (OBUS) vezetőségébe ekkor Falus Miklós, Bertényi Anna, Greguss Pál, Kárpáti Miklós és Kosza Ida tagtársakat választottuk titkos szavazással. 1973-ban az OBUS vezetősége Humml Frigvest cooptálta.

Tagjaink száma jelenleg 49.

1972. február 8–9-én tartotta az NDK Ultrahangdiagnosztikai Társasága évi tudományos ülést, melyen szekciónk 8 tagja vett részt. Falus, Sobel, Szebeni és Tapsztó tagtársak előadást is tartottak.

Ugyancsak 1972. februárjában Baselben (Svájc) alakult meg az Orvosi Biológiai Ultrahang Társaságok Európai Szövetsége, melynek szekciónk alapító tagja lett. Az alakuló ülésen a szocialista országokat rajtunk kívül csak az NDK és Jugoszlávia küldöttei képviselték, tíz nyugat-európai ország küldöttei mellett. – Az alapszabályok megbeszélését vezetőségválasztás követte. Falus Miklós volt a szavazatszedő bizottság elnöke, Bertényi Anna pedig a szocialista országok pénztárosaként az öttagú vezetőség egyik tagja lett.

Az Európai Szövetség alakuló ülését követő napon tartották Baselban az Orvosi Biológiai Ultrahang Társaságok első európai konferenciáját, melyen 18 érdekes előadás hangzott el az angiológia, cardiológia, neurológia, szemészet, szülészet-nőgyógyászat és a technikai problémák témaköréből. Szekciónk tagjai közül Falus Miklós és Bertényi Anna tartottak előadást.

Belgiumban, Gent városában tartották 1973. május 30. és június 2. között az 5. Nemzetközi Szemészeti Ultrahang-diagnosztikai Kongresszust (Symposium Internationalis pro Diagnostica Ultrasonica in Ophthalmologia: SIDUO). Az igen jól szervezett, nívós összejövetelnek a világ 21 országából 82 résztvevője volt, 48 előadás hangzott el. A szocialista országokat mindössze ketten képviselték: az NDK-ból Millner és hazánkából Bertényi.

Közvetlenül a SIDUO V. után, 1973. június 4–8-ig tartották Rotterdamban (Hollandia) a Második Orvosi Ultrahang Világkongresszust, mely jól tükrözte azt a fejlődést, amelyet az orvosi ultrahang diagnosztika a megelőző 17 évben megtett. – A tudományos ülések 3 szekcióban zajlottak, részben egyidejűleg. Az első szekcióban összefoglaló előadások hangzottak el. Ülésenként más-más szakma legtekintélyesebb kutatói ismertették a már elfogadottnak tekinthető eredményeket. A 2. és 3. szekcióban ugyancsak szakmák szerint csoportosítva, szabad előadásokat tartottak. Kerekasztal-konferenciákon sok fontos és aktuális probléma került megvitatásra. A fejlődés talán technikai-műszaki téren volt a legszembetűnőbb (színes B-kép technika, Doppler-elven alapuló készülékek, holográfia). Ezt bizonyította a legmodernebb or-

vosi ultrahang készülékeket bemutató kiállítás is. – Állandó könyvkiállítás ismertette a legújabb irodalmat.

Az MBT OBUS-jából hatan vettek részt a Világkongresszuson (Bertényi, Falus, Humml, Ruzicska, Sobel és Szebeni) és hárman tartottak előadást (Falus, Greguss, Bertényi).

A rotterdami Világkongresszus jelentőségét emelte, hogy 4 évi előkészítő munka után ott alakult meg az Orvosi Biológiai Ultrahang Társaságok Világszövetsége (World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology), melyhez az Európai Szövetségen kívül az Amerikai Orvosi Ultrahang Szövetség (AIUM), az Ausztráliai Ultrahang Társaság, a Japán Ultrahang Társaság és a SIDUO (Nemzetközi Szemészeti Ultrahang-diagnosztikai Társaság) is csatlakozott. – A Világszövetség alakuló ülésén Falus Miklós és Bertényi Anna tagtársak delegátusai, Szebeni Ágnes tagtárs pedig pótdelegátusa volt az Európai Szövetségnek.

Fodor Mária tagtársunk 1973. decemberében részt vett a bécsi II. Szemklinikán szemorvosok részére rendezett ultrahang-diagnosztikai továbbképző tanfolyamon. Tapasztalatairól az 1974. március 21-i klubdélutánunkon számolt be.

1974. decemberében Bertényi Anna meghívást kapott az NDK-beli Halle Alkalmazott Biofizikai Intézetétől és ott az ultrahang-diagnosztika lehetőségei a természetben címmel előadást tartott. – A hallei Ultraschalltechnik gyárban tett látogatása során alkalma volt megismerni a gyár legújabb A-scan típusú ultrahang-diagnosztikai készülékét, mely minimális – 1–2 mp alatt elvégezhető – változtatással szülészeti-nőgyógyászati és encephalographiai vizsgálatok elvégzésére egyaránt alkalmas. – Reméljük, hogy ez a készülék, valamint más szocialista országokban gyártott készülékek segíteni fognak bennünket tagjaink egyik legégetőbb problémájának, a készülékhiánynak megoldásában.

BERTÉNYI ANNA,  
az OBUS titkára

### Az Ultrahang Szekció 1972–74. évi klubdélutánjai

A klubdélutánok programjait igyekeztünk úgy összeállítani, hogy a különböző szakterületeken dolgozó orvosok tájékozódhassanak egyrészt a saját szakmájuk területén folyó ultrahang diagnosztika fejlődéséről, másrészt betekintést nyerhessenek az ultrahang diagnosztika más szakterületeken való alkalmazásába is. Ez a program folyik tovább, mert mindig újabb és újabb szakmák kezdenek ultrahang diagnosztikával foglalkozni. A jövőben a szemészeti, szülészeti, belgyógyászati, urológiai, ideggyógyászati témákon túl – melyek idáig klubdélutánjaink műsorában szerepeltek – már az angiológusok és cardiológusok is be fognak számolni eredményeikről.

Első klubdélutánunkat 1972. május 19-én tartottuk a Magyar Tudományos Akadémia elnöki tanácstermében. Ennek 3 napirendi pontja volt. Elsőnek *Bertényi Anna* tagtársunk számolt be az Orvosi Biológiai Ultrahang Társaságok Európai Szövetségének alakuló üléséről, melyet 1972. febr. 11-én Baselen tartottak meg. Ezután *Humml Frigyes* „Az ultrahang diagnosztikában alkalmazott néhány fizikai jelenségről” címen érdekes előadást tartott az ultrahangnak azon fizikai tulajdonságairól, melyek alkalmassá teszik az orvosi diagnosztikában való alkalmazásra. Beszélt a hullámhosszról, az akusztikus impedanciáról és reflexiókról, a piezoelektromos át-

alakítók érzékenységről és felbontó képességükről, az ultrahang-sugárnyaláb tulajdonságairól, azok láthatóvá tételéről és a teljesítményről. Beszámolt az impulzus echómérésén és a Doppler-elven alapuló diagnosztikai készülékek alaptípusairól. A klubdélután harmadik előadásában *Falus Miklós* ismertette az *ultrahang diagnosztika alkalmazását a szülészetben, nőgyógyászatban és a lágyszövet diagnosztikájában*. Bevezetőben ismertette a diagnosztikában használatos 1 és 2 dimenziós eljárásokat és a forgalomban lévő készülékeket. Részletesen beszélt az új, és az orvostudományon belül eddig műszeres szempontból igen elhanyagolt területről: az intrauterin diagnosztikáról, mely a perinatalis magzati mortalitás csökkentésére irányuló küzdelem egyik leghatásosabb fegyvere. A két dimenziós „B”-két eljárással olyan kérdésekre lehet könnyen választ kapni, mint az, hogy fennáll-e a terhesség, él-e a magzat, milyen idős a terhesség, jó helyen tapad-e a lepény, nincs-e ikermagzat, fekvési rendellenesség, vagy magzati és lepényi károsodás? Diapozitívek vetítésével ismertette azokat a vizsgálati eljárásokat, amelyekkel egzakt módon meg lehet határozni a magzati koponya nagyságát, a magzat érettségét stb. Beszélt a nőgyógyászati daganatok ultrahangos differenciál diagnosztikájáról és befejezésül ismertette azokat a lehetőségeket, melyeknél a lágyszövetdiagnosztikában az ultrahangot alkalmazni lehet. Máj, lép, vese és pancreasban kimutatható daganatokról s más pathológiás elváltozásokról, a solid tumorok, és cysták pontos elkülöníthetőségéről. Végül beszámolt azokról a saját és külföldi vizsgálatokról, melyek az ultrahangnak a szervezetet károsító hatását kizárják.

Második klubdélutánunkat 1972. december 6-án a Technika Házában tartottuk szemészeti és echoencephalographia tárgykörrel. Az első előadást *Bertényi Anna* tartotta, „*Ultrahang terápia a szemészetben*” címmel. Szép előadás keretében számolt be arról, hogy milyen az ultrahang biológiai hatása a szemre. Beszélt arról, hogy milyen eszközöket és módszereket használnak a szemészetben az ultrahangkezeléskor, mik a javallatok és ellenjavallatok. Végül részletesen beszámolt gyakorlati tapasztalataikról és jó eredményeikről. A következő előadást „*Az echoencephalographia szerepe az agyi keringési betegségek diagnosztikájában*” címmel *Kárpáti Miklós* tartotta. Méltatta az echoencephalographia nagy jelentőségét az idős, rossz általános és rossz agyi keringési betegeknel, ahol a térfoglaló folyamatok felderítésére, ill. kizárásra a hagyományos kontrasztos vizsgálatok az esetek nagy részében károsan hatnak, míg az Echo EEG trauma nélkül tájékoztat az intracranium viszonyairól. Beszélt az Echo EEG alkalmazhatóságáról az agyi tömegvérzések felderítésében, az agyi thrombozist követő oedemák megfigyelésében és arról, hogyan lehetséges dinamikájukban is követni az érelzáródás utáni állapotot. Beszámolt arról, hogy ez a módszer lehetőséget nyújt az időskori koponya-traumáknál az esetleges subduralis vagy epiduralis vérzések felderítésére is. A diagnosztikai biztonságot fokozhatja az a körülmény, hogy a módszer gyorsan elvégezhető, atraumatikus és a vizsgálat rövid időn belül többször is megismételhető.

1973. március 19-i klubdélutánunk előadója *Greguss Pál* professzor volt. Előadását a II. Szemészeti Klinika tantermében tartotta, amikor is beszámolt a New York Medical College szemészeti klinikáján végzett kutató munkáról. Beszélt az ultrahang diagnosztikáról és terápiáról, holográfiáról, electrophysiológiáról és a bioinformáció-elméletről. Az igen érdekes előadását lézer-sugaras holográfiás bemutatással illusztrálta.

1973. november 27-én tartottuk következő klubdélutánunkat a Magyar Tudományos Akadémia kis tanácstermében. Első előadó *Falus Miklós* volt, aki az *ultrahang-diagnosztika lehetőségeiről* beszélt a *daganatos betegségek felismerésében*. A májban, lépben, vesében, pancreasban előforduló cysták, daganatok, metastasisok ult-

rahangos kimutatását ismertette, s diapozitívekkel illusztrálta. Értékelte az eljárást, beszélt a módszer jövőjéről: a holográfiáról és a színes ultrahangról, amely a kétdimenziós ultrahang, színes televízió és elektronikus computer kombinációja. Megállapította, hogy a holográfia és a színes ultrahang rutinszerű alkalmazása még csak a jövő, de a kétdimenziós ultrahang eljárás már a jelen módszere, melynek alkalmazási területe mindinkább szélesedik és mindinkább ismertté válik. Ezután *Humml Frigyes* a *Babydop* szülészeti ultrahangos Doppler készüléket ismertette és diagnosztikai felvételeket mutatott be magnószalagról.

1974. április 17-i klubdelutánunkon *Fodor Mária* számolt be a bécsi II. Szemklinikán 1973 decemberében megtartott szemészeti ultrahang-diagnosztikai továbbképző tanfolyorról. Ezután *Greguss Pál* professzor tartott beszámolót a darmstadt (NSZK) Technikai Főiskolán folyó kutatómunkáról és ennek kapcsán ismertette a holográfia legújabb irányzatait.

A klubdelutánok tematikája sokrétű volt és azokon a szekció tagjai közül 50–60<sup>0</sup>/<sub>0</sub> mindig jelen volt. Az érdeklődésre a legjellemzőbb az volt, hogy a tagok az előadások befejezése után többször még 1/2–1 órát is együtt maradtak és a vidékiek is majdnem minden alkalomra feljöttek.

FALUS MIKLÓS  
az OBUS elnöke

*Az OBUS tagjainak névsora\**

Elnök:	Ernyei Alice	Nagy Ágnes
Falus Miklós	Fodor Mária	Nádas Iván
	Gyárfás Józsefné	Paál Margit
Titkár:	Hegyi Zsuzsanna	Paulovics Lajos
Bertényi Anna	Herczeg János	Rácz Péter
	Inovay János	Resch Béla
Vezetőségi tagok:	Kincses Éva	Ruzicska Gyula
Greguss Pál	Kiss Dezső	Sobel Mátyás
Humml Frigyes	Kopa János	Stock Imre
Kárpáti Miklós	Kovács Lajos	Szántó József
Kosza Ida	Kun László	Szebeni Ágnes
	Lengyel Mária	Szöke Béla
Tagok:	Major András	Tapasztó István
Ba János	Majzik Mária	Tarnóczy Péter
Balogh József	Marek Péter	Török Magdolna
Bódosi Mihály	Moll Ágnes	Vajda Róbert
Cseik József	Molnár Antal	Várkonyi Péter
Duray Aladár	Morócz Károly	47. Walthier József

\* Részletes adatokat lásd az MBT tagnévsoránál.

*Az MBT 1972. május 5-i elnökségi ülésén elfogadta Várterész Vilmos tagtárs javaslatát egy Sugárbiológiai Szekció megalakítására. Őt május 24-én bekövetkezett hirtelen halálá megakadályozta tervének megvalósításában, de munkatársai a Szekciót létrehozták. Munkájáról az alábbiakban számolunk be.*

## MEGALAKULT AZ MBT SUGÁRBIOLÓGIAI SZEKCIÓJA

A Magyar Biofizikai Társaság 1972. évi közgyűlésén határozat született arról, hogy meg kell vizsgálni egy Sugárbiológiai Szekció megalakulásának lehetőségét.

A Szekció létrehozását az tette indokolttá, hogy kb. százra tehető azoknak a kutatóknak a száma, akik különböző hazai intézményekben sugárbiológiai irányú, azaz rokon, vagy ahhoz kapcsolódó kutatásokat végeznek és mindaddig a gyümölcsöző együttműködést elősegítő, valamint az egymás munkáját értékelő és megvitató kritikai fórum nem állt rendelkezésre.

A Társaság Elnöksége 1972. december 5-én tartott ülésén a Sugárbiológiai Szekció megalakulásának tervét is elfogadta.

A megindult szervező munka során részben a Magyar Biofizikai Társaság régebbi tagjai közül, részben az újonnan belépőkkel együtt mintegy 100 kutató jelentette be szándékát, hogy a Szekció munkájában részt kíván venni. A Szekció alakuló ülését 1973. február 26-án az MTA elnöki tanácssteremben tartotta. A megalakulás során a Szekció elnöke *Predmerszky Tibor*, titkára *Gidáli Júlia* lett. Mindkettőjüket a Társaság Elnöksége tagjai közé kooptálta.

A megalakuló ülésen a szokott klubdelutánok keretében három előadás is elhangzott:

– *Predmerszky Tibor*: Sugárbiológiai Szekció célkitűzései.

– *Bujtor Iván*: Dozimetriai kérdések biológiai kísérleteknél, különböző rendszámú anyagok határfelületén.

– *Fehér Imre*: Sugárbetegség pathomechanizmusának celluláris alapjai.

A résztvevők nagy száma és élénk érdeklődése igazolta a Szekció megalakulásának időszerűségét.

A Szekció következő klubdelutánjára 1973. május 4-én került sor. Ugyancsak az MTA elnöki tanácssteremben. Az elhangzott előadások címe a következő:

– *M. A. Szmotrjajeva–K. E. Krugljakova–N. M. Emanuel (Moszkva)*: Az N-nitrozo-N-metilurea hatása a DNS molekula fizikai-kémiai tulajdonságaira.

– *Karcag Adrienne–Rontó Györgyi–Tarján Imre*: Az MS<sub>2</sub> fágok ultraibolya sugársérülésének néhány kérdése.

– *Daróczy Attila–Damjanovich Sándor*: E coli DNS függő RNS polimeráz konformációjának spektrofotometriás vizsgálata.

A Sugárbiológiai Szekció tagjai nagy aktivitással vettek részt a Társaság Tihanyban 1973. május 31–június 2. között megrendezett VII. Vándorgyűlésén. A Vándorgyűlés IV. főtémája: Fizikai tényezők hatásának biofizikai alapjai biológiai rendszereken molekuláris és sejtszinten volt. A bevezető referátumot kémiai sugárvédelem jelenlegi helyzetéről *Sántha András* tartotta. Ezt követően két ülészak alatt összesen 15 előadás hangzott el a sugárbiológia területéről. Az előadások tematikája jól tükrözte a sugárbiológia aktuális kérdéseit. Az előadások részletes felsorolását az évkönyv másutt tartalmazza. A témák összefoglalásaként röviden a következőket mondhatjuk: szó volt a rácsbesugárzás hatásmechanizmusáról, kortikoiddal kezelt sugár-

sérült egerek vérképének változásáról, a sugársérült csontvelő regenerációjáról, a keringő hemopoetikus őssejtek szerepéről, sugárvédő vegyületek hatásáról a vörösvértestekre és az erythropoetikus rendszer repair mechanizmusára, bázikus xantogénsav származékok sugárvédő hatásáról, sugárzásnak az eukaryota sejtek glykoprotein szintézisre gyakorolt hatásáról, külső és belső besugárzás dozimetriai kérdéseiről, levegő ionok hatásáról besugárzott állatok EKG-jára, a 100 MHz NMR vizsgálatokról fémhártyán, a DNS „Single Strand” törésének helyreállításáról, a spermiumokon megnyilvánuló biológiai izotóp effektusról, végül, a röntgensugárzás hatásáról patkány-máj triptofán pirroláz regulációjára.

Az előadásokat jellemezte, hogy a szép idő ellenére igen látogatottak voltak, és a jelenlévők nagy vitakészséggel kapcsolódtak a hozzászólókhöz.

A Szekció következő tudományos ülése 1974. január 17-én volt az MTA képes termében. Az elhangzott előadások a következők voltak:

Varga László: Proliferáló emlős sejtek osztódási ciklusa.

Kovács László: A gastrointestinalis hám proliferatív aktivitásának vizsgálata folyadékscintillációs és mikroautoradiographiás módszerekkel.

Az előadások megjelent nagy számú hallgatósága több kérdéssel fordult az előadókhoz, ill. hozzászólások hangzottak el.

A Sugárbiológiai Szekció elsőrendű feladatának azt tekinti, hogy a szakemberek találkozását azokban az időszakokban segítse elő, amikor egyéb ilyen jellegű rendezvény nincs. 1974. év folyamán a legnagyobb sugárbiológiai esemény a Washington államban, Seattle-ben rendezett 5. Nemzetközi Sugárzáskutatási kongresszus volt.<sup>1</sup> Ezen a magyar kutatók közül csak néhányan tudtak részt venni, ezzel szemben sok hazai kutatót érintett az év nyarán Budapesten megrendezett FEBS kongresszus, melynek külön Sugárbiokémiai Szekciója is volt.

1974. október 7–11 között Csehszlovákiában, Spindleruv Mlynben rendezték meg a Szocialista Országok Első Sugárbiológiai Kongresszusát. A kongresszus témaköreit a KGST Biofizikai Együtműködés témakörei szerint választották ki.<sup>2</sup>

A kongresszusok nemcsak abból a szempontból voltak érdekesek, hogy alkalmat adtak a hazai kutatási eredmények bemutatására, hanem egyúttal jó seregszemléjét adták a sugárbiológiai kutatások világszerte kialakuló fő irányainak. A Sugárbiológiai Szekció Vezetősége a nemzetközi tapasztalatok összefoglalásának fontosságát felismerve, a következő klubdélután egyetlen témáját ebben jelölte meg.

1975. január 15-én a Szekció az MTA képes teremben a fenti szempontokat figyelembe véve, az alábbi programmal klubdélután tartott:

Sztanyik László: Beszámoló az V. Nemzetközi Sugárkutatói Kongresszusról (1975 Seattle).

Szabó László: Beszámoló a FEBS 1974-ben Budapesten rendezett IX. Kongresszusáról.

Rontó Györgyi: Beszámoló a Szocialista Országok I. Sugárbiológiai Kongresszusáról (1974, Spindleruv Mlyn).

A Szekció munkájában ma már több mint 70 kutató vesz részt. Lelkes munkájuk bizonyítja, hogy indokolt volt a Szekció megalakítása.

PREDMERSZKY TIBOR,  
a Sugárbiológiai Szekció elnöke

<sup>1</sup> Részletes beszámolót lásd ezen Értesítőben.

<sup>2</sup> Részletes ismertetést lásd ezen Értesítőben.



## A sugárbiológiai szekció klub-előadásai

BOJTOR IVÁN:

*Dozimetriai kérdések biológiai kísérleteknél, különböző rendszámú anyagok határfelületén.*

Számos sugárbiológiai kísérletnél – csakúgy mint terápiás besugárzásoknál – az a helyzet áll elő, hogy a fotonnyaláb egy különböző rendszámú anyagok által képezett határfelületen halad át. A különböző rendszámú anyagok jelenléte változást okoz az elnyelt dózisban a határfelület két oldalán, ahol az elektronegyensúly feltételei nem teljesülnek. A határfelületi elektronegyensúly- és a dóziseloszlás vizsgálata röntgensugárzás esetén csont-lágy szövet, fém-lágy szövet, 1 MeV-nél nagyobb energiánál üveg- és plasztik-lágy szövet, valamint levegő-lágy szövet határfelületnél különösen fontos.

Sugárbiológiai kísérleteknél általában két lényeges esettel találkozunk. Sejt- vagy baktérium szuszpenzió besugárzásakor a hordozó anyaga és a közelítőleg víz-ekvivalens biológiai objektum képez határfelületet, amelyen a nyaláb szükségképpen áthalad. Ilyenkor a nyaláb beesési irányától függően, a határfelület két oldalán az elnyelt dózis változik, amely  $30\%$ -ot is elérhet. Nagy térfogatú állat besugárzásakor, ha levegő-lágy szövet a sugárnyaláb útjába esik, akkor a szövet néhány mm mélységében az elnyelt dózis kisebb, mint az üreg előtti rétegben.

Az előadás termolumineszcens mérési módszerek alkalmazását tárgyalja a határfelületi dózis-eloszlás meghatározására. Elméleti – és részben saját mérési eredmények alapján ismerteti a dóziseloszlást az említett határfelületek mögötti lágy szövetben,  $^{60}\text{Co}$  gamma- és 6, 42 MeV energiájú röntgensugárzás esetén.

FEHÉR IMRE:

*A sugárbetegség pathomechanizmusának celluláris alapjai.*

Az emlős szervezetben a besugárzás után fellépő jellegzetes tünetegyüttesek, az ún. „sugársyndromák”, a szervezetben előforduló sejtpopulációk eltérő sugárérzékenységre vezethetők vissza. Leginkább azok a sejtpopulációk károsodnak, ahol a funkcionáló végsejt rövid életidejű, ezért a rendszerben fiziológiás körülmények között is állandó frequens újraképződés van. A populáció újraképződése csak a rendszerhez tartozó őssejtből történhet meg, ezért a sérült populáció regenerációja vagy pusztulása szorosan correlál a rendszer őssejtjének a túlélési arányával. Az őssejtek sugárérzékenysége nagyságrendileg nagyobb a végsejtek sugárérzékenységénél. Ebből következik, hogy az őssejtet nem tartalmazó sejtpopulációk (pl. ideg, izom) kevésbé sérülékenyek, mint az állandó sejtmegújulással működő rendszerek (pl. csontvelő, bélhám). Az utóbbi rendszerekben besugárzás után a tünetek megjelenési ideje arányos a végsejt életidejével.

M. A. SZMOTRJAJEVA, K. E. KURGLJAKOVA, N. M. EMANUEL:

*Az N-nitrozo-N-metilurea hatása a DNS molekula fizikokémiai tulajdonságaira.*

Modellkísérletekben tanulmányoztuk a DNS molekula fizikokémiai tulajdonságainak megváltozását N-nitrozo-N-metilurea hatására.

Kimutattuk, hogy a DNS-sel való kölcsönhatás során a makromolekula oldatának strukturális tulajdonságai (viszkozitás, molekulásúly) jelentősen megváltoznak. Tapasztalataink szerint azok a görbék, amelyek e tulajdonságok változását jellemzik, S-alakúak és jól leírhatók az elsőrendű autokatalízisra vonatkozó egyenlettel. A DNS-molekulában a kölcsönhatás során egyszeres és kettős láncszakadások keletkeznek.

Spektrofotometriás, kromatográfiás, valamint jelzett (a karbamil-szénben) N-nitrozo-N-metilureás vizsgálatokkal kimutattuk, hogy a DNS-molekula szerkezeti változása elsősorban két folyamat következménye: metilezés és karbamilezés. A metilezett produktumot N-7-metilguaninnak találtuk.

KARCZAG ADRIENNE-RONTÓ GYÖRGYI-TARJÁN IMRE:

*MS<sub>2</sub> fágok ultraibolya sugársérülésének néhány kérdése.*

Kísérletesen meghatároztuk MS<sub>2</sub> fágok  $\lambda = 254$  nm UV inaktivációs dózishatásgörbéjét. Az UV fény által kiváltott folyamatok kvantitatív értelmezésére sugárkinetikai modellt alakítottunk ki, amely UV fénnel revertálható, valamint irreverzibilis fotoproduktumok inaktíváló hatását veszi tekintetbe.

A modell segítségével egybevetettük eredményeinket más laboratóriumokban (Carutti, Gordon) RNS sugársérülésével kapcsolatban nyert radiokémiai eredményekkel. Megállapítottuk, hogy az ultraibolya fény olyan kis dózisokban, amely még jól mérhető fág-inaktivációt okoz, részben irreverzibilis (hidratált) fotoproduktumokat, részben pedig UV-fénnel revertálható fotodiméereket kelt. Nagy dózisok esetén pedig az irreverzibilis fotoproduktum dominál.

DARÓCZY ATTILA-DAMJANOVICH SÁNDOR:

*E. coli DNS függő polimeráz konformációjának spektrofotometriás vizsgálata.*

E-coli DNS függő RNS polimeráz (EC 2.7.7.6.) DTNB-vel (5,5'-ditio-bis-2-nitro-benzoésav) történő reakcióját vizsgáltuk spektrofotometriásan (412 nm). A molekulánkénti -SH csoportok száma és reaktivitása így becsülhető.

Natrium-lauryl-szulfát hatására a DTNB-vel történő reakció gyorsabbá vált, s molekulánként több -SH csoport reagált.

Adenozintrifoszfát jelenlétében az enzim kevesebb -SH csoportja reagált DTNB-vel. DTNB folyamatos jelenléte alatt az ATP ezen védő hatása fokozatosan csökkent. ATP, UTP, GTP, CTP ekvimólos keveréke nagyobb mértékű védelmet biztosított, mint azonos molaritású ATP.

Borju thymus DNS jelenléte az alkalmazott koncentrációban nem befolyásolta lényegesen a DTNB-vel való reakciót.

## VARGA LÁSZLÓ:

*Proliferáló emlős sejtek osztódási ciklusa.*

Az előadás főbb vázlatpontjai az alábbiak voltak:

Néhány mikroautoradiográfiai módszer az osztódási ciklus meghatározására. Steady state és expandáló sejtrendszer compartment felosztása. A rekeszek közötti kapcsolat. Growth fraction. Normális és daganatos sejtek osztódási kinetikája. Ciklus specifikus fizikai és kémiai agensek, biológiai anyagok kortól függő hatása. Racionális kombinált kezelés a tumor terápiában. In vivo szinkronizálás.

## KOVÁCS LÁSZLÓ:

*A gastrointestinalis hám proliferatív aktivitásának vizsgálata folyadékcintillációs és mikroautoradiográfiai módszerekkel.*

A különböző szövetekben folyó sejt képződés intenzitásának ismerete mind elméleti, mind gyakorlati szempontból jelentős. Korábban a klasszikus morfológiai módszerekkel csak nehezen és hozzávetőleg lehetett ezt a folyamatot vizsgálni.

Az autoradiográfiai és folyadékcintillációs eljárások segítségével megbízható adatok nyerhetők a sejt képző rendszer funkciójáról.

*A módszerek az alábbiakban foglalhatók össze:*

1. Egerek különböző dózisu  $H^3TDR$ -t kaptak. 40 perccel később leöltük őket. Folyadékcintillációs módszerrel meghatároztuk a kipreparált gyomor, vékony- vastagbél milligrammonkénti, valamint a kryptánkénti aktivitását. A kettő hányadosa adja meg az 1 mg szövetben lévő krypták számát. Különböző dózisu  $H^3TDR$  nem befolyásolja az eredményeket tág határok között.

2. A kipreparált kryptákat lepréseljük, autoradiogramokat készítünk belőle. Ezeket meghatározzuk a kryptánkénti jelzett és proliferáló sejtek számát, valamint azok lokalizációját.

Összehasonlítva a besugárzatlan állatok jelzett sejtjeinek számát a 800 R-el besugárzott állatokéval, kitűnik, hogy jelentős proliferáció fokozódás következik be a besugárzás utáni 48. órában.

3. Ismételt  $H^3TDR$  adását követően készített autoradiogramokon meghatároztuk a jejunum és vastagbél S phasisának és cyclus idejének tartamát. Az S phasis 7,6 ill. 9 óra volt. A cyclus idő pedig 14,5 és 25 óra.

4. 168 órán át végzett folyamatos  $H^3TDR$  jelölés segítségével meghatároztuk a vékony- és vastagbél-hámsejtek élettartamát a képződéstől a desquamatioig. Ez 72 óra volt a jejunum és 60 óra a vastagbél esetében.

## A Sugárbiológiai Szekció tagnévsora\*

Elnök	Gallyas Alfréda	Kutas Vera
Predmerszky Tibor	Gaszó Lajos	Loványi István
Titkár	Gárdos György	Máté László
Gidáli Júlia	Gáspár Rezső	Molnár László
Tagok	Gombos Attiláné	Mózsa Szabolcs
Antal Sára	Gueth Sándorné	Nagy Lajos
Báthori Edit	Gyenge László	Nagy Zsuzsanna
Benkő András	Gyurján István	Niedetzky Antal
Benkő György	Hajnal Józsefné	Pál Imre
Bertók Lóránd	Hernádi Ferenc	Sas Barnabás
Bor Istvánné	Hidvégi Egon	Sántha András
Bozóky László	Holland József	Soltész Lajos
Bölöni Erzsébet	Horváth Györgyi	Somogyi Béla
Burger Tibor	Járai Ferencné	Spett Borbála
Cságoty Endre	Jászsági Istvánné	Szabó László
Csővári Mihályné	Juhász Lajosné	Tarján Imre
Damjanovich Sándor	Kállai Miklós	Tigyi József
Daróczy Attila	Karczag Adrienne	Toperczer Johanna
Deseő György	Károly László	Tóth Árpád
Egyed Jenő	Károlyi Géza	Tóth Lajosné
Farkas György	Koczkás Gyula	Tóth Lajos
Fehér Imre	Kovács László	Unger Emil
Ferenczy Marianne	Kovács Péter	Váradi Júlia
Fitori János	Köteles Györgyné	Varga Józsefné
Fónagy Anna	Krudi Erzsébet	Varga László
	Kutas László	74. Zaránd Pál

## AZ ORVOSI–FIZIKAI SZEKCIÓ MEGALKULÁSA ÉS MŰKÖDÉSE

1965-ben (Harrogate, Anglia) megalakult az International Organization for Medical Physics (IOMP). Az alakuló ülésen háromtagú delegáció képviselte hazánkat, Bozóky László, Tarján Imre és Tigyi József professzorok személyében. Az 1965-ös alakuló ülésen Tigyi professzort az IOMP vezetőségi tagjává választották.

Az IOMP tevékenysége a 4 évenként tartott ülések beszámolója szerint nem volt elég aktív s ennek kihatása érezhető volt Magyarországon is. Az 1972–73-as évektől kezdődően az IOMP-t reorganizálták, a szervezet tevékenysége fokozódott s munkájába egyre több ország kapcsolódott be.

A fentiek alapján a hazai viszonyainkat tekintve, aktuálissá vált egy olyan csoport létrehozása, mely az orvosi fizika határterületén dolgozó szakembereket szervezetbe tömöríti, tevékenységüket segíti és érdekeiket képviseli. Ilyen előzmények után fordultunk a Magyar Biofizikai Társaság Elnökségéhez, hogy tegye lehetővé a Társaság keretein belül működő csoport létrehozását, amennyiben megfelelő létszámú

\* Részletes adatokat lásd az MBT tagnévsoránál.

szakembert sikerül toborozni. Több mint 50 személyt kerestünk meg előzetes tájékoztató adatok összegyűjtése céljából (1973–1974). A beérkezett válaszok eredményéről tájékoztattuk az MBT Elnökségét. Ennek alapján az Elnökség határozatot hozott (1974. március 6.) a Társaság keretében működő Orvosi-Fizikai Szekció megalakulására és felkérte Bozóky László professzort és Nikl Istvánt a Szekció megszervezésére, továbbá az ideiglenes elnöki, ill. titkári tisztségek ellátására.

A határozatról, a szekciótagság feltételeiről 1974. májusában körlevélben tájékoztattuk az érdekelteket, mellékeljük a belépési nyilatkozatokat. Ilyen előzmények után került sor 1974. június 27-én Budapesten az Orvosi-Fizikai Szekció alakuló ülésére. Az MBT Elnökségét Rontó Györgyi titkár és Bozóky László képviselte. Az MBT titkára ismertette a megalakulás előzményeit, Bozóky professzor beszámolt azokról a tényezőkről, melyek a Szekció megalakulását indokolták, szólott az IOMP tevékenységéről s a nemzetközi szervezethez fűződő kapcsolatainkról. A választás eredményeként az Orvosi-Fizikai Szekció elnöke Bozóky László, titkára Nikl István, elnökségi tagok Tarján Imre, Tigyi József és Dézsi Zoltán.

Az MBT Elnökségétől engedélyt kaptunk, hogy csoportunk az IOMP szervezetebe belépjen. Ennek alapján az MTA Biológiai Tudományok Osztályához és az IOMP titkárságához fordultunk azzal a kéréssel, hogy ezt tegye lehetővé. Az IOMP jelentkezésünket elfogadta. Jelenleg felsőbb szerveink felé továbbítottuk a szükséges dokumentációt.

1974 novemberi ülésünk programja keretében Bozóky professzor az orvosi-fizikai ténykedések korszerű irányvonalairól, Boros László és Makra Zsigmond tagtársak a IV. Nemzetközi Luminescens Dozimetriai Konferenciáról számoltak be.

Nemzetközi kapcsolataink bővítése érdekében az NDK-ban 1975. novemberben rendezendő Internationale Symposium Gegenwärtiger Stand und Prognose der Klinischen Strahlenphysik című rendezvényére magyar delegáció kiküldését szervezzük. Reméljük, hogy ennek kapcsán nemcsak tapasztalatcserére, hanem a KGST tagállamok hasonló szervezeteivel történő együttműködésre is lehetőségünk adódik.

Terveink között szerepel tagjaink szakmai munkájának megismerése, tevékenységük összehangolása, olyan programok kialakítása, melyben az egész tagság érdekelt.

NIKL ISTVÁN  
az Orvosi-Fizikai Szekció  
titkára

### **Az orvos–fizikai szekció klubdelutánja**

BOZÓKY LÁSZLÓ:

*Orvos-fizikai ténykedések korszerű irányvonala külföldi tapasztalatok alapján.*

Az előadó az utolsó 5 év orvosi fizikai tárgyú nemzetközi kongresszusain elhangzott előadások alapján összeállítást készített arról, hogy az orvosi fizika különféle területei közül melyek, milyen súllyal állnak ma a nemzetközi érdeklődés középpontjában. Első helyre kétségkívül a nukleáris medicina radioizotópos diagnosztikai

és kutatási módszerei, valamint a nagyenergiájú terápiás besugárzások továbbfejlesztését szolgáló fizikusi ténykedések, mérések, besugárzási tervezési módszerek, új mérőberendezések kifejlesztése stb. kerülnek, de egyes más területek is jelentősnek mondhatók.

Az előadó ezután összehasonlítást tett a fizikusok munkájának igénybevétele szempontjából a különféle országok között, különös tekintettel a fizikusok speciális orvosi fizikai kiképzésére, a fizikusok közvetlen bekapcsolására a betegellátás során felmerülő fizikai, mérés-technikai, számítási problémák megoldásába stb. Érintette a fizikusok munkakörülményei között országonként megmutatkozó igen nagy különbségeket, valamint egyes szervezési és továbbképzési kérdéseket.

## BOROS LÁSZLÓ, MAKRA ZSIGMOND:

### *Beszámoló a IV. Nemzetközi Lumineszcens Dozimetriai konferenciáról.*

A Krakkóban tartott lumineszcens dozimetriai konferencián számos előadás hangzott el a termolumineszcens (TL) és radiofotolumineszcens (RFL) anyagok tulajdonságairól. Ezeknek egy része a már régóta használt foszforok, pl. LiF, BeO, CaSO<sub>4</sub>, CaF<sub>2</sub> tulajdonságaival foglalkozott. Ezen előadásokból kiviláglott, hogy az ilyen, már régóta kutatott területen is van még számos tisztázandó kérdés. Új TL és RFL anyagokról, valamint új mérési módszerekről is hangzott el előadás, különösen érdekes eredmény például az RFL doziméterek lézerefénnyel történő kiértékelése, ami a módszer érzékenységet nagyságrendekkel fokozza. A mérőberendezésekről szóló előadások és a műszerkiállítás tanúsága szerint igen nagy a választék a legkülönbözőbb igényt kielégítő, korszerű TL berendezésekben. Az alkalmazások területét érintő előadások közül elsősorban az orvosi és biológiai, valamint a régészeti tárgyak keltek érdeklődést.

### *Az Orvos-Fizikai Szekció tagjai.\**

Elnök	Tagok	Makra Zsigmond
Bozóky László	Ballay László	Predmerszky Tibor
	Berta Ilona	Reischl György
Titkár	Bojtor Iván	Szy Dénes
Nikl István	Boros László	Toperczer Johanna
	Dócsy Károly	Török István
Elnökségi tagok	Farkas György	Varjas Géza
Dézi Zoltán	Gyarmathy László	Vittay Pál
Tarján Imre	Hízó József	Zábráczy József
Tigyi József	Kazai Lajos	24. Zaránd Pál

\* Részletes adatokat lásd az MBT tagnévsoránál.

## 6. TÁRSASÁGUNK TAGJAINAK TUDOMÁNYOS MINŐSÍTÉSEI

---

Értesítünk a jövőben rendszeresen közölni kívánja, hogy az esedékes periódusban tagjaink közül hányan és milyen tárgykorból szereztek tudományos minősítést.

*Az 1972-ig szerzett tudományos fokozatok:\**

### A) Az MTA rendes tagja:

Donhoffer Szilárd	(Orvosi Tud. Oszt. 1973)
Ernst Jenő	(Biológiai Tud. Oszt. 1946)
Jánossy Lajos	(Matematikai és Fizikai Tud. Oszt. 1950)
Straub F. Brunó	(Biológiai Tud. Oszt. 1949)
Szentágothai János	(Biológiai Tud. Oszt. 1967)
Szigeti György	(Műszaki Tud. Oszt. 1958)

### B) Az MTA levelező tagja:

Ádám György	(Biológiai Tud. Oszt. 1970)
Kesztyűs Lóránd	(Orvosi Tud. Oszt. 1967)
Tarján Imre	(Matemat. és Fizikai Tud. Oszt. 1970)
Tigyi József	(Biológiai Tud. Oszt. 1967)

### C) A tudományok doktora:

Csillik Bertalan	(biológiai, 1968)
Faludi Béla	(biológiai, 1966)
Farádi László	(orvosi, 1966)
Frenyó Vilmos	(biológiai, 1965)
Garamvölgyi Miklós	(biológiai, 1966)
Gárdos György	(biológiai, 1969)
Greguss Pál	(biológiai, 1956)
Guba Ferenc	(biológiai, 1967)
Horváth L. Gábor	(pszichológiai, 1963)
Horváth Imre	(biológiai, 1966)
Keszthelyi Lajos	(fizikai, 1962)
Mess Béla	(orvosi, 1970)
Révész Pál	(matematikai, 1969)
Romhányi György	(orvosi, 1968)
Salánki János	(biológiai, 1971)
Szalay László	(fizikai, 1965)
Székely György	(orvosi, 1971)

\* Az összeállítás az MTA Almanachja (1973) alapján készült.

D) A tudományok kandidátusa:

Andik István	(orvosi, 1957)
Balogh József	(orvosi, 1966)
Belágyi József	(biológiai, 1970)
Bertók Lóránd	(állatorvosi, 1965)
Böszörményi Zoltán	(biológiai, 1958)
Burger Tibor	(orvosi, 1968)
Cseh Edit	(biológiai, 1958)
Damjanovich Sándor	(orvosi, 1969)
Faludi Béláné	(biológiai, 1961)
Fehér Imre	(orvosi, 1966)
Geszti Olga	(orvosi, 1969)
Gyurján István	(biológiai, 1970)
Hevesi János	(fizikai, 1970)
Hídvégi Egon	(biológiai, 1971)
Juvancz Iréneusz	(orvosi, 1960)
Kertész László	(orvosi, 1968)
Kiss István	(biológiai, 1959)
Kovács Sándor	(orvosi, 1965)
Kövér György	(orvosi, 1964)
Lakatos Tibor	(biológiai, 1971)
Láng Ferenc	(biológiai, 1971)
Makra Zsigmond	(fizikai, 1971)
Marek Péter	(orvosi, 1972)
Mészáros István	(orvosi, 1965)
Nagy Lajos	(orvosi, 1963)
Nagy Zsolt	(orvosi, 1971)
Niedetzky Antal	(biológiai, 1968)
Pál István	(biológiai, 1962)
Predmerszky Tibor	(orvosi, 1961)
Rontó Györgyi	(biológiai, 1970)
Röchlích Pál	(orvosi, 1968)
Ruzicska Gyula	(orvosi, 1958)
Sántha András	(orvosi, 1964)
Sztanyik B. László	(orvosi, 1966)
Tigyi András	(orvosi, 1958)
Turchányi György	(fizikai, 1964)
Unger Emil	(orvosi, 1970)
Varga Emil	(orvosi, 1958)
Varga László	(fizikai, 1972)
Vető Ferenc	(biológiai, 1970)
Voszka Rudolf	(fizikai, 1965)

*Az 1972–75. időszakban szerzett tudományos fokozatok:\**

A) Az MTA levelező tagja lett:

Bozóky László és Garay András tagtárs.

Akadémiai székfoglaló előadásukat a következő oldalakon közöljük.

\* Az összeállítás az 1975. január 23-i körlevélre érkezett válaszok alapján történt.



B) A tudományok doktora lett:

- Aujeszky László (földtudományok, 1972):  
*Kísérlet a légkör meteorológiailag mobilizálódó energiájának megbecsülésére.*
- Hámori József (biológiai, 1972):  
*Az idegrendszer szinaptikus organizációjának differenciálódása.*
- Hernádi Ferenc (orvosi, 1973):  
*A cisztein sejtanyagcserére kifejtett hatásai, azok szerepe az ionizáló sugárzással szembeni rezisztencia fokozódásában.*
- Jobst Kázmér (orvosi, 1974):  
*A magnucleoproteidek funkcionális szerkezete.*
- és Kelényi Gábor (orvosi, 1973):  
*Az eosinophyl leukocytákról.*
- című disszertációja alapján.

C) A tudományok kandidátusa lett:

- Csőváry Mihályné (biológiai, 1974):  
*Az urán dekorporáció lehetőségének tanulmányozása.*
- Gidáli Júlia (orvosi, 1972):  
*A haemopoietikus őssejt osztódását és differenciálódását szabályozó mechanizmusok vizsgálata.*
- Jánossy András (kémiai, 1974):  
*A ketinin asszociáció infravörös spektroszkópiai vizsgálata.*
- Krasznai István (biológiai, 1974):  
*Kétcsatornás és kettős izotópjelzéses szcintigráfia méréstechnikai kérdései.*
- Masszi György (biológiai, 1973):  
*Biológiai anyagok ion- és vízkötésének vizsgálata nagyfrekvenciás és mikrohullámú módszerekkel.*
- Resch Béla (orvosi, 1973):  
*Klinikai és kísérletes megfigyelések a humán magzati szív működéséről koraterbességben.*
- Somogyi Béla (biológiai, 1975):  
*Molekuláris enzimkinetika.*
- Széphalmi Géza (biológiai, 1972):  
*Biológiai automatizmusok szabályozásméleti analízise.*
- Tóth Árpád (fizikai, 1972):  
*Sugárfizikai vizsgálatok a lakosság által inhalált RaA-, RaB- és RaC-ozotta légszervi dózis meghatározására.*
- Török István (orvosi, 1973):  
*A szülárdtest dózismérők alkalmazása az orvosi radiológiában.*
- és Zaránd Pál (biológiai, 1974):  
*Kevert neutron-gamma sugárzási térben végzett biológiai kísérletek neutron-dozimetriája.*
- című disszertációja megvédésével.

## SZÉKFOGLALÓ ELŐADÁSOK:

### A SZÓRÓDÁSI JELENSÉGEK SZEREPE A FOTONSUGÁRZÁSOK DOZIMETRIÁJÁBAN

(Székfoglaló előadás a Magyar Tudományos Akadémia  
1973. március 25-i ülésén)

Az elektromágneses sugárzásnak anyaggal való találkozásakor a természet igen változatos kölcsönhatásokat hoz létre. Ezek vizsgálata egyrészt nagy jelentőségű új felismerésekhez vezetett, másrészt – főként a szóródási kölcsönhatások – kezdettől fogva komoly nehézséget jelentettek e sugárzások dozimetriájának a kialakításában.

A dozimetria iránti igény rövidesen az első ionizáló sugárzásnak, a röntgen sugárzásnak a felfedezése után, még a múlt évszázad végén két területen, nevezetesen a sugárterápia és a sugárvédelem területén jelentkezett. Mindkettő lényegét a következőkben foglalhatjuk össze: minthogy az ionizáló sugárzások biológiai hatásai általában csak hosszabb, rövidebb idővel a besugárzás után jelentkeznek, szükségesnek látszott az ionizáló sugárzások valamely olyan hatásának fizikai mérőmódszerét kidolgozni, amely hatás párhuzamosan halad a később fellépő biológiai elváltozásokkal, hogy így e hatásnak a besugárzáskor való méréséből a később bekövetkező biológiai elváltozásokra előre következtetéseket lehessen levonni.

Amíg tehát a fizikai kutatásokban valamely foton sugárzásra vonatkozóan általában olyan mennyiségek mérése bír jelentőséggel, amelyek magának a foton sugárzásnak a leírására szolgálnak, pl. fluxus, energia fluens stb., addig a dozimetriai méréseknek a célja olyan mennyiségek meghatározása, melyek a sugárzás és adott anyag kölcsönhatásának az eredményét írják le.

A foton sugárzások dozimetriai mérésének alapvető fogalmi, elvi és gyakorlati mérési módszerei csak lassan alakultak ki, ismételten módosultak, sőt még ma sem tekinthetők véglegesen lezárt kérdéseknek. Az első évtizedekben a foton sugárzások számos hatásának a mérésével próbálkoztak, de valamennyiről kiderült, hogy nem haladnak párhuzamosan a később fellépő biológiai hatásokkal és így használhatatlannak. Christen dán fizikus fogalmazta meg végül 1913-ban a dózisnak lényegében ma is érvényes definícióját, amely szerint – más gyógyszerekkel ellentétben – az ionizáló sugárzás esetében nem a testbe bevitt összes sugárzási energia mennyiségét, hanem annak csupán a testben elnyelődött részét kell dózissnak tekintenünk. A testen kölcsönhatás nélkül áthaladó sugárzás semmiféle biológiai hatást nem fejt ki.

A testben elnyelt energiának *közvetlen mérése* azonban, tekintettel az általában igen kicsiny hőmérséklet változásokat (0,01–0,0001 °C) létrehozó elnyelt energiákra, megoldhatatlan nehézségeket jelentett. 1914-ben Szilárd Leó készítette az első dózismérésre alkalmas ionizációs kamrát és javasolta, hogy a dozimetria alapjául az ionizáló sugárzások által levegőben létrehozott ionizációt válasszuk. Ez a foton sugárzások kvantumenergiájától függetlenül nagymértékben párhuzamosan halad a később fellépő biológiai hatásokkal.

Szilárd Leó javaslata igen termékenynek bizonyult és általános nemzetközi elfogadásra talált. Kidolgozták az ionizációs kamrás dózismérés elvi és gyakorlati módszereit, definiálták az R-egységet és annak abszolút mérését. Ezzel 1930 és 1940 közti időszakban úgy tűnt, a dozimetria problémái megoldást nyertek.

A neutron sugárzásoknak, majd a betatronok és lineáris gyorsítók nagy ener-

giájú röntgen és elektron sugárzásainak a sugárterápia szolgálatába való állításával aztán egyrészt új dozimetriai igények jelentkeznek, másrészt nyilvánvalóvá vált, hogy a klasszikus röntgen és gamma sugárzásokra előzőleg kidolgozott dozimetriai rendszer is módosításra szorul. Nevezetesen a sugárterápia eredményességének növelése céljából az R-egységben mért besugárzási dózisiról feltétlenül át kell térni az elnyelt dózisban való dozírozásra.

De megváltozott a helyzet a sugárvédelem dozimetriai igényei terén is, amennyiben a reaktorok, gyorsítók és főként a mesterségesen előállított radioizotópok rohamosan növekvő alkalmazási területei révén sokszorosára növekedett az ionizáló sugárzásoknak kitett személyek száma is és a potenciális sugárveszély is. Ugrászerűen megnövekedtek tehát a sugárvédelmi problémák és ezzel együtt a dozimetria iránti érdeklődés, valamint a kérdések megoldásán dolgozó szakemberek száma is.

A következőkben a legrégebben és ma is legkiterjedtebben alkalmazott ionizáló sugárzás, a különböző eredetű foton sugárzások dozimetriájának egyes problémáival, elsősorban a szóródási folyamatok dozimetriai következményeivel kívánok foglalkozni.

A foton sugárzásoknál a következő szóródási folyamatokat különböztetjük meg:

1. A *Compton*-féle szóródás, melynél a foton haladási irányának megváltozásától függő energiacsökkenés, valamint az 1 elektronra vonatkozó totális szóródási hatáskeresztmetszet az ismert Compton-, illetve Klein–Nishina féle elmélet alapján kielégítő pontossággal kiszámítható.

2. A *koherens*-, vagy *Rayleigh*-féle elektron szóródás az atom valamennyi elektronjának együttes szórása. Minthogy a visszalökődést ez esetben nem az egyes elektronok, hanem maga a nagytömegű atom veszi fel, a szóródó fotonnál energia veszteség nem lép fel.

3. A *Thomson*-féle, magokon történő szóródás, melynek hatáskeresztmetszete az elektronokénál 5–6 nagyságrenddel nagyobb magtömegeknek megfelelően 5–6 nagyságrenddel kisebb, mint a Compton szóródási hatáskeresztmetszetek.

4. A *Delbrück*-féle *potenciál-szórás*, amikor a foton a mag elektrosztatikus terén szóródik és végül

5. A *koherens molekuláris*, vagy kristály szóródás, mely az egy atomon belüli elektronokon történő koherens szóródással analóg jelenség, csupán itt egy molekula, illetve kristályrács atomjai szerepelnek.

A szóródási jelenségek általában igen lényegesen befolyásolják a besugárzott anyagban kialakuló dózis nagyságát, a dózis térbeli eloszlását és ennek megfelelően természetesen magát a dózismérést is. Pontosabban megfogalmazva: a szóródási jelenségek között találunk olyanokat, amelyeknél csupán irányváltozás következik be, és találunk olyanokat, amelyeknél a foton energiát is közöl az anyaggal, tehát haladási irányának megváltoztatása mellett a foton energiája is csökken. A dozimetria szempontjából nagyobb jelentősége nyilván az utóbbinak van, mert ezeknél egyrészt a szóródás révén lecsökkentett energiájú fotonokra nézve megváltoznak az elnyelődési folyamataikra vonatkozó hatáskeresztmetszetek, ami megint csak közvetlenül befolyásolja a tömegegységben elnyelt energiát, azaz az elnyelt dózist.

A szóródási jelenségek szerepét két szempontból fogjuk vizsgálni, nevezetesen először magukban a besugárzott testekben létrejövő dózisterhelések, másodsor a besugárzott testeken, vagy testrészeken kívül eső, esetleg ezektől nagyobb távolságban fekvő testek dózisterhelése szempontjából.

## I.

A *direkt sugárhatásnak kitett testrészen* a szóródási folyamatok révén az elnyelt energia minden esetben megnövekszik, mert hiszen minden egyes térfogatelembe a direkt sugárzáson kívül valamennyi körülötte fekvő besugárzott térfogatelemből is jut sugárzás, melynek egy része a térfogatelemben el is nyelődik. Ez a szóródásból eredő dózistöbblet igen sok tényezőtől függ. Ilyenek a beeső primer foton sugárzás energiája, illetve energia spektruma, a besugárzott anyag atomjainak rendszáma és relatív mennyisége, a sugárnyaláb keresztmetszetének alakja és nagysága, a sugárforrás távolsága stb. Nyilvánvaló, hogy kiterjedt, inhomogén közegekre vonatkozó szóródási folyamatokból eredő elnyelt energiák pontos kiszámítása a ma legkecsegtetőbbnek tűnő Monte Carlo módszerrel is, csak egyes leegyszerűsített modelleknél lehetséges.

A szóródási jelenségek dozimetriai hatásainak a tanulmányozása tehát általánosságban *csak kísérleti úton* történhet. Intézetünkben több mint 3 évtizede foglalkozom különféle sugárfizikai kérdésekkel, köztük a röntgen és gamma sugárzások szóródási folyamatainak tanulmányozásával. A további általános érvényű megállapításaimat néhány saját kutatási terület ismertetéséhez kívánom kapcsolni.

### A) Az elnyelt dózis meghatározása.

Az elmúlt két évtized során sokan próbálkoztak az elnyelt dózis mérésére megfelelő mérési módszert kidolgozni. Az ICRU (International Commission of Radiological Units and Measurements) megállapítása szerint a ma legmegfelelőbbnek mondható eljárás lényege abban áll, hogy a kérdéses közegben levegőekvivalens anyagból készített hiteles ionizációs kamrával megmérjük a kérdéses pontra vonatkozó besugárzási dózist R-egységben. Ebből az elnyelt dózis meghatározása kétféle módon történik aszerint, hogy 0,6 MeV alatti energiával rendelkező foton sugárzásról van-e szó *A* eset), avagy a fotonok energiája 0,6 MeV fölött van (*B* eset).

Az *alsó energia tartomány* esetében az ionizációs kamrát foton detektornak kell konstruálnunk, azaz az ionizációt magában a kamrafalban keltett elektronoknak kell létesíteniök. Levegőekvivalens kamrafal-anyag és elektron egyensúlyt biztosító falvastagság esetén a mért ionizációból a levegőben elnyelt dózis a Bragg-Gray elvnek megfelelően közvetlenül kiszámítható:

$$D_{\text{lev}}(\text{rad}) = 0,869 \cdot D_b(\text{R}).$$

ahol  $D_{\text{lev}}$  (rad) a rad-ban kifejezett levegőben elnyelt dózis és  $D_b$  (R) az R-ben mért besugárzási dózis.

Magában a kérdéses közegben elnyelt dózist a következő formulával számíthatjuk ki:

$$D_{\text{közeg}} = \frac{(\mu/\rho)_{\text{közeg}}}{(\mu/\rho)_{\text{levegő}}} \cdot D_{\text{lev}}$$

ahol  $\mu/\rho$  a kérdéses közegre, illetve levegőre vonatkozó tömeggyengülési együtt-ható.

A *0,6 MeV-nél nagyobb energiájú foton sugárzások* esetén viszont az ionizációs kamrát elektron detektorként kell kezelnünk, amely egyszerűen a kamra környezetéből a kamrába belépő elektronokat méri. Ez esetben a kamrában, azaz levegőben elnyelt dózistól ( $D_{\text{lev}}$ ) a kérdéses közegben elnyelt dózist ( $D_{\text{közeg}}$ ) a következő formulával határozhatjuk meg:

$$D_{\text{közeg}} = \frac{(S/\rho)_{\text{közeg}}}{(S/\rho)_{\text{levegő}}} \cdot D_{\text{lev}}$$

ahol  $S/\rho$  a közeg, illetve a levegő átlagos tömegfékező képessége. Mind a  $\mu/\rho$  tömeggyengülési együtthatók, mind az  $S/\rho$  tömegfékezési együtthatók a különböző anyagokra és energiákra táblázatokba foglalva rendelkezésünkre állanak. Az I. táblázat

I. táblázat

*A szénre és levegőre vonatkozó tömeggyengülési együtthatók hányadosa és a konverziós tényező számított értékei a foton-energia függvényében*

Fotonenergia (MeV)	$\frac{(\mu/\rho)_C}{(\mu/\rho)_{\text{lev}}}$	$f = 0,869 \frac{(\mu/\rho)_C}{(\mu/\rho)_{\text{lev}}}$
0,05	0,588	0,511
0,1	0,922	0,801
0,2	0,996	0,866
0,5	1,000	0,869
1,0	0,996	0,866
1,5	1,000	0,869

például a szénre (C) és levegőre (A) vonatkozó  $\mu/\rho$  együtthatók hányadosát és az  $f = D_C : D_b$  konverziós tényező számított értékeit tünteti fel a foton-energia függvényében, míg a II. táblázat az ugyancsak szénre és levegőre vonatkozó  $S/\rho$  együtt-

II. táblázat

*A szénre és levegőre vonatkozó átlagos tömegfékező képességek hányadosa és a konverziós tényező számított értékei a foton-energia függvényében*

Fotonenergia (MeV)	$\frac{(S/\rho)_C}{(S/\rho)_{\text{lev}}}$	$f = 0,869 \frac{(S/\rho)_C}{(S/\rho)_{\text{lev}}}$
0,05	1,017	0,884
0,1	1,016	0,883
0,3	1,007	0,875
1,0	0,895	0,856
3,0	0,946	0,822

hatók hányadosát és a megfelelő konverziós tényezőket tartalmazza.

Az elnyelt dózis meghatározását ennek ellenére nem tekinthetjük kielégítően megoldott problémának, mert hiszen a táblázatok szerint mindkét együttható energiától függ. Az elkerülhetetlenül fellépő szóródási folyamatok viszont a sugárforrás fotonjainak eredeti, ismert energiáját nagymértékben és alig ellenőrizhető módon megváltoztatják és így a megfelelő konverziós tényező kiválasztásánál nagyfokú bizonytalansággal találjuk magunkat szemben.

Mínthogy a korszerű sugárterápia egyik világszerte elterjedt, legfontosabb besugárzó berendezése ma a kobaltágyú, fontosnak láttam a

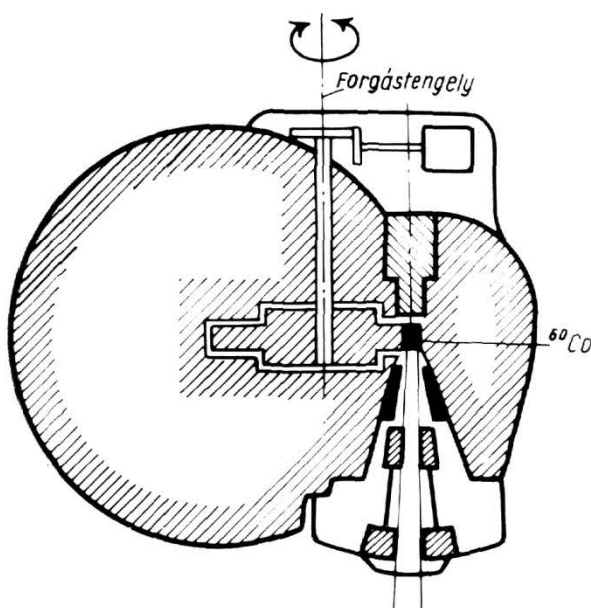
$$D_{\text{közeg}} = f_{\text{exp}} \cdot D_b$$

fundamentális összefüggés érvényességét ezekre a berendezésekre a  $D_{köz}$  és a  $D_b$  mennyiségek közvetlen lemerésével kísérletileg megvizsgálni. A méréseket Intézetünknek két különböző kobaltágújánál, de teljesen azonos alakú és méretű sugárforrásokkal végeztük. Így magukban a forrásokban bekövetkező önabszorpció és szóródás azonos lévén, az összehasonlításból kizárólag a kollimátorokon és egyéb szerkezeti elemeken bekövetkező szóródási és egyéb szekunder folyamatok szerepére vonatkozólag várhattunk közvetlen adatokat.

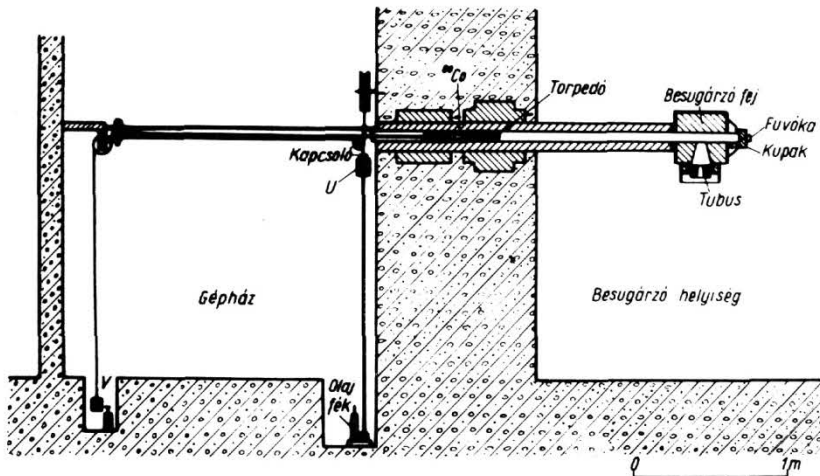
Az 1957-ben felépített GRAVICERT nevű készülékünk megtervezésénél eleve arra törekedtem, hogy a berendezés a terápiás besugárzások mellett sugárfizikai mérések elvégzésére is megfelelő legyen. A készülék alapvetően abban különbözik minden más országban gyártott készüléktől, hogy kikapcsoláskor a töltet nem a szokásos módon a besugárzófejben kerül egy megfelelő ólomtömb mögé (1. ábra), hanem a besugárzófejből egy ólom árnyékolású tartókaron át elhagyja a besugárzó helyiséget és egy 1 méter vastag betonfalba épített külön tárolóhelyre csúszik (2. ábra). Így minden más, kikapcsolt állapotban is számottevően sugárzó készülékekkel ellentétben berendezésünknel a besugárzó helyiség egész területén *csak a természetes háttérsugárzás* szintje mérhető. Ez a sugárvédelmi szempontokon túlmenően, éppen a sok esetben igen kis intenzitású szórt sugárzások vizsgálatánál nagyon lényeges körülmény (3. ábra).

Egy további lényeges új konstrukciós megoldás abban áll, hogy a sugárforrás, amely védelem nélkül 5 perc alatt 1 méter távolságban emberre nézve halálos dózist ad le, készülékünknel kísérleti célokra teljesen sugárvédett módon a besugárzófej elé tolnak ki. A szabadalmat nyert készüléket a MEDICOR MŰVEK vette gyártásba, külföldre is került belőle.

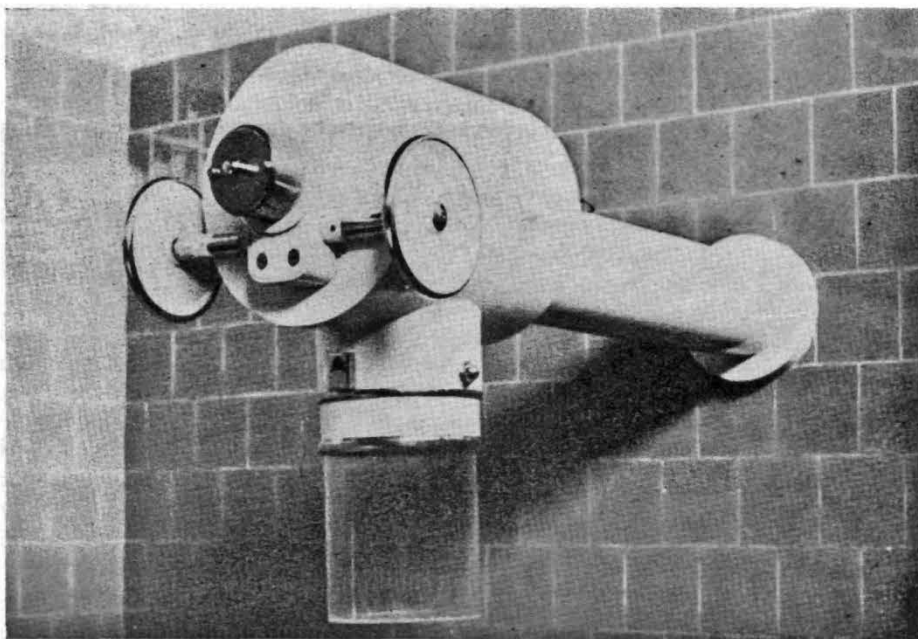
A másik kobaltágúnk lényegében véve azonos felépítésű, csupán az egész rend-



1. ábra. Egytárolóhelyes kobaltágú besugárzófeje állandó jellegű környezet-besugárzással



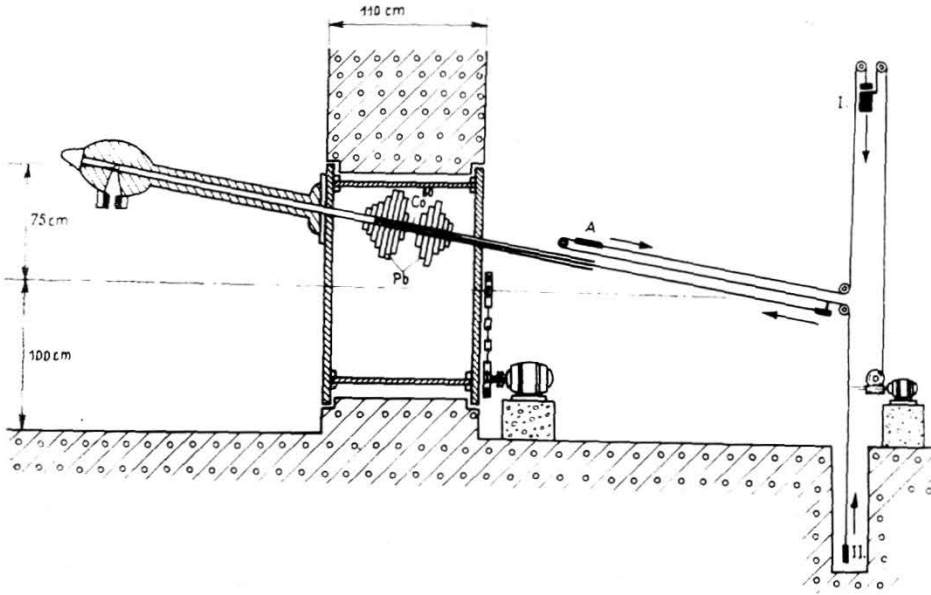
2. ábra. Kéttárolóhelyes GRAVICERT kobaltágyú állandó jellegű környezet-besugárzás nélkül



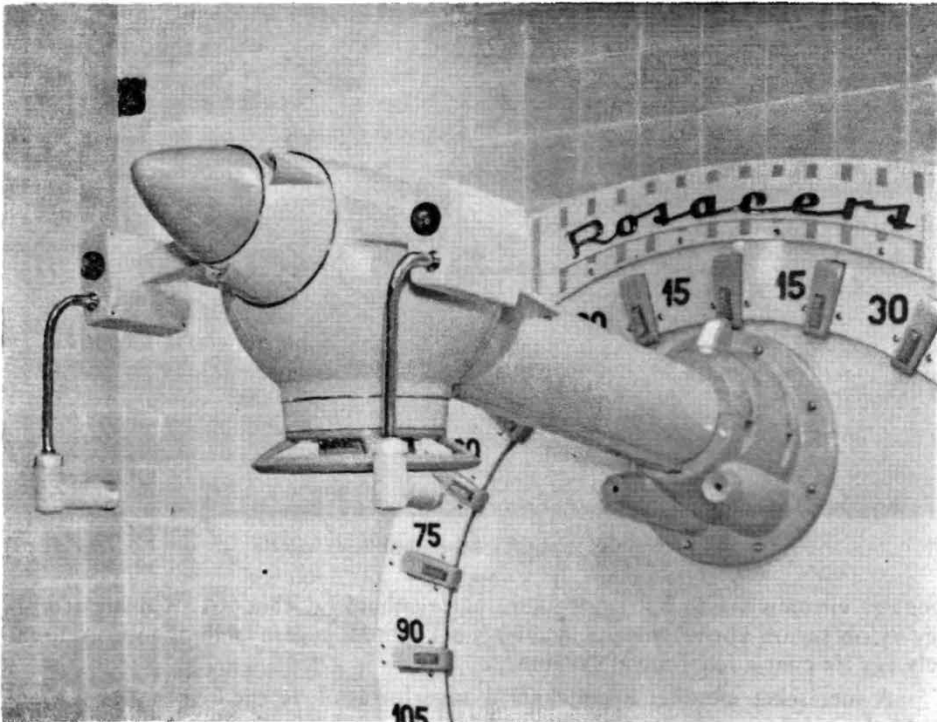
3. ábra. GRAVICERT kobaltágyú besugárzófeje

szer egy virtuális vízszintes tengely körül elforgatható (4. ábra). A  $^{60}\text{Co}$  sugárforrás egy 75 cm sugarú köríven mozog úgy, hogy a kollimált sugárnyaláb állandóan a tengely egy fix pontja felé irányul (5. ábra).

A méréseket mindkét készüléknél a sugárforrástól 75 cm távolságban ugyanazokkal a mérő berendezésekkel, azonos körülmények között, reaktor tisztaságú grafitban végeztük. A kilocuries források aktivitása elegendőnek látszott ahhoz, hogy az



4. ábra. A ROTACERT nevű mozgómézős kobaltágyú keresztmetszeti képe



5. ábra. A ROTACERT nevű mozgómézős kobaltágyú besugárzófeje



elnyelt energiákat kaloriméterrel közvetlenül mérni lehessen. Minthogy hazai viszonylatban ilyen mérő berendezés még nem készült, a bécsi Nemzetközi Atomenergia Ügynökséghez fordultam. Az Ügynökség, minthogy a vizsgálatot maga is fontosnak találta, segítségünkre sietett és az összesen mintegy 600 kp súlyú mérő berendezését Intézetünkbe szállította.

A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség által kifejlesztett kaloriméteres primer dózismérő standard (6. ábra) energia elnyelő közege egy vákuumban függő 20 mm átmérőjű és 4 mm vastag grafit korong, melynek hőmérsékletét egy a közepébe beépített fél mm átmérőjű üveggömbbe zárt termisztor méri. A mérésre kerülő foton energiáknál a grafitban kémiai, illetve magreakciók még nem jönnek létre és így az elnyelt energia teljes egészében hőenergiává alakul át. A rendszert nagyobb tömegű grafit termosztát veszi körül és így a kaloriméter közvetlenül a grafitban elnyelt sugárzási energiát méri (7. ábra).

A besugárzási dózist egy 0,6 cm<sup>3</sup>-es Farmer-féle ionizációs kamrával és 0,02 cm<sup>3</sup>-es saját készítésű kondenzátor ionizációs kamrákkal mértük ugyancsak reaktor tisztaságú, 1,90 g.cm<sup>-3</sup> sűrűségű grafitban, különböző mélységeekben. Ez utóbbit úgy valószínűsítettük meg, hogy a 75 cm távolságban felállított kaloriméter, illetve ionizációs kamra elé egyre több 1 cm vastag, 25x25 cm<sup>2</sup>-es precíziósan megmunkált grafit lapot helyeztünk. Mind a kaloriméteres, mind az ionizációs kamrás mérések több napon át megismételve, 10%-nál kisebb eltérésű eredményekkel reprodukálhatók voltak.

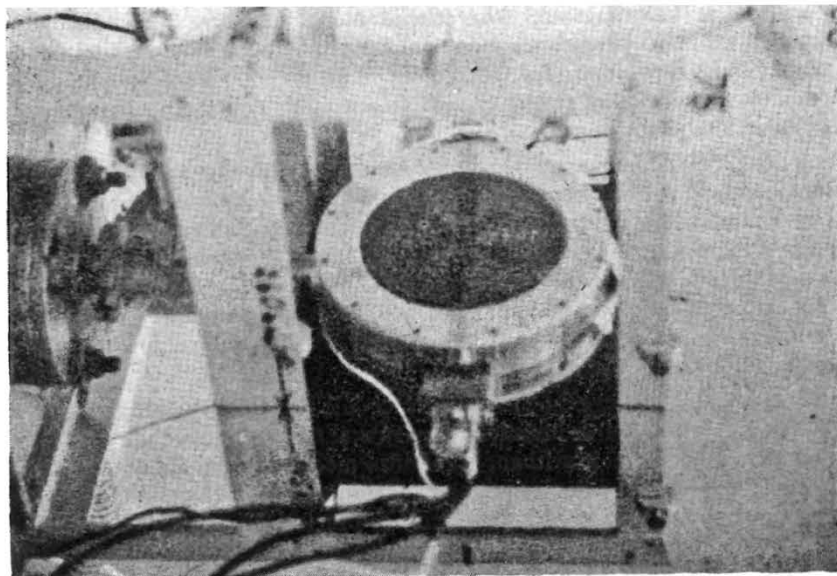
Az  $F_{\text{exp}} = D_{\text{közeg}} / D_{\text{b}}$  faktorra kapott kísérleti értékeket a mélység függvényében a 8. és 9. ábrák szemléltetik. Eszerint a két készülék között 9%-os, tehát egyáltalában nem elhanyagolható olyan eltérés jelentkezik, amiről a világszerte alkalmazott dózismeghatározási metodika nem tud számot adni. Hiszen, két, csaknem azonos készülékről, teljesen azonos sugárforrásokról, azonos mérőberendezésekről és azonos mérési körülményekről lévén szó, a faktor értékének a nemzetközileg kidolgozott táblázatoknak megfelelően azonosaknak kellene lenniük.

Felmerül tehát a kérdés: mivel magyarázható a kísérletileg talált jelentős eltérés? A válasz egyszerű: a számításoknál figyelmen kívül hagyott szóródási jelenségek-nél mutatkozó különbségekkel. Ha pontosabban szemügyre vesszük ugyanis a két kobalt készülék besugárzó fejét (10. ábra), akkor a következő különbségeket állapíthatjuk meg:

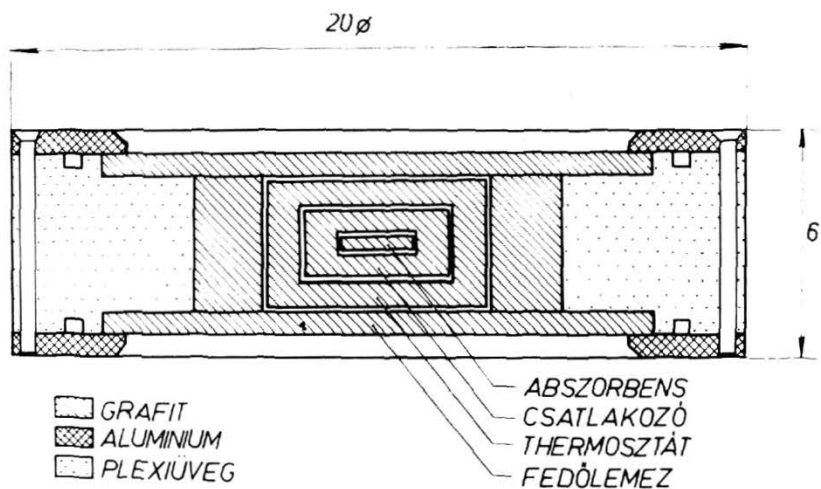
a) A ROTACERT-nél 8 cm-rel távolabb van a kollimátor a sugárforrástól, mint a GRAVICERT-nél, ennek megfelelően az azonos keresztmetszetű sugárnyaláb előállításához szükséges fekvő és nagyobb nyíláson át a mérési pontból nyilvánvalóan nagyobb terület látszik a besugárzófej sugárforrás körüli, belső, ólomból és acélból készült szerkezeti elemeiből.

b) A ROTACERT-nél a szerkezeti elemek szorosabban veszik körül a sugárforrást, mint a GRAVICERT-nél, tehát nagyobb intenzitású gamma sugárzás esik rájuk.

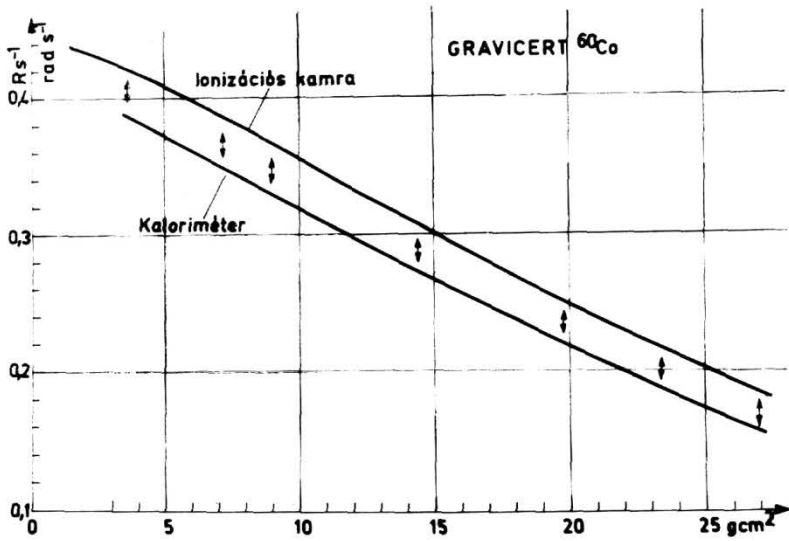
Mindkét tényező azt eredményezi, hogy a beugrázó-fejek belső, igen nagy intenzitással besugárzott ólom és acél elemeiről a ROTACERT-nél jelentősen több, kisebb energiájú szórt és szekunder sugárzás jut a mérési pontba, illetve annak környezetébe, mint a GRAVICERT-nél. A <sup>60</sup>Co eredeti 1,17 és 1,33 MeV-es fotonjaihoz tehát különböző mértékben keverednek a kisebb energiájú szórt fotonok, illetve az ezek nagyobb hatáskeresztmetszettel rendelkező fotoelektromos abszorpciójából származó karakterisztikus röntgen fotonok, ólom esetében például 0,07 MeV-es energiával. Márpedig a kisebb energiájú fotonokra nézve kisebb a táblázatokban szereplő F érték is és így a két készülék közötti eltérés kvalitatíve magyarázható.



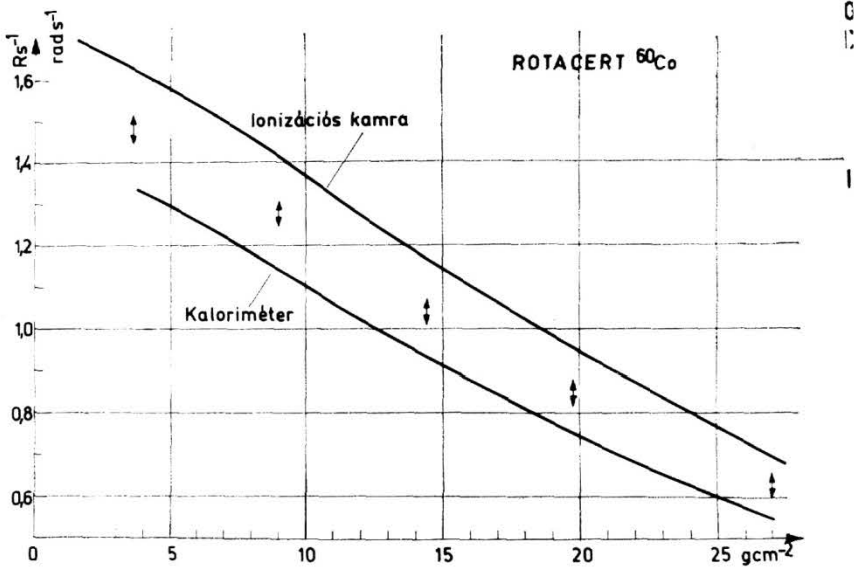
6. ábra. A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség kaloriméteres primer standard dózismérőjének energia-  
elnyelő eleme



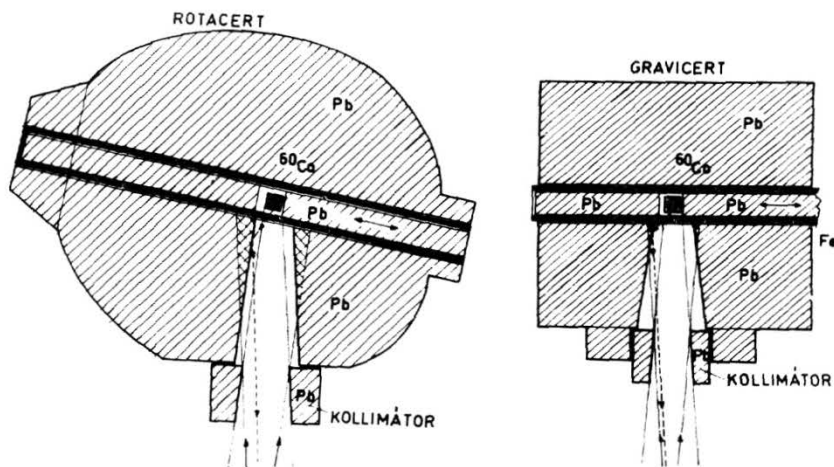
7. ábra. A kaloriméter keresztmetszeti képe



8. ábra. Az elnyelt dózis és besugárzás dózis hányadosa grafitban a GRAVICERT kobaltágyúnál a mélység függvényében



9. ábra. Az elnyelt dózis és besugárzás dózis hányadosa grafitban a ROTACERT kobaltágyúnál a mélység függvényében



10. ábra. A GRAVICERT és ROTACERT kobaltágyúk besugárzási fejének azonos besugárzott területről látható elemei

Az eltérés kvantitatív értelmezésére, illetve kiszámítására ma még nincs lehetőségünk. A szóródási jelenségek olyan sokrétűek, hogy kiterjedt közegben teljes általánosságban a számítások egyelőre nem hajthatók végre.

Az ismertetett vizsgálatok alapján mindenesetre a következőket állapíthatjuk meg:

1. A gamma besugárzó berendezéseknél a kollimátoron és egyéb szerkezeti elemeken bekövetkező szóródási jelenségek az alkalmazott radioizotóp eredeti energia spektrumát olyan mértékben megváltoztatják, hogy az  $f = \text{rad}/R$  konverziós tényező értékénél, a konstrukciótól függően jelentős változás következik be.

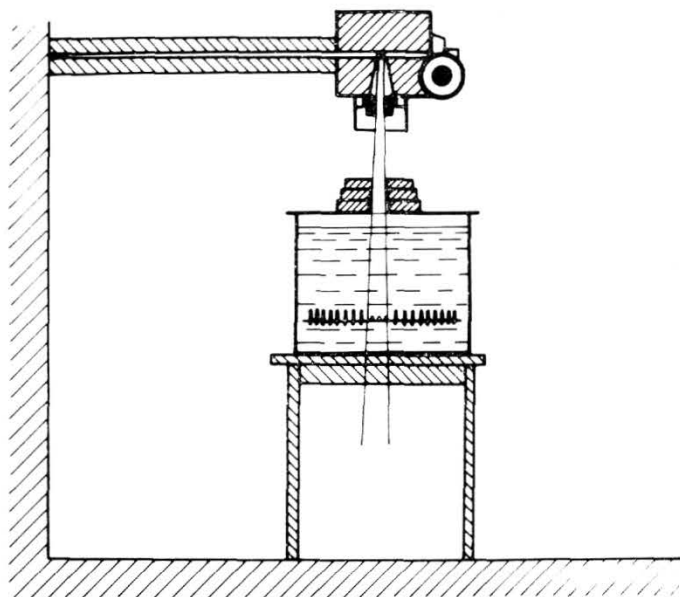
2. Az elnyelt dózisnak a kérdéses közegben ionizációs kamrával mért besugárzási dóziséból az ICRU által javasolt jelenleg szokásos módon történő kiszámítása tehát csupán akkor ad kielégítő eredményt, ha a sugárforrás közelében szóró közeg nincsen. Leárnyékolást és kollimátorokat alkalmazó gamma besugárzó készülékeknél – amilyenek a telecurie terápiás kobaltágyúk is – a szóródási jelenségek számításokkal nem követhető, jelentős dózismódosító hatásainak figyelembe vétele céljából, a konverziós faktornak készülék típusonkénti kísérleti meghatározására feltétlenül szükség van.

— — —

B) A szóródási jelenségeknek egy másik fontos szerepét a telecurie besugárzások során közvetlenül átsugárzott térfogatot körülvevő térfogatelemek sugárterhelő hatásában jelölhetjük meg. Hogy az alkalmazott sugárnyaláb keresztmetszetének megfelelő térfogatrészen kívüli térrész sugárterhelése mekkora, azt elsősorban a fotonok energiájától és az átsugárzott térfogat anyagi összetételétől függő szóródási jelenségek szabják meg.

Az oldal irányú szóródás legnagyobb a 0,01 és 0,1 MeV nagyságrendű klasszikus röntgen sugárzásoknál, kisebb a MeV nagyságrendű fotonoknál és még kisebb a körkörös és lineáris gyorsítók sok MeV-es fotonjainál.

Kérdés mármint, hogy mekkora a környező térfogatelemek dózisterhelése, hogyan változik értéke a direkt sugárnyalábtól mért távolsággal, a felszíntől mért távol-



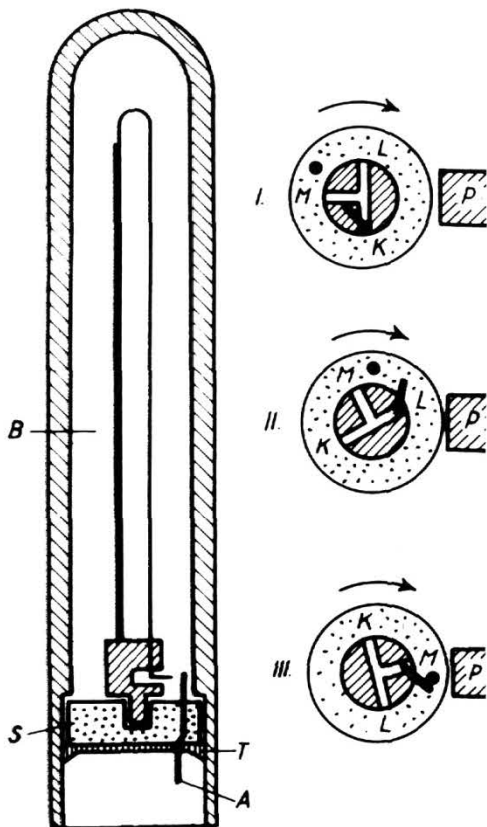
11. ábra. Az átsugárzott vízből a környező víz térfogatelemekbe kiszóródó gamma sugárzás mérése

sággal, a felszíntől mért mélységgel, a primer fotonok energiájával stb. Nehézséget jelent többek között a kérdés megválaszolásánál megint az a körülmény, hogy nagyobb mélységek felé haladva, a primer sugárzás energiája éppen a szóródási jelenségek következtében megváltozik, a kezdeti foton energiákhoz egyre nagyobb számban keverednek jóval kisebb energiájú és így jobban szóródó fotonok is.

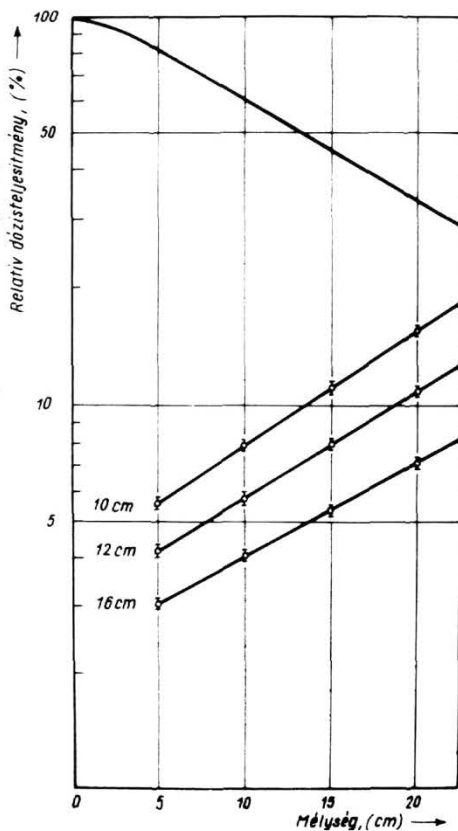
A kérdés legközvetlenebb kísérleti megválaszolásához a következő mérő berendezést állítottam össze: nagyobb vízfantomban (60 cm átmérőjű és 50 cm mély) a direkt sugárnyalábra merőleges vékony falemezbe egymástól 3 cm távolságban fúrt lyukakba, egyszerre több, levegőekvivalens falú feltöltött kondenzátor ionizációs kamrát helyeztem el (11. ábra). Tekintettel arra, hogy kizárólag a belső sugárnyalábból kiszóródó sugárzás dóziseloszlását kívántam tanulmányozni, a fantom felszínét a sugárforrás irányába röntgen sugárzás esetén 1 cm, gamma sugárzás esetén 15 cm vastag ólomréteggel gondosan leárnyékoltam. A kamrasornak különböző mélységekben történő besugárzásával közvetlenül meghatároztam a direkt sugárnyalábon kívüli tér részben kialakuló dóziseloszlást.

Itt említem meg, hogy a vízalatti és más különleges körülmények között végzendő méréseink céljaira olyan *légmentesen lezárt, száraz levegővel töltött*, mágneses térrel működtethető kondenzátor ionizációs kamrákat konstruáltam (12. ábra), amelyek a légköri nedvességgel, porral, hőmérséklet- és légnomás-változásokkal szemben teljesen érzéketlenek. A kamra belső elektródjának (B) ugyanis a szigetelő tárcsán keresztül nincs átvezetése. A belső elektród a feltöltés, valamint a maradék töltés lemérésének idejére mágnessel kapcsolható a szigetelő tárcsán átvezető segédelektrodához (A). Egy T alakú kényszerpályát definiáló lemezke viszont megakadályozza, hogy ugyanaz a kapcsolódás ütés, vagy rázás hatására is létrejöhessen. Az ugyancsak szabadalmat nyert mérőberendezést a Gamma Művek vette gyártásba.

A szóródásból eredő dóziseloszlást a fenti mérőberendezéssel különféle kemény-



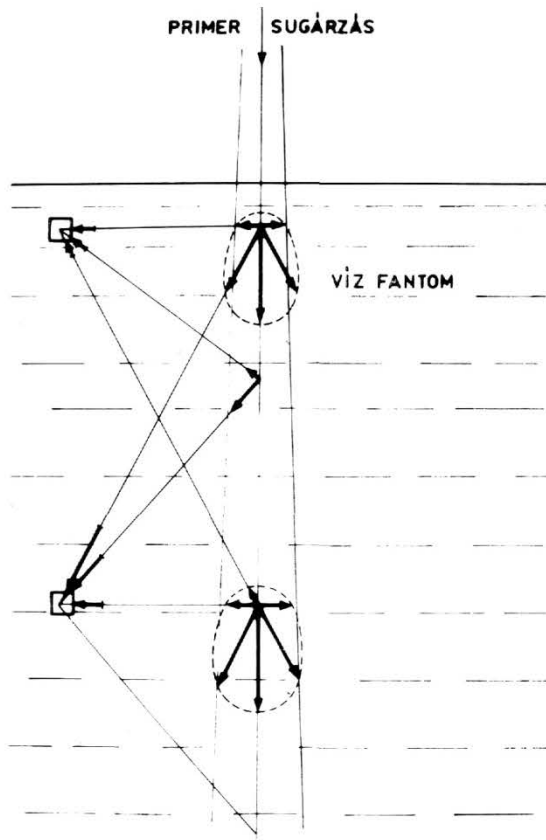
12. ábra. Légmentesen lezárt, mágneses kapcsolású kondenzátor ionizációs kamra a véletlen kapcsolást kizáró terelő lemezkével



13. ábra. A vízben mért mélydózis görbe és a fősugártól különböző távolságokban mért szórt sugárzás dózisteljesítménye a mélység függvényében

ségű röntgen és  $^{60}\text{Co}$  gamma sugárzásnál végeztem el vízben. Ez utóbbira vonatkozó mérési eredményeket a 13. ábra szemlélteti, melyen felül a besugárzási mezőre vonatkozó mélydózisgörbe, alatta a sugárnyaláb tengelyétől 10, 12 és 16 cm-es távolságokban mért és az azonos mélységhez tartozó tengelymenti dózis érték százalékában kifejezett szórt sugárzási dózis értékek vannak feltüntetve 50 cm-es forrás-fantom felszín távolságnál. Az ábra szerint a tengely menti mélydózis értékek csökkenését a sugárnyalábban kívüli szórt sugárzásból eredő dózisok emelkedése közelítőleg kompenzálja. Így a főtengelytől azonos távolságokban a szórt sugárzás dózisteljesítmény a mélységtől függetlenül közelítőleg azonos.

Ezt az első pillanatra meglepő eredményt, hogy tudniillik a szórt sugárzás dózisteljesítménye nem követi a mélydózisok jól ismert csökkenését, hanem közelítőleg állandó marad, a következőképpen értelmezhetjük: a  $^{60}\text{Co}$  gamma sugárzásnál a szórt sugárzás irány és intenzitás eloszlásából következik, hogy míg a felső rétegekben főként a  $90^\circ$ -os és ennél nagyobb szögű szóródások érvényesülnek, a mélyebb rétegekben egyre inkább szerephez jutnak a fentebbi rétegekből kisebb szög alatt szóródó



14. ábra. A környezetbe jutó szórt sugárzás mennyiségi változásának értelmezése

sugarak is. Ezeknek nagyobb intenzitása kompenzálja a mélydózissal együtt csökkenő  $90^\circ$  körül szóródó gamma sugarak intenzitását (14. ábra).

A 200 kV-os csúcspotenzitású röntgen sugárzásnál végzett méréseim szerint egyrészt az oldal irányokban mért szórt sugárzások dózisteljesítménye mintegy háromszor nagyobbak adódtak, másrészt a mélydózis görbe rohamosabb csökkenését a szórt sugárzás dózisteljesítményének relatív növekedése már nem tudja kompenzálni. Így a szórt sugárzás dózisteljesítménye a felszíntől számított távolság növekedésével egyre csökken. A nagy energiájú foton sugárzások terápiás alkalmazásának elterjedését jelentős mértékben éppen ennek a kisebb mérvű oldal irányú szóródásnak, azaz a szervezet egészét kevésbé károsító hatásának köszönheti.

## II.

A következőkben rátérek a foton sugárzások szóródásával kapcsolatosan a sugárvédelem területén végzett egyes vizsgálataim ismertetésére.

Az atomenergia békés felhasználása során egyre növekszik az orvosi, ipari, mező-

gazdasági stb. célokra felhasznált nagy források száma és aktivitása. Ezeknek a besugárzó berendezéseknek sugárvédelmi szempontból is megfelelő megtervezése feltétlenül megkívánja a különféle szilárd anyagokon, levegőn stb. szóródó gamma sugárzások dózisteljesítményére vonatkozó összefüggések, törvényszerűségek ismeretét. Az elemi Compton szóródás törvényszerűségei jól ismertek és ezek alapján a vékony sugárnyaláboknak kis tömegekkel való kölcsönhatását eléggé jól számításba is lehet venni.

*Széles sugárnyalábok* és a gyakorlatban szereplő többnyire nagyobb tömegek esetében a viszonyok egyre bonyolultabbá válnak, számításokkal való követésüknél egyre nagyobb elhanyagolásokat és a valóságnak meg nem felelő leegyszerűsítéseket kell alkalmaznunk. Az adott körülmények között szóródó gamma sugárzás dózisteljesítményét ugyanis jelentős mértékben befolyásolják a következő tényezők:

A primer gamma sugárzás intenzitása és keménysége, a primer sugárnyaláb keresztmetszete, a szóró közeg anyagi minősége, sűrűsége és vastagsága, a primer sugárnyalábnak a szóró közegre vonatkozó beesési szöge, a szóródás szöge, a sugárforrás és a szóró közeg, valamint a szóró közeg és a vizsgálati pont egymástól való távolsága, a primer sugárzás által átsugárzott levegőoszlop, esetleg másodlagos és harmadlagos szóródási lehetőségek és végül a szórt sugárzásoknál érvényesülő abszorpciós tényezők.

Széles sugárnyalábok esetén egy bizonyos irányba sokféle szóródási szög mellett, tehát különböző energiájú gamma sugarak juthatnak el. A különböző mélységekben szóródó különböző energiájú gamma sugarakat maga a szóró közeg igen különböző mértékben nyeli el. Vastag szóró közegeknél ezenkívül a többszörös szóródás, azaz további energicsökkenés is fellép stb. Tehát egy eredetileg monokromatikus sugárzás esetén is erősen heterogén szórt sugárzást kapunk. Az elnyelt dózis számításához viszont feltétlenül szükségünk lenne ennek a heterogén sugárzás összetételének az ismeretére is, amit a szóródási folyamat sokrétűsége következtében számíttással csak igen durva közelítéssel lehet meghatározni.

A fenti megfontolások alapján célul tűztem ki, hogy kísérleti vizsgálat tárgyává teszem a szórt gamma sugarak dózisteljesítményét befolyásoló fizikai tényezőket és egyes konkrét mérési sorozatok eredményeiből általános érvényű következtetéseket levonva, gyakorlatilag felhasználható összefüggéseket állapítok meg.

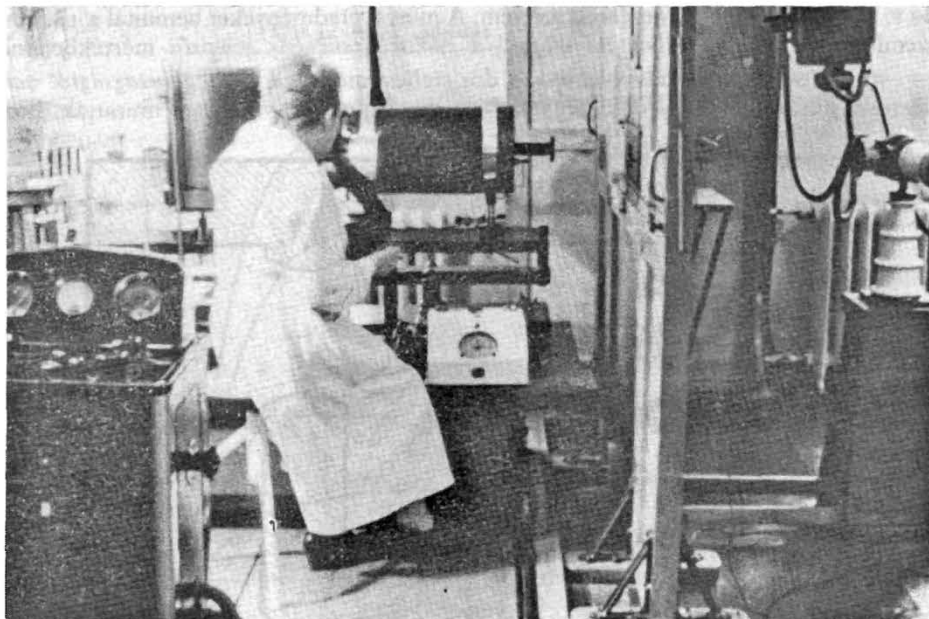
A nagymértékben heterogén szórt sugárzások mérésére olyan különféle típusú kondenzátor kamrákat dolgoztam ki, amelyek lehetővé tették a 8 nagyságrendet felölelő intenzitás tartományon belüli irány- és energia-független dózismérést. Valamennyi kamrának ugyanazzal a gömb alakú rádium etalonnal való hitelesítése lehetővé tette a 8 nagyságrendnyi dózisteljesítmény tartományon belüli értékek közvetlen és megbízható összehasonlítását. A kondenzátor kamrák energiafüggései vizsgálatait az abszolút R-meghatározó berendezésünkkel (15. ábra), valamint  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  és  $^{137}\text{Cs}$  sugárforrások gamma sugárzásával végeztük.

A vizsgálatok és azok eredményei röviden a következőkben foglalhatók össze:

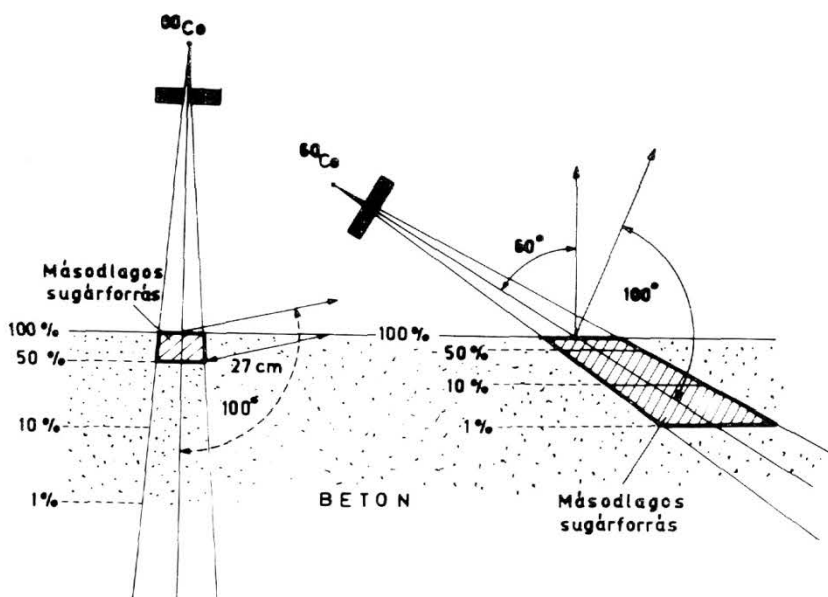
1. A mérési eredmények értelmezése és a szóró közegben lejátszódó fizikai folyamatok lényegének szemléltetése céljából munkahipotézisként bevezettem a primer gamma sugárzás hatására a szóró közegben kialakuló *másodlagos sugárforrás* fogalmát, definiáltam annak keresztmetszetét és a beesés és szóródás szögétől is függő vastagát (16. ábra).

2. A primer sugárzás szóródásának különböző vastagságú ólom, vas, beton, téglá, parafin stb. lemezeken történő vizsgálatával tisztáztam a beesési szögnek és a rétegvastagságnak a szerepét, a szórt sugárzás dózisteljesítményének kialakulásában. A  $100^\circ$ -os szóródási iránynál a mért dózisteljesítménynek a *beesési szögtől való függését*





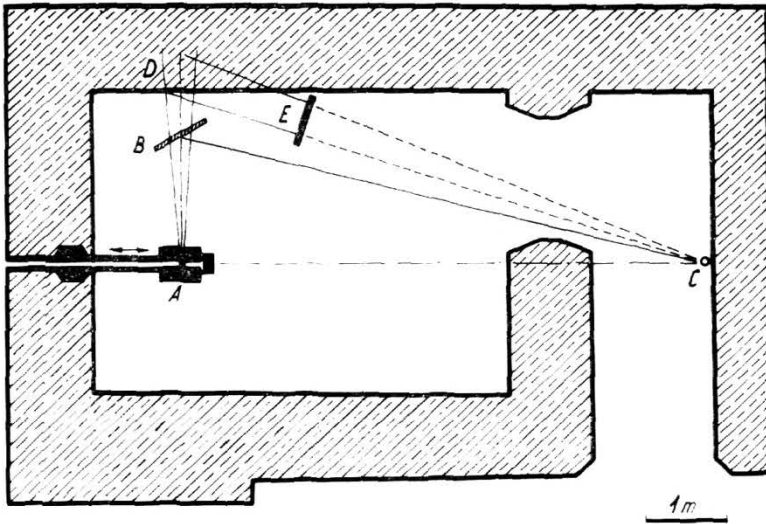
15. ábra. Abszolút R-meghatározó berendezésünk, az ólomfal jobb oldalán elhelyezkedő röntgenkészülékkel



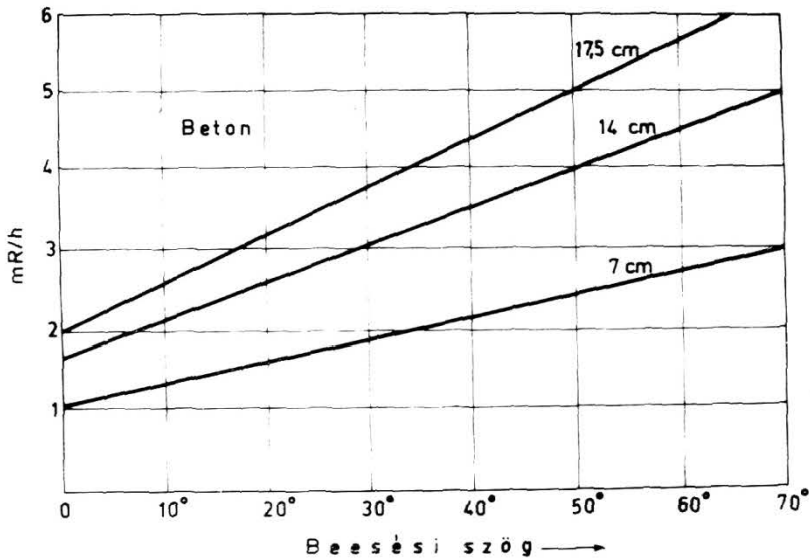
16. ábra. A másodlagos sugárforrás kialakulása a besugárzott szóróközegben  $^{60}\text{Co}$  gamma sugárzásnál

a 17. ábrán látható elrendezésben mértem. A mérési eredményeket betonnál a 18. ábra szemlélteti. Eszerint a beesési szöggel a dózisteljesítmény jelentős mértékben nő.

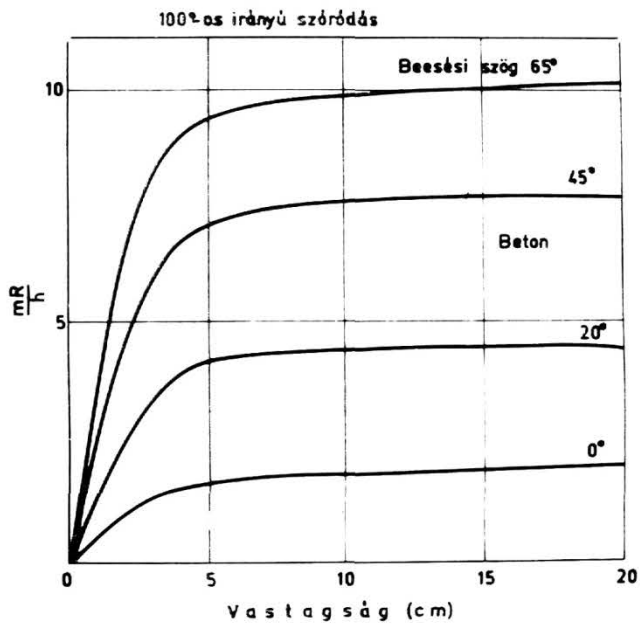
3. A 100°-os szóródási iránynál a dózisteljesítménynek a rétegvastagságtól való függését ábrázoló mérési eredmények (19. ábra) egyrészt világosan mutatják, hogy



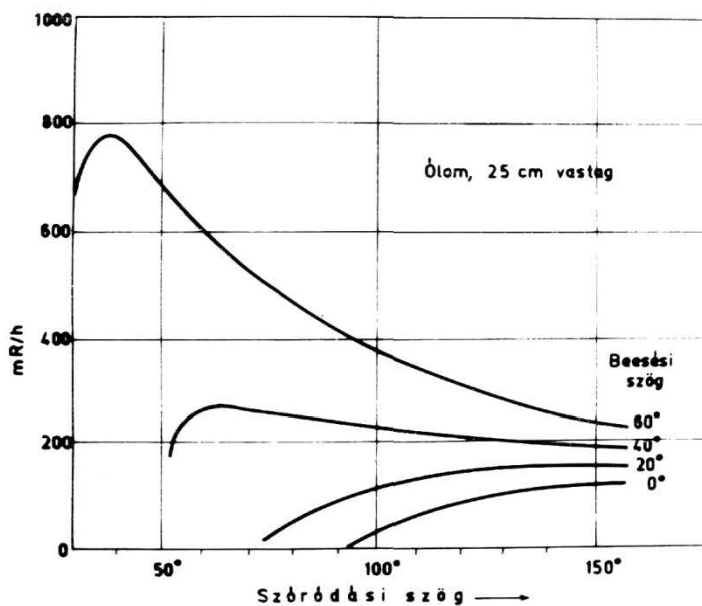
17. ábra. A szórt sugárzás dózisteljesítményének mérése különféle beesési szögeknél a GRAVICERT kobaltágyúval



18. ábra. A szórt sugárzás dózisteljesítménye betonnál a beesési szög függvényében



19. ábra. A szórt sugárzás dózisteljesítménye ólomnál a szóródási szög függvényében, különböző beesési szögeknel és telítési rétegvastagságoknál



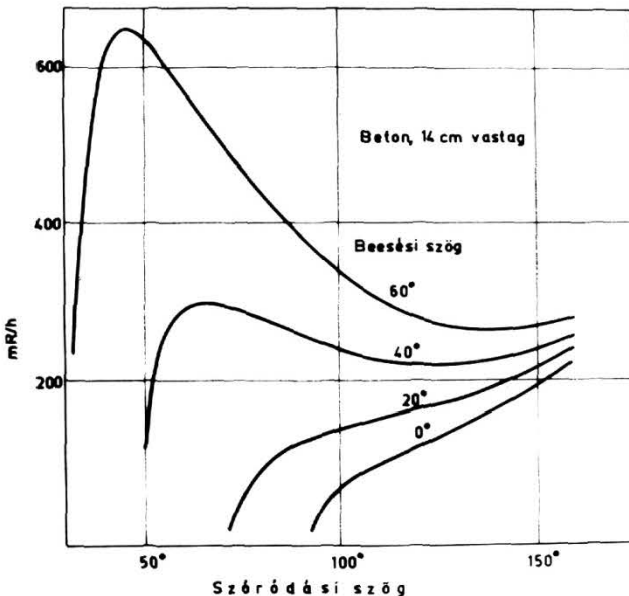
20. ábra. A szórt sugárzás dózisteljesítménye ólomnál a szóródási szög függvényében, különböző beesési szögeknel és telítési rétegvastagságoknál

például betonnál a rétegvastagság növekedésével a dózisteljesítmény egy telítődési értékhez közeledik, melynek értéke a beesési szög növekedésével jelentősen nő, másrészt a telítődési réteg vastagága a másodlagos sugárforrásra vonatkozó törvényszerűségnek megfelelően a beesési szöggel együtt ugyancsak nő. Hasonló menetű görbéket kapunk más anyagoknál is, csak természetesen lényegesen más dózisteljesítmény értékekkel.

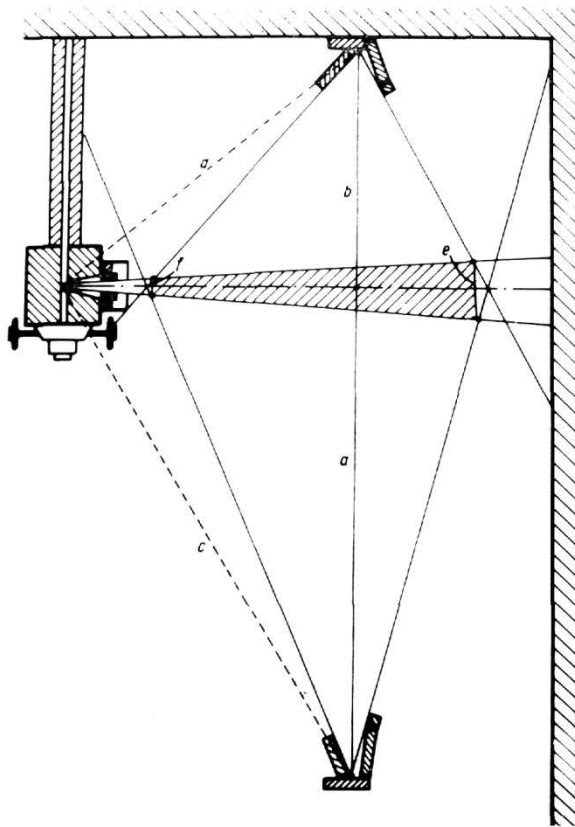
4. A 20. és 21. ábra ólomnál, illetve betonnál különböző beesési szögeknél szóródó gamma sugárzás dózisteljesítményét tünteti fel a *szóródási szög függvényében* telítési rétegvastagságoknál. Hasonló görbéket kapunk más anyagoknál is. Az ábráról közvetlenül leolvasható, hogy a merőleges beesésnél kapott értékekhez képest az egyre ferdebben beeső sugárzásokhoz tartozó dózisteljesítmények egyre nagyobbak lesznek. A  $100^\circ$ -os szóródási szögnél a növekedés több mint 1 nagyságrend. A növekedés nyilvánvalóan a másodlagos sugárforrás keresztmetszetének és a benne szóródó fotonok számának a megnövekedésével magyarázható.

5. Nagy sugárforrások szerelése, átemelése stb. alkalmával, panorama besugárzásoknál, igen jelentős szerepet játszik a *levegőn szóródó gamma sugárzás*. A méréseket a 22. ábra szerinti összeállításban végeztem. Az 1 liter levegőn szóródó gamma sugárzás dózisteljesítménye pl.  $80^\circ$ -os szóródási irányban a primer sugárzás megfelelő dózisteljesítményének  $4,2 \cdot 10^{-5}$  százaléka 1 méter távolságban a szóró közegtől. A szóródás irányfüggése követi a differenciális szóródási hatáskeresztmetszet ismert irányfüggését.

6. A  $4\pi$ -térű szóródás vizsgálatok, melyeket a sugárvédelmi és az abszolút aktivitás meghatározási méréseknél jelentkező üreghugárzás, azaz a helyiség falairól, mennyezetéről és padlójáról visszaszóródó sugárzások zavaró hatásának meghatározása céljából végeztem, a hitelesítő mérések szempontjából fontos eredményre vezettek. Így például a dózisteljesítmény a forrástól számított távolsággal csak igen lassan csökken, tehát értéke a helyiség egész területén első közelítésben állandónak vehető.



21. ábra. A szórt sugárzás dózisteljesítménye betonnál a szóródási szög függvényében, különböző beesési szögeknél és telítési rétegvastagságoknál



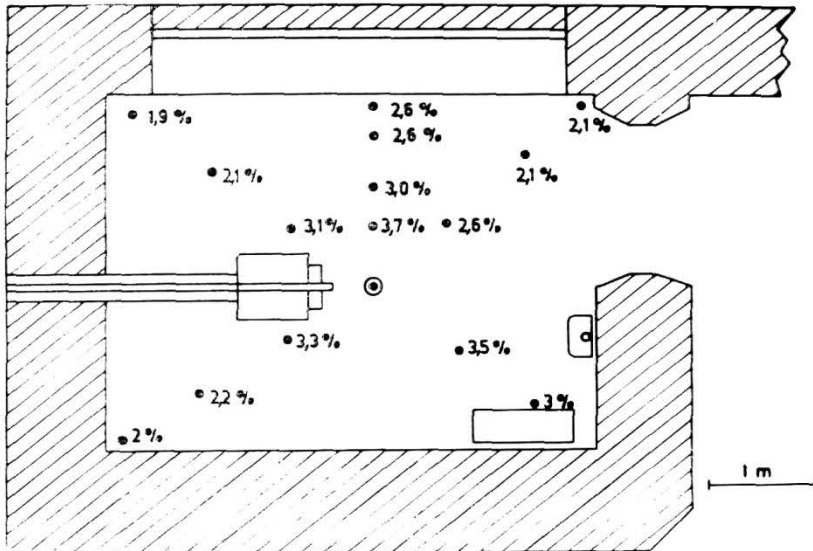
22. ábra. A levegőn szóródó gamma sugárzás dózisteljesítményének mérése; felülnézeti kép a padló fölött 150 cm-es magasságban

A 23. ábra az  $5 \times 4$  méter alapterületű, 3 méter magas helyiségünkre vonatkozó mért értékeket tünteti fel, az azonos pontokban mért primer sugárzás dózisteljesítményének százalékában. Az üreghugárzás értékének meghatározása és korrekcióba vétele tehát esetenként feltétlenül szükségesnek mondható.

A szórt sugárzás dózisteljesítményére vonatkozó eredmények egyes sugárnyalábok esetén a következő formulával adhatók meg:

$$D_b = K \frac{F \cdot A}{10 \cdot d^2} \text{ mR/óra,}$$

ahol  $F$  a sugárnyaláb effektív keresztmetszete a forrástól 1 méter távolságban ( $\text{cm}^2$ ),  $A$  a sugárforrás effektív aktivitása (Ci),  $d$  a kérdéses pont távolsága a másodlagos sugárforrástól (cm) és  $K$  a szóró közeg anyagi minőségétől, a beesés és a szóródás szögétől függő szorzótényező. Ennek értékeit ólomra a III. táblázat, betonra a IV. táblázat tartalmazza.



23. ábra. Szabadon álló sugárforrástól eredő összes szórt sugárzás dózisteljesítménye a helyiség különböző pontjaiban

III. táblázat

*Az F-tényező értékei ólomra*

Szóródási szög	B e c s é s i s z ö g							
	0	10	20	30	40	50	60	70
170	27,5	30,0	32,3	34,7	37,0	39,5	42,9	46,7
150	25,4	28,5	31,5	34,5	37,6	41,0	45,5	50,5
130	22,0	26,2	30,4	35,0	39,9	45,4	51,6	58,8
110	15,6	21,5	27,0	34,6	42,5	52,0	62,6	74,5
90		9,5	19,4	32,7	46,7	62,3	79,1	97,1
70				27,4	50,8	74,4	97,9	122,0
50						73,4	128,0	182,0

IV. táblázat

*Az F-tényező értékei betonra*

Szóródási szög	B e c s é s i s z ö g							
	0	10	20	30	40	50	60	70
170	244	247	249	251	253	255	257	259
150	182	191	201	211	222	236	250	266
130	138	156	172	189	206	223	242	261
110	86	114	144	177	208	244	276	312
90		69	122	180	240	297	355	412
70				147	262	363	460	562
50						317	597	

Végül az anyagi minőség szerepét a szórt sugárzás dózisintenzitásának a kialakulására az V. táblázat mutatja, amely különböző anyagokra, egyébként teljesen azonos

V. táblázat

*Különböző anyagokon azonos körülmények között szóródó gamma sugárzás relatív dózisteljesítménye*

Beesési szög	mR/óra				
	ólom	vas	beton	tégla	paraffin
0°	1	4,4	6,0	4,7	5,8
20°	2,32	10,3	13,5	13,0	13,2
45°	4,50	18,0	24,0	23,0	23,2
65°	7,25	24,7	31,7	29,7	30,5

körülmények között, az ólomra vonatkoztatott relatív dózisteljesítményeket tünteti fel 0°, 20°, 45° és 65°-os beesési szögeknél 100°-os szóródási irányban.

BOZÓKY LÁSZLÓ,  
az MBT Elnökségének  
tagja

# AZ ANYAG GYENGE KÖLCSÖNHATÁSOKBAN MEGNYILVÁNULÓ ASZIMMETRIÁJA ÉS A MOLEKULÁRIS ASZIMMETRIA

(Székfoglaló előadás a Magyar Tudományos Akadémia  
1974. március 11-i ülésén)

## *I. BEVEZETÉS: NÉHÁNY SZÓ A MEGMARADÁSI TÉTELEKRŐL*

A tudományos ismeretszerzés legcélszerűbb módja a kísérletezés. A vizsgálandó eseményt azonos körülmények között többször előidézzük és ha az esemény megismételhetőnek bizonyul, természettörvényeket fogalmazunk meg. Az ismétlés lényegéhez tartozik azonban, hogy elvileg sem tudunk minden tényezőt azonosan tartani, pl. nem lehet azonos időben és ugyanakkor azonos helyen ismételni. Ezt az elvi nehézséget figyelmen kívül hagyjuk, mert meg vagyunk győződve arról, hogy teljesen mindegy, hol és mikor végezzük a kísérletet, ha a többi paraméter azonos marad. Az ingamozgás törvényei pl. azonos alakúak bárhol és bármikor végezzük is a kísérletet. A patkány vérképére azonos hatást gyakorol egy drog függetlenül a kísérlet helyétől és idejétől, ha a patkányok, a drogok és a kísérlet minden más feltétele teljesen azonos. Ezt a triviálisnak hangzó, de igen fontos tényt úgy szokták fogalmazni, hogy a természet törvényei a térbeli és időbeli eltolásra invariánsak, a természet eltolási szimmetriát mutat. De invariánsak a természet törvényei a tükrözésekre is; ha elkészítjük egy mérőműszer spektrofotométer pontos tükörképi párját és a mérést abban végezzük el, azonos eredményt kell kapnunk; a természet tükrözés-szimmetrikus. Ha ez nem így lenne, nem lehetne kísérletezni és nem tudnánk természettörvényeket megfogalmazni. A tükrözésre vonatkozó invariancia elvet, az ún. paritás elvet már Leibniz felismerte. Kijelentette, hogy minden alakzat vagy esemény tükörképi párja is lehetséges alakzat, az események pedig azonos törvényeket követnek a valóságban illetve a tükörképi párok esetében. Tökéletes tükröt tételezve fel, nem tudjuk megállapítani, hogy egy fizikai eseményt, pl. biliárdgolyók ütközését a valóságban vagy a tükörben szemléljük-e.

A biológiai jelenségekre, mint látni fogjuk, ez nem mondható el. A legtöbb ember jobbkezes; ha egy jobb kézzel író embert és tükörképi párját összehasonlítjuk, biztosan meg tudjuk különböztetni a valódi képet a tükörképi pártól. Számos példával lehetne bizonyítani, hogy a biológiában az egyik tükörképi pár határozottan kitüntetett helyzetben van a másikkal szemben. Ezért már Kant és később Pasteur a tükrözési invariancia elv megsértésére gyanakodott. Hasonló gyanú a fizikában 18 éve merült fel, s ma már tudjuk, hogy a tükrözési invariancia elv korlátozott érvényű. Az alábbiakban engedelmükkel azt a kérdést kívánom tárgyalni, hogy a tükrözési invariancia elv sérülésének milyen biológiai következményei vannak. Úgy érzem a kérdés jelentős, hiszen a XX. század természettudományos gondolkodásában a szimmetria elvek fundamentális szerepet játszanak; Wigner (1) szerint próbaköként szolgálnak a természettörvények számára. Ugyanis a szimmetria elvekből következnek a megmaradási tételek, pl. az időeltolás szimmetriából az energiamegmaradás, amelynek minden természeti törvény eleget kell hogy tegyen.



## II. A KIRALITÁS SZÓ EREDETE, AZ ÉLŐLENYEK MORFOLÓGIAI ÉS MOLEKULÁRIS KIRALITÁSA

A kiralitás szó a görög *cheir*=kéz szóból képzett szakkifejezés, melyet Kelvin (2) vezetett be. A következőket írja: királisnak nevezek minden geometriai alakzatot vagy pontcsoportot és azt mondom, ezeknek kiralitása van, ha a siktükörben megjelenő képük nem hozható fedésbe önmagukkal”. Mivel a legismertebb királis alakzat a kéz, indokolt, hogy a szakkifejezés erre utal. Bárki meggyőződhet róla, hogy a bal és a jobb kéz egymással fedésbe nem hozható tükörképi pár.

Említettük, hogy az emberek túlnyomó többsége jobban tudja használni a jobb kezét, mint a balt. Az őseMBER több jobb kézre álló köeszközt pattintott, mint bal kézre állót (3), manapság pedig kizárólag jobb kézre álló kávékiöntőt, jobbos dugóhúzó stb. használunk. A csigaházak túlnyomó többségben jobbos csavarmentre emlékeztetnek. Számos más példa is bizonyíthatná, hogy a mindennapi életben a jobbos helicitás – amely tengelyre vonatkoztatott szabályos kiralitást jelent – kitüntetett helyzetben van.

Nem kis meglepetést okozott, hogy a jobboság kitüntetett volta sokkal mélyebben, a molekuláris szinten is megtalálható. Valamennyi fehérje  $\alpha$ -helix és DNS kettős helix jobb csavarmentű. Kis molekulák esetében látszólag nem ez a helyzet. Közismert, hogy a cukrok a D sorozathoz tartoznak, jobbosak, míg az aminosavak az L sorozathoz, tehát balosak. Az aminosavakra és cukrokra vonatkozó konvenció azonban nem a helixből, hanem a szén-tetraéderből indul ki. Könnyen belátható, hogy a négy különböző szubsztituenssel lekött tetraéderhez geometriailag két jobbos és két balos helix rendelhető attól függően, hogy milyen irányban választjuk meg a helix tengelyét. Az L sorozathoz tartozó aminosavak tehát éppúgy felfoghatók jobbos helicitásúnak, mint a D sorozathoz tartozó cukrok. Tény mindenestre, hogy jobbos  $\alpha$  helixek csak L aminosavakból épülhetnek fel; jobbos DNS spirálok pedig csak D deoxiribózt tartalmazó nukleotidekből.

Számos példa bizonyítja, hogy a molekuláris kiralitás, az ún. optikai tisztaság elengedhetetlen feltétele az organizmus stabilitásának és koordináltságának. Érdemes ezek közül néhányat emlékezetünkbe idézni. – Az  $\alpha$ -helixek felépíthetők aminosavakból nem enzimatisz eljárással is. Ha racem elegyből indulunk ki, az  $\alpha$ -helixek szintézise hűsszor lassúbb mintha tiszta L vagy tiszta D módosulatot használunk. A racem  $\alpha$ -helixek instabilak, törékenyek (4).

– A testidegen enantiomerek csak igen ritkán fordulnak elő a szervezetben s ilyenkor rendszerint drámai hatásúak, pl. az L cukrok vagy D aminosavak az antibiotikumokban (5). A két enantiomer íz és illat alapján megkülönböztethető: pl. a D aminosavak édesek, az L-izomerek nem (6). Farmakológiai ill. immunológiai szempontból az egyik enantiomer több százszor hatásosabb lehet, mint a másik (7).

– Állandóan megvan a lehetőség arra, hogy a szervezetben D aminosavak keletkezzenek, de ezeket specifikus enzimek azonnal oxidálják (8), a vesében pedig gyorsabban kiválasztódnak (5).

– A testidegen enantiomerek felhasználás előtt racemizálódnak (9); ha a megfelelő racemáz hiányzik, akkor egész más anyagsere-utat követnek: pl. a D-glicerinaldehid dioxiacetonfoszfáton keresztül D-fruktóz-l-foszfáttá alakul, az L-aldehid pedig L-szorbóz-l-foszfáttá (10).

– Végül szélsőséges esetben az is előfordul, hogy a szervezet egyáltalán nem tudja hasznosítani a testidegen izomert. A *Penicillium glaucum* pl. kitűnően tenyészik D-borostyánkősavon, az L-izomeren viszont éhenhal (11).

### III. AZ ÉLETTELEN ANYAG ASZIMETRIÁJA

Amikor Pasteur 1854-ben észrevette, hogy a *Penicillium glaucum* az L-borostyánkősavat nem tudja hasznosítani, messzemenő következtetéseket tett. A természet egyése alapján azt posztulálta, hogy az anyagnak, „a világegyetemnek is aszimmetrikusnak kell lennie, s az élet ennek a kozmikus aszimmetriának funkciója”. Pasteur élete végéig fenntartotta nézetét, melyet később egy életrajzírója alkímista álomnak minősített (12).

Nagy volt a megdöbbenés, amikor 1957-ben kiderült (13), hogy az élettelen anyag bizonyos értelemben valóban aszimmetrikus. Az antineutrino pl. kizárólag jobbos formában létezhet, mint ahogy jobbosak az életre jellemző makromolekulák, jobbosan kulcsoljuk össze kezünket és jobbos csavarmentekre rendezkedett be az ipar.

Minden bizonnyal azt gondolják, hogy önkényesen összeválogatott példákkal egyoldalúan állítom be a kérdést. Ugyanis, bár valóban meglepő, hogy az elemi részek közül egyesek éppúgy kitüntetnek egyfajta kiralitást, mint a biomolekulák vagy némely morfológiai bélyeg, semmi okunk sincs arra, hogy a különböző szinteken megfigyelt aszimmetriák között összefüggést sejtünk. A neutrino, mint tömeg és töltés nélküli részecske, gyakorlatilag nem lép kölcsönhatásba az anyaggal, a jobbos molekulából nem lehet levezetni a makroszkópikus jobboságot, a csavarment jobbosága pedig egyszerűen megállapodás kérdése. Remélem, előadásommal sikerül majd meggyőzőnöm a hallgatóságot arról, hogy a szubatomi és molekuláris szinteken megfigyelt aszimmetriák mégis összefüggnek (a makroszkópikus aszimmetriával a továbbiakban nem foglalkozunk).

#### 1. A paritás és kiralitás kapcsolata

Említettem a Leibniz féle paritás elvet, mely szerint minden alakzat vagy esemény tükörképi párja is lehetséges. Más szóval a természet törvényei függetlenek attól, hogy egy meghatározott eseményt vagy annak tükörképi párját vizsgáljuk-e. Az egyenes vonalú mozgás vagy a körmozgás egyenlete azonos alakú balra illetve jobbra történő mozgás esetén. A helykoordináták előjele megváltozik ugyan, de ez nem befolyásolja az egyenlet érvényét. Érdekes viszont, hogy az egyenes vonalú mozgást jelképező poláros vektor másként tükröződik az origón, mint a körmozgást jelző axiálvektor. Az előbbi előjelet vált, a mozgásirány ellenkezőre változik, az utóbbi, vagyis az axiálvektor megtartja mozgásirányát, előjele nem változik. Azt mondjuk, hogy a poláros vektorok (sebesség, impulzus, gyorsulás, erő, elektromos térerősség) páratlan,  $-1$  paritásúak, mert ezek az origón tükrözve előjelet váltanak, viszont az axiálvektorok (szögsebesség, impulzusmomentum, mágneses térerősség) páros  $+1$  paritásúak, mert ezek az origóra való tükrözéskor nem váltanak előjelet. Amikor a paritás megmaradásáról beszélünk, akkor lényegében csak azt az evidens tényt szögezzük le, hogy a vektoriális mennyiségek minden időpillanatban egyértelműen felbonthatók polárvektorokra és axiálvektorokra. A paritás megmaradását egészen a legújabb időkig minden kísérlet és megfigyelés bizonyította. Ismeretes pl., hogy a Maxwell egyenletben elektromos és mágneses térerősségek szerepelnek. Ha elvégezzük az origóra való tükrözést és természetesen nem változtatjuk meg a skalárokat, akkor a tükrözés után az egyenletek alakja teljesen azonos az eredeti Maxwell egyenletekkel.

Ha egy axiál és egy polárvektort szuperponálunk, akkor helikális mozgást, királis alakzatot kapunk. Mivel a poláros vektort és az axiálvektort két-két térbeli sajátosság

jellemez (hosszúság + irány, illetve felület + a rotáció iránya), ezért a királis objektumot a három-dimenziós térben négy térbeli sajátság rögzítésével lehet leírni.

Abban a szerencsés helyzetben vagyunk, hogy a fentiek nemcsak a klasszikus fizika, hanem a kvantummechanika törvényeire is érvényesek. A kvantummechanikában a fizikai rendszert, atomot, molekulát állapotegyenlettel írjuk le. Ha az origóra való tükrözés az állapotfüggvényt változtatlanul hagyja, akkor azt mondjuk, hogy a rendszernek páros,  $+1$  paritása van. Az előjelet váltó függvénynek paritása páratlan,  $-1$ . A kvantummechanikában is érvényes, hogy egy páros és páratlan stationer állapot szuperpozíciójával balos és jobbos nem stationer modifikációkat kapunk. Ha tehát a paritás nem maradna meg, akkor az egyik királis modifikáció előnyben részesülne a másikkal szemben.

Márpedig Lee és Yang jól ismert felfedezése óta ( $1956$ ) számos kísérlet bizonyítja, hogy az ún. gyenge kölcsönhatásokban a paritás nem marad meg. Az eredeti megfigyelés, amelyből ezt a fontos következtetést levonták a  $K^+$  mezonok kétféle bomlása: az egyik esetben  $2 \pi$  mezonra, a másik esetben  $3 \pi$  mezonra bomlanak. Mivel a  $\pi$  mezonokról tudták, hogy páratlan paritásúak ( $P\pi = -1$ ), a kétféle végállapot teljes paritása különböző kell hogy legyen ( $P^2\pi = +1$ ,  $P^3\pi = -1$ ). Azt a lehetőséget, hogy a kétféle bomlás két különböző, egy páros és egy páratlan paritású  $K^+$  létére mutatna, el kellett vetni, ugyanis a feltételezett  $K^+$  tömege ( $493,71 \text{ MeV}$ ) élettartama ( $1,237 \cdot 10^{-8} \text{ sec}$ ), sőt szórási hatáskeresztmetszete is azonosnak bizonyult. A paritás tehát nem marad meg.

Mivel a  $K^+$  bomlása gyenge kölcsönhatás következtében jön létre, várható, hogy a gyenge kölcsönhatások általában megsértik a paritás megmaradás szabályát. Ez a feltételezés  $1957$ -ben néhány hónap alatt fényesen igazolódott. Bármilyen elemi részecskék is keletkeznek gyenge kölcsönhatások során, mindig királis, aszimmetrikus végállapotok jönnek létre. A kezdeti állapot szimmetrikus, tükörképe fedésbe hozható önmagával, a végállapot tükörképe nem. A leglátványosabb megnyilvánulása ennek, hogy a  $\beta^-$  bomlásokor keletkező elektronok balos perdületűek, negatív helicitásúak, spinjük a mozgásiránnyal ellentétes irányban áll ( $\delta \cdot p < 0$ , ahol  $\delta$  a spin,  $p$  a momentum). Ezekben a kísérletekben ismerték fel a neutrino helicitását, melyről fentebb szoltam.

A kérdésnek van egy termodinamikai vonatkozása. A második főtétel értelmében ugyanis az aszimmetrikus állapotok általában spontán szimmetrikusba mennek át. Gondoljunk például arra, hogy egy zárt rendszerben az egyenlőtlenül eloszló gázmolekulák idővel egyenletes sűrűséggel töltik be a rendelkezésre álló teret. Az eltolás aszimmetrikus állapot, tehát eltolás szimmetrikussá vált. A tükrözési szimetriára ugyanez érvényes. Spinpolarizált elektrongáz zárt rendszerben depolarizálódik; optikailag aktív molekulák spontán racemizálódnak, miközben a rendszer entrópiája és szimetriája egyaránt növekszik. Pl. a D és L borkősav összeöntésekor az entrópia  $7 \text{ kcal/mol.fok-kal}$  nő. Nyilvánvaló, hogy a  $\beta$ -bomlás során is növekszik a rendszer összentrópiája, az a tény azonban, hogy a szimmetria szempontjából a rendszer entrópiája csökken, igen figyelemre méltó, ugyanis a végállapot információ tartalma magasabb, leírásához több adat rögzítése szükséges, mint a kezdeti állapot leírásához. Mai tudásunk szerint a fizikai eseményeknek ez a meglepő iránya, hogy tudniillik a szimmetrikus kezdőállapotból aszimmetrikus végállapot keletkezik, kizárólag a gyenge (és szupergyenge) kölcsönhatásokra vonatkozik. Nagyon fontos tehát, hogy meg tárgyaljuk, mit értünk gyenge kölcsönhatások alatt és milyen kölcsönhatások léteznek még.

## 2. Az alapvető fizikai kölcsönhatások

Az elemi részecskék viselkedését és így közvetve minden fizikai jelenséget öt különböző erővel, szabatosabban kölcsönhatással magyarázunk (az I. táblázaton csak négyet tüntetünk fel, az ötödik, szupergyenge kölcsönhatásról később beszélünk). Ezek közül kettő általánosan ismert, a gravitáció, mely összetartja a naprendszert és az elektromágneses kölcsönhatás, mely az elektronokat az atommaghoz köti, így az atomok és molekulák viselkedését szabja meg. Kevésbé ismertek az erős kölcsönhatások (magerők). Ezek tartják össze a protonokat és a neutronokat az atommagban. A gyenge kölcsönhatások mai tudásunk szerint nem tartanak össze semmit, éppen ellenkezőleg, bomlási folyamatokat idéznek elő és olyan ütközési jelenségekben nyilvánulnak meg, amelyben valamilyen ok miatt az erős és elektromágneses kölcsönhatások nem működhetnek.

A biológiai folyamatokban szinte kizárólag elektromágneses kölcsönhatások szerepelnek. Az ionmozgás, légzés, ingervezetés, enzimműködés stb. elektromágneses folyamatok. Az élet szempontjából azonban jelentősége van a gravitációnak is. Nemcsak annyiban, hogy a gravitáció tartja az élőlényeket a Föld felszínén, hanem ezen jóval túlmenően, a gravitációnak növekedésszabályozó és formaképző szerepe van a növényeknél és állatoknál egyaránt. A gyenge kölcsönhatás közvetve ugyancsak elengedhetetlen feltétele a földi életnek, ugyanis gyenge kölcsönhatás idézi elő a Napban annak a termonukleáris reakcióláncnak első lépését, melynek az életet fenntartó napfényt köszönhetjük. Mint ismeretes ennek a lépésnek során két proton deutériummá alakul és pozitron, valamint neutrino keletkezik. Előadásomban érvelni fogok amellest, hogy a gyenge kölcsönhatásoknak nemcsak közvetett, hanem közvetlen szerepe is van az élő szervezetben lejátszódó folyamatokban.

Joggal kérdezheti valaki, miért csak két kölcsönhatást ismerünk a mindennapi életből. A válasz a következő: azért, mert csak a gravitációs és elektromágneses erők nyúlnak a végtelenbe, csupán ez a kettő távhatás. A magerők és a gyenge kölcsönhatások nagyon kis távolságra korlátozódnak. Az előbbi a protontól, ill. neutrontól  $10^{-13}$  –  $10^{-14}$  cm távolságban már nullává válik; a gyenge kölcsönhatások hatósugara még ennél is kisebb,  $10^{-14}$  cm-en belül esik. Tehát ezeknek az erőknek a felismerése csak különleges feltételek között lehetséges. Nyilvánvaló azonban, hogy az elemi részecskék körül mind a négy erőter kialakulhat.

Milyen szerkezetűek a különböző erőterek? Ma tudjuk, hogy az erőterek maguk is elemi részecskékből épülnek fel. Ezek cseréje biztosítja az energia, momentum, perdület továbbadását a fény sebességénél soha nem nagyobb sebességgel. A bizonytalansági reláció következménye, hogy a végtelenbe nyúló elektromos és gravitációs erőterek kvantumainak (foton, graviton) nem lehet nyugalmi tömege. A rövidebb hatótávolságú magerők kvantumainak (pion, kaon stb.) nagy nyugalmi tömegük van. Az igen kis hatótávolságú gyenge kölcsönhatásokat olyan elemi részecskék közvetítik, amelyek tömege a proton tömegének kb. harmincszorosa.

A négy kölcsönhatást az I. táblázat foglalja össze. Bennünket a gyenge kölcsönhatások érdekelnek, hiszen ezek sértik meg a természet tükrözésszimmetriáját. Ezért a gyenge kölcsönhatásokról el kell egyet s más mondanunk, hogy világos legyen a kép, ha majd biológiai vonatkozásokat kezdünk tárgyalni. A táblázatból látszik, hogy a gyenge kölcsönhatások a foton kivételével minden elemi részecske között működnek. A legújabb időkig úgy tudtuk, hogy a kölcsönhatás során mindig töltéscsere történik, tehát a két kölcsönható részecske közül az egyiknek elektromosan töltöttnek kell lennie. Ilyen kölcsönható párok pl. a következők:  $(e^{\pm}, \nu_e)$ ,  $(u^{\pm}, \nu_u)$  vagy  $(p^{\pm}, n)$ . A hatást közvetítő vektorbozont tehát töltöttnek tartották ( $W^+$ , ill.  $W^-$ ) és

Kölcsönhatás	Erőssége	Időtartam	Hatótávolság cm	Forrás		Erőtér kvantuma	Típusa
				Töltés	Részecske		
Erős	1	$10^{-22}$ s	$10^{-13}$	Barion	$p^+$ , $n^0$ és a többi barionok.	pion $\pi$	vonzás, taszítás
Elektromágneses	$10^{-2}$	$10^{-12}$ s	$\infty$	Elektromos	$e^+$ , $\mu^+$ , $p^+$ és a többi töltött részecske.	foton $\gamma$	vonzás, taszítás a töltés előjelétől függően
Gyenge	$10^{-14}$	$10^{-10}$ ev	$10^{-16}$	Fermion	$\nu_e, \nu_\mu, e^+, \mu^+, p^+, n$ minden részecske a fotont kivéve	vektorbozon $W$	vonzás taszítás a töltés előjelétől és a kiralitástól függően
Gravitációs	$10^{-39}$	?	$\infty$	Tömeg	minden részecske	graviton $g$	csak vonzás

• Dimenzió nélküli csatolási állandó.

1. táblázat: Négy alapvető fizikai kölcsönhatás (az ötödik, ún. szupergyenge kölcsönhatást a táblázat nem tartalmazza, mert jelenleg e tekintetben nagyon hiányosak ismereteink. Az előadás során azonban érinteni fogjuk a szupergyenge kölcsönhatásokat is).

az elektromos áram analógiájára azt mondták, hogy a gyenge kölcsönhatásokban töltött áramok vesznek részt. Csak a legújabb eredményekből következtethetünk semleges áramok létrejöttére is. A bizonyító kísérlet során müon neutrinnal bombáztak protonokat és két különböző esetet figyeltek meg. Az egyiknél töltéscsere történt, mert a müon neutrino átalakult müonná. A másik esetben nem jelentkezett a végállapotban müon, ami a semleges vektorbozon létezését bizonyítja (14). Ha viszont semleges vektorbozonok léteznek, akkor felléphet gyenge kölcsönhatás két elektron, illetve két proton között is, melyet a  $\sim 79,6$  proton tömegű  $Z^0$  vektorbozon közvetít. Akár töltött, akár semleges áram közvetíti a kölcsönhatást, mindig megsérül a paritás, ugyanis ha a kölcsönhatás során új részecskék keletkeznek, akkor ezek spinpolarizáltak, ha pedig szóródás történik, (nem polarizált magokon), akkor a hatáskeresztmetszet nem azonos balos, ill. jobbos perdületű részecskék esetén (15). Végül meg kell említenünk egy nem általánosan elfogadott hipotézist, mely szerint gyenge kölcsönhatást neutrino-antineutrino pár is közvetíthet (16).

A legújabb elméleti megfontolások és azok a kísérletek, melyek a semleges vektorbozon felfedezéséhez vezettek, igen nagy jelentőségűek, ugyanis azt valószínűsítik, hogy az elektromágneses és gyenge kölcsönhatás is egyetlen fundamentális kölcsönhatás különböző megnyilvánulásai (17). Az eltérések a hatótávolság különböző voltából és az ún. mérték-invariancia megsértéséből fakadnak. Ennek a kérdésnek megtárgyalása messze meghaladja előadásom kereteit. Egy dolgot azonban feltétlenül meg kell jegyeznünk: a semleges áramok felfedezése azt jelenti, hogy a molekulákban is felléphet gyenge kölcsönhatás, mint az elektromágneses áram egy axiál-vektorral való szennyezése.

#### IV. ÖSSZEFÜGGÉS AZ ELEMI RÉSZECSKÉK ÉS A BIOMOLEKULÁK ASZIMMETRIÁJA KÖZÖTT

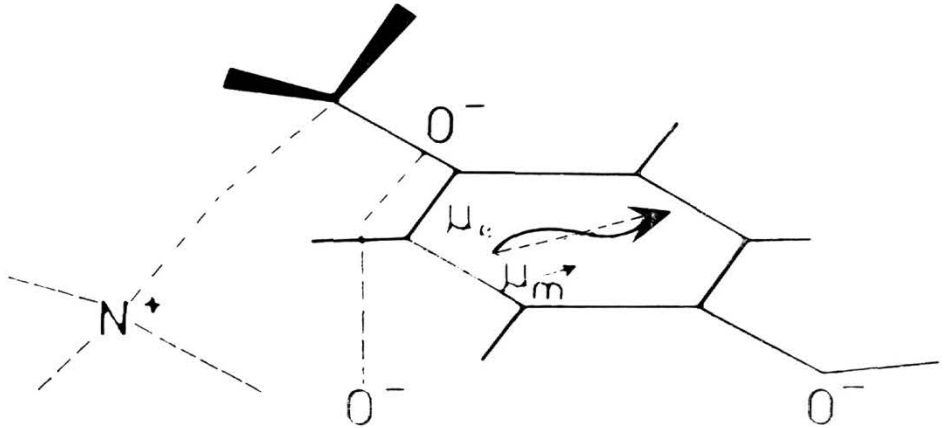
A paritás elv 1957-ben bekövetkezett megdőlése után egymástól függetlenül négyen vették észre, hogy a gyenge kölcsönhatások szimmetria-sértése és a biomolekulák szimmetria-sértése között összefüggés lehetséges: F. Vester, T. L. V. Ulbricht (19), Y. Yamagata (19) és mi (20). Az utóbbi években kiderült ugyan, hogy mások is felismerték az összefüggés lehetőségét [pl. Sagan (21), Finegold (22), Dubos (12), Ernst (23)], de nem mentek túl az ötlet említésén. Ezzel szemben a fentiek a kérdést elméleti és kísérleti vizsgálat tárgyává tették. A problémát két úton közelítették meg. Az első szerint a polarizált  $\beta^-$  részecskék különbözőképpen hatnak kölcsön a két enantiomerrel, tehát  $\beta^-$  részecskék jelenlétében preferenciálisan az egyik optikai izomer keletkezik, ill. bomlik (Vester–Ulbricht hipotézise). A második szerint az élőlények optikai tisztaságának oka, hogy a molekulában is működnek a gyenge kölcsönhatások, tehát a balos és jobbos izomerek másként reagálnak egymással (Yamagata hipotézis). A két hipotézis, mint látni fogjuk, jól összehangolható (24).

##### 1. $\beta^-$ részecskék differenciális kölcsönhatása a két enantiomerrel

A Vester–Ulbricht hipotézis szerint az életre jellemző optikai tisztaság úgy alakult ki, hogy a kémiai evolúció során a  $\beta^-$  részecskék különbözőképpen reagáltak a két enantiomerrel. A balos  $\beta^-$  részecskék az ősóceánban lezajló szintéziseket tolták el az egyik izomer irányába, ill. a már kialakult racem rendszerben az egyik enantiomer bomlását jobban gyorsították, mint a másikat. A reakció mechanizmusát Vester és Ulbricht abban látta, hogy a longitudinálisan poláros  $\beta^-$  részecskék lassulásakor  $\gamma$ -sugárzást emittálnak, amely cirkulárisan poláros. Azt viszont már régóta tudjuk (25) és újabb vizsgálatok is megerősítik (26), hogy cirkulárisan poláros fényvel szimmetriás szintézisek valósíthatók meg. Vester és Ulbricht különböző  $\beta^-$  sugárzó izotópok jelenlétében összesen 10 különböző szintézis, hidrolízis és lebontási jelenséget tanulmányoztak negatív eredménnyel (27). Egy évvel később Goldanskii és Khrapov (28) Vesterék munkájának ellenőrzése céljából 11 különböző kombinációban ugyancsak negatív eredményt kaptak. (Vester–Ulbricht hipotézissel kapcsolatban tévesen említeni szokták Starodubcsev és munkatársai kísérletét (29), akik közölték, hogy  $^{60}\text{Co}$ -ból emittált  $\gamma$  sugarakkal optikailag aktív molekulákat szintetizáltak. Ezt a kísérletet egyrészt megcáfolták (30), másrészt a téma szempontjából irreleváns, mivel a  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  sugárzására nem cirkulárisan poláros.)

Az első pozitív eredményt mi közöltük 1968-ban (20). Négy eredménytelen kísérlet után gyengén lúgos oldatban L és D tirozint bombáztunk  $^{90}\text{Sr}$ -ból származó  $\beta^-$  részecskékkel. A D-tirozin határozottan gyorsabban bomlott, mint az L. A  $\beta^-$  részecskék és az enantiomerek kölcsönhatására új hipotézist dolgoztunk ki, melynek alapjául az az ismert tény szolgált, hogy optikailag aktív anyagokban a statikus elektromos töltések helikálisan oszlanak el. A gerjesztett ill. a molekuláról leszakított elektron „megérzi” a molekula helikális potenciáletterét és helikális pályára kényszerül (31). Ennek következtében mágneses momentum keletkezik, melynek hatásaként az elektronok spinje és mozgásiránya csatolódik, spinpolarizáció lép fel (lásd 1. ábra). Az elektron jobbos és balos helicitásától függően különbözőképpen reagál a polarizált  $\beta^-$  részecskékkel: különböző lesz tehát a kölcsönhatási barrier a két enantiomerrel. Lényegében a Pauli-elv érvényesül, ui. az egyik enantiomerről leszakított elektronnal paralel, a másiktól leszakított elektronnal antiparalel párt képezhetne a  $\beta^-$  részecske.

A pozitív eredmény cáfolására Bernstein és mtsai 5 aminosav racemát lebon-



1. ábra: A tirozin molekula 'L b átmenetének helikális jellege, az elektromos dipolmomentum  $\mu_e$  és mágneses dipolmomentum  $\mu_m$  fellépése.

tását tanulmányozták  $^{14}\text{C}$ -ből származó  $\beta^-$ -részek jelenlétében és negatív eredményt kaptak (32). Pár év múlva Bonner és Flores  $^{90}\text{Sr}$ -ből származó fékezési sugárzás hatásának tett ki D és L, ill. racem leucint (33). Gyenge preferenciális kölcsönhatást tapasztaltak. Eredményeiket azonban később visszavonták. Legújabban ugyancsak Bonner és mtsai szilárd D és L leucint lineáris gyorsítóban előállított, longitudinálisan polarizált elektronokkal bombáztak (34). A D-leucin gyorsabban bomlott a természetes balos spinpolarizált elektronok hatására, az L módosulat viszont jobbos spinpolarizált elektronokkal bombázva bomlott gyorsabban.

Egy másik ugyancsak új eredmény, hogy olyan racem oldatokból, amelyeket  $^{32}\text{P}$ -ből származó balos elektronokkal bombáztak, preferenciálisan a D izomér kristályosodott ki. Ez az eredmény azért fontos, mert ez ideig a  $\beta^-$ -részek és az optikailag aktív molekulák közötti differenciális kölcsönhatást mindig befolyásolhatták az L és D enantiomerekben lévő különböző szennyeződések. Mivel a jelen kísérletben racem oldatból indultak ki, az esetleges szennyeződések, amint azt a kontrollok igazolták, az L és D izomerek kristályosodására azonosan hatottak.

Az utóbbi két kísérlet, különösen Bonneréké perdöntőnek látszik és a preferenciális bomlás iránya is megegyezik azzal, amit mi találtunk 1968-ban (20). Ennek ellenére foglalkoznunk kell a kérdéssel, miért van az irodalomban lényegesen több negatív, mint pozitív adat.

## 2. A $\beta^-$ -részecskék és királis molekulák kölcsönhatására vonatkozó kísérletek kritikája

Először néhány teoretikus nehézséget említek, azután rámutatok arra, hogy a kutatók jelentékeny része nem választotta meg szerencsésen a kísérleti felételeket.

### A) Teoretikus problémák:

Az első pillanatra nyilvánvaló, hogy az elemi részecskéknél megfigyelt aszimmetria és a molekuláris aszimmetria között kapcsolat lehet. Ha azonban részletekbemően vizsgáljuk a kérdést, azt látjuk, hogy a várható effektusok igen kicsik. Sajnos nem állnak rendelkezésünkre pontos számítások, mert ez ideig nem volt olyan mo-

dell, aminek keretében a számításokat el lehetett volna végezni. A becslések szerint azonban csak a mérhetőség határa alatti differenciális kölcsönhatásokra lehetünk elkészülve. E becslések alapjául az alábbi megfontolások szolgáltak:

- a) A fékezési  $\gamma$  sugárzás cirkuláris polarizációjának foka abban a tartományban (10–100 eV), ahol fotokémiai hatás várható, igen kicsiny: Vester és mtsai-nak számítása szerint  $\sim 1.4 \times 10^{-4}$ – $10^{-2}$  rész. Márpedig még  $\sim 100\%$  cirkulárisan poláros fényvel is csak rossz kitermeléssel lehet aszimmetriás szintéziseket, ill. bomlásokat előidézni (26).
- b) A spinflip  $\sim 10^{-4}$  eV energiát igényel, viszont a bomlás első lépéséhez, az ionizációhoz 25–40 eV-ra van szükség. A spin tehát ütközés esetén  $\sim 10^{-5}$  nagyságrendben vehet részt a reakcióban. Bizonyosan sokkal kisebb ez a szám, ha a hatást arra az esetre próbáljuk megbecsülni, amikor a  $\beta^-$ -részecske még távol van a molekulától. Fontos megjegyezni, hogy két polarizált elektron közti kölcsönhatásban az energetikai szempontokon túlmenően a Pauli elvnek lényeges szerepe van.
- c) Nem szabad arról sem megfeledkezni, hogy egyetlen  $\beta^-$ -részecske pályája során több ezer molekulát ionizált, de eredeti balos spinjét csak egynek adja át. Ez lényeges különbség a cirkulárisan poláros fényvel szemben, ahol egyetlen foton egyetlen molekulát gerjeszt és annak cirkuláris polarizációját is átadja.
- d) Vizes oldatok besugárzása bizonyos szempontból sikerrel kecsegtet, ui. az oldat összetételének megváltoztatásával befolyásolni lehet a bombázott anyag sugárérzékenységét és növelni lehet lúgos közegben a hidratált  $\beta^-$ -részecskék élettartamát. Hátrány viszont, hogy a radiolízist rendszerint a hidroxil-, hidrogén- és más ionok közvetítik, tehát jelentős szekunder hatással kell számolni. Mindezek alapján nagyon valószínű tehát, hogy olyan esetekben, ahol a  $\beta^-$ -részecskékkel való bombázás az L, ill. D molekulákra különbözőképpen hatott, valamilyen erősítő mechanizmus is működött, pl. a kis mennyiségben jelenlévő bomlástermék katalitikus hatást fejthet ki az egyik enantiomerre. A bomlást megelőző hosszú lag fázis, majd a hirtelen bekövetkező intenzív bomlás erre utal.

#### B) Rosszul megválasztott kísérleti feltételek:

A teoretikus nehézségeken túlmenően az egyes kísérletek értéke megkérdőjelezhető. Az alábbi kritika többségében Keszthelyi Lajostól származik.

- a) A kísérletek legnagyobb részében racem oldatokat sugároztak be és a várt differenciális radiolízist polarimetriás módszerrel ellenőrizték. Mivel a besugárzás hatására racemizáció lép fel, a polarimetriás módszer nem látszik megfelelőnek.
- b) Vester és Ulbricht (27), valamint Goldanskii és Khrapov (28) a besugárzásokat reaktorban végezték, ahol a minták felmelegedhettek és ki voltak téve a reaktorokban mindig jelenlévő gyors neutronoknak is. Ezért a mintában racemizáció léphetett fel. Számos kísérletben nem választották meg helyesen a radioaktív sugárforrást. A  $^{108}\text{Ag}$  és  $^{110}\text{Ag}$  esetében a reaktor-neutronok és a nem polarizált  $\gamma$  sugárzás elfedhették a fékezési sugárzás által indukált differenciális radiolízist (27). Bernstein és mtsai-nak  $^{14}\text{C}$  végzett kísérleteiben a  $\beta^-$ -részecskéknek alacsony a kinetikai energiájuk (32), márpedig a polarizáció foka arányos ezzel az energiával. Más szóval a  $^{14}\text{C}$ -ből származó  $\beta^-$ -részecskék nincsenek kellő mértékben polarizálva.
- c) Ugyancsak Bernstein és mtsai-nak kísérletében nem állt rendelkezésre elég energia a molekulák bomlásához (32). Számításaink azt mutatják, hogy nagymértékű dekompozíció esetén az egy molekulára eső energia 0,5–1,7 eV között mozog. Ez



nyilvánvalóan nem elegendő. Tehát a molekulák bomlását nem a  $\beta$ -részecskék idézték elő. Kedvezőbb esetekben az elbomlott frakció túl kicsiny ahhoz, hogy különbséget lehessen megállapítani optikai rotációval.

- d) Bonner és Flores kísérleteinek (33) elemzésekor kiderül, hogy a fékezési  $\gamma$  sugárzásnak az a tartománya, amely preferenciális bomlást okozhatna, nem érhette el a mintát a célszerűtlen konténer alkalmazása miatt.

### 3. $\beta^+$ részecskék differenciális kölcsönhatása a két enantiomerrel

A teoretikus és kísérleti nehézségek egy részét át lehet hidalni, ha az enantiomereket nem  $\beta^-$ , hanem  $\beta^+$  részecskékkel bombázzuk. A  $\beta^-$  részecskék ugyanis a lelassulás után „beolvadnak” az elektronok tömegébe. Ezzel szemben a  $\beta^-$  részecskék molekulákkal való kölcsönhatása jól követhető, mert lelassulás után az elektronokkal párt képeznek és annihilálódnak. Az ilyenkor keletkező  $\gamma$  fotonok száma, ill. az emittálás és annihilálás közt eltelt idő (pozitron élettartama) fontos információkat nyújt. Mivel pedig a pozitronok lassulás során nem veszítik el polarizáltságukat, az annihilálás módja azokról az eseményekről tájékoztat, amelyekben a spin szerepet játszik. A kísérletek megértése céljából fontos emlékeztünkbe idézni, hogy a pozitron háromféleképpen annihilálódhat.

a) Direkt annihilálás szabad elektronon (élettartam  $\tau \sim 2 \times 10^{-10}$  s).

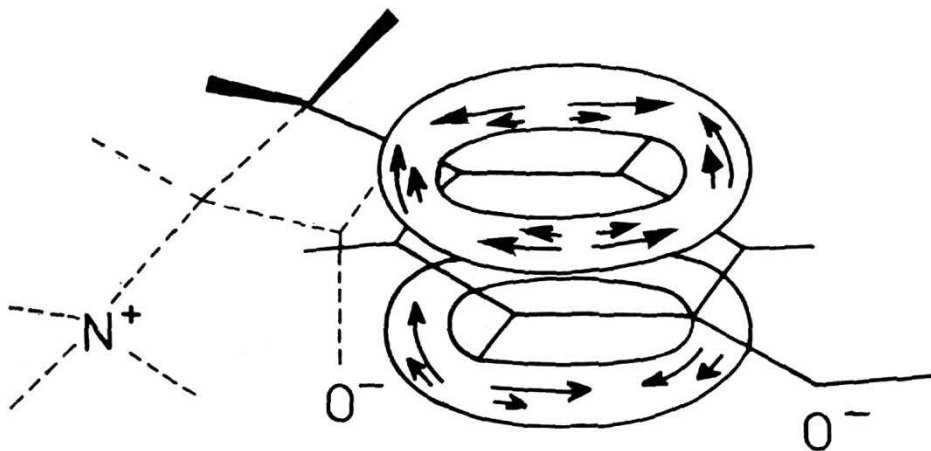
b) Az annihilációt megelőzően a pozitron az elektronnal ún. pozitroniumot képez, amely lehet szinglet (a két részecske spinje antiparalel) vagy triplet (két részecske spinje paralel) állapotú. A szinglet állapotú pozitronium két  $\gamma$  fotonná annihilálódik  $\tau_s \sim 1,2 \times 10^{-10}$  s alatt, a triplet állapotú három  $\gamma$  fotonná annihilálódik  $\tau^t \sim 2,7 \times 10^{-7}$  s alatt.

c) Kondenzált anyagokban az annihilálás mindig szinglet állapotból történik. Uí. a pozitronium, ha triplet állapotban keletkezett is, elektronját lecseréli antiparalel spinű elektronnal. Ez esetben természetesen két  $\gamma$  foton keletkezik, az élettartam pedig  $\tau \sim 1-5 \times 10^{-9}$  s.

Egy kísérletsorozatban L és D aminosav párokat sugároztunk be  $^{22}\text{Na}$ -ból származó spinpolarizált  $\beta^+$  részecskékkel (35). Az eredmények azt mutatták, hogy a D izomeren a  $\beta^+$  rész preferenciálisan triplet állapotú pozitroniumot képez, míg az L izoméren nagyobb arányban keletkezik a singlet állapotú pozitronium. Az eredményt kétféleképpen lehet értelmezni:

a) Amikor a  $\beta^+$  részecske az optikailag aktív molekulából egy elektront „kiszippant”, az elektronnak keresztül kell haladnia a molekula helikális potenciálterén és így mágneses tér keletkezik. Ha ez a mágneses tér antiparalel a pozitron spinjével, akkor elsősorban triplet-pozitronium keletkezik, mert a kiszakított elektron spinje a mozgásirányba áll be. Természetesen a két enantiomer ellentétes értelműen helikális, tehát bennük az ionizálódáskor létrejött mágneses térerősség ellentétes irányú.

b) A másik lehetőség az, hogy a molekulában már az alapállapotban is csatolás van az elektronok spinje és mozgásiránya között (lásd 2. ábra). Ezt a lehetőséget Hraskó vetette fel és dolgozta ki kvantummechanikailag korrekt formában (36). A hipotézis lényege a következő: ha egy elektron optikailag aktív molekulában mozog, polarizálja környezetét. A polarizációs töltések mozgásának két komponense van. Az egyik paralel, a másik merőleges a mozgásirányra. Ez utóbbi cirkuláris mozgás, mely jobbos és balos lehet az elektron mozgás irányától függően. Optikailag inaktív rendszerben a jobbos és balos mozgás kompenzálja egymást, királis molekulában azonban a polarizációs töltések mozgása követi a molekulák



2. ábra: A helikális elektrongáz modell a benzolgyűrű  $\pi$  elektronrendszerben a tirozin példáján.  
 (  $\curvearrowright$  — momentum,  $\rightarrow$  spin).

helikális jellegét. Az így fellépő mágneses tér ismert módon hat az elektron spinjére, ami a mozgásirány és a spin közötti csatoláshoz vezet hasonló módon, mint azt a gerjesztésnél és az ionizálásnál tárgyaltuk. A molekula tehát alapállapotban egy olyan „helikális elektrongázra” emlékeztet (az elnevezés Hraskótól származik), amelyben a spinek a mozgásirányba vagy azzal ellentétesen mutatnak attól függően, hogy a D vagy az L izomerről van-e szó. Ha már most a  $\beta^+$  rész ilyen helikális elektrongázon halad keresztül vagy annak közelébe jut, akkor a saját mozgásával megegyező mozgású elektronokkal fog preferenciálisan kölcsönhatni. Ha a mozgásirányhoz képest az elektronok spinje előrenéz, akkor több triplet állapotú pozitronium fog keletkezni (D aminosavakban), ellenkező esetben elsősorban szinglet állapotú pozitroniumok keletkeznek (L aminosavak esetén). Amit a  $\beta^+$  részekre elmondtunk, az a  $\beta^-$  részekre is érvényes, de ez esetben nem pozitronium keletkezik, hanem a molekula szinglet ill. triplet állapotba kerülhet attól függően, hogy a  $\beta^-$  részecske D, ill. L izomerrel hat-e kölcsönösen (lásd II. táblázat).

Pozitron annihilációs kísérletünket össze lehet vetni két másik laboratórium eredményeivel. A kísérleti feltételek és az adatok kiértékeléséhez használt program minden esetben különböző volt. Dézsi és mtsai 8 enantiomer-párt vizsgáltak meg (37). Három esetben a D-ben kaptak nagyobb triplet-intenzitást, öt esetben a hibahatárokon belül azonos volt a triplet-képződés a két izomerben. Chuang és Thao 10 L aminosavat hasonlított össze 10 racem módosulattal (38). A D aminosav jelenléte négy esetben növelte a triplet intenzitását, öt esetben nem befolyásolta és csak egyetlen esetben csökkentette. Az a tény, hogy 22 különböző variáció közül 11 esetben nem volt különbség, 10 esetben a D-ben és csak egyetlen esetben az L-ben volt nagyobb a triplet pozitronium intenzitás, azt mutatja, hogy a pozitron annihilációs módszer egyértelműbb eredményekre vezet, mint a  $\beta^-$  részekkel való kísérletezés. Emlékeztetünk arra, hogy  $\beta^-$  bombázásokkal 34 kombináció közül csak két olyan kísérlet ismeretes, amely D aminosavak gyorsabb bomlását bizonyítja. A többinél nem kaptak különbséget. Megjegyzendő, hogy sem a pozitron annihiláció, sem a  $\beta^-$  bomlásos kísérletekben nincs a szennyezés veszélye megnyugtatóan kiküszöbölve.

Egy másik kísérletben Lemmon és mtsai polarizált  $\mu^+$ -k beépülését vizsgálták meg

Izomerek és részecskék	Mozgásirány	Spin
L-izomer	← →	→ ← ↑↓
$\beta^+$ részecske	→	→ ↑↓
$\beta^-$ részecske	→	← ↑↓
D-izomer	→ ←	→ ← ↑↓

↑  
↓  
preferenciális szinglet képződés

II. táblázat: Az elektronspin és mozgásirány csatolása optikai izomerekben, továbbá a  $\beta^+$  részecskék preferenciális szinglet képződése az izomerből kiszakított elektronokkal.

különböző optikai izomerekben (39). Feltételezték, hogy a polarizált  $\mu^+$  sugár különbséget tesz a két optikai izomer között, de szelektivitást nem találtak. A negatív eredmény minden bizonnyal azzal magyarázható, hogy egyrészt az  $\mu^+$ -nak az elbomláshoz nincs szüksége a közegből felvett elektronokra, másrészt az  $\mu^+$  tömege mintegy kétszázszor nagyobb az elektron tömegénél, tehát mágneses terekre – amitől a szelektivitást várjuk – kétszázszor érzéktelenebb, mint az elektron, ill. a pozitron. Érdeemes megemlíteni, hogy Lemmon és mtsai D és L 2-oktanollal, valamint D és L alaninnal dolgoztak. Pozitron annihilációs kísérletekben Dézsi és mtsai az alaninnál magasabb triplet intenzitást találtak a D izomérben, Chuang és Thao pedig nem találtak különbséget (37).

## V. GYENGE KÖLCSÖNHATÁSOK BIOLÓGIAI RENDSZEREKBEN

### 1. Szimmetriasértő gyenge kölcsönhatások az atomokban és a molekulákban

Már néhány hónappal a paritás megdőlésének bizonyítása után Zeldovics felvette azt a lehetőséget, hogy a paritássértő gyenge erők befolyásolják a protonok és elektronok közti elektromágneses kölcsönhatásokat, tehát működnek az atomokban és molekulákban is (15). Szerinte a paritássértő kölcsönhatás kimutatható longitudinálisan polarizált elektronok nem polarizált protonokon való Coulomb szóródásával. Jobbos, ill. balos ( $\delta \cdot p > 0$ ,  $\delta \cdot p < 0$ ) gyors elektronok ( $10^9$  eV) szóródási hatáskeresztmetszetének  $0,1-0,01\%$ -ban különböznie kell. Elméleti megfontolásokkal azt is bizonyítja, hogy szimmetrikus atomok, pl. a H egyes átmenetei a síkban polarizált fényt elforgatják paritássértő gyenge kölcsönhatások fellépése miatt. Nézeteiben Perelomovval közösen írt cikkében részletesen kifejti, nem tartja valószínűtlennek a mérésekkel való kimutatást sem (40). A fentiek alapján 1962-ben Bradley és Wall tesz kísérletet arra, hogy a  $^{16}\text{O}_2$  egyik mágneses dipolátmenetét ilyen szempontból tanulmányozza (41). A molekulát jobb és bal cirkulárisan poláros fényvel gerjesztette, ill. azt vizsgálta, hogy az emittált fény milyen mértékben cirkulárisan poláros. Az eredmény negatív volt. Az amplitudóban a paritássértő potenciál kisebb mint  $3 \times 10^{-8}$ -ad résszel szerepel. Carhart elméleti számításai szerint  $^{16}\text{O}_2$ -nél a paritássértés  $10^{-18}$  körül mozoghat (42), tehát 10 nagyságrenddel kell fokozni a mérés érzékenységét. A hidrogén esetében  $10^{-12}$  határt ad meg. Curtis-Michel szerint reménytelennek látszanak az ilyen irányú vizsgálatok (66).

Legújabban azonban a probléma újraéledt, aminek két oka van. Egyrészt 1967-ben kimutatták, hogy a gyenge kölcsönhatás miatt a magerőkhöz is paritássértő tag keveredhet és így a gerjesztett atommagok  $\gamma$  vonalai igen kis mértékben cirkulárisan polározottá válnak (43). Másrészt a semleges áramok felfedezése fordította az érdeklődést az atomban, ill. a molekulában esetleg fellépő gyenge kölcsönhatások felé. Igaz, a nehézségek óriásiak. Mint említettük, a gyenge kölcsönhatások kontakt természete nagyon valószínűtlenné teszi a paritássértő kölcsönhatást két elektron között, melyek Coulomb taszítás miatt nem kerülhetnek  $10^{-14}$  cm közel egymáshoz. Az elektron és proton közötti kölcsönhatás már valószínűbbnek látszik. Ez a körülmény és a hangolható lézertechnika felfedezése indította Bouchiat-t arra, hogy a kérdést újra megvizsgálja (44). Számításai szerint nehéz atomokban ( $Z > 50$ ) a paritássértő kölcsönhatás lézertechnikával kimutatható. Kísérleti eredményekről azonban máig nem adtak hírt.

### 2. Gyenge kölcsönhatások optikai izomerekben

Yamagata ismerte fel 1966-ban, hogy a két enantiomernek kötési ill. kémiai reakcióképessége igen gyengén különböző lehet (19). A paritás megsértése ugyanis – mint említettük – a természet tükrözésszimmetriájának megsértését jelenti; szabatosabban a semleges áramok a tükrözési szimmetriára non-invariánsak. Igaz, 1966-ban még nem tudtuk, hogy léteznek-e semleges áramok, Yamagata viszont Zeldovics-hoz (15) és másokhoz hasonlóan helyesen látta, hogy az erős és elektromágneses kölcsönhatások sem teljesen paritásörzöek, mivel mint írja „magasabb rendben korrigálni kell őket a gyenge kölcsönhatásokkal”. Így a molekula két tükörképi párjának hullámfüggvénye nem lesz teljesen azonos. A szimmetriasértés igen kismértékű, tehát valamilyen akkumulációs elvnek kell érvényesülnie ahhoz, hogy manifesztálódjék. Yamagata reakció-kinetikai számításokkal bizonyította, hogy a jobbos DNS szinté-

zisénel, amely több millió lépésből áll, a két enantiomer közti reakciósebesség-különbség felerősödik és így racem elegykből a jobbos helix szintetizálódik preferenciálisan. A néhány ezer vagy tízezer aminosavból álló proteineknél az egyik enantiomer reakciósebességének felerősödése még elhanyagolható.

Yamagata hipotézise adja meg az elméleti alapot ahhoz a vizsgálathoz, amelyeket Thiemann és Wagener (45) kezdeményezett. Kimutatták, hogy a D és L NA-NH<sub>4</sub>-tartarát kristályok rács energiájában különbség van. Ezzel magyarázzák, hogy a két enantiomer oldékonysága eltérő. A kérdéssel kapcsolatban Thiemann és Darge utánanézett az utóbbi évek kristályosítási kísérleteinek (46). Kiderítették, hogy igen ritkán található a kézikönyvekben a két enantiomerre azonos fajlagos forgatóképesség (természetesen különböző előjellel), a kereskedelmi racem anyagok pedig csaknem minden esetben néhány 0%-kal többet tartalmaznak az egyik izomerből, mint a másiktól. pl. a DL-glutaminsav, DL-lizin és DL-kámfor kb. 70%-ban volt „szennyezve” az egyik izomérrel. A jelenséget azzal szokták magyarázni, hogy a laboratóriumi levegő szennyezése élő eredetű, gyapot-, gyapjú-, rovardarabkákból álló por és ez okozza az egyik enantiomer preferenciális kristályosodását. Meg kell azonban jegyezni, hogy Harada laboratóriumi porral tudatosan szennyezett kristályosítási kísérletekben nem tudta a fenti hatást kimutatni (47), a szimmetriától való eltérésekre tehát nincs kielégítő magyarázat.

Meggyőzőbbek a polimerizációra vonatkozó kísérletek. Blout és Idelson D- és L-poliglutamátot állítottak elő  $\gamma$ -benzil-glutamát-N-karboxianhidridből. Azt találták, hogy az L-polimer 120%-kal hosszabb, mint a D-polimer. Ez a különbség messze túl van a kísérleti hibán; a szerzők nem fűztek hozzá megjegyzést (4). Wada hasonló kísérleteket végzett és ugyancsak szabálytalanságokat talált (48). Azok a polimerek, amelyek több L izomert tartalmaztak, sokkal nagyobb molekulásúlyúak voltak, mint azok, amelyekben a D izomer volt a több, racem polimerek pedig szignifikáns pozitív rotációs diszperziót mutattak. Wada az esetleges szennyeződésen kívül fölveti annak lehetőségét, hogy a szintézis menete az L és D izomerre nézve aszimmetrikus. Nagyon megerősíti ezt a gyanút Darge (49), Thiemann és Darge (46) valamint Thiemann (50) újabb mérésorozata. Több különböző aminosav igazoltan racem oldatából polimereket szintetizáltak. A polimerek összetétele már nem bizonyult racemnek, preferenciálisan az L aminosavak épültek be (D/L=0.8). Ugyancsak racem telített oldatokból olyan kristályok keletkeztek, melyben a D/L arány 0.75 volt.

Bár ezeknek a kísérleteknek értelmezésére Yamagata hipotézise szolgált, egy fontos megjegyzést kell tennünk. A gyenge kölcsönhatások nem fognak különbséget tenni két objektum között csak azért, mert azok egymásnak tükörképi párjai. Akkor viszont miről ismerik fel a neutrális áramok az L és D izomert? A válasz az, hogy az elektronok helicitásáról. Ugyanis mint már említettük, a redukció során leszakadó elektron a molekula helikális potenciálterében helikális mozgást végez, mágneses momentum keletkezik és az elektron spinje a mozgásirányhoz képest longitudinálisan polarizálódik. A polarizáltságnak reakciókinetikai jelentőségét a klorofillok allomerációjának példáján mutathatjuk be (51). Ismeretes, hogy a klorofillok alkalikus oldatban allomerizálódnak. Ez a folyamat elektron leszakításával kezdődik, melyet a tirozin gátolni képes. A Mg-deuteroporfirin, az A-klorofill és a b-klorofill struktúrája nagyon hasonló, a helicitás szempontjából sorozatot képeznek. A Mg-deuteroporfirin szimmetrikus, a gerjesztéskor mágneses momentum nem keletkezik, az a-klorofill és a b-klorofill királis, az elsőben geszjesztéskor kicsi, a másodikban nagy mágneses momentum keletkezik. A Mg-deuteroporfirin redukciójakor tehát nem lép fel spinpolarizáltság. Az a-klorofillnál a leszakadó elektronok kisebb polizáltsága várható mint a b-klorofillnél. Mivel az elektront az ugyancsak helikális szerkezetű L ill. D

tirozin veszi fel, nem közömbös, hogy a leszakadó elektron milyen helicitású. Ha hipotézisünk helyes, akkor azt várhatjuk, hogy a Mg-deuteroporfirin nem differenciál az L és D tirozin között, viszont az a-, és b-klorofill fokozódó sztereo-szelektivitást mutat. Az eredmények ezt a várakozást igazolták. Optikailag aktív anyagoknak reakciókinetikájában jelentősége van tehát az elektron helicitásnak, ami előfeltétele a gyenge kölcsönhatások érvényesülésének. A gyenge kölcsönhatások tehát az átmenetek és ionizációk láncán keresztül szintézisfolyamatokban manifesztálódnak. Ennek a véleménynek ad hangot Gajzágó és Marx is (52). Megjegyezzük, hogy a királis molekulák gerjesztéskor fellépő spinpolarizáltságot több más kísérletben is bizonyítottuk, melyet azonban itt nem részletezünk (53).

Végül foglalkoznunk kell Yamagatának azzal a feltevésével, hogy a két enantiomer kötési energiája különböző. Rein két dolgozatában is ismertette idevonatkozó kvantumkémiái számításainak eredményeit (54). Az elsöben  $10^{-10}$  eV vagy ennél kisebb kötési energiakülönbséget számolt, a másodikban a paritásértő energiakorrekciót még kisebbnek találta:  $\sim 10^{-13}$  eV. Ez az érték a mérési határ alatt van, ami fokozottabban hívja fel a figyelmet amplifikációs mechanizmusok keresésére. Rein felveti azt a lehetőséget is, hogy maguk az elektromágneses kölcsönhatások hadronikus axiálvektor árammal sértik a paritást. Ennek a kérdésnek megtárgyalása nem lehet feladatunk.

## VI. A BIOLÓGIAI IDŐIRÁNY A SZIMMETRIAELVEK TÜKRÉBEN

Engedjék meg, hogy előadásomat távlatok és tervek bemutatásával zárjam. A szimmetriaelvek ugyanis szigorú logikával vezetnek el bennünket az idő, pontosabban az időirány kérdéséhez, mely a biológia, talán legfundamentálisabb problémája. Teljesen egyetértek Bronowskyval, amikor a következőket mondja: „miként lehetséges, hogy az evolúció mint egész, egy különleges időirányt mutat, a fokozódó komplexitás irányát. Ha egyáltalán van a biológiában valamilyen kérdés amelyre választ várunk, akkor az a következő: miért ilyen a biológiai időirány?” (55).

Tisztában vagyok vele, hogy a mutációs és szelekciós rendszerek felfedezése, elméleti kombinálása, valamint a termodinamikai disszipatív a szimmetriasértő biokémiai reakcióláncok leírása (56) jelentékeny lépés az evolúció értelmezésében. De hogy a magyarázat nem végleges és átfogó, azt bizonyítja a téma folyamatos felélesztése, az egymást erő szkeptikus megnyilvánulások (5, 57). Indokolt tehát megvizsgálunk a biológiai időirány kérdését egy egészen más nézőpontból, a szimmetriaelvekből kiindulva.

Mint tudjuk, a gyenge kölcsönhatások megsértik a természet tükrözésszimmetriáját, a  $\beta^-$  bomláskor keletkező elektronok balos perdületűek. A természet szimmetriája, mely a fizikai törvények megfogalmazása szempontjából elengedhetetlen, helyreáll azzal, hogy a  $\beta^+$  bomláskor keletkező pozitronok jobbos perdületűek (58). A gyenge kölcsönhatás tehát az elektront tekintve, az anyagi világhoz a jobbosságot rendeli. Ha egy fizikai törvényben a koordináták (x, y, z) előjelét megváltoztatjuk (-x, -y, -z) – paritás vagy P transzformáció – és egyben az anyagot antianyaggal helyettesítjük – töltés vagy C transzformáció –, akkor a gyenge kölcsönhatás egyenletei az átalakítás után is helyesen írják le az eseményeket. Ha csak az egyik (P vagy C) transzformációt végezzük el, akkor az átalakított törvény nem tükrözi a valóságot. A gyenge kölcsönhatások tehát külön-külön sem C sem P szimmetriát nem mutatnak, de CP szimmetrikusak. Amikor ezt a kombinált szimmetriát egy külön kísérletben

hosszú életű semleges  $K_L^0$  mezonok bomlásánál akarták bizonyítani, meglepő eredményt kaptak. A  $K_L^0$  mezonok az alábbi bomlási gyakoriságot mutatták (59):

$$\frac{W/K_L^0 \rightarrow e^+ \pi^- \nu /}{W/K_L^0 \rightarrow e^+ \pi^+ \bar{\nu}} = 1.0030 \pm 0.0003$$

Az egytől eltérő arány a CP szimmetria megsértését jelenti.  $K_L^0$  mezonok bomlását leíró törvény tehát CP transzformáció után helytelen képet ad az eseményekről. Mint-hogy azonban a szimmetria megmaradása a fizika egész területén alapvető fontosságú, ezért a CP szimmetriát egy még komplexebb szimmetriává fejlesztették azzal, hogy az időt (T) is számításba vették. Mai felfogásunk szerint minden fizikai törvénynek érvényben kell maradnia, ha a balost jobbosnak (P), az anyagot antianyagnak és az előre folyó időt (+T) visszafelé folyónak (-T) tükrözzük. Ezt a tételt nevezik CPT teoremnak. Világos, hogy ha a CP szimmetria nincs érvényben, a CPT viszont helyes, akkor a T szimmetria önmagában sérül. A T transzformációnak ki kell javítania azt a hibát, amit a CP elkövet, tehát az idő „másként folyik előre mint hátra”. A T sértésnek van egy közvetlen bizonyítéka is. Elméletileg kimutatták, hogy sérülne a T szimmetria, ha a kaonok három  $\pi^0$  bomlásában az alábbi ágarány adódna:

$$\left| \frac{\text{Amp} / K_S^0 \rightarrow 3\pi^0 /}{\text{Amp} / K_L^0 \rightarrow 3\pi^0 /} \right| < 2$$

Nos ez az arány Barmin és mtsainak mérése szerint 1.2-nél kisebb (60). Meg kell jegyeznünk, hogy a „visszafelé folyó idő” kifejezés a mikrofizikai folyamatok megfordíthatóságát jelenti és semmi köze sincs a sokaságokra érvényes termodinamikai időirányhoz, melyet a II. főtétel fejez ki (61). Bár ez a többség véleménye, a dolog nem ilyen egyszerű. Ugyanis általánosan elfogadott, hogy a II. főtétel levezethető a világ-egyetem tágulásából, amivel viszont a CP sértés is kapcsolatban van (62). Tehát összefüggés sejthető a CP sértés és a II. főtétel között. Korai volna e tekintetben véleményt alkotni. Mindenesetre az időirány „megfordulásához” az szükséges, hogy az élő szervezetben is működjön és felerősödjön egy olyan pl. szupergyenge kölcsönhatás, ami a CP és így a T sértést is okozza. Semmilyen elvi megfontolás nem szól amellett, hogy a CP sértő szupergyenge kölcsönhatást a  $K_L^0$  ( $K-\bar{K}$ ) rendszerre korlátozzuk. Bizonyosan működnek ezek a kölcsönhatások az atomokban és molekulákban, ha mégoly gyengén is, de nem elhanyagolhatóan. Ha már most az élő szervezetben T szimmetriasértő kölcsönhatások működnek, akkor fennáll a lehetősége annak, hogy egyes folyamatok a megszokott időiránnyal ellentétes irányba menjenek. Természetesen nincsen arról szó, hogy ami megtörtént, a fordított irányba újra maradéktalanul megtörténjen. Az időirány megfordulása alatt a fokozódó komplexitás irányát értjük.

Hipotézisünk ötletszinten mozog és nem rendelkezik a falszifikálhatóság kritériumával. Egy körülményre azonban szeretném felhívni a figyelmet.

A gravitáció a leggyengébb kölcsönhatás; nem tudjuk sérti-e a C, P., ill. a CP és T szimmetriát. E tekintetben az irodalom csak spekulációkat tartalmaz (63). Annyi azonban bizonyos, hogy a gravitáció aszimmetrikus kölcsönhatás. Ugyanis csak tömegvonzás létezik, tömegtaszítás nem. Két tömegpont egymáshoz való közeledése, a gravitációs gyorsulás tehát éppúgy csak egy irányban történhet, mint ahogy egy irányban halad az idő. Tükrözés esetén a gyorsulás iránya megfordulna, a testek távolodnának egymástól. Ezt látjuk a növények és állatok növekedésénél. A tenyésző-

csúcs növekedése követi a gravitációs erővonalakat a helyi térerősséggel ellentétes irányban. Nagyobb gravitációs erők alkalmazásánál élettelen rendszereknél gyorsul az egymáshoz való közeledés, élő rendszereknél viszont – az időtükrözésnek megfelelően – a gravitációs térből való kinövés sebessége fokozódik. Centrifugában 5–20 g-ig – amíg károsodás nem lép fel – a növények és állatok növekedése jelentősen gyorsul. Pl. a teknőcök centrifugált akváriumokban nagyobbra növekednek (64), vízszintes helyzetben forgatott zab alacsony lesz (65).

Valószínűleg igen nehéz lesz majd eldönteni, hogy hipotézisünknek van-e reális alapja. A kérdés lényege a következő: az elektronok helicitása, melyet a biológiában a királis molekula szerkezet tesz lehetővé, hordoz-e az idő irányával kapcsolatos információt? Azt tudjuk, hogy az elektronok helicitása a gyenge kölcsönhatásokra vonatkozóan információt jelent, hiszen a semleges áramok nem tükrözésszimmetrikusak, tehát felismerik és kvantitatíve megkülönböztetik a tükörképi párt.

Nyilvánvaló, ha van a helicitásban időirányra vonatkozó információ, akkor ez nem vonatkozhat az elektromágneses és gyenge kölcsönhatásokra, csak a szupergyenge, mely a  $K^0$  mezonok bomlását idézi elő. Lehetséges, hogy a helicitásban rejlő, időirányra vonatkozó információ eltűnik a termikus zajban, vagy azokban az eseményekben, amelyeket az erősebb kölcsönhatások idéznek elő? Lehet, de nem szabad megfeledkezni arról, hogy az első élő sejt, sőt az első optikailag tiszta rendszer már nem statisztikus sokaság volt, hanem az evolúció tanúsága szerint fejlődésre képes egység, mely a II. főtétellel ellentétes időirányban változott. Kétségtelen, hogy ehhez szükség van a Naphól áramló energiára, de szükség van valamilyen információra is. Talán nem járunk messze a valóságtól, ha ezt az információt azokban a kölcsönhatásokban keressük, amelyek nem hajlandók néhány szilárdnak vélt megmaradási tételnek eleget tenni.

Feltevésünk a fizikát és biológiát egy fundamentális ponton, a megmaradási tételeknél kapcsolja össze. Érinti azt a kérdést is, vajon a szervesen világra vonatkozó egyes fizikai törvények érvényben vannak-e biológiai rendszerekben is? Konceptiónk keretében erre a kérdésre, legalábbis tentatíve nemmel kell válaszolni. A fizikai törvények ugyanis csak CPT invarianciát mutatnak, az élő szervezetbe vonatkozóan viszont C transzformációt nem lehet végrehajtani. Ha pl. kiderülne, hogy az élő szervezetben az elektron-transzport során a mozgásirányba néző spin van kitüntetve, ami a gyenge kölcsönhatásokban az antianyagra jellemző, akkor a gyenge kölcsönhatásra felállított fizikai törvények a biológiai rendszerekben csak akkor maradnak érvényben, ha C transzformációt is végrehajtunk, ez pedig lehetetlen, mert az élők anyagból és nem antianyagból állnak (III. táblázat). Megjegyzendő, hogy amennyiben az elektron a jobbos óriásmolekulákban jobbos helix formájában mozdul el, akkor spinje a mozgásirányba, tehát a fenti módon állna be. Erre nézve azonban nem rendelkezünk semmilyen adattal. Persze az említett fizikai törvények sérülése a biológiában csak igen kis mértékű lehet. Elvileg azonban be kell következnie.

## VII. ÖSSZEFOGLALÁS

Előadásom célja az volt, hogy a megmaradási elvekből kiindulva ismertessem az alapvető fizikai kölcsönhatásokat és rámutassak arra, hogy ezek a kölcsönhatások az élő rendszerekben szerepelnek. Az életre jellemző óriás és kismolekulák helikális potenciálterének hatása van a rendszerben mozgó elektronokra. A helikális pályák mágneses teret indukálnak, melyeken a spin a mozgásirányhoz képest longitudinálisan polarizálódik. Így az élő szervezetben ugyanúgy létrejön a spin és a momentum kö-



Kölcsönhatás típusa			Töltés	Spin	Idő
Gyenge kölsönhatás	antianyag	$\beta$ bomlás	$e^+$	$\longrightarrow$ •	-t
	anyag		$e^-$	• $\longleftarrow$	+t
Elektro- mágneses kölsönhatás	anyag	biokémiai folyamat	$e^-$	? $\longrightarrow$	?
		kémiai folyamat	$e^-$	$\longrightarrow$ $\longleftarrow$	+t

- Longitudinális polarizáció a mozgás-irányban
- Longitudinális polarizáció a mozgásiránnyal ellentétben

III. táblázat: Töltés spin és „időirány” és CPT teorema szerint, továbbá különböző jelenségekben, mint  $\beta$  bomlás, biológiai és kémiai folyamatok.

zötti csatolás (akár gerjesztéskor, akár alapállapotban), mint a gyenge és szupergyenge kölcsönhatásoknál.

Ezt a  $\beta$ -részekkel való bombázással és pozitron annihilációs kísérletekkel igazoltuk, amivel egyben rámutattunk arra, hogy az optikai tisztaság eredete a paritás-sértő gyenge kölcsönhatásokban keresendő. Ezen túlmenően felvetettük azt a lehetőséget, hogy a gyenge és szupergyenge kölcsönhatások működnek a molekulákban is. Kristályosítási és polimerizációs kísérletek szólnak emellett. Az elektronok biológiai rendszerekben fellépő helicitása valószínűleg nemcsak a gyenge kölcsönhatásra, hanem az időirányra vonatkozóan is hordoz információt. A kérdést a CPT teorema keretében kapcsolatba hoztuk a termodinamika II. főtételeiben kifejezett időiránnyal. Feltételeztük, hogy az élőben esetleg szereplő időszimmetria-sértő kölcsönhatásoknak jelentősége volt az evolúcióban az anyag komplexitás felé való haladásában.

GARAY ANDRÁS  
az MBT elnökségének tagja

## IRODALOM

1. Wigner, P. (1964) Proceedings of the International School of Physics 29, 40
2. Whyte, L. L. (1958) Nature 182, 198
3. Rust, A. (1973) Handwerkliches Können und Lebensweise des Steinzeitmehschen. In: Mannheim forum 73/74. ed. H. Ditfurth. Boehringer Mannheim.
4. Blout, E. R. és Idelson, M. (1956) J. Am. Chem. Soc. 78, 3857 Idelson M. és Blout E. R. (1958) J. Am. Chem. Soc. 79, 749
5. Irodalmat lásd: Ulbricht, T. L. V. (1962) Comparative biochemistry 4, 1
6. Schallenberger, R. S., Acree, T. E. és Lee, G. Y. (1969) Nature 221, 555
7. Karush, F. (1956) J. Am. Chem. Soc. 78. 5519 és 79, 3380
8. Still, J. L., Buell, M. V., Knox, W. E. és Green, D. E. (1949) J. Biol. Chem. 179, 831
9. Molnar, D. M. és Thorne, C. B. (1955) Bacteriol. Proc. 1, 123
10. Warburg, O., Gawehn, K., Geissler, A. W. és Lorenz, S. (1963) Z. Klin. Chemic. 1, 175
11. Pasteur, L. (1860) Researches on the molecular asymmetry of natural organic products. Alembic Club reprint. No. 14. Livingston. Edinburgh an London. Cit. in Valery-Radot, R. (1960) The life of Pasteur. Dover, New York.
12. Dubos, R. (1960) Pasteur and modern science. Doubleday and Co., New York.
13. Lee, T. D., Yang, C. N. (1956) Phys. Rev., 104, 254–258 Wu, C. S., Ambler, E., Hayward, R. W. Hoppes, D. D., Hudson, R. P. (1957) Phys. Rev. 105, 1413–1415
14. D. M. (kezdőbetűk) (1973) Nature 245, 119
15. Zeldovics, I. B. (1957) J. Expl. Theoret. Phys. (USSR) 33, 1488– 33, 1531
16. Zeldovics, I. B. (1958) J. Expl. Theoret. Phys. (USSR) 36, 964
17. Feinberg, G. és Sucher, J. (1968) Phys. Rev. 166, 1638
17. Weinberg, S. (1967) Phys. Rev. Lett. 19, 1264  
Weinberg, S. (1972) Phys. Rev. D5, 1412
18. Vester, F. (1957) Seminar at Yale University. Febr. 7.  
Fester, F., Ulbricht, T. L. V., Rauch, H. (1959) Naturwiss. 46, 68
19. Yamagata, Y. (1966) J. Theoret. Biol., 11, 495–498
20. Garay, A. S. (1968) Nature 219, 338
21. Sagan, C. (1957) Evolution 40, 49
22. Finegold, L. (1958) School Sci. Rev. 140, 19
23. Ernst, J. (1967) Bevezetés a biofizikába, Akad. Kiadó, Bp. p. 428
24. Garay, A. S. és Hrasko, P. (1973) Symposium on generation and amplification of asymmetry in chemical systems (in press) Jülich.
25. Byk, A. (1904) Z. Phys. Chem. 49, 641
26. Buchardt, O. (1974) Angew. Chemie 86, 222
27. Ulbricht, T. L. V. and Vester, F. (1962) Tetrahedron, 18, 629
28. Goldanskii, V. I. és Kharпов, V. V. (1962) J. Expl. Theoret. Phys. (USSR) 43, 823
29. Starodubcsek, S. V., Gurskii M. N. és Sizikh, A. G. (1959) Dokl. Akad. Nauk. 129, 907
30. Spialter, L. és Futrell, J. H. (1960) Nature 188, 225
13. Brewster, J. H. (1967) Helix models of optical activity in Allingen-Elieil topics in stereochemistry, 2, 1–72  
Caldwell, D. J., Eyring, H. (1971) The theory of optical activity. John Wiley and Sons Inc. New York, London, Sydney, Toronto.  
Mason, S. F. (1971) The development of theories of optical activity and of their applications. In: Fundamental aspects and recent development in optical rotatory dispersion and circular dichroism. Tirrenia, Pisa.
32. Bernstein, W. J., Lemnon, R. M. és Calvin, M. (1972) An investigation of the possible differential radiolysis of amino acids optical isomers by <sup>14</sup>C betas. In: Molecular Evolution. D. L. Rohlifing and A. I. Oparin Editors p. 151. New York, Plenum.

33. Bonner, W. A. és Flores, J. J. (1973) Abstracts of the 4th International Conference on the Origin of Life. Barcelona. Abstract No. 101.  
Bonner, W. A. (1973) Abstract of the Symposium on Generation and Amplification of Asymmetry in Chemical Systems. Jülich p. 9.
34. Bonner, W. A., Kavasmanek, P. R., Van Dort, M. A., Martin, F. S. és Flores, J. J. (1974) Chemical Evolution of the Giant Planets. College Park Colloquia on Chemical Evolution, October 23–26.
35. Garay, A. S. Keszthelyi, L., Demeter, I. és Hrascko, P. (1973), Chem. Phys. Letters 23, 549
36. Hrascko, P. (1973) KFKI Report 73–40. Hung. Acad. Sci. Bp.
37. Dézsi, I., Horváth, D. és Kajcsos, Zs. (1974) Chem. Phys. Letter 24, 514
38. Chuang, S. Y. és Tao, S. J. (1974) J. Phys. Chem. 78, 1261
39. Lemmon, R. M. és mtsai (1974) Nature 252, 692
40. Zeldovics, R. B. és Perelomov, A. M. (1960) J. Expl. Theoret. Phys. (USSR) 39, 1115
41. Bradley, L. C. és Wall, N. S. (1962) Nuovo Cimento 25, 48
42. Carhart, R. A. (1966) Phys. Rev. 153, 1077
43. Lobasov, V. M. et al. (1967) Phys. Letters, 25B, 104
44. Bouchiat, M. A. és Bouchiat, C. C. (1974) Proceedings of the triangle seminar on weak interactions at low energies. March 28–30. 157–164.
45. Thiemann, W. és Wagener, K. (1970) Angewandte Chemie Int. E. 9, 740–741
46. Thiemann, W., Darge, W. (1974) Origins Life 5, 263
47. Harada, K. (1970) Naturwiss. 6 57, 114
48. Wada, A. (1961) J. Mol. Biol. 3, 507
49. Darge, W. (1972) Thesis RWTH Aachen
50. Thiemann, W. (1974) Naturwiss. 61, 476
51. Garay, A. S. (1971) Life Sci. 10, 1393–1398
52. Gajzágó, E., Marx, Gy. (1974) Proceedings of the triangle seminar on weak interactions at low energies. March 28–30, 177–184
53. Garay, A. S., Demeter, S., Kovács, K., Horváth, G., Faludi-Dániel, Á. (1972) Photochem. Photo-biol. 16, 139–144  
Garay, A. S., Czégé, J., Tolvaj, L., Tóth, M., Szabó, M. (1973) Acta biotheor. 22, 34
54. Rein, D. (1974) Proceedings of the triangle seminar on weak interactions at low energies. March 28–30, 185–194  
Rein, D. W. (1974) J. Mol. Evol. 4, 15
55. Bronowski, J. (1969) Physics and the explanation of Life 13th Meeting of AAAS, Boston, Mass., 40–69, 3–2678 Casette
56. Prigogine, I., Lefever, R., Goldbeter, A., Herschkowitz–Kaufman, M. (1969) Nature, 223, 916
57. Heisenberg, W. (1959) Naturwiss. 46, 661
58. Irodalmat lásd Ulbricht, T. L. V. (1959) Quarterly Rev. 13, 48–60
59. Christenson, J., Cronin, J., Fitch, V., Turlay, R. (1964) Phys. Rev. Letters, 13, 138  
Kabir, P. K. (1968) The CP puzzle Acad. Press. London, New York
60. Barmin, V. V. et al. (1972) In: Vojcicki, S. Meson decay Proc. SVI. Conference on high energy physics 2, 209
61. Stueckelberg, E. G. (1952) Helv. Phys. Acta 25, 577
62. Aharony, A., Ne'eman Y. (1970) Int. J. Theor. Phys. 3, 437–441
63. Leitner, J. és Okubo, S. (1964) Phys. Rev. 136B, 1542
64. Dodge, H. C. és Wunder, C. C. (1963) Nature 197, 922
65. Garay, A. S. (1963) VI. Orsz. Biol. Napok előadásai Gondolat Könyvkiadó Bp. p 27
66. Curtis-Michel, F. (1965) Phys. Rev. 138B, 408



## 7. A KGST BIOFIZIKAI EGYÜTTMŰKÖDÉS

*A KGST Biofizikai Együttműködés létrejöttéről, irányítóiról, tervezett témáiról az 1972. Értesítő 61–64. oldalán közöltünk beszámolót. Most az azóta eltelt évek sokirányú munkáját ismertetjük.*

### KGST BIOFIZIKAI EGYÜTTMŰKÖDÉS EREDMÉNYEI

A KGST Biofizikai Együttműködés főirányainak, tematikai munkatervének elfogadása után a résztvevő intézetek szakembereinek részvételével megkezdődött a konkrét feladatok, részmák felosztása és időbeli ütemezése a szocialista országok biofizikus kutatóhelyi sajátosságainak figyelembevételével. Az Együttműködés sokban elősegítette az azonos, vagy hasonló témán dolgozó bel- és külföldi kutatók személyes információcseréjét, a kutatási feladatok eredményesebb és gyorsabb megoldását, mivel a kutatási lehetőségek ismeretében egyes részfeladatok elvégzésére kutatócserre, tanulmányutak révén további lehetőség nyílt. (A KGST tagországoknak és Jugoszláviának a Biofizikai Együttműködésben résztvevő intézeteiről, kutatóiról, műszerezettségéről – az unikális műszerek kiemelésével – 1974. évben az Együttműködés Koordinációs Központja munkatársainak segítségével Információs Kézikönyv készült.

Az Együttműködés öt főirányában 12 témában vettek részt magyar intézetek. A kutatások eredményeit és a következő tervperiódus részletes munkatervét évente, szimpóziummal egybekötött, ún. munkatervösszeállító és eredménymegvitató szakértői értekezleteken értékelték a részfeladatok megoldásában közvetlenül érdekelt kutatók. Közös kutatások végzésére több szocialista országból érkeztek szakemberek az Együttműködés keretén belül hazai intézetekhez, és kutatóink is szép számmal vettek részt hosszabb-rövidebb tanulmányúton. Meg kell mondanunk azonban, hogy az Együttműködésben tervezett tanulmányút-kiküldetési tervünket nem mindig sikerült teljesíteni.

A KGST Biofizikai Együttműködés Meghatalmazottainak Tanácsa évente kétszer ülésezik, megvitatja a hatékonyabb kutatómunka biztosításához szükséges szervezési kérdéseket, jóváhagyja a szakértői értekezleteken készített éves lebontású munkatervet, értékeli a Koordinációs Központ munkáját. A Meghatalmazottak Tanácsa IV. budapesti ülésétől kezdve, minden értekezletén meghallgatja egy adott főirány vagy téma legújabb tudományos eredményeit szimpózium formájában. A kutatási feladatok mellett a Biofizikai Együttműködés tudományos prognosztikai tevékenységet is folytat, jelen ötéves együttműködési periódus alatt elkészült – hazai és külföldi szakemberek alapos munkája segítségével – a Biofizikai Kutatások Prognózisa 1980 évig. A Prognózis tervezetét a Meghatalmazottak Tanácsa VI. ülése hagyta jóvá. A Prognózist a tudomány fejlődésének megfelelően a Koordinációs Központ kiegészíti, módosítja.

A KGST Biofizikai Együttműködés kutatási eredményeit, és az eseményeivel kapcsolatos tájékoztatót az Együttműködés folyóirata, a „Studia biophysica” közli. A Szerkesztőbizottság tagjai az egyes országok meghatalmazott képviselői. A folyóirat munkáját és a szervezési feladatokat a Meghatalmazottak Tanácsa évente egyszer megtárgyalja.

Az Együttműködés tevékenysége a jövő biofizikus kutatóinak képzésével, valamint a biofizikus káderek továbbképzésével kapcsolatos problémák elemzésére is

kiterjed. Ezzel kapcsolatban 1973-ban Puscsinóban (SZU) káderképzési értekezletet hívtak össze, azért, hogy összehangolják a szocialista országok biofizikus-képzésének tematikáját, megvitassák a tapasztalatokat, emeljék, egységesítsék a képzés színvonalát. Az értekezlet anyaga könyv formájában is megjelent. Az értekezlet jóváhagyta egy szocialista országok tudósaiából álló szerzőkolléktíva által készített biofizikai kézikönyv megírásának tervét.

A káderképzés felelős intézményei hazánkban a Biofizikai Együttműködésen belül az MTA Biofizikai Bizottsága és a Magyar Biofizikai Társaság. Az értekezletet a szocialista országokban, így hazánkban is egy felmérés előzte meg, amelyben komoly segítséget nyújtottak a biofizikát oktató intézmények vezetői és oktatói.

Az 1973-as felmérés az alábbiakat állapította meg:

Hazánkban a biofizikai kutatásoknak régi és komoly hagyományai vannak. Ennek megfelelően a biofizika oktatása is viszonylag széles körű.

1961-ben alakult meg a Magyar Biofizikai Társaság, amely egyik fő feladatának tekintette biofizikusokat képező bázisok létrehozását. 1961-ben mindössze egyetlen biofizikai tanszék volt, a Pécsi Orvostudományi Egyetemen, 10 évvel később, 1971-ben már újabb 3 egyetemi tanszéket hoztak létre: a Semmelweis Orvostudományi Egyetemen, Budapesten, a József Attila Tudományegyetemen, Szegeden és a Debreceni Orvostudományi Egyetemen. Mindez a magyar biofizikusok képzés eredményes fejlődéséről tanúskodik.

Rendszeres biofizikusokképzés folyik (átlagosan 8 szakember évente) két egyetem természettudományi karán és az orvosegyetemeken (évente átlag 4 biofizikus).

Ezenkívül minden biológus hallgató és orvostanhallgató 2 félév általános biofizikát hallgat és vizsgázik belőle. Az orvostanhallgatók számára ezen felül egy félév biometria kötelező (heti 2 órában).

A biofizika kurzus elméleti és gyakorlati képzést ad: az elméletet heti 2 órában – a gyakorlatot heti 4 órában tartják. Az alábbi tankönyvek és segédanyagok állnak a hallgatók rendelkezésére:

Ernst J.: Bevezetés a biofizikába (2. kiadás)

Tarján, I.: Fizika orvosok és biológusok számára.

Szalay J.: Biofizika gyakorlatok (jegyzet)

Tigyi J.: Biofizika gyakorlatok (jegyzet)

A Budapesti Orvostudományi Egyetem Biofizikai Intézetének kolléktívája által készített: Biofizikai gyakorlatok (jegyzet).

Belágyi J.: Biometria (jegyzet)

Hajtmann B.: Biometria.

(Azóta már megjelent az Ernst J. akadémikus irányításával, szerzőkolléktíva által készített új, Biofizika című könyv is.)

A biofizikusokképzést segítik elő az egyetemek biofizikai tanszékein a biofizika egyes fejezeteit és legújabb eredményeit részletesen ismertető speciálkollégiumok is.

A biofizikusok továbbképzését szolgálják a Magyar Biofizikai Társaság által szervezett klubdelutánok is. A delutánok programjába többször beiktattak olyan előadásokat, amelyeket az egyes KGST országok hazánkban tartózkodó kutatói tartottak munkaterületük legújabb, megfelelő irodalmi háttérű eredményeiről.

A Magyar Biofizikai Társaság kétévenként megrendezett vándorgyűlése, és a fiatal kutatók számára időszakosan meghirdetett pályázatok jelentős eszközei a biofizikusok szakmai továbbképzésének.

A Tudományos Minősítő Bizottság évente hirdet pályázatot bel- és külföldi aspirantúrára: jelenleg 6 biofizikus aspiráns dolgozik kandidátusi disszertációján.

A felmérés során a kádertovábbképzést érintő értékes javaslatok születtek:

1. A KGST Biofizikai Együtműködés egyes főirányain belül együttműködő intézetekbe ellátogató szakembereket fel kellene kérni, hogy saját kutatási területekről tartsanak 45–60 perces, szélesebb kört érintő, összefoglaló előadásokat, hasonlóan az MBT klubdelutánjaihoz. Ez a képzési forma a megfelelő országok Biofizikai Társaságainak keretében megszervezhető.

2. A Szocialista országok fiatal kutatói számára 2–3 évenként ki lehetne írni pályázatot az Együtműködés 5 főirányának megfelelően. A pályamunkák a Studia biophysica által előírt terjedelmű, tartalmú és nyelvű közlemények lehetnének, amelyeket a hazai koordinátor opponensi vélemények alapján történő rangsorolása után a főirány nemzetközi koordinátorhoz juttatnának el. A pályamunkákat a Studia biophysica közölhetné, jutalomként a nyertesek néhány hét tanulmányutat kaphatnának az Együtműködés valamely intézetébe.

3. Vendégelőadókat lehetne meghívni a KGST tagországokból egy-egy speciálkollégium, vagy egy-egy előadás megtartása céljából, vagy az intézetekben tanulmányúton lévő kutatókat fel lehetne kérni egy-egy speciális terület általános összefoglalására, hallgatók számára.

4. Miután szervezett formája létezik, megvalósítható a biofizikus hallgatók (elsősorban tudományos diákkörösök) egy féléves cseréje is a szocialista brigádok között.

A KGST Biofizikai Együtműködés Koordinációs Központja tevékenységéről időenként beszámol a KGST Tudományos Műszaki Együtműködési Bizottságának, a Végrehajtó Tanács ülésén.

Az alábbiakban közöljük a KGST Biofizikai Együtműködés keretében tartott rendezvények összesítését 1972-től:

1972. márc. 20–24. I. 4., I. 6. témák munkatervösszeállító értekezlete  
márc. 28–29. Pécs II. 1., II. 2. II. 2. témák munkatervösszeállító értekezlete  
ápr. 6–7. Jablonna pod Warszawa I. 1. téma munkatervösszeállító értekezlete  
ápr. 5–7. Puscsino I. 3. téma munkatervösszeállító értekezlete.  
ápr. 10–14. Brno V. főirány munkatervösszeállító értekezlete  
ápr. 25–26. Budapest I. 2. téma munkatervösszeállító értekezlete  
máj. 4–5. Szeged I. 5. téma munkatervösszeállító értekezlete  
máj. 11–12. Puscsino II. 4. téma munkatervösszeállító értekezlete  
máj. 27–30. Bukarest a Meghatalmazottak Tanácsa II. ülése  
máj. 28–31. Reinhardsbrunn III. főirány munkatervösszeállító értekezlete.  
aug. 7. Moszkva Meghatalmazottak Tanácsa rendkívüli ülése az IUPAB Biofizikai Kongresszus előtt  
nov. 14–16. Puscsino UV sugárzás műszerügyi értekezlet
1973. jan. 10–14. Puscsino, Prognózis tervezet készítése  
jan. 30–febr. 2. Brno V. főirány munkatervösszeállító és eredménymegvitató értekezlete.  
febr. Puscsino III. főirány munkatervösszeállító és eredménymegvitató értekezlete  
febr. 20–22. Budapest II. főirány munkatervösszeállító és eredménymegvitató értekezlete.  
márc. 20–22. Berlin, a Meghatalmazottak Tanácsa III. ülése  
máj. 29.–jún. 2. Jena Konformációváltozások a biopolimerekben szimpózium  
jún 3–6. Weimar I. 1. téma munkatervösszeállító és eredménymegvitató értekezlete

- jún. Pucscino „NMR a biológiában”. Nyári iskola  
 júl. 24–25. Pucscino „A fotoszintézis kérdései”. Nyári iskola  
 szept. 17–29. Brno Molekuláris és sejtsugárbiológiai II. Nyári Iskola  
 szept. 25–27. Pucscino Biofizikus oktatási és kádertovábbképzési értekezlet  
 október Pucscino „Idegközvetlenyészeti” iskola  
 nov. 27–29. Budapest A Meghatalmazottak Tanácsa IV. ülése  
 A számítástechnika alkalmazása biofizikai kísérletekben (szimpozium). G. R. Ivanyickij és A. P. Anyiszimov itt elhangzott előadásának kivonatát e beszámoló után közöljük.  
 nov. 5. Moszkva A szabályozás biofizikai alapjai. Konferencia.  
 1974. jan. Moszkva I. főirány eredménymegvitató értekezlet  
 febr. 5–6 Moszkva III. főirány szakértői értekezlet  
 febr. 17–27. Szklarska Porebna Transzportjelenségek matematikai és biofizikai vizsgáló módszerei. Iskola  
 febr. 19–20. Pucscino II. főirány szakértői értekezlet  
 ápr. 2–4. Varsó A Meghatalmazottak Tanácsa V. ülése. Kvantummechanikai módszerek alkalmazása a biológiában. Szimpozium.  
 máj.–jún. Berlin-Buch Kisszögű Rtg.-szóródás biológiai objektumokon. Iskola  
 jún. 3–6. Moszkva Sejt szupramolekuláris struktúrája funkcióinak fizikai-kémiai alapjai. Nyári iskola  
 jún. 25–28. Pucscino Biofotometria egységesítése. Nyári iskola  
 júl.–aug. Berlin-Buch. Gyors folyamatok kinetikája. Iskola  
 szept. 18. Poznan, Lengyelország III. 2. 11. téma munkaterv összeállító értekezlet  
 szeptember Palanga Biomembránok. Nyári iskola  
 szept. 25–27. Spindleruv-Mlyn (Csehszlovákia) V. főirány szakértői értekezlete  
 okt. 1–4. Brno A Meghatalmazottak Tanácsának VI. ülése. A Biofizikai Együttműködés jelentős tudományos eredményei. Szimpozium.  
 okt. 8–9. V. főirány eredménymegvitató értekezlet.

A KGST Biofizikai Együttműködés 1975-ben a következő rendezvények megtartását tervezi:

A Meghatalmazottak Tanácsa ülései:

A Meghatalmazottak Tanácsa VII. ülése:

1975. márc. 11–15. Szovjetunió, Moszkva.

A Meghatalmazottak Tanácsa VIII. ülése:

1975. szeptember. Mongólia, Ulán-Bátor.

Az Együttműködés főirányainak eredménymegvitató és munkatervösszeállító szakértői értekezletei:

II. főirány: 1975. május, Magyarország, Budapest

III. főirány: 1975. november, Szovjetunió, Kijev.

V. főirány: 1975. november, Szovjetunió, Moszkva

Az I. és IV. főirány témáinak megvitatására 1976-ban kerül sor.

Iskolák, konferenciák:

Elektronmikroszkópos autoradiográfia, 1975. június,

Pécs Magyarország

Bioenergetika és a mitochondriumok metabolizmusa

5. kollokvium, 1975. Bulgária



Biofizikai és biokémiai öszzszövetségi konferencia  
1975. június, Puscino, Szovjetunió  
Magyar Biofizikai Társaság Vándorgyűlése, 1975.  
aug. 27–30., Debrecen  
Elektromágneses terek hatása biológiai rendszerekre, szimpozióm. 1975.  
október, NDK.

A KGST Biofizikai Együtműködés ötéves terve 1975 végén lejár. Az 1976–80. évekre szóló munkaterv javaslatot a Meghatalmazottak Tanácsa VII. ülése tárgyalja meg.

BANCZEROWSKI JANUSZNE  
a KGST Biofizikai Együtműködés  
magyar tudományos titkára

---

A biofizikai együtműködés szempontjából is jelentős, hogy a KGST Tudományos-Műszaki Együtműködési Bizottság VIII. ülése (1974. július, Szófia) megvizsgálta a bionika területén tervezett együtműködésre vonatkozó javaslatokat. Egyetértett „*A bionika főirányában folyó kutatások fejlődési tendenciái*” című, 1980-ig szóló prognózissal, amit a KGST tagországok szakértőinek második értekezletén dolgoztak ki Moszkvában, 1973 februárjában; s úgy határozott, hogy 1975 szeptemberében Várnában megrendezi a Nemzetközi Bionikai Konferenciát.

## SZÁMÍTÁSTECHNIKA ALKALMAZÁSA BIOFIZIKAI KÍSÉRLETEKBEN

(A KGST Meghatalmazottak Tanácsának  
IV. üléséhez kapcsolódó szimpózium)  
Budapest, 1973. november 28.

### Biológiai struktúrák vizsgálatának automatizálása

(Kivonat)

G. R. Ivanyickij

Az utóbbi években jelentős eredmények születtek a biológiai kutatások automatizálása terén; ez pedig az elektronikus számítógépek alkalmazásával függ össze. Konkrétan a Szovjetunióban, egy információ-méréstechnikai rendszer áll kidolgozás alatt, amely a következő al-rendszereket foglalja magában:

*a)* a kromoszómákról scanning technikával nyerhető információk felvételére szolgáló alrendszer a kariotípus automatikus rekonstrukcióját végzi;

*b)* a mikroorganizmusok tenyészetben történő operatív, mikroszkópos elemzését megvalósító alrendszer;

*c)* a szív- és érrendszeri megbetegedések centralizált elektrokardiográfiás diagnosztizálására szolgáló alrendszer;

*d)* biológiai objektumokról nyert spektrum-adatok feldolgozását végző alrendszer;

*e)* az intézet terv- és pénzügyi tevékenységét irányító automatizált alrendszer;

Természetesnek tűnik az az elvárás, hogy a szocialista országok viszonylatában összehangolt, újabb, komplexebb rendszerek kidolgozására kerüljön sor. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a biológiai kutatások automatizálásának kérdését nem lehet elválasztani a technikában megvalósuló automatizálás általános fejlesztési problémáitól.

Jelen előadásban áttekintést nyújtunk a számítástechnika alkalmazásáról a biofizikai kutatások terén, az 1972-ben Moszkvában tartott IV. Nemzetközi Biofizikai Kongresszus keretében megrendezett speciális szimpózium anyaga alapján. A szimpóziumon elhangzott előadások felölelték a számítógépek biofizikai alkalmazásának egész területét.

*J. D. McCann* professzor, a Kaliforniai Műszaki Egyetem (CALTEC, USA) tanára a számítástechnika idegrendszeri kutatásokban történő felhasználásának újabb lehetőségeiről beszélt. *S. D. Barry*, fiatal angol kutató az Oxfordi Egyetem Kutatócsoportja nevében tartott előadást. Előadása a display-ek alkalmazásával foglalkozott biológiai struktúrák molekuláris átrendeződéseinek vizsgálata kapcsán. A harmadik előadást *V. F. Raub*, a bethesdai Amerikai Nemzeti Egészségügyi Központ kutatója tartotta. Előadása a számítógépeknek a farmakológiai információk feldolgozásában történő alkalmazásáról szólt. Napjainkban az újabb és újabb gyógyszerek

szintézise és a már létrehozott gyógyszerek körültekintő vizsgálata egyre bonyolultabbá válik, mivel több százezer olyan készítmény létezik, amely kémiai struktúrájától függően, valamilyen biológiai hatással rendelkezik. A negyedik előadást egy holland orvos-fizikus, *dr. P. G. Hügenbold* tartotta; ő a Rotterdami Egyetemi Klinikán dolgozó szakemberek munkáját ismertette: a számítógépeknek intenzív osztályokon, a betegellenőrzésben történő felhasználásáról beszélt. Engem személy szerint az a megtiszteltetés ért, hogy ezen a szimpóziumon előadásommal a szovjet biofizikusokat képviseljem. Előadásom címe: „Biológiai struktúrák gépi analízise” volt; tartalmának ismertetésére a későbbiekben visszatérek.

### *A korszerű számítógép kritériumai*

(E fejezetben az előadó ismertette a Szovjetunióban kifejlesztett első, második és harmadik generációs számítógépek jellemző tulajdonságait.)

### *A számítástechnika alkalmazása a molekuláris biofizikában.*

Talán nem túlozunk, ha azt állítjuk, hogy az élő anyag molekuláris szintű kutatásával kapcsolatos, legjelentősebb biológiai eredmények a számítógépek alkalmazásával függenek össze. Néhány munka ezek közül: a DNS kettős-spirál struktúra megállapítása, egyes fehérjék, mint pl. a mioglobín, a hemoglobín; a lizozim és sok egyéb fehérje struktúrájának meghatározása.

Még 1966-ban Bécsben, a II. Nemzetközi Biofizikai Kongresszuson bemutatták egyes biológiai makromolekulák struktúrájának sztereoszkóp atlaszát, amelyet számítógép segítségével állítottak össze. Ismeretes, hogy a röntgendiffrakciós analízis az egyik olyan alapvető módszer, amely részletes információt szolgáltat a nukleinsav és fehérjemolekulák konfigurációjáról. A Nobel-díjas Kendrew például a mioglobín szerkezetének megállapításakor ( $2 \text{ \AA}$  felbontás) a számításoknál több, mint  $9 \cdot 10^3$  diffrakciós maximumot vett figyelembe. Számítógép nélkül képtelenség ilyen számításokat elvégezni. Sok kutató érdeklődését felkeltette ezért annak lehetősége, hogy a fehérje molekula szerkezetét röntgendiffrakciós elemzés nélkül, kémiai képlete alapján meg lehet állapítani. Ez a feladat azonban rendkívül nehéz. Két megoldási lehetőség adódik: egyrészt, nagyobb megszorításokat kell találni és alkalmazni a fehérjemolekulák szerkezetkutatásában, másrészt a lehetséges variánsok kiválogatását, áttekintését az emberi intuícióna is építve maximálisan automatizálni kell.

A fehérjemolekulában például minden egyes láncszem meghatározott hosszúságú, a kötések térbeli elrendezése determinált. A fehérjemolekulák szintézise a polipeptidlánc meghatározott végén kezdődik. A polipeptidláncok spirálképződési tendenciát mutatnak. Végül, a fehérjemolekula egészében olyan formát igyekszik felvenni, amely mellett a molekula szabadenergiája az adott közeg feltételei mellett minimális. Ezek a tételek számítógép segítségével formalizálhatók, aminek eredményeként a gép a képernyőre kirajzolja a molekula feltételezhető modelljét, az ember pedig, ismereteinek és tapasztalatának felhasználásával eldönti, hogy a modell kielégítő, vagy sem.

A képernyő csupán kétdimenziós síkbeli ábrázolást nyújt. A gépnek ezért a molekulát tengelye körül forgatva, a képernyőn egy projekciósorozatot kell leképeznie, amelyek alapján az ember a molekula térbeli képét gondolatilag megalkotja.

A számítógép a minimális szabadenergiájú modell megalkotásánál a molekula térbeli geometriáját leíró minden egyes javasolt variáns esetében értékeli az összenergiát, kiszámolja a deriváltját, hogy a kutató lássa, hogyan kell megváltoztatni

a molekula struktúráját a minimális energia eléréséhez. Az ember változtatja a molekula struktúráját és irányítja a számítás folyamatát. Így tehát létrejön egy „ember-számítógép” kutatórendszer. Egy ilyen rendszer segítségével állították fel például még 10 évvel ezelőtt a mioglobint modellt, amely jól egyezik Kendrew röntgen-diffrakciós analízis alapján ajánlott modelljével.

#### *A biológiai struktúrák ábrázolásának elemzése.*

A kísérletező-felhasználó szempontból a számítógép háromféle módon alkalmazható a kísérletben:

1. a kísérlet a számítógéptől függetlenül folyik
2. „on line” számítógépes kísérlet
3. a gép által irányított kísérlet.

Az amerikai McCann professzor kongresszusi előadása a számítógép által irányított kísérletről szólt, amelyben az objektum egy rovar nagyszámú beépített elektróddal ellátott agya és szeme volt.

Egy másik példa a gép által irányított kísérletek közül a kromoszómák gépi analízise. Erről szól az én előadásom.

A különböző állat- és növényfajok kromoszómaszáma eltérő. Az egyes fajokra meghatározott, forma és genetikai információtartalom tekintetében szigorúan állandó kromoszómakészlet jellemző.

Az ember kromoszómakészlete 46 kromoszómából áll.

A kromoszómakészlet identifikálása a kariotípus fogalmán alapszik. A kariotípus a kromoszómakészlet olyan mennyiségi és minőségi jellemzőinek összességét jelenti, mint a kromoszómák száma, mérete és formája.

Az automatikus kromoszómaelemzéssel kapcsolatos feladatot röviden így foglalhatjuk össze: a metafázisban lévő kromoszóma lemezeket csoportokra kell bontani és tisztázni kell, miben tér el a kapott rendszerezett táblázat a normálistól. Ezek a kutatások igen hasznosak az öröklődő betegségek diagnosztikája szempontjából, másrészt, a mesterségesen előidézendő kromoszóma aberrációk meghatározásához nélkülözhetetlenek, például a mezőgazdaságban új állat- vagy növényfajok nemesítésénél.

(A következőkben az előadó – a Down- és a Turner-kór példáján keresztül – a kariotípus-aberrációval járó betegségek diagnosztizálásakor elvégzendő feladatokat ismertette.)

A SZUTA Biofizikai Intézetében már kidolgozták a kromoszómák gépi elemzésének rendszerét. Hasonló munkák folynak több külföldi laboratóriumban is.

A kromoszómák gépi elemzését a következő szakaszokra bonthatjuk:

1. A metafázisos lemezke (kromoszómák) képének bevitele a számítógép memóriaegységébe.
2. A metafázisos lemezke egyes objektumainak szétválasztása (individualizálása).
3. A kromoszómák elemzése és mérése.
4. A kromoszómák osztályozása és a kariotípus felépítése (az etalonnal való összehasonlítása).

A kromoszómával kapcsolatos információk beviteléhez az optikai ábrázolást elektromos jelrendszerre kell átalakítani. Ez rendszerint különböző, scanning elven működő berendezésekkel történik.

Berendezésünk képes a preparátum felszínén megkeresni az objektumot, azt kerülete mentén körbejárni, és az objektum területét soronként letapogatni.

A letapogatással információkat kapunk az objektum területének jellegéről, az esetleges lyukakról, nagyobb optikai sűrűséggel rendelkező zárványokról. Az objektumok közti üres szakaszok nem kerülnek a gép memóriájába.

A második lépéstől kezdve minden egyes műveletet számítógép végez.

Jelen munka nem kíván teljes összefoglalót adni a biológiai struktúrák gépi analízisének módszereiről; mindössze néhány példával illusztrált áttekintést nyújt.

### *A sztereológia és az elektronmikroszkópos vizsgálatok.*

A biofizikusok a következő feladat előtt állnak; néhány metszet vagy vetület alapján kell rekonstruálniuk a sejt vagy mikroorganizmus belső struktúráját.

Sztereológián a testek háromdimenziós struktúrájának vizsgálati módszereit értik, olyan esetekben, amikor csak a testek metszetei és síkbeli vetületei ismertek.

A sztereológiai társaság különböző tudományterületek szakembereit fogja össze – biológusokat, ásványtani szakembereket, metallográfusokat, petrográfusokat stb., tehát mindazokat, akik az egyes objektumok struktúráját tanulmányozzák.

Ha a számítógépet biológiai szubcelluláris struktúrák elemzésére használjuk, két probléma merül fel:

1. El kell különíteni az analizálandó struktúrát; és az azzal kapcsolatos információkat numerikus formában kell kifejezni.

2. Ki kell dolgozni az információfeldolgozás algoritmusát, a vizsgált struktúra mennyiségi jellemzőinek megállapításához.

A szubcelluláris struktúrák vizsgálatánál minimum három olyan feladattípust különböztetünk meg, amelyek megoldásában az elektronikus számítógépek alkalmazása igen perspektivikusnak látszik.

1. Elektronmikroszkópos felvételeken található objektumok osztályozása és számlálása.

2. Az egyes objektumok térbeli struktúrájáról készített elektronmikroszkópos felvételek mennyiségi leírásához szükséges módszerek kidolgozása.

3. Szubcelluláris struktúraátalakulások dinamikájának tanulmányozására szolgáló módszerek kidolgozása. Ebből a témakörből a közelmúltban a SZUTA levelező tagja, B. K. Vajnstein tekintélyes összefoglalót készített.

Egy új irányzat, a számítógép elektronmikroszkópiái alkalmazásának kezdetén állunk, de már egy sor jelentős eredményt sikerült elérnünk (a fágok és vírusok struktúrájának meghatározása, a riboszóma és egyes makromolekulák struktúrájának rekonstruálása). Eltelik még néhány év, és a biológiai struktúrák numerikus rekonstrukciójának módszere alapvetővé válik az elektronmikroszkópos módszerek elemzésében.

## Biológiai objektumok spektrumaiból nyerhető információk gyűjtésének és feldolgozásának automatizálásáról

(Kivonat)

A. P. Anyiszimov

A spektrális módszerek alkalmazásának elterjedése újabb követelményeket állít az adatgyűjtés és a feldolgozás elé. A nagymennyiségű spektrum megfelelő tárolást és operatív feldolgozást igényel, ami számítástechnikai eszközök felhasználása nélkül gyakorlatilag igen nehezen valósítható meg. Jelen tanulmányban számítástechnikai eszközökön alapuló, a spektrumokból nyerhető információk gyűjtésére és feldolgozására alkalmas automatizált rendszert ismertetek.

A fizikai módszereket a biológiai kutatásban széles körben alkalmazzák. A különböző biológiai és a komplex kémiai struktúrák vizsgálatában igen elterjedt a spektrális módszerek alkalmazása, ezek közül a legelterjedtebbek a következők:

- mágneses rezonancia spektroszkópia (mágneses magrezonancia, elektronspin-rezonancia, kettős elektron-mag rezonancia);
- optikai spektroszkópia (a spektrum ultraibolya és infravörös része);
- tömegspektrometria;
- Mössbauer effektus stb.

A spektrális vizsgálatok végcélja a biológiai anyag (objektum) struktúrájának tisztázása. Az elektronikus számítógépek alkalmazási lehetőségeinek sokfélesége lehetővé teszi, hogy a tudományos információ gyűjtésére és feldolgozására automatizált rendszereket hozzanak létre.

Ha áttekintjük a spektroszkópiái kutatások automatizálásának problémáját, elsősorban a technikai eszközök sokféleségével kerülünk szembe, s ez bizonyos nehézségeket okoz az egységes spektrum-információ feldolgozási rendszer követelményeinek kidolgozásában. Ezen túlmenően, a kísérleti objektummal kapcsolatban álló elsődleges berendezések jellege alapján eltérő tömegű és sebességű információra számíthatunk.

A modern spektrométerek adatgyűjtési sebessége 0,1 bit/sec és 20 millió bit/sec határok között mozog. Emellett az egyenkénti adattömeg 100 és 32 000 szó között változhat.

Egy ilyen komplexum speciális programmal való ellátása a tipikus univerzális műveletek elvégzése mellett a következő alapfeladatok megoldását is kell hogy biztosítsa:

- a) néhány mérési eredmény alapján átlagolt spektrumot nyerjünk a jel/zaj viszony megjavítása érdekében;
- b) az elnyelési sáv-maximumok helyzetének meghatározása egy etalon spektrum alapján történő interpolálással;
- c) az elnyelési sáv, jelalak tényleges paramétereinek meghatározása (a műszerfüggés hatásának tekintetbe vétele);
- d) az elnyelési vonalak relatív intenzitásának meghatározása (a maximális intenzitáshoz képest);
- e) relatív elnyelési koefficiens kiszámítása egy megadott elnyelési sávra vonatkozóan;
- f) a spektrumok előállítás a vonalkomponensek jelalakjainak paramétereinek alapján;
- g) a komplex elnyelési sáv felbontása az összetevő vonalkomponensekre (10 vonalig);

- b)* két tetszőleges spektrum összegének (különbségének) képzése;
- i)* az elnyelési sáv második momentumának meghatározása;
- j)* Fourier-spektrum előállítás;
- k)* spektrum-integrálás;
- l)* spektrum-differenciálás;
- m)* a spektrum-simítás műveletének elvégzése;
- n)* a spektrum inverz függvényének megkeresése;
- o)* a spektrum logaritmusának képzése;
- p)* az alapvonal-korrektció elvégzése;
- r)* a fáziskorrektció elvégzése.

A felsorolt feladatok mellett az automatizált rendszernek kvantum-mechanikai spektrumszámításokat és spektrum-identifikálást is tudnia kell végezni.

A felsorolt követelményekből kiindulva nézetünk szerint a legmegfelelőbb spektrum-adatgyűjtési s feldolgozási rendszer a sokszintes rendszer lehet.

A spektroszkópiai kutatások specifikuma a szintek specializálását csak laboratóriumi keretek között kívánja meg.

Éz esetben a rendszer blokk-sémáját a következő formában adhatjuk meg:

A – (1, 2, 3, . . . , k) a laboratóriumi kísérleti berendezések mini-komplexumai;

B – a második szint számítógépe;

C – a mini-komplexumok kapcsolatot tartó berendezései és vonalai a második szintű számítógép felé;

D – kapcsolatot tartó berendezések és vonalak a második szint számítógépei között.

A kísérleti berendezések mini-komplexumai az elsődleges feldolgozást, a spektrum-adatok gyűjtését, valamint a spektroszkópiai műszerekből kapott információk operatív áttekintését és kiválogatását végzik a spektrumoknak a közös könyvtárba történő bevitelére előtt.

Alapvető műszaki követelményekből kiindulva a mini-komplexumnak a következő alapberendezésekből kell állnia:

1. – kísérleti berendezés (spektrométer);
2. – CAMAC típusú interface;
3. – plotter;
4. – megjelenítő pult (display);
5. – mini-computer (az alapkombplexumban).

A szükséges spektrum-felbontás és a felvétel sebessége a mini-komplexum berendezéseinek műszaki paramétereivel szemben a következő követelményeket támasztja:

*a)* Mini-computer

- gyors működés 1–2 sec;
- memória: 4 K – 32 K szó;
- a szóhosszúság 16 bináris jegy (bit);
- bevétel, adatkiadás: perforátor, lyukszalag (v. lyukkártya), olvasó és lyukasztó, valamint nyomtató berendezések;

*b)* Megjelenítő pult (display)

- az ábrázolandó betűszimbólumok, számok, grafikonok;
- a megjelenített szimbólumok száma; nem kevesebb, mint 1000,
- a display grafikus részének felbontóképessége 1000x1000,

*c)* Plotter

- a rajzolási felület nagysága 250x350 mm
- felbontóképesség, 0,3 mm-nél jobb.

A mini-komplexumok paramétereivel szemben támasztott fenti követelményekből is látható esetleges redundanciájuk, ha lassan működő (pl. optikai) spektrométerekkel együtt használjuk őket. Ilyen esetekben ezért egy mini-komplexumot célszerű több spektrométerrel összekapcsolni. Másrészt a közeljövőben még sok esetben megmarad az a szituáció, amelyben nem célszerű, vagy lehetetlen mini-komplexumok alkalmazása spektrométerek vonatkozásában.

Irodalom:

1. IEE Transaction on Nuclear Science. April 1971 Volume NS-18. Nürnberg 2



## 8. RÉSZVÉTELÜNK NEMZETKÖZI SZERVEZETEK BEN

### AZ IUPAB TEVÉKENYSÉGE 1973–75-BEN

A Nemzetközi Biofizikai Unió, az egyes nemzetek biofizikai társaságait fogja össze és szervezi, valamint irányítja a világ biofizikai kutatásait. A szervezet 1961-ben Stockholmban alakult, első elnöke A. Katchalsky volt 1961–1969-ig, majd I. C. Kendrew 1969–1972-ig, azután F. Lynen 1972–1975-ig, a soron következő elnök 1975. aug.-tól B. Chance. Alapító főtítkár A. K. Solomon 1961–72-ig, majd R. P. Keynes. Az 1969-ben módosított alapszabályt ezen beszámoló végén teljes terjedelmében közlöm. Az alapszabályból az unió szerkezete és fő célkitűzései jól kirajzolódnak, ezért most csak az elmúlt 3 év legfontosabb tevékenységével kívánok foglalkozni.

*Szervezeti kérdések:* a 16 tagú Council évente egyszer, az elnökből, a két alelnökből és a főtítkárból álló Végrehajtó Bizottság évente kétszer ülésezik. Nemzetközi kongresszust és közgyűlést 3 évenként rendeznek, a legközelebbi 1975. augusztus 4-én Koppenhágában zajlik, az azt követő 1978-ban Kyoto-ban, Japánban lesz. Az uniónak jelenleg az alábbi 30 ország tagja:

Ausztrália	Izrael	Német Szövetségi
Ausztria	Japán	Köztársaság
Belgium	Jugoszlávia	Norvégia
Bulgária	Kína	Olaszország
Kanada	Lengyelország	Puerto-Rico
Csehszlovákia	Magyarország	Románia
Dánia	Mexikó	Svájc
Dél-Afrika	Nagy-Britannia	Svédország
Finnország	Német Demokratikus	USA
Franciaország	Köztársaság	Új-Zéland
Hollandia		Venezuela

A Council tagok listája 1972–75-ben a következő:

- F. Lynen (NSZK) elnök
- B. Chance (USA) alelnök
- J. C. Kendrew (Nagy-Britannia) tiszteletbeli alelnök
- R. D. Keynes (Nagy-Britannia) titkár
- A. Ehrenberg (Svédország)
- A. R. Gopal-Ayengar (India)
- F. Hutchinson (USA)
- L. Kayushin (Szovjetunió)
- E. Kellenberger (Svájc)
- O. Maale (Dánia)

F. Oosawa (Japán)  
B. Pullman (Franciaország)  
W. Reichardt (NSZK)  
M. Sela (Izrael)  
J. Tigyí (Magyarország)  
C. A. Tobias (USA)

Figyelemreméltó javaslatot fogadott el az 1974-es Cambridge-i tanácsülés, mely szerint egy további alelnöki posztot szerveztek, ami számunkra azért fontos, mert lehetőséget ad arra, hogy ezek egyikét a „geográfiai” eloszlás elvének megfelelően valamelyik szocialista ország képviselője kapja meg.

*Tudományos ülések:* A 4. nemzetközi kongresszus (Moszkva, 1972) után az alábbi tudományos rendezvények kerültek sorra az unió védnöksége alatt:

1. 1973. márc. 21-én az A. Katchalsky Memorial Symposium Berkeley (California): „Science and Humanism: Partners in Human Progress.”
2. 5. Nemzetközi Mágneses Rezonancia Symposium Bombay, 1974. jan. 14–18.
3. A membrán-biológia perspektívái symp. Oaxaca, Mexico, 1974. jan. 14–18.
4. Poliaminosavak, polipeptidek, proteinek és ezek biológiai jelentősége symposium. Rehovot, Izrael, 1974. máj. 2–7.

Figyelemreméltó új kezdeményezés az IUB (Internat. Union of Biochemistry) és az IUPAB közös együttműködésével tervezett Committee on Bioenergetics, továbbá az IUPAB, IUPAC és az IUB együttműködésével szervezés alatt álló Interunion Commission on Biothermodynamics.

Politikai szempontból érdekes, hogy az Executive Committee igen nagy figyelmet fordít a latin-amerikai és afrikai fejlődő országokban tartandó tanfolyamok szervezésére, és ugyanilyen törekvés nyilvánul meg a délkelet-európai szocialista országok felé is.

Tájékoztatásul az alábbiakban közöljük az Unió jelenleg érvényes alapszabályzatát.

## A TISZTA ÉS ALKALMAZOTT BIOFIZIKA NEMZETKÖZI UNIÓJA (IUPAB)

### I. Az Unió feladata és céljai

#### 1. Az Unió

- a) megszervezi a nemzetközi együttműködést a biofizikában és elősegíti a biofizika különféle ágazatai és a rokon tudományok közötti kapcsolatot;
- b) támogatja mindegyik országon belül azon társaságok közötti együttműködést, melyek a biofizika érdekét képviselik;
- c) elősegíti a biofizika fejlődését minden szempontból.

#### 2. Ezen célból:

- a) bizottságokat vagy testületeket hoz létre különböző célokból;
- b) nemzetközi üléseket és konferenciákat szervez;
- c) más tudományos szervezetekkel együttműködik;

- d) az ICSU-t alkotó Unióként tevékenykedik minden módon, annak Alapszabályzata értelmében;
- e) előmozdít minden tevékenységet, melyet szükségesnek tart megjelölt céljai eléréséhez.

## II. Tagság

3. A Nemzetközi Unió csatlakozó nemzeti testületek csoportjából áll. Mindegyik országban csatlakozó testület az Akadémia, az Országos Kutatási Tanács vagy hasonló intézmény, tudományos társaság vagy az ilyen társaság Csoportja, vagy olyan testület, amelyet az Unióhoz való csatlakozás céljából hoztak létre. Minden esetben Nemzeti Biofizikai Bizottságot kell létrehozni, és az Unióhoz való csatlakozás megerősítendő, ha ezen Bizottság tagságát bejelentették az Unió Közgyűlésének és az elfogadta.

4. Az „ország” kifejezés értendő minden olyan területre, amely tudományosan független.

5. A csatlakozó testületek évi díjat fizetnek a Nemzeti Uniónak. (Lásd IV. cikk 9. pont.)

## III. Nemzeti Bizottságok

6. Mindegyik Nemzeti Bizottságtól elvárják, hogy saját országában a biofizika különböző ágazatai érdekében működjön. Mindegyik Nemzeti Bizottság küldötteseket jelöl ki, akik a Bizottságot az Unió Közgyűlésén képviselik és delegáció vezetőt választ, aki országa nevében szavaz a Közgyűlésen. (Lásd IV. cikk 9. pont.)

## IV. Közgyűlés

7. Az Unió munkáját a küldöttek Közgyűlése irányítja, amely normális körülmények között háromévenként ülésezik.

8. Az Unió Közgyűlésének tagsága a csatlakozó nemzeti bizottságok által kinevezett küldöttekből, a Szakbizottságok és a Csatlakozott Bizottságok küldötteiből (lásd 9. pont és VII. cikk), a tisztviselőkből és a Tanács rendes tagjaiból áll. Csak a személyesen jelenlévő küldöttek szavazhatnak.

9. Az évi hozzájárulásnak három fokozata van, az összeget a Közgyűlés állapítja meg. Az ország által választott fokozattól függően egy, kettő vagy három küldöttet van joga a Közgyűlésre küldeni. Ezen kívül minden Bizottságnak joga van egy küldöttet a Közgyűlésre küldeni.

10. A Közgyűlésen az elsősorban tudományos természetű kérdésekről a jelenlévő küldöttek egyszerű szavazattöbbséggel döntenek; (mindegyik országnak egy szavazata van), kivéve az Alapszabályzat módosítását (lásd 22. pont). Az Elnök dönti el, hogy a kérdés tudományos vagy adminisztratív természetű-e.

## V. Az Unió tisztviselői

11. Az Unió tisztviselői az elnök, az alelnök és a főtitkár, akiket a tiszteletbeli alelnökkel együtt a közgyűlés választ meg. Az elnök kb. 3 évig viseli tisztségét, azaz az egyik Közgyűlés végétől a következő Közgyűlés végéig. Hasonlóképpen az alelnök is kb. 3 évig viseli tisztségét, ezután általában elnök lesz. A lelépő elnök is 3 évig tisztséget visel, mint a tiszteletbeli elnök. A főtitkár tisztsége 6 évig tart, de újra választható még további hároméves időtartamokra, maximálisan 12 évig.

12. A Főtitkár Hivatala az Unió hivatalos központja. A főtitkár feladata, hogy kapcsolatot tartson fenn minden testülettel, amely csatlakozott a Nemzetközi Unióhoz

és minden fontos szervezettel a biofizika területén belül. Elkészíti a költségvetést és a napirendet és kiküldi azokat a Tanács vagy a Közgyűlés ülése előtt legkevesebb 4 hónappal.

## VI. A Tanács

13. A Közgyűlés végrehajtó testülete a Tanács, melyet minden határozatában a szabad nemzetközi együttműködés hagyománya vezérel. Az Unió tisztviselői, csoportban működve, a Tanács ügyeit intézik a Tanács ülései közötti időben, és erről később jelentést tesznek a Tanácsnak.

14. A Tanács az Unió 4 tisztviselőjéből áll, akik a Tanács tisztviselői is, és a Tanács tagjai legfeljebb csak 12-en lehetnek, akiket a Közgyűlés tagjai közül választanak meg. A Tanács ha csak lehet, minden szempontból a tiszta és alkalmazott biofizika képviselője.

A Tanács rendes tagjai 3 évig viselik tisztségüket és legfeljebb csak két egymásután következő időszakra választhatók meg. A Tanács bármilyen üres helyet betölthet (beleértve a tisztviselőket is) és az így megválasztott személynek ugyanannyi a szolgálati ideje, mint annak a személynek, akit helyettesít.

A Tanács egyetlen tagja sem felelős egyénileg, akár rendes tag, akár tisztviselő, az Unió vagy Bizottságai adósságaiért és kötelezettségeiért.

15. A Tanács ülésezik:

a) a Közgyűlés alatt;

b) évente egyszer a közgyűlések között, kivéve más időpontot, melyet a Tanács határozott meg.

A Tanács 7 tagja határozatképes a Tanács ülésein.

## VII. Bizottságok

16. A Közgyűlés vagy a Tanács (a következő Közgyűlésnek ezt el kell fogadnia) Szakbizottságokat hozhat létre, melyek felelősek:

a) a biofizika különböző ágazataiért;

b) bármilyen más célért, beleértve a többi nemzetközi szervezetekkel való együttműködést is.

17. A Közgyűlés választja meg mindegyik Szakbizottság összes tagját, figyelembevéve a Tanács javaslatait. A Szakbizottság maga választja meg elnökét és titkárát és kiegészíti magát levelező tagokkal a Tanács jóváhagyása alapján.

18. Fennálló nemzetközi testületeket felvehet a Közgyűlés vagy a Tanács (a következő Közgyűlésnek ezt el kell fogadnia) az Unió Csatlakozott Bizottságaiként. A Csatlakozott Bizottságok évi díjat fizetnek, melynek összegét a Közgyűlés állapítja meg.

19. Minden Bizottság alkotmányát és alapszabályzatát a Tanács fogadja el. Minden Bizottság titkára felelős a Bizottság munkájáról szóló jelentés elkészítéséért minden Közgyűlésre.

A Szakbizottságokban a határozatokat az összes tag szavazattöbbségével fogadják el, nem pedig az országok szavazattöbbsége alapján.

20. A Tanácsnak joga van kijelölni egy képviselőt mindegyik Csatlakozott Bizottság Végrehajtó Testületében. A főtitkár megkapja minden hivatalos közlés másolatát, mely a Csatlakozott Bizottságok tevékenységére vonatkozik.

21. A Tanács által a bizottságoknak adott segélyeken kívül a bizottságok más forrásokból is elfogadhatnak segélyeket.

## VIII. A Szabályzat módosítása

22. A jelen Szabályzatot csak a Közgyűlésen jelenlévő nemzeti testületek 2/3-os írásbeli szavazatával lehet módosítani, amelyre vonatkozóan a változtatást előzőleg a napirendbe fel kell venni.

23. Az angol szöveg használandó a jelen Alapszabályzat fordításánál.

Elfogadva Stockholm, 1961. augusztus 2.

Módosítva Bécs, 1966. szeptember 7.

Módosítva Cambridge, Mass., 1969. augusztus 31.

TIGYI JÓZSEF  
az IUPAB Tanácsának tagja

## A NEMZETKÖZI ATOMENERGIA ÜGYNÖKSÉG FELÉPÍTÉSE ÉS TEVÉKENYSÉGE

A Nemzetközi Atomenergia Ügynökséget (NAÜ) – angol nevét International Atomic Energy Agency (IAEA) – 1957-ben alapították az ENSZ égisze alatt működő autonom szervezatként, két évvel azután, hogy a negyvenes évek második és az ötvenes évek első felének fegyverkezési versenye közben sikerült tető alá hozni az első Genfi Konferenciát az atomenergia békés célú felhasználásáról.

Alapító oklevele szerint, a NAÜ feladata két irányú:

– egyrészt elő kell segítenie az atomenergia hozzájárulását a békéhez, az emberiség egészségének és jólétének fokozásához;

– másrészt gondoskodnia kell, hogy a nemzetközi együttműködés keretében átadott nukleáris létesítmények, hasadó anyagok, felszerelés és ismeretanyag ne szolgálhassa az atomenergia katonai alkalmazását.

Előbbi feladataink végrehajtásához az Ügynökséget felhatalmazták az atomenergia békés célú felhasználásával kapcsolatos kutatási, fejlesztési és gyakorlati alkalmazási tevékenység; a tudományos és műszaki információcsere; valamint a tudományos kutatók és szakértők képzésének és cseréjének elősegítésére.

E feladat teljesítése érdekében az Ügynökség különféle programokat fejlesztett ki:

a) Kutatási program, amelynek keretben kutatási szerződéseket és egyezményeket köt a tagállamokban működő nemzeti intézményekkel olyan kérdések tanulmányozására, vagy kidolgozására, amelyek elősegítik az Ügynökség éppen aktuális általános programjának megoldását. Az Ügynökség némely területen maga is szervez és végez kutató tevékenységet saját laboratóriumaiiban. Ebből a szempontból, a NAÜ különleges helyzetet foglal el az ENSZ családba tartozó nemzetközi szervezetek között, mint olyan egyetlen szervezet, amely saját kutatóbázissal rendelkezik.

b) Technikai segélyprogram, amelynek keretében a NAÜ rövidebb-hosszabb ösztöndíjakat, tanulmányutakat és intézetlátogatásokat tesz lehetővé a fejlődő országok fiatal szakemberei részére, tanfolyamokat és szemináriumokat szervez, szakértőket bocsát a tagállamok rendelkezésére, költségesebb felszereléssel és műszerekkel támogatja a kutatásokat.

c) A tudományos és műszaki információ cseréjét segítik elő a különféle tudományos értekezletek, szimpoziumok, konferenciák és kongresszusok, amelyeket egy-

egy jól definiált kérdés megvitatására, vagy az atomenergia békés célú felhasználásában néhány év alatt végbement fejlődés felmérésére és a fejlődés várható irányainak megvitatására időről időre rendeznek, nemegyszer más nemzetközi szervezetekkel együttműködve, mint pl. az ENSZ égisze alatt négy ízben rendezett genfi konferenciák. Ugyancsak ide sorolható a NAÜ publikációs tevékenysége, a szimpoziumok, kerekasztal konferenciák és szakértői értekezletek előadásainak és vitaanyagának, kézikönyveknek, bibliográfiáknak, technikai reportoknak és egyéb kiadványoknak a publikációja. Ezek a kiadványok gyors megjelenésükkel és viszonylag olcsó árukkal nagy népszerűségnek örvendenek a szakemberek körében. Mindjárt hozzá kell tennem, hogy propagandájuk számos országban sajnos kisebb, mint amekkorát valójában megérdemelnének.

A Nemzetközi Atomenergia Ügynökségnek jelenleg 103 tagállama van, tehát kb. harminccal kevesebb, mint az ENSZ-nek. A különbségnek kettős oka van. Egyik az, hogy az ENSZ-be minden önálló állam, függetlenségének elnyerése után igyekszik azonnal felvételét kérni, mintegy önálló államiságának elismeréseként. Így olyan kis, és a fejlődés alacsony fokán álló államok is, amelyekben az atomenergia békés célú alkalmazása nem szerepelhet a legelső sorban megoldandó feladatok között.

Egészen más oka van, hogy a Kínai Népköztársaság sem tagja még a NAÜ-nek. Közismert, hogy a részleges atomcsend egyezmény a NAÜ-ra ruházta azt a feladatot, hogy ellenőrizze a hasadóanyagok valóban és kizárólagosan békés célokra történő felhasználását és szorgalmazza a tagállamok csatlakozását az egyezményhez. A Kínai Népköztársaság jelenlegi politikai irányvonala számára ez a tevékenység nem látszik különösen vonzósnak.

Az Ügynökség legfelsőbb irányító szerve a Közgyűlés, amely a tagállamok küldötteiből áll és évente egy alkalommal ülésezik rendszerint az Ügynökség székhelyén, Bécsben. A Közgyűléseken minden tagállamnak egy szavazata van, és a kérdések fontossága dönti el, hogy valamely határozatot egyszerű többséggel vagy kétharmados többséggel fogadják-e el. Közgyűlések között az Ügynökség tevékenységét a Kormányzótanács irányítja. Ennek vannak állandó és nem állandó tagjai. Hazánk már több ízben tagja volt a Kormányzótanácsnak, jelenleg is az. A Kormányzótanács évente kétszer, a közgyűlést közvetlenül megelőzően és azt követően, majd a közgyűlések közötti évnék a közepe táján ülésezik.

Az Ügynökség adminisztratív tevékenységét a Titkárság útján fejti ki, amelynek székháza Bécsben, a Kärtner Ring 11–13. alatt található, közel a híres bécsi Operaház épületéhez, és szemben a Hotel Imperiállal. A Titkárság épülete maga is hotel volt valamikor, így bizony nem nagyon alkalmas egy nagy nemzetközi szervezet elhelyezésére. A bécsi Duna part túlsó oldalán már folynak az ENSZ-város építkezései, ahol egyéb nemzetközi szervezetek mellett, a NAÜ is új otthont kap az évtized végére.

A Titkárság élén a Vezérigazgató áll, aki jelenleg Sigvard Eklund, svéd származású atomfizikus. A személyzet jelenlegi létszáma közel 1200 fő, amelynek valamivel kevesebb, mint 40%-a szaktisztviselő és több, mint 60%-a kisegítő munkaerő. A szaktisztviselők egy negyede, a vezérigazgató-helyettesek, igazgatók és alosztályvezetők nagy része diplomata státuszban, fele első- és másodosztályú szaktisztviselői, kb. 1/4-e segéd tisztí beosztásban van. A szaktisztviselőket a tagállamokból szerződtetik meghatározott időre, míg a kisegítő munkaerő nagyobbik hányadát a vendéglátó ország állampolgárai közül veszik fel. A meghatározott időre alkalmazott szaktisztviselők között fizikusok, kémikusok, mérnökök, biológusok, orvosok és egyéb szakmabeliek vannak, akik 2–5 esztendő töltenek a NAÜ Titkárságán, majd visszamennek a szakmájukba. Az állandó szerződéssel alkalmazott szaktisztviselők elsősorban az adminisztrációban dolgoznak.

A Titkárságot 5 főosztály alkotja, amelynek élén vezérigazgatóhelyettesek állnak. A főosztályok 2–6 osztályra tagozódnak, ezeket igazgatók irányítják. Az osztályok alosztályokból, hivatalokból, csoportokból, vagy részlegekből tevődnek össze, amelyekben különböző számú szaktisztviselő, kisegítő személyzet dolgozik egy főszakember vezetése alatt. A különböző országokból toborzott szakemberek száma elvileg és általában arányos az illető tagállam részesedésével a NAŰ költségvetésében.

Az Ügynökség programja az utóbbi években az osztályok programjából tevődik össze, amelyet alprogramok alkotnak, rendszerint az alosztályoknak megfelelően, s ezek program komponensekre tagolódnak. A program komponensek végrehajtásáért egy vagy két szaktisztviselő felelős.

Az Ügynökség költségvetése az 1974. évben kb. 30 millió USA dollár volt, amelyet 1975-ben 5 millióval kívántak megemelni. A költségvetés független az ENSZ költségvetésétől, s a NAŰ ebben a vonatkozásban is különbözik számos más ENSZ intézménytől, pl. az ugyancsak Bécsben székelő Iparfejlesztési Szervezettől (UNIDO), de hasonlít az UNESCO-hoz és WHO-hoz (Egészségügyi Világszervezet).

A költségvetés valamivel több, mint 40%-a személyi kiadás. Ennek zöme a Titkárság alkalmazottaival kapcsolatos kiadás: fizetés, túlóradíjak, szociális költségek stb. Így valamivel kevesebb, mint 60% megy a program végrehajtására. A Kutatási és Izotópalkalmazási Főosztály három osztályának költségvetése pl. osztályonként 1,1 és 1,6 millió USA dollár között mozgott az elmúlt esztendőben. Legalacsonyabb volt az Élettudományok osztályáé: 1,1 millió. Ennek kb. 20%-a jutott dozimetriai, 40%-a sugárbiológiai és 40%-a orvosi alkalmazási programok végrehajtására. A személyi kiadások levonása után, a program megvalósításra közvetlenül fordítható 60%-ból kb. 10% megy tudományos értekezletek rendezésére, 25% tudományos kutatási szerződésekre, 20% fordítási és publikációs tevékenységre, és 2% körüli összeg a szaktisztviselőknek a programmal kapcsolatos utazásaira, tehát kongresszusokon és a NAŰ által rendezett tudományos értekezleteken való részvételre.

Az Ügynökség jelenleg már hosszútávú program alapján fejt ki tevékenységét, amely programot a Titkárság szaktisztviselői készítenek elő saját szakmai ismereteik alapján, de bőségesen konzultálva a tagállamok szakembereivel, akiket kerekasztal-konferenciákra vagy szaktanácsadói értekezletekre meghívunk. Az így előkészített program a Titkárságon belül alapos elemzésre kerül, majd kikéri a NAŰ Tudományos Tanácsadó Bizottságának a véleményét. Ebben hazánkat Straub F. Brunz akademikus képviseli. Végül a program-tervezetet kiküldik a tagállamoknak hozzászólásra, és a beérkezett javaslatok figyelmeztetéssel terjesztik előbb a Kormányzótanács, majd a Közgyűlés elé jóváhagyásra. A jelenleg érvényben lévő hosszútávú program az 1975–80-as évekre szabja meg a NAŰ tevékenységét.

Az előzőekből is látható, hogy egy nagy létszámú nemzetközi szervezet meglehetősen bonyolult intézmény, amelynek a munkamódszerével megismerkedni bizony egy-két esztendőt is igénybe vesz. Sok vita folyt, és bizonyára még folyni fog a jövőben is arról, hogy ilyen körülmények között célszerű-e fenntartani azt a jelenlegi rendszert, hogy a Titkárság szaktisztviselőit csak meghatározott időre, egységesen két évre szerződtetik. Mire egy frissen bejött szaktisztviselő beilleszkedik a szervezet munkájába és már hasznos tevékenységet is ki tud fejteni, addig éppen lejár a szerződése. Biztosan hatékonyabb volna a szervezet, ha stabilabb személyzettel dolgozhatna. Ezzel szemben áll a másik nézet, amely szerint, ha egy szakembert – fizikust, kémikust, biológust, orvost, hydrológust mérnököt, állatorvost stb. – hosszú időre kiemelnek a közvetlen alkotó tevékenységből, előbb-utóbb elbürokratizálódik, elveszti kapcsolatát az amúgy is alig követhető tempóban fejlődő tudománnyal, s végeredményben megmerevíti, konzervatívává, sőt anakronisztikussá teheti a szervezet programját. Sőt,

hosszú lejáratú szerződésekkel a Titkárság esetleg súlyos teherterét is kénytelen lenne magára vállalni. Biztos, hogy nem minden szaktisztviselő váltja be a hozzá fűzött reményeket, s a jelenlegi rendszer mellett ezektől akár már két év elteltével is megszabadulhat.

SZTANYIK B. LÁSZLÓ  
a NAÜ Biológiai Osztálya  
Sugárbiológiai Alosztályának  
vezetője.

## **AZ IRPA TEVÉKENYSÉGE KÜLÖNÖS TEKINTETTEL ANNAK MAGYARORSZÁGI KIHATÁSAIRA**

Az 1940-es évek elején, elsősorban azonban azokban az országokban, ahol atomreaktorok és nagy energiájú gyorsítók létesültek, egyre több fizikus, orvos, vegyész, mérnök és más szakember kezdett el főhivatásként sugárvédelmi kérdésekkel foglalkozni abból a célból, hogy megóvja az embert és környezetét az ionizáló sugárzások károsító hatásától. Rövid idő alatt új komplex tudomány született: a Health Physics, magyarul sugárvédelem.

Az atomenergia békés felhasználásának világszerte rohamosan növekvő elterjedése csakhamar nyilvánvalóvá tette, hogy a sugárvédelem végső célja az emberiség megóvása a sugárártalmaktól, csak a legszélesebb körű nemzetközi összefogás útján érhető el.

1964-ben felkérték K. Z. Morgant, a sugárvédelemnek világszerte elismert egyik legkiválóbb tudósát, hogy kísérelje meg egy az egész világra kiterjedő nagy nemzetközi sugárvédelmi társaságnak a létrehozását. Két évi előkészítő munka fáradozásai végül is eredményesnek bizonyultak: 1966-ban Rómában nagyszabású kongresszus keretében megalakulhatott az International Radiation Protection Association (Nemzetközi Sugárvédelmi Társulat, IRPA), mely akkor 55 ország 15 tagegyesületéből állt és taglétszáma meghaladta az 5000-et. A Társulat, melynek alapító tagjai között ott volt az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Sugárvédelmi Szakcsoportja is, alapszabályainak megfelelően titkos szavazással megválasztotta 12 tagú vezetését, elsősorban elnökét, K. Z. Morgan személyében, alelnökét, főtítkárát, pénztárosát, publikációs igazgatóját és a következő kongresszus elnökét, valamint a Végrehajtó Bizottság 6 tagját, köztük Bozóky Lászlót, a magyar tagegyesület elnökét. Ezt követően a Végrehajtó Bizottság létrehozta 6 munkabizottságát és így a Társulat megkezdhetette alapszabályaiban rögzített tevékenységét, melynek célja, hogy a sugárvédelmi kutatásokban és a gyakorlati sugárvédelemben dolgozók közti nemzetközi kapcsolatok és kooperációk révén megóvja az embert és környezetét az ionizáló sugárzások károsító hatásától és ezáltal előmozdítsa az atomenergiának az emberiség javát szolgáló egyre szélesebb körű felhasználását.

Az IRPA alapszabályaiban külön hangsúlyt nyer:

1. A tudományos kutatásoknak és kiképzésnek a támogatása mindazokon a tudományterületeken, amelyek a sugárvédelem fejlődésében közreműködnek.
2. Sugárvédelmi Társulatok megalakításnak elősegítése szerte a világon, mert ezek nagymértékben elősegíthetik a sugárvédelmi szakemberek nemzetközi együttműködését.



Az alapszabályok szerint az IRPA-nak nemzeti sugárvédelmi társulatok lehetnek a tagjai, éspedig minden országból csak 1 társulat, nevezetesen az, amelyik leginkább képviseli az illető ország sugárvédelmi szakembereinek az összességét. Egy ilyen nemzeti, vagy regionális sugárvédelmi társulatnak az IRPA-ba való felvétele esetén a társulat tagjai egyénileg IRPA tagokká válnak. Nevüket, munkahelyüket, címüket – elsősorban éppen az együttműködés, illetve információ csere megkönnyítése céljából – az IRPA időnként könyv alakban kiadja és minden tagjának, jelenleg 6500 fő, díjmentesen megküldi.

Az IRPA minden más nemzetközi szervezettől, kormánytól független, demokratikus elvek alapján működő nemzetközi társulat. Működésének anyagi bázisát a tagdíjak – fejenként és évenként 1 dollár – és kongresszusi bevételek szolgáltatják. Így az IRPA-nak lehetősége nyílik pl. regionális kongresszusoknak, az ICRP (International Commission on Radiological Protection) nemzetközi sugárvédelmi csúcs bizottságnak stb. anyagi támogatására is.

Az IRPA II., ill. III. nemzetközi kongresszusát és új vezetőség megválasztásával egybekötött közgyűlést 1970-ben Brighton-ban, illetve 1973-ban Washingtonban, I. Európai Regionális Kongresszusát Menton-ban 1968-ban, II. Európai Sugárvédelmi Kongresszusát Budapesten 1972-ben rendezte meg.

Az IRPA vezetősége minden évben 2 napos végrehajtó bizottsági ülésen vitatja meg a munkabizottságok vezetőinek jelentését, a kongresszusok szervezési és tudományos kérdéseit, a kiadványok, pénzügyek terén aktuális intézkedéseket, dönt a tagfelvételi kérelmek ügyében stb.

A 3 tagú „Ad hoc” tagtoborzó munkabizottság szívós munkájának eredményeként időközben az IRPA taggyűléseinek száma 23-ra nőtt. Sok esetben, így a szocialista országok esetében is, a csatlakozást nagymértékben hátráltatta az a körülmény, hogy még nem rendelkeztek saját sugárvédelmi társulattal, tehát először ilyen társulatok megalakulását kellett szorgalmazni. Hogy Magyarország, mint alapító tag már 1966-ban bekapcsolódhatott az IPRA létrehozásába, azt éppen annak köszönhetette, hogy Fehér István szakcsoport titkár kezdeményezésére már 1962-ben megalakult hazánkban 80 fős taglétszámmal egy jól működő, lelkes sugárvédelmi szakcsoport. Szakcsoportunk történetesen néhány héttel a római IRPA Kongresszus után Pécsen rendezte a háromnapos II. Sugárvédelmi Szimpóziumot, melyen K. Z. Morgan, az IPRA elnöke és neje is részt vett.

A Pécsen megindult több éves előkészítő tárgyalások, levelezések eredményeként 1970-ig még Csehszlovákiát és Lengyelországot, 1972-ben a Szovjetuniót, majd 1974-ben az NDK-t sikerült még a szocialista országok közül beszervezni az IRPA-ba, melynek vezetőségébe Bozóky Lászlót újra és újra beválasztották.

A Sugárvédelmi Szakcsoport, mely az IRPA célkitűzéseire hasonlóan kezdettől fogva arra törekedett, hogy sugárvédelmi iskolák, ankétok, kongresszusok, klubdelutánok stb. rendezésével minél elevebb kapcsolatot építsen ki a legkülönbözőbb területeken dolgozó sugárvédelmi szakemberek között, ébren tartsa a sugárvédelmi kérdések iránti érdeklődést, növelje a tagság szakmai tudásának szintjét stb., kezdettől fogva bekapcsolódott nemcsak az IRPA megalakításába, de tevékenyen részt vesz annak sok tárgyalást és kiterjedt nemzetközi levelezést igénylő további munkájában is. Így Bozóky László vezetőségi tagsága mellett a 3 tagú „Ad hoc” szervező bizottságnak és a Judiciary Committee-nek Bujdosó Ernő a Publication Committee, Fehér István a Membership Committee tagja, Tóth Lajos 3 évig tagja volt a Rules Committee-nak.

A Szakcsoport nagy energiát fektetett be a budapesti Regionális IRPA Kongresszusnak és az ezzel egyidejűleg lebonyolított IRPA bizottsági üléseknek a meg-

rendezésébe is. Az 5 napos rendezvény, melyen a világ legkiválóbb sugárvédelmi szakemberei is részt vettek, komoly nemzetközi sikert ért el. A Kongresszus 350 résztvevővel, köztük 25 országból 240 külföldivel a Magyar Tudományos Akadémián zajlott le. Az ünnepélyes megnyitáson Erdey-Grúz Tibor, az MTA elnöke mondta az ünnepi beszédet.

1966-ban az MTA Matematikai és Fizikai Tudományok Osztálya létrehozta mint a III. Osztály tudományos bizottságát, az IRPA Magyar Nemzeti Bizottságát. A hazai sugárvédelem különböző területeit képviselő szakemberekből álló bizottság célkitűzése alapokmánya szerint: „A sugárvédelemmel hivatásszerűen foglalkozó, vagy a sugárvédelmet mindennapos munkájában alkalmazó magyar szakemberek képviselése az IRPA-ban, valamint a sugárvédelmi kutatás és gyakorlat korszerű szinten tartása az ionizáló sugárzás és az atomenergia veszélytelen békés felhasználásának elősegítésére a magyar társadalom és az egyéni emberiség jóléte érdekében”.

A Bizottság tagjai 1972 óta: Bozóky László elnök, Fehér István titkár, Bíró Tamás, Bujdosó Ernő, Gács Ferenc, Medveczky László és Predmerszky Tibor.

A Bizottság feladatai:

1. Az IRPA különböző bizottságaiban való aktív közreműködés.
2. Az IRPA-tól kapott hírek, információk feldolgozása és a hazai szakemberek részére történő továbbítása.
3. A hazai sugárvédelmi kutatás szintjének megfelelő képviselő elősegítése az IRPA rendezvényeken.
4. Az IRPA rendezvények szervezése hazánkban.
5. Kapcsolat tartása a hasonló területen működő szervekkel, elsősorban az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Sugárvédelmi Szakcsoportjával, amely a fenti célkitűzések érdekében tömöríti a hazai sugárvédelmi szakembereket.
6. A hazai sugárvédelmi kutatás figyelemmel kísérése, az eredmények időről időre történő értékelése, tudományos beszámolók és tanulmányok alapján.
7. Javaslat kidolgozása a hosszú és rövid távú sugárvédelmi kutatás és fejlesztési tervek fő irányaira.
8. Szakvélemény adása a sugárvédelmi jogszabályok kidolgozásánál.
9. Sugárvédelmi kiadványok megjelenésének elősegítése, a Sugárvédelmi Tájékoztató és egyes periódikus sugárvédelmi kiadványok szerkesztésének irányítása.
10. Közreműködés a sugárvédelmi képzésben és a szakterület népszerűsítésében.

A Bizottság 1975. évi munkatervéből az alábbi két pontot szeretném kiemelni:

1. Valamennyi, sugárvédelmi kutatásokkal foglalkozó hazai intézményunktől 1975. január 15-i terminussal bekért kutatási jelentések, illetve munkabeszámolók értékelése, javaslatok kidolgozása az ötödik 5 éves terv kutatási feladataira és tematikájára.

2. Az 1976-ra tervezett, az atomerőművek sugárvédelmi ellenőrzésével foglalkozó nagy-rendezvény előkészítési munkálatai.

A Bizottság évente 3–4 plenáris ülést és több szűkebbkörű megbeszélést tart. Tevékenységéről, melyet az MTA hathatósan támogat, a Matematikai és Fizikai Tudományok Osztályának számol be.

BOZÓKY LÁSZLÓ  
az IRPA Magyar Nemzeti  
Bizottság elnöke

### AZ EÖTVÖS LÓRÁND FIZIKAI TÁRSULAT ÉS A MAGYAR BIOFIZIKAI TÁRSASÁG KAPCSOLATAI

Az utóbbi években általános jelenséggé vált, hogy fizikusok keresik a kapcsolatot biológusokkal és fordítva, biológusok keresik a kapcsolatot fizikusokkal. Ha ennek a jelenségnek a mélyére nézünk, akkor nagyon sok különböző okot találhatunk, amely a közeledést iniciálja. Lássunk néhányat:

A fizikában az utolsó 5 évtizedben rendkívül fontos új felismerések születtek. Gondolok a kvantummechanikára, az atom és magfizikára. Míg a kvantummechanika elvi alapokat létesített az atomok, molekulák közötti kölcsönhatások megismerésére, az atom és magfizika új módszertani lehetőségeket adott az anyag rejtelseinek tanulmányozására. A kutatók és alkalmazások körét szélesíteni kívánva eljutottak arra a felismerésre, hogy az élettelen anyag tanulmányozása során szerzett ismereteiket kiterjeszthetik az élő anyag tanulmányozására is.

A biológiában az utóbbi két évtizedben fedeztek fel nagyhorderejű tényeket (pl. a genetikai anyag hordozója a DNS, a genetikai kód megfejtése stb.). A felismerésekben már szerepet játszottak az atom és magfizika módszerei (pl. röntgendiffrakció, izotóptechnika), a szerkezetek megértésében a kvantummechanika elveit kellett felhasználni. Logikusnak tűnt tehát az, hogy a biológusok tovább építsék a kapcsolatot a fizikusokkal.

Hazánkban nagyon régóta van egyesülete a fizikusoknak (még Eötvös Loránd alapította, a matematikusokkal közösen). A felszabadulás után önálló fizikai társulat, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat szerveződött. 1961-ben azok a fizikusok és azok a biológusok, akik a biológia és fizika interdiszciplináris problémáival foglalkoztak, új társaságot alapítottak, a Magyar Biofizikai Társaságot. Azt hiszem nem tévedés azt írni, hogy a Biofizikai Társaság alapító tagjai többségükben a Fizikai Társulatnak is tagjai voltak és ma is tagjai.

A fizika és biológia tudományok fentebb vázolt szoros kapcsolatai nyilvánvalóan tükröződnek a két társulat kapcsolataiban. Legyen szabad az áttekintést „történeti” szempontból tárgyalni és utalni arra a talán öntudatlanul létesített első kapcsolat-csírára, amely az újjászervezett Fizikai Társulat első vándorgyűlése volt. 1951-ben Pécsen a Pécsi Orvostudományi Egyetem Biofizikai Intézetében Ernst Jenő professzor és Tigyi József (akkor még tanársegéd) volt a vendéglátó házigazda. Akik akkor jelen voltunk a vándorgyűlésen, mindannyian maradandó emlékekkel tértünk haza, és sokunkat talán a Biofizikai Intézetben, a kutató laboratóriumokban tett látogatáskor érintett meg a biofizika varázsa.

A kapcsolat-csira tovább növekedett, és a Biofizikai Társaság megalakulása után több közös rendezvényben nyilvánult meg. 1961-ben már közös vándorgyűlést rendezett a két társulat ismét Pécsen. A vándorgyűlésen a két társulat számára közös előadást tartott Erns Jenő professzor „A biostruktúra mechanikája” címmel, ezután az előadások parallel szekciókban folytak fizika és biofizika témakörből.

1962-ben Debrecenben, 1965-ben Veszprémben szintén közös vándorgyűlés volt.

A veszprémi szakmai összejövetelen ismét volt közös előadás a két társulat tagjai részére: Ernst Jenő „Elektronbiológia felé” címmel hívta fel a fizikusok figyelmét az elektronok szerepére a különböző érzékszervek működésében.

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat 1967. évi Sopronban rendezett vándorgyűlésén a félvezető anyagok fizikájával foglalkozott több előadás. Ezekhez kapcsolódva Ernst Jenő bejelentést tett biológiai objektumok egyes félvezető tulajdonságairól.

1971-ben ismét Pécsen és ismét közös vándorgyűlés volt. A bevezető előadást újra Ernst Jenő tartotta „Biológiai és a matematikai izomorfizmus” címmel.

A vándorgyűlések története tehát szoros szervezési együttműködést mutat. 1973-ban a kapcsolatok tartalma némiképpen megváltozott. A fizikusok és biológusok vándorgyűléseiket külön rendezték, de – és ez fontosnak tűnik – a Szegeden megrendezett immár 15. Fizikus Vándorgyűlés programjában az első előadás ismét a biofizika tárgyköréből hangzott el: Garay András tartott előadást a biomolekulák optikai tisztaságának kérdéseiről.

A vándorgyűléseknél maradván a 16. Fizikus Vándorgyűlés 1975. aug. 21–23. között Debrecenben lesz. Témája: „A fizika más tudományokban”. Talán felesleges is mondanom, hogy az egyik „más tudomány” éppen a biofizika lesz. Az előzetes tervek szerint négy előadás számol majd be a biofizika újabb eredményeiről.

A Fizikai Társulat szokásos hétfői esti budapesti klubestjei keretében a 60-as évek közepén egy több előadásból álló biofizikai sorozatot szervezett. Az előadások látogatottsága magasan az átlag felett volt.

A 70-es években a klubesti hagyományok tovább folytatódtak. Geszti Tamás ismertette az élet keletkezésére vonatkozó t-igen-féle elméletet, a közeljövőben Karvaly Béla fog előadást tartani a biomolekuláris lipid membránokról.

1974-ben a fizika – biológia egymásrautaltsága nagyon kifejezetté vált. A fizikusok szerettek volna a molekuláris biológia modern eredményeiről bővebb ismereteket szerezni. Felmerült egy biofizikai nyári iskola terve. Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat és a Magyar Biofizikusok Társasága egy 6 tagú bizottságot hozott létre az iskola előkészítésére, amely a két társulat közös rendezésében Visegrádon valósult meg 1974 őszén. (Az iskoláról az Értesítő más helyén található beszámoló.)

A Fizikai Társulat lapja, a Fizikai Szemle fennállása óta szívesen közöl biofizikai tárgyú cikkeket. A szerzők között olyan neves biológusokat, biofizikusokat üdvözölhetünk, mint Bozóky László, Damjanovich Sándor, Garay András, Ádám György, Tarján Imre . . . Fordításban olvashattuk Crick és Nirenberg cikkeit a genetikai kódról.

A Fizikai Társulat széleskörű tevékenységet fejt ki a középiskolai tananyag reformálása érdekében. A kérdéskörrel foglalkozó kollégák sokat dolgoznak a természettudományok (fizika, kémia, biológia) integrált oktatása érdekében. Foglalkoznak a középiskolai tanárok továbbképzésével.

Ennek a kereteiben a fizika tanárok számára modern anyagszerkezeti ankétot szerveztek Kőszegen, Tatán és Gyulán, ahol is a program tekintélyes részét alkották a biológia, biofizika tárgyköréből vett előadások.

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulatban 1975-ben megalakult egy új szakcsoport, a „Szerves, kondenzált anyagok, makromolekulák” szakcsoport. Ennek egyik fontos feladata a két társaság közti kapcsolatok továbbbápolása, a határterületeken tevékenykedő fizikusok, fiziko-kémikusok összegyűjtése. Az új szakcsoportban máris felmerült egy újabb iskola terve, 1976-ra, amelyet helyes volna ismét a Magyar Biofizikai Társasággal közösen megrendezni.

Amint látjuk, az utóbbi években a kapcsolatok száma megnövekedett. A keretet tartalommal kitölteni az elkövetkező évek feladata lesz. Talán helyes volna a sok közös hazai rendezvény után egy közös nemzetközi rendezvény létrehozásának a lehetőségén is gondolkodni.

KESZTHELYI LAJOS  
az ELFT tanácsának tagja

## A MAGYAR ORVOSTUDOMÁNYI NUKLEÁRIS TÁRSASÁG MEGALAKULÁSA, MUNKÁJA

Az izotópok orvosi alkalmazásának széles körű elterjedése miatt – amely nélkül ma már nem képzelhető el a korszerű betegellátás – szükségszerűen merült fel egy új tudományos társadalmi szerv megalakítása a MOTESZ keretében. E társaság 1971. szeptember 28-án tartotta alakuló ülését, melynek eredménye a Magyar Orvostudományi Nukleáris Társaság (MONT) megalakulása.

Már az alakuló közgyűlés népes volta (320 fő), valamint a tagság azóta is meglehetősen nagy létszáma (1973-ban 318, 1974-ben 350 fő) is igazolta az orvosi társadalom ilyenirányú igényének jogosultságát.

Az ügyvezető elnökséget még 1971. október 19-én megválasztották, amely a tagság megbízásából folyamatosan intézi és irányítja a Társaság munkáját. A Társaság elnökévé Rodé Ivánt, az OTKI Onkoradiológiai Tanszékének vezetőjét választották.

A MONT alapszabályai értelmében feladata a hazai nukleáris medicina fejlesztése és széles körű terjesztése. Ennek értelmében az elnökségi üléseken egyik legfontosabb és leggyorsabban megoldandó feladatként jelölték meg az orvosi izotóp szakképesítés megszerzési lehetőségének kidolgozását. Ilyen tervet el is készült, amely a Magyar Radiológusok Társaságának elnökségével is egyeztetésre került.

A szakképesítés ügye már az engedélyezés stádiumában van. Ennek birtokában a jövőbeni hazai szakember-képzésünket jogos optimizmussal ítéldhetjük meg.

Társaságunk 1972 óta rendszeresen, évente kb. háromszor, tart tudományos üléseket.

Az első ülések a korszerű szcintigráfias eljárásokkal foglalkoztak. Még ez évben három előadás választotta témájául az izotóp generátorok orvosi alkalmazásának ismertetését ( $^{99m}\text{Tc}$ ,  $^{113}\text{In}$ ,  $^{68}\text{Ga}$ ,  $^{85}\text{Sr}$  stb.).

Mindkét témakör a korszerű in vivo diagnosztika alapját képezi, ezért érthető volt a hallgatóság érdeklődése.

Az OAB 1973. és 1974. évi utazási terveire az előhatóságokon keresztül Társaságunk javaslataival járult hozzá.

A vezetőség 1973. év folyamán négy elnökségi ülést tartott, melyek közül a decemberi ülésen a kibővített választmány tagjai is jelen voltak. Ezen az ülésen egyhangú határozatot hoztak, hogy az I. Nukleáris Kongresszus időpontja 1974 november legyen.

Az 1973-ban megrendezett három tudományos ülés közül egy az in vitro izotópdiagnosztikai eljárásokkal foglalkozott, egy pedig tanulmányúti beszámoló volt. Ezen beszámolóban is széles körű ismertetést kapott az in vitro (RIA, CPB) diagnosztika (Istanbul, IAEA Symposium és Madrid, XIII. Nemzetközi Radiológus Kongresszus).

Ismertetés történt a sugárterápia és a legmodernebb műszeres fejlődés legújabb eredményeiről.

Megvitatásra került a hazai nukleáris orvosi műszerfejlesztés és műszergyártás helyzete is.

1974-ben egy tudományos ülés volt, melynek tárgyköre „A nukleáris technika biomedicinális alkalmazása, különös tekintettel a környezet szabályozására”.

Ez év tudományos jelentőségét és súlyát a MONT I. Kongresszusa jelentette, melyet 1974. november 26–27-én tartottunk meg Budapesten, a Magyar Kereskedelmi Kamara épületében.

132 előadás hangzott el, az izotópdiagnosztika, az izotópterápia és a klinikai kutatások tárgyköréből. Az előadások A és B szekcióban kerültek előadásra, melyek híven tükrözték a nukleáris orvostudomány jelenlegi helyzetét hazánkban. A kongresszuson 8 külföldi előadás képviselte a nemzetközi színvonalat. A kongresszus bebizonyította az önálló Nukleáris Orvostudományi Társaság létjogosultságát és életképességét. Az előadásokkal egyidőben kiállítás is volt látható, melyben az Abbott cég, a KFKI, az MTA Izotóp Intézete, a Chinoin, a Picker és Gamma Művek mutatták be reprezentatív újdonságaikat. A kongresszus pozitív visszhangja a várakozást is felülmúlta, és ez igazolta annak szükségességét, hogy 2 évenként hasonló színvonalú és jellegű kongresszusokat kell tartani.

A MOTESZ Elnöksége az egészségügyet érintő párt- és kormányhatározatoknak megfelelően két, a nukleáris medicina tárgykörébe eső pályamunkát hirdetett meg, melynek elbírálása napjainkban történik.

A Társaság Elnöksége lépéseket tett arra vonatkozóan, hogy jelenjék meg egy, a magyar nukleáris orvostudomány helyzetéről rendszeresen képet adó önálló folyóirat.

KOCSÁR LÁSZLÓ,  
a MONT mb. főtítkára

## A MATE ORVOSTECHNIKAI SZAKOSZTÁLYÁNAK TEVÉKENYSÉGE

Részben külföldi hatásokra, részben a hazai tudományos és ipari fejlődés következményeként a 60-as évek elején merült fel az igénye annak, hogy Magyarországon tudományos egyesületi szinten foglalkozzunk az orvostudomány és a műszaki tudományok határterületén kialakuló problémákkal, szükségletekkel, tevékenységgel. Ez az időszak egybeesik az orvostechnikai ipar mennyiségi és minőségi fejlődésével. Az ezzel együtt jelentkező megnövekedett érdeklődés alapján a *Méréstechnikai és Automatizálási Tudományos Egyesület* adott működési teret az orvosi elektronikának, majd később a szélesebb területen jelentkező orvostechnikának.

1963-ban a magyar ipar szerkezeti változásait követte a tudományos egyesületi élet fejlődése is. Ebben az időben alakult meg a MATE keretén belül az Orvostechnikai Szakosztály, amely az orvosi elektronikán kívül radiológiával és kórháztechnikával is foglalkozik.

Szakosztályunkban élénk tudományos tevékenység folyik. Eleinte inkább egyes előadásokat, gyártmányismertetőket, klubösszejeveteleket szerveztünk, később egyre jellemzőbbé vált munkánkban a komplex problémafelvetés, ami ankétok, szimpóziu-

mok szervezésében jelentkezett. Ma már rendszeresen ismétlődő rendezvénysorozataink vannak. Ezek közül néhányról beszámolunk.

Az Orvostechnikai Konferenciát 1967-ben rendeztük meg először. A széles körű érdeklődés következtében határoztunk úgy, hogy e konferenciát időszakonként megismételjük. 1970-ben került sor a II. konferenciára, és 1974-ben rendeztük meg a III. konferenciát. (A IV. Orvostechnikai Konferenciát 1977-re tervezzük.) E rendezvénysorozatunk egyre növekvő érdeklődést vált ki, és már jelentős számú külföldi érdeklődőt is vonz.

Korán felismertük, hogy a magyarországi ipari koncentráció ellenére célszerű tevékenységünket a vidéki orvosi centrumokra is kiterjeszteni. Így született meg az Orvostechnikai Szimpózium-sorozat, amelyet mindig más vidéki városban rendezünk meg (1962-ben és 1966-ban Szegeden, 1967-ben Pécsen, 1968-ban Debrecenben, 1969-ben Szombathelyen, 1971-ben Keszthelyen, 1972-ben Miskolcon, 1973-ban Egerben és az idén Győrött.) E szimpóziumok mindig a hely és idő szerinti legaktuálisabb kérdést tűzik napirendjükre. A VIII. Orvostechnikai Szimpóziumon pl. az érzékelők témakörében hangzott el mintegy 20 előadás orvosok, kutató és fejlesztő mérnökök, gyártók és alkalmazók részéről, a VII. Szimpózium a perinatális diagnosztika módszereivel és technikai lehetőségeivel foglalkozott. A IX. Orvostechnikai Szimpózium az audiológiával és a laboratóriumi automatizálással foglalkozik.

Érdekes rendezvényfajtának tartjuk a kórházi ankét-sorozatot. Ezt különböző (fővárosi és vidéki, új és régi, kisméretű vagy területi vezető) kórházakban rendezzük. E rendezvényen nemcsak az orvos és a gyártó, hanem az egészségügyi középkezelők is részt vesznek, és sokirányú megbeszélésen cserélnek véleményt a különféle aspektusból érdekelt szakemberek. Az V. Kórházi Ankét pl. azt a kérdést vitatta meg, hogy a korszerű, centralizált nagykórházak mellett van-e és milyen szempontból aktualitása, hogy kis (100 ágyas) kórházakat létesítsenek.

Sok látogatót vonzanak és élénk vitát generálnak futurológiai rendezvényeink is. E sorozat keretében a gyorsan fejlődő orvosi szakágak fejlődési irányait és orvostechnikai aspektusait vetjük fel. Sikeresnek mondhatók a kardiológia, a sebészet, a klinikai laboratóriumok, az aneszteziológia, az intenzív terápia trendjével foglalkozott rendezvényeink. Előadásokat, ankétokat rendeztünk az automatikus vérnyomásmérésről, az elektromiográfiáról, a biotelemetriáról, az orvosi készülékek formai, esztétikai, színdinamikai kérdéseiről és még sok egyéb aktuális problémáról.

Szakosztályunk tevékenységében fontos helyet kapnak azok a kérdések, amelyek a KGST-ben folyó együttműködéssel kapcsolatosak. Törekvésünk, hogy a szakosztály tevékenysége segítse a KGST-szakosítás célkitűzéseit. E törekvésünkben jó kapcsolataink alakultak ki a Német Demokratikus Köztársaság és a Csehszlovák Szocialista Köztársaság egyesületeivel és szakembereivel. Rendszeres kapcsolatban állunk és látogatjuk egymás rendezvényeit.

Fennállásunk óta élénk érdeklődéssel kísérjük figyelemmel az orvostechnikai oktatás és továbbképzés kérdéseit. 1973-ban pl. nemzetközi megbeszélést tartottunk az orvosi elektronikai oktatás problémáiról. E beszélgetésben az NDK-ból, NSZK-ból, Lengyelországból és Csehszlovákiából érkezett szakemberek is kifejtették véleményüket.

Szakosztályunk tevékenysége nagyban hozzájárult, hogy Magyarországon jelentős előrehaladás van az orvosi elektronika műegyetemi és műszaki főiskolai szintű oktatásában. Sőt, eredmények vannak az orvostechnikai ismereteknek a szakmunkásképzésbe való bevonására is. Napirenden van az orvostovábbképzésben és az orvostechnikai oktatás kérdése is.

Szakosztályunk régen igyekszik kapcsolatot teremteni az orvostechnikában el-

ismert nemzetközi szervezetekkel is. Az International Federation on Medical and Biological Engineering kétévenként (újabbán háromévenként) ismétlődő konferencián 1963-ban Liege-ben és 1967-ben Stockholmban kerültünk személyes kapcsolatba a federációval, de hivatalos csatlakozásunkra csak 1973-ban került sor. Azóta részt veszünk a federáció választmányi és munkabizottsági tevékenységében.

A Szakosztályunkról szóló vázlatos áttekintés után ezen a fórumon is megragadom az alkalmat, hogy kifejezzem Szakosztályunk készségét a rokonterületekkel való kapcsolataink elmélyítésére. A Biofizikai Társaság tevékenységi köre és egyes témái is bizonyos vonatkozásban határosak a miénkkel, ezért nagy örömünkre szolgálna, ha közösen megoldható feladatokat találni. Ilyenek bizonyára vannak, hiszen pl. a Biofizikai Társaság ultrahangos szekciója kifejezetten klinikai és orvostechikai témákkal is foglalkozik.

Úgy érzem, hogy az együttműködés azzal az előnnyel is járna, hogy erőfeszítéseink hatásfoka nőne, és közös rendezvényekkel esetleg csökkenteni lehetne a nem mindig célszerű redundanciát. Kézenfekvő együttműködési lehetőség volna pl. az, ha a háromévenként megrendezendő Orvostechikai Konferenciákon belül vagy azokkal párhuzamosan rendeznénk meg a biofizikai vándorgyűlést. Így talán ökonomikusabban nagyobb publikumhoz tudnánk szólni viszonylag kis többlétszervezéssel. Természetesen ez csak egy hirtelen felmerült gondolat, feltehetően további haszon is származnék együttműködésünkből.

Ilyen gondolatok jegyében köszönti Szakosztályunk a Biofizikai Társaságot.

KATONA ZOLTÁN,  
az Orvostechikai Szakosztály  
elnöke



# 10. BESZÁMOLÓK

## KÜLFÖLDI TUDOMÁNYOS RENDEZVÉNYEK RŐL

### A III. NEMZETKÖZI ORVOSI, FIZIKAI KONGRESSZUS

(Göteborg, 1972. július 30–augusztus 4.)

A Nemzetközi Orvosi Fizikai Szervezet (International Organization for Medical Physics, IOMP) 1965-ben Harrogate-ben (Anglia) alakult meg, ahol a Magyar Biofizikai Társaság akkori első titkárát, Tigyi Józsefet, beválasztották a Szervezet vezetőségébe. A Szervezet III. Kongresszusát és vezetőségi üléseit a svédországi Göteborg CHALMERS Technológiai Egyetemén rendezte meg 1972. július 30. és augusztus 4-e között: III. Nemzetközi Orvosi Fizikai és Orvosi Technikai Kongresszus címmel.

A kongresszus elnöke I. Petersén, a kongresszus előtti napra tűzte ki az első IOMP vezetőségi ülést, melyet a Szervezet elnökének, J. S. Laughlin-nak betegség miatti távolléte következtében R. I. Magnusson alelnök vezetett le, akit a későbbiekben a következő periódusra az IOMP új elnökévé választottak meg. Az ülésen a távollévő Tigyi József vezetőségi tag megbízásából én vettem részt. A rendkívül sokrétű napirend tárgyalása két napot vett igénybe. Sor került a Szervezet alapszabályainak módosításától és a tagdíj összegének megállapításától a publikálási lehetőségek megvitatásán át az új vezetőség megválasztásáig sok-sok olyan kérdés tisztázására, amelyek azt a benyomást keltették, mintha az IOMP, mint nemzetközi szervezet csak most kezdene el komolyan működni, önmagát megszervezni. Erre utalt egyébként az a tény is, hogy a kongresszus keretében egy egész délelőtt volt szentelve annak, hogy előre felkért vezetők beszámoljanak arról, hogy országaikban hogyan is áll az orvosi fizika művelése, van-e szervezetük a fizikusoknak, milyenek a munkalehetőségeik stb. Az IOMP titkára, J. R. Cameron a vezetőségi ülések határozatainak megfelelően nagy ügybuzgalommal kezdett neki az IOMP sorainak rendezéséhez.

A kongresszuson 5 párhuzamos szekcióban összesen 253 előadás hangzott el, köztük 3 magyar. Úgy vélem, érdeklődésre tarthat számot, hogy milyen témaköröket is érintettek az előadások és mi volt az előadások számának eloszlása az egyes témákra. Röviden a következőkben lehet a választ összefoglalni:

különbéle dozimetriai előadás	48
radiodiagnosztikai előadás	43
radioterápia, besugárzástervezés	24
elektrophysiológia	18
radiobiológiai témák	18
kisszámítógépek alkalmazása	16
ultrahangos előadás	10
neutron dozimetria	10
modellezés	10
nukleármedicina általában	9
matematikai módszerek tárgyalása	6
a csont ásványtartalmának mérése	6
biomechanika	6
brachy-terápiás források	6

ciklotron alkalmazások	6
sugárvédelem	5
telemetry	5
egészségtesztzámlálás előadás	4
egyéb orvosi fizikai témák	3

A fentiek szerint az előadások között a radiológia és nukleár medicina  $80\frac{0}{0}$ -kal, az electrophysiology  $7\frac{0}{0}$ -kal, az ultrahang  $4\frac{0}{0}$ -kal, az összes többi téma  $9\frac{0}{0}$ -kal volt képviselve a kongresszuson.

A kongresszus rendezése apróbb zökkenőktől eltekintve jó volt. Magán a Chalmers Egyetemen műszer- és eszközkiallítást is rendeztek, elsősorban nukleáris mérőműszerek, speciális izotópos eszközök és a svéd ipar által kifejlesztett besugárzás-tervező számítógépek voltak láthatók. Egyik délután a göteborgi nagy kórház radiológiai és sugárfizikai létesítményeit látogathatták meg a kongresszus résztvevői: a jól felszerelt dozimetriai laboratóriumot a számítógépes besugárzás-tervezéssel, a kobalt-ágyúkat, lineáris gyorsítókat, a rádiumterápiás berendezéseket, a két nagy érzékenységgű egészségtesztzámlálót, valamint a legkorszerűbben felszerelt izotóp-diagnosztikai laboratóriumokat.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy bár a kongresszuson meglepően új eredményekről nem történt beszámolás, színes és sokrétű képet nyújtott az orvosi fizika jelenlegi helyzetéről és fejlődési irányairól. Emellett lehetőséget nyújtott régi ismerősök találkozására, mélyreható szakmai megbeszélésekre, új kapcsolatok, termékeny kooperációk kiépítésére.

BOZÓKY LÁSZLÓ,  
az MBT Orvosi-Fizikai Szekciójának  
elnöke

#### IV. NEMZETKÖZI BIOFIZIKAI KONGRESSZUS

(Moszkva, 1972. augusztus 7-14.)

1972. augusztus 7-14. között Moszkvában zajlott le a IV. Nemzetközi Biofizikai Kongresszus, amely tartalmában és külsőségében egyaránt méltóan reprezentálta a biofizikai kutatások terén a megelőző években elért eredményeket.

Az eltelt három év távlatából megállapítható, hogy a biofizika ezen nemzetközi seregszemléje jól szervezett, sikeres és a résztvevők igen nagy számából ítélve is eredményes volt.

A IV. Nemzetközi Biofizikai Kongresszus – a résztvevők száma tekintetében – az eddigi legnagyobb méretű ilyen rendezvény volt. Négy világrész (Európa, Ázsia, Amerika, Ausztrália) 36 országából közel 2800 résztvevője volt. Legnagyobb létszámú küldöttséggel (közel 1300 fő) a Szovjetunió képviseltette magát, de az Észak-Amerikai Egyesült Államokból is 340 biofizikus jött el Moszkvába. Hazánkat – a magyar biofizika nemzetközi tekintélyének és régi tradícióinak megfelelően – igen népes, 73 tagú kutatógárda képviselte a nemzetközi kongresszuson.

A kongresszus ünnepélyes megnyitása 1972. augusztus 7-én zajlott le a Moszkva

folyó partján álló „Roszija” szálló reprezentatív konzenttermében. Ugyanitt este magasszínvonalú balettestet rendeztek a kongresszus résztvevői részére.

A 12 szimpozion és a 25 parallel szekció keretében zajló tudományos program színhelye az Állami Lomonoszov Egyetem volt. A kongresszus keretében több mint 2000 tudományos előadás hangzott el.

Igen sikerült színfoltja volt a kongresszusnak a biofizika öt nemzetközi reprezentánsának nagy érdeklődéssel kísért, felkérésre tartott referáló előadása a biofizika egy-egy előtérben álló kérdéséről plenáris ülés keretében. Megtisztelő volt számunkra, hogy a meghívott előadók között szerepelt Társaságunk tiszteletbeli elnöke, a Társaság megalapításának kezdeményezője, Ernst Jenő akadémikus is, „The Present and Prospects of Biophysics” c. előadásával.

12 szimpózion keretében a biofizikai kutatások alábbi fő kutatási területei szerepeltek:

- Fehérjék struktúrája és funkciója
- A nukleinsavak szerkezete és funkciója
- A mozgás biofizikája
- A membrán szerkezete és funkciója
- A paramágneses centrumok és a szabad gyökök szerkezete és szerepe biológiai rendszerekben
- A sugárhatás biofizikája
- A közlési és ellenőrzési folyamatok biológiai rendszerekben
- Orvosi biofizika
- Az ingerfelvétel biofizikája
- A computer technika alkalmazása az orvosi-biológiai kutatásokban
- Biorheológia
- A subcelluláris rendszerek biofizikája.

A 25 szekcióban parallel zajlott előadások a biofizika úgyszólván minden területét felölelték. A szekciók leszűkített tematikája lehetőséget nyújtott arra, hogy egy-egy kérdésről az érdekelt szakemberek mélyreható szakmai vitát is folytathassanak. Másrészt a nagyszámú szekció, a párhuzamos programok csak az előadások egy részének meghallgatását tette lehetővé.

Igen nagy segítséget jelentett, hogy a rendezőség az előadáskivonatok teljes anyagát, az egyes szekciók idő- és előadásbeosztását valamint az előadók teljes névsorát előzetesen a résztvevők rendelkezésére bocsátotta.

- A szekcióülések az alábbi fő témakörökkel foglalkoztak:
- Ingerületi állapot (kvantumbiofizika)
  - Paramágneses centrumok biológiai rendszerekben
  - Sugárzások biofizikája (aminosavakon, fehérjéken, nukleinsavakon, állati és növényi sejteken)
  - Fotoszintézis
  - Biológiai termodinamika
  - A fehérjék és nukleinsavak szerkezete és funkciója
  - A mozgás
  - A biológiai membrán szerkezete és a membrántranszport
  - A subcelluláris részecskék struktúrája és funkciója
  - Az ingerület és az ingerület-áttevődés szinapszisokban
  - Sejtbiofizika
  - Érzékszervek
  - Úrbiofizika, a fizikai tényezők hatása a biológiai rendszerekben
  - Orvosi biofizika és biomechanika

A szabad gyökök patalógiai szerepe  
Az immunfolyamatok fiziko-kémiai alapjai  
Alkalmazott biofizika.

A fenti szekciótémák nagy vonalakban jelzik a biofizikai kutatások igen széles spektrumát. A kutatások területén megnyilvánuló hazai koncentrációs törekvések helyességének hangsúlyozása mellett említendőnek tartom, hogy az egyre szélesedő és erősödő magyar biofizikai kutatások – néhány téma kivételével – a legtöbb, kongresszuson szereplő témával kapcsolódnak; néhány témában pedig (pl. sugárbiofizika, fotoszintézis, mozgás biofizikája, ingerületi jelenségek kutatása) nemzetközileg elismert eredményekkel dicsekedhetünk.

Szakmailag feltűnő volt a modern radiospektroszkópiai módszerek igen jelentős térhódítása a biofizikai kutatások területén. Jelentős hangsúlyt kapott az ESR és az NMR vizsgálatokkal nyert biológiai eredmények bemutatása.

Igen jelentős, hogy a szimpóziumok anyaga utólag teljes terjedelmében is megjelent (*Studia Biophysica*).

Az MBT csoportos IBUSZ-utazás szervezésével tette lehetővé a Társaság tagjainak kiutazását a moszkvai kongresszusra. A csoportos utazás keretében Társaságunk 30 tagja jutott ki a kongresszusra. A többi magyar résztvevő főhatósága, vagy az Akadémia támogatásával vett részt a kongresszuson.

A kongresszus magyar résztvevőinek alkalmuk nyílt meglátogatni a Puscsinóban működő, modern felszerelésű biofizikai kutatóintézetet is. Itt szakmai program keretében nagyvonalakban megismerhettük a kutatóintézet fontosabb kutatási témáit, meglátogathattuk a laboratóriumokat és a kutatókkal való személyes eszmecsere, kapcsolatfelvételre is lehetőség nyílt.

A IV. Nemzetközi Biofizikai Kongresszushoz kapcsolódva lezajlott az IUPAB esedékes közgyűlése is. Ezen szavazati joggal 26 ország képviselője volt jelen, közöttük 7 szocialista ország is. A közgyűlés az igazgatótanács elnökévé F. Lynent (NSZK), az eddigi alelnököt, alelnökké B. Chance-t (USA) választotta meg. A főtítkári posztra a közgyűlésen R. Keynes-t (Anglia) jelölték és választották meg. A Council 4 üres helyére az alábbiak kerültek be a titkos szavazás eredményeként: A. R. Gopal Ayengar (India), Tigyi József (Magyarország), O. Maaloe (Dánia), M. Sela (Izrael). A Council tagjává újjáválasztották L. O. Kayushin professzort (Szovjetunió). A magyar biofizika nemzetközi tekintélyét, a magyar biofizikai kutatások elismerését jelzi, hogy a 12 tagú Councilban a Szovjetunió képviselője mellett magyar kutató, Társaságunk elnöke is helyet kapott. A közgyűlés határozatot hozott, mely szerint az V. Nemzetközi Biofizikai Kongresszust 1975. nyarán Koppenhágában rendezik meg. A közgyűlésen újra felvetődött az Európai Biofizikai Társaság megalakításának kérdése. Az egységes álláspont az volt, hogy erre a helyzet még nem érett, a feltételek még nem biztosítottak. Helyette koordinációs központ létesült, amelynek székhelye Bécs, feladata: információgyűjtés, tájékoztatás, az Európai Biofizikai Társaság megalakításának előkészítése.

A kongresszussal párhuzamosan a vendéglátó szovjet biofizikusok a Lomonoszov Egyetem sportcsarnokában, illetve a moszkvai népgazdasági kiállításon orvosi és biofizikai alap kutatási műszerekből igen nívós kiállítást is rendeztek.

A szovjet sajtó, rádió és televízió is nagy érdeklődéssel kísérte a Nemzetközi Biofizikai Kongresszus lefolyását. A megnyitás napján a Pravda vezető helyen közölte a Szovjetunió Minisztertanácsának a Nemzetközi Kongresszushoz intézett üdvözlését.

A IV. Nemzetközi Biofizikai Kongresszuson Ernst akadémikus plenáris ülésen tartott előadásán kívül az alábbi 41 kiselőadás hangzott el szekciósülések keretében magyar előadók részéről:

1. Bálint, E., Lehoczki, E., Hevesi, J.: Fluorescence Life-time in Dye-detergent Solutions
2. Belágyi, J., Kutas, L.: Luminescence and Paramagnetism in Muscle and Nerve Tissues Caused by  $\text{Cu}^{2+}$  Ion II.
3. Biró, R. A., Szilágyi, L., Bálint, M.: Specific Reassociation of Unfolded Subunit Chains of Helical Proteins
4. Damjanovich, S., Somogyi, B., Bot J.: Conformational Changes of Irradiated Phosphorylase *b*
5. Demeter, A., F.-Dániel, A., Garay, A. S.: Circular Dichroism Spectra of Granal and Agranal Chloroplasts
6. Egyed, E.: Biopositive Changes of the Ion Content of Striated Muscles Treated with a Low-level Gamma-irradiation
7. Eöry, A. Némethi, J.: Software Foundations for Computer Simulation of Biological Systems
8. Fitori, J.: Effect of Viscosity on the Dielectric Dispersion of Phosphorylase *b*
9. Garamvölgyi, N., Biczó, G., Ladik, J.: On the Nature of the Resting Elasticity of Muscle
10. Gáspár, R.: Study of the Glycogen Phosphorylase Enzyme through the Quantum Chemical Behaviour of its Substrate
11. Garay, A., Tolvaj, L., Laczkó, I., Czégé, J.: On the Coupling of Magnetic Transition Dipole and Elektronspin in Excited Chiral Molecules
12. Györgyi, S., Sugár, I., Kanyár, B., Blaskó, K.: Comparison of  $\text{K}^+$ ,  $\text{Rb}^+$  and  $\text{Cs}^+$  Transport of Biological Membranes by Means of Kinetic Models
13. Hernádi, F., Nagy, Zs.: X-ray Induced Single-Strand Breaks in the DNA of Cysteinepretreated *E. coli* K-12 Cells
14. Horváth, M.: Studies on the Mixed Disulfide Bridges between Proteins and the Sh-Radioprotector AET
15. Karczag, A., Rontó, Gy., Tarján, L.: The UV Effect on Bacteriophages MSZ
16. Karvaly, B.: Electrode Processes on Artificial Bimolecular Lipid Membranes
17. Kiss, T., Rózsa, K. S.: Ion Dependence of the Resting and Action Potentials in the Heat Muscle Cells of the Shail, *Helix pomatia* L.
18. Kónya, L., Kövér, A.: Localization of  $\text{La}^{3+}$  Effect in Frog Skeletal Muscle
19. Kovács, T., Szabó, B.: On Factors Affecting Sodium Uptake in Skeletal Muscle Fibre
20. Kövér, A., Szabolcs, M., Csabai, A.: On the Role of Membrane-bound Ca in the Function of Sarcoplasmic Reticular Fraction
21. Kutas, L., Belágyi, J.: Luminescence and Paramagnetism in Muscle and Nerve Tissues Caused by  $\text{Cu}^{2+}$  Ions I.
22. Laczkó, I., Kovács, K., Garay, M., Garay, A.: Role of Magnetic Transition Dipole in Interactions of Biologically Important Molecules
23. Lakatos, T.: Photodynamic Repetitive Response in Myelinated Frog Nerve
24. Lénárt, G.: Application of Biophysical Methods in Examined of the Problems of Bone Transplantation
25. Némethi, I., Eöry, A.: Mathematical Foundations for Computer Simulation of Biological Systems
26. Niedetzky, A.: Biological Effect of Heavy Water on Sperm and Yeast Fungi
27. Orvos, G., Mányai, S., Végh, S.: Drug Extraction Induced Haemolysis: A Consequence of Apolar Interactions with erythrocyte Membrane
28. Pórszász, J., Gibiszer-Pórszász, K., Such, G.: Input-Output Relations in the Sympathoinhibitory Reflexes

29. Sántha, A., Várterész, V., Mándi, E., Nádor, K., Zaránd, P.: Weitere Erfahrungen über radioprotektive Wirksamkeit neuer Xanthogenate in Tier experimenten
30. Such, G., Pórszász, J.: Heterosynaptic Interactions of Sympathetic Reflexes
31. Szabad, J., Szalay, L.: Energy Transfer in Solutions of Carotene-Chlorophyll Mixtures
32. Szabó, B., Kovács, T., Varga, E.: The Effect of Veratridine on the Kinetics of Sodium Fluxes in Frog Striated Muscle
33. Szőgyi, M., Tamás, Gy.: Die Wirkung der verschieden Ionen auf die Streptocycin-Aufnahme der *E. coli* B Zellen M
34. Tigyi, J., Nagy, L.: Semiconductor Behaviour of the Muscle Tissue
35. Török, A., Fülöp, Z., Banczerowsky-Pelyhe, I.: Mathematical Analysis of Spontaneous Activity of Shellfish Neurons.
36. Trombitás, K., Tigyi-Sebes, A.: Longitudinal Structure of Thick Filaments
37. Vadász, I., Salánki, J., Véró, M.: Some Characteristics of the Activity Generation in Br-Cell of the Snail *Helix pomatia* L.
38. Varga, E., Dankó, M., Gesztelyi, I.: On the Mechanisms of Membrane Potentials Oscillation Evoked by Veratrine
39. Várkonyi, Z., Sundi, Z.: Spectral Properties of Protein Solutions Labelled by Fluorescent Dyes
40. Veres, I.: Ultramicrobiophysics as a New Friend in the Research Work
41. Vető, F.: On the Role of Water Binding and Temperature Gradients in the Water Transport

Mindent összevéve a mintaszerűen rendezett, igen nagylétszámú kongresszus jó áttekintést adott a biofizika nemzetközi helyzetéről. Társaságunk ottlévő tagjai méltóan képviselték a magyar biofizikát.

NIEDETZKY ANTAL,  
az MBT elnökségének tagja

### **„Az ultraibolya sugárzások biológiai hatásainak alapjai”**

című nemzetközi konferencia

(Brno, 1972. október 2–5.)

A konferencia a Csehszlovák Tudományos Akadémia Biofizikai Intézetének és a Csehszlovák Biológiai Társaság Biofizikai Szekciójának rendezésében 1972. október 2–5. között zajlott le Brno-ban. A konferencia szekcióinak címei az alábbiak voltak:

1. A nukleinsavak alkotórészeiben ultraibolya fény hatására létrejövő fotokémiai változások.
2. Az UV fény vírusokra és baktériumokra gyakorolt hatásának molekuláris alapjai.
3. Az UV fény emlős sejtekre gyakorolt hatásának molekuláris alapjai.
4. A reparációs folyamatok molekuláris alapjai.

5. Az UV fény mutagén hatásai.

Fenti témakörből összesen 47 előadás hangzott el, ezek teljes anyaga 420 oldalon orosz ill. angol nyelven M. Klimek szerkesztésében megjelent a *Studia biophysica* 36/37. kötetében, 1973-ban.

## A II. Molekuláris és Sejtszintű Radiobiológiai Nyári Iskoláról

A kéthetes tanfolyamot a Csehszlovák Tudományos Akadémia Brno-i Biofizikai Intézetében 1973. szeptember 17–29. között rendezték meg a KGST-országok témában érdekelt fiatal kutatói számára. Az első hasonló rendezvény tapasztalatai alapján megszervezett intenzív kurzusnak kilenc résztvevője volt, a Szovjetunióból 3, Lengyelországból 3, az NDK-ból 1 és Magyarországról 2. A tematika elsősorban a nukleinsavak in vitro sugársérülésével s az ennek nyomkövetését szolgáló kísérletimérési módszerekkel foglalkozott. E témakörből a rendező intézet igen széles körű kutatómunkát végez s az egyes részterületeket jól ismerő aktív kutatókkal rendelkezik.

A tanfolyam délelőttönként tartott 2–3 másfél-kétórás előadásokból és délutáni négyórás mérési gyakorlatokból állt. Utóbbiakat két csoportra osztva végeztük.

Az előadások az alábbi témákkal foglalkoztak:

A sugárzás és biológiai anyagok kölcsönhatása.

A nukleinsav bázisok radiokémiája.

Makromolekulák kutatásának korszerű módszerei:

a) elektron-optikai

b) elektrokémiai

c) ultracentrifugás

d) radioautográfias módszerek.

Ionizáló sugárzások hatása a DNS-re in vitro.

Nukleinsavak in vitro ionizáló sugársérülése és azok reparációja.

Ultraibolya fény hatása nukleinsavakra és komponenseikre.

Ultraibolya fény hatása sejtekre, a sérülések reparációja.

Ionizáló sugárzások hatása bakteriofágokra.

Letális és szubletális sugársérülések reparációja sejteken.

Kromoszóma aberrációk.

Nagy specifikus ionizáló sugárzások hatása sejtekre.

Sugárvédő anyagok hatásának mechanizmusa.

Sugárzások mutagén hatása.

A radiobiológia perspektívái.

Az előre bejelentett „hivatalos” nyelv az orosz volt, s bár az előadók többsége szívesen tartott rövidebb angol és német nyelvű összefoglalókat is, elsősorban a szovjet kollégák kérésére ezt végig betartották. A nyelvi nehézségek áthidalására általában igen sok vetített anyagot használtak, s kevés kivételtől eltekintve, igen előzetesen válaszoltak egyéni szakmai kérdésekre, anyagokat, különlenyomatokat bocsátottak rendelkezésünkre, az előadások javarészét sokszorosítva kiosztották stb. Ilyen módon a résztvevők meglehetősen heterogén érdeklődési területe ellenére sikerült mindenki számára követhető, hasznos és érdekes anyagot nyújtaniuk.

A gyakorlatok témája a lehetőségekhez képest követte az előadásokét. Az alábbi vizsgálatokat végeztük el:

A nukleinsav bázisok széthasadása ionizáló sugárzások hatására.

Dimérek keletkezése pirimidinbázisokon ultraibolyafény besugárzás után.

DNS denaturációjának vizsgálata polarográfiával.

DNS egyes és kettős töréseinek vizsgálata ultracentrifugálással.

Kromoszóma aberrációk megfigyelése, értékelése.

A DNS elektronmikroszkópos megfigyelése.

DNP változásai besugárzás hatására.

Bakteriális DNS degradációja besugárzás után.

Sajnos az intézet helyi és felszereltségi adottságai tényleges gyakorlati munkát a fentiek közül csak néhány témakörben tettek lehetővé. Előzetes tájékoztató anyag hiányában a hallgatók közvetlen manuális részvétele – az elképzelésektől eltérően – eléggé korlátozott volt.

Az intézmény elhelyezése igen szerencsés, a Brno-t övező zöldterület peremén, különálló épületben, kiszolgáló létesítményekkel és előadóteremmel ellátva. A város centrumából – ahol elhelyezésünk történt – jól megközelíthető. Műszerezettsége a folyadékszintillációs technika gyors és kényelmes kivitelezhetőségét és automatikus kiértékelését biztosító néhány nagyműszeren kívül középszerű. A szervezést végző V. Drasil, az előadók közül L. Ryznar, B. Liska, E. Lukasova és M. Klimek messze kötelességüket meghaladó mértékben segítették munkánkat, gondoskodtak Brno és környéke megismertetéséről, egyéb programok szervezéséről. A résztvevők és az intézet munkatársai között emberileg is jó kapcsolat alakult ki. A tanfolyam hasznosan szolgálta a tématerület áttekintését, az intézet munkájának megismerését, s nem utolsósorban a KGST biofizikai együttműködésben résztvevő intézetek kutatóinak szakmai kapcsolatteremtését.

KUTAS LÁSZLÓ

## BESZÁMOLÓ AZ 5. NEMZETKÖZI SUGÁRZÁSKUTATÁSI KONGRESSZUSRÓL

(Seattle, 1974. július 14–20.)

A Nemzetközi Sugárzáskutatók Egyesülete (IARR) 5. Kongresszusa 1974. július 14. és 20. között az Amerikai Egyesült Államok csendes-óceáni partvidékén, a Washington állambeli Seattle-ben került megrendezésre. A kongresszus elnöki tisztét V. P. Bond, a Brookhaveni Nemzeti Laboratórium társigazgatója töltötte be, főtitkári teendőit pedig W. K. Sinclair, az Argonni Nemzeti Laboratórium Biológiai Osztályának igazgatója látta el.

A Szervező Bizottság mindent megtett, hogy a kongresszus a sugárzással kapcsolatos kutatásokban érdekelt szakemberek legnagyobb szabású tudományos összegyűlése legyen. A bizottság tagjai eljöttek az Európai Sugárbiológiai Társaság 1972. évi római, és 1973. évi madridi konferenciáira, hogy egyrészt ötleteket merítsenek a tudományos program összeállításához, másrészt minél nagyobb számú kutatót vegyenek rá személyesen is a nemzetközi kongresszuson való részvételre. Repülőgépet béreltek, jelentős utazási segélyalapot hoztak létre, fedezték a plenáris ülések elnökeinek és előadóinak, valamint a szimpóziumok szervezőinek részvételi költségeit. A közbejött



gazdasági és pénzügyi nehézségek, a nagy távolság és a magasra szökött utazási költségek tehetnek róla, hogy elképzeléseiket nem sikerült megvalósítani maradéktalanul. A hivatalos lista szerint, a kongresszus résztvevőinek száma kerekén 1300 volt, tehát jóval alatta maradt az Evianban (1970) rendezett utolsó, és a Cortina d'Ampezzóban (1966) rendezett azelőtti kongresszus létszámának. Különösen szembetűnő a visszaesés, ha leszámítjuk az Egyesült Államokból összesereglett „helybelieket”, akik 750 fős létszámukkal az összes résztvevő több mint 50<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-át képezték. Rajtuk kívül, legnagyobb számban érkeztek szakemberek Japánból – 140, Nagy-Britanniából – 80, Kanadából – 70 és a Német Szövetségi Köztársaságból – 65 fő. A szocialista országokból bejelentett résztvevők száma 40 körül volt.

A résztvevők számának csökkenése az előző kongresszusokhoz képest nem járt a tudományos program csökkenésével. Bejelentettek közel 1050 előadást. Ezek közül néhány tucatot időközben visszavontak ugyan, másokat azonban pótlólag felvettek a programba. Így az összesen elhangzott előadások száma 980 volt, tehát 30–40-nel több, mint a korábbi két kongresszuson.

Igen jó volt a kongresszus szervezése. A Seattle Centrum – ez a furcsa létesítmény, amelyben tudományos és kulturális, sport és vendéglátóipari objektumok mellett megtalálhatók a budapesti Vidám Park egyes elemei is – lehetővé tette, hogy egyidőben 14 paralel szekcióban folyjanak előadások anélkül, hogy a legcsekélyebb mértékben zavarták volna a Centrum megszokott, hétköznapi vagy hétvégi életét.

A kongresszus hivatalos programja július 14-én, vasárnap délután 5 órakor kezdődött az Operaházban, dr. Dixy Lee Ray, az Egyesült Államok Atomenergia Bizottsága elnöknőjének megnyitó előadásával. Kedvesen hangzott, amikor az előadónő biztosította a hallgatóságot, hogy az Egyesült Államokban nincs másik hidrobiológus nő, aki annyit tudna az atomenergetikáról és a vele kapcsolatos tudományos kérdésekről, mint ő. Ezzel azokra, a korábban elég gyakori megjegyzésekre utalt, amelyek belföldön és külföldön egyaránt elhangzottak az atomenergetika terén azelőtt teljesen ismeretlen hidrobiológus nőnek az AEC élére történt kinevezése körül. Humorérzékét a hallgatóság nagy tapssal jutalmazta.

A tudományos program hétfő reggeltől szombat délig tartott. Minden reggel 8.30-kor plenáris üléssel kezdődött, amelyet 10 órakor 4–5 párhuzamosan futó szimpózium követett. Az elfogadott 10 perces kiselőadások délutánonként kerültek sorra 14 paralel szekcióban egy kora délutáni és egy késő délutáni ülés keretében. Szerda délután nem volt tudományos program, helyette kiránduláson vettünk részt.

A plenáris üléseket jó előre felkért üléselnökök szervezték olyan témákról, amelyeket a Kongresszus Szervező és Program Bizottsága különösen időszerűnek ítélt. Az a megtiszteltetés ért, hogy a 4. plenáris ülés programjának összeállítására és az előadók kiválasztására a Nemzetközi Atomenergia Ügynökségnél szerzett tapasztalataim alapján engem kértek fel. Ez a plenáris ülés a sugaras technológia alkalmazásával foglalkozott. Úgy vélem, hogy a plenáris ülések előadóit és előadásait érdemes egyenként is felsorolni:

1. A M. Weinberg: Energiaszükséglet, nukleáris energetika és környezet. – 2. R. L. Hirsch: A fúziós energiatermelés helyzete és kilátásai. – 3. S. Yoshikawa: Fúzió kutatás Japánban. – 4. S. Jablon: Emberi acut externális sugárexpozíció késői következményei. – 5. R. E. Rowland: Az incorporált radioizotópok okozta malignitás kockázata. – 6. A. S. Hoffman: Monomerek és polimerek alkalmazott, ipari sugárzáskémiaja. – 7. A. Gustafsson: Sugárzás és növénytermesztés – visszapillantás és előretekintés. – 8. E. S. Josephson, A. Brynjolfsson, E. Wierbicky: Ionizáló sugárzás felhasználása élelmiszer- és takarmány-készítmények tartósítására. – 9. F. J. Ley: Sugaras sterilizálás – egy ipari eljárás. – 10. J. Miller: Kémiai carcinogenesis emberben

és kísérleti állatban. – 11. P. Oftedal: A sugárveszély genetikai aspektusai más környezeti tényezők viszonylatában.

Az 5 plenáris ülés 11 előadása tehát az atomenergetika és sugaras technológia kérdéseivel, valamint az ember és környezetének a sugárzás ártalmas hatásaival szembeni védelmével foglalkozott. Ezek az előadások is élénken tükrözik, hogy napjainkban milyen nagy jelentőségre tettek szert a gyakorlati kérdések, különösen, ha visszagondolunk az elmúlt kongresszusok plenáris üléseinek a tematikájára.

Az utolsó, szombati plenáris ülés felkért előadói a kongresszuson elhangzott előadások alapján igyekeztek összefoglaló értékelést adni a sugárfizikai, sugárkémiai és sugárbiológiai kutatásokban az elmúlt négy-öt esztendő alatt végbement fejlődésről, és kiemelni azokat az új információkat, amelyeket a további kutatás szempontjából különösen jelentősnek ítélték meg.

A 24 szimpóziumon elhangzott 105 előadás és a 126 szekcióülésen elmondott 860 előadás áttekintése természetesen nem volt könnyű feladat. A párhuzamos szekciók miatt, fizikailag is lehetetlen volt valamennyi előadást végighallgatni. Én is csak arra szorítkozhatom, hogy az utolsó plenáris ülés előadóinak összefoglalóiból megkísérlem kiemelni azokat a megállapításokat vagy következtetéseket, amelyeket magam is a legfontosabbnak tartottam.

A *sugárfizikai és dozimetriai* előadásokat H. E. Johns, (Ontario Cancer Institute, Toronto, Canada) foglalta össze. Megállapította, hogy a sugárfizikusokat még mindig az a kérdés foglalkoztatja, hogy a sugárzó energia hogyan és milyen mennyiségben nyelődik el a besugárzott anyagban, elsősorban a biológiai anyagban. A Kongresszus egy külön szimpóziumot szentelt a néhai R. L. Platzman professzor emlékének. E szimpózium fő kérdése is az energiaátadás, az ionizáció természete és a gázionok viselkedése volt.

Másik figyelemre méltó kérdéscsoport az Auger-elektronok mikrodozimetriája körül alakult ki. A hég-elektron befogadását követően az atomból kilépő Auger-elektronok rövid hatótávolsága miatt ugyanis, a subcelluláris és celluláris struktúrában lokálisan deponáló energia mennyisége messze meghaladja azt az értéket, ami a hagyományos dozimetriai alapokon várható volna. Mivel az elektronbefogással elbomló radionuklidok pl.  $^{55}\text{Fe}$ ,  $^{67}\text{Ga}$ ,  $^{75}\text{Se}$ ,  $^{123}\text{I}$ ,  $^{125}\text{I}$ ,  $^{197}\text{Hg}$  alkalmazása a medicinában és a radiobiológiai kutatásokban gyorsan terjed, az Auger-effektus biológiai jelentősége tisztázásra szorul. Néhány előadás már foglalkozott ez utóbbi kérdéssel is.

Figyelmet érdemelnek a lyoluminescentia jelenségén alapuló dozimetriai vizsgálatok. Ennek az a lényege, hogy bizonyos, szilárd halmazállapotban besugárzott anyagok fényt emittálnak, ha vízben vagy más oldószerben feloldják őket. Ilyen anyagokat találunk az alkáli-halogenidek és cukrok között. Fluorescens vegyületek (pl. luminol) jelenléte fokozza a fényemissiót. A trehalóz diszacharid fényemissiója 100 mrad és 150 krad között lineárisan arányos a kapott dózissal. Mivel a szacharidok kémiai összetétele közel áll az emberi lágy szövetekéhez, remélni lehet, hogy a lyoluminescens anyagokkal hamarosan megvalósítható lesz az igazi szövetekvivalens dozimetria.

A *sugárzaskémiai* előadásoknak közel 40%-a foglalkozott a biológiai szempontból fontos molekulák, elsősorban szénhidrátok és enzimek sugárzaskémiájával. Ezeket az előadásokat J. H. Baxendale (University of Manchester, England) foglalta össze a szombati ülésen.

A biológiai rendszerekben lezajló elektron-transzfer jelenségek és sugárzaskémiai reakciók modellezésére igen hasznosnak bizonyultak a szénhidrogénekből és ionokból álló ún. micellák. Ezekben a micellákban az ionok perifériásan, hengerpalástszerűen helyezkednek el, a hosszabb szénláncú szénhidrogén molekulák pedig belőgnak a henger belsejébe. A micelláris kettős réteg vastagságát és felületi potenciál-

ját az oldat ionerőssége határozza meg. A vizes micellás rendszerekben lezajló sugárkémiai reakciók lényegesen különböznek a tiszta vizes oldatokban lezajló reakcióktól. Nemcsak a radiolízis-termékek hozama, megoszlása és reakcióik sebességei állandói mások, hanem pl. a szulfhidril vegyületek radioprotektív hatékonysága is.

Még mindig nagyon gyümölcsöző a pulzus-radiolízis technika alkalmazása, amelyet újabban polarográfiás technikával kombinálnak. Kiterjedt vizsgálatok folynak a szabad gyökök oxidatív és redukzív tulajdonságainak meghatározására szilárd testekben és folyadékokban.

Változatlanul a radiokémikusok érdeklődésének homlokterében áll az elektron. Számos vizsgálat történt a dry-elektronok és szolvatált elektronok hozamát és élettartamát meghatározó tényezők felderítésére. Bebizonyították, hogy az elektron mobilitását befolyásolja a rendszert alkotó molekulák alakja. Kidolgozták az elektron teóriáját poláros folyadékokban.

A *sugárbiológiai* tárgyú előadásokat két összefoglalóban tárgyalták. A *celluláris* és *subcelluláris* szintű kutatásokról M. M. Elkind (Argonne National Laboratory, Argonne, Ill., USA) adott áttekintést. Ezek a kutatások négy fő kérdés körül csoportosultak: a makromolekulák sugárkárosodása és reparációja, sugaras carcinogenesis, radiosensitizálás és kis dózisu sugárhatások következményei.

Ma már bebizonyosodott, hogy az excisiós repair nemcsak microorganizmusokban, hanem UV besugárzott emlős sejtekben is végbe megy. Még mindig nem dőlt el, hogy a sejt pusztulása szempontjából milyen jelentősége van a DNS molekula egyszál-töréseinek (single-strand breaks). Egyes kutatók direkt összefüggést vélnek felfedezni az egyszál-törések és a sejtpusztulás között, mások viszont a bázis-laesiókat tartják fontosabbnak. Az ellentmondásokat csak fokozta az a közlés, hogy mérsékeit hypothermia gátolja a repairt, ugyanakkor csökkenti a lethaliátást.

Feltételezik, hogy a DNS-ben létrehozott pirimidin dimérek (TT, CC, CT) tumor-indukcióhoz vezethetnek. E feltételezést látszik alátámasztani az az észlelés, hogy UV besugárzással létrehozott dimérek fotoreaktivációja csökkenti a tumor gyakoriságát. Van Bekkum és munkatársai dózisufiggő canceriform transformációt tudtak kimutatni besugárzott emlőssejtek in vitro kolóniáiban. A nagy LET-tel rendelkező neutronok biológiai hatékonysága ebben a rendszerben is nagyobb volt, mint a konvencionális röntgensugaraké. Annál meglepőbb, hogy a dózis frakcionálása a neoplasztikus transformációt elősegítette. A sugárzás cancerogén hatásának magyarázatára felvetett hypothesisek között egyaránt szerepelt a vírus-aktiválás, gén-transzfer és misrepair elmélet.

Elméleti és gyakorlati szempontból egyaránt jelentősek azok a kutatások, amelyek a hypoxiás sejtek radiosensibilitásának gyógyszeres fokozására irányulnak. A szolid tumorok sugaras kezelésének a környező ép szövetek sugárérzékenysége szab határt, amely sok esetben nagyobb, mint a tumorok nekrotikus zónájának határán található, rossz vérellátású szövetek hypoxiás sejtjeinek sugárérzékenysége. Az utóbbi években sikerült olyan vegyületeket találni, amelyek az ilyen, hypoxiás sejtek sugárérzékenységét jelentősen fokozzák, ugyanakkor nem befolyásolják az oxigénnel jól ellátott, normál sejtek érzékenységét. Különösen biztató ezekben a kísérletekben, hogy a radiosensitizerek között olyan vegyületek is vannak, amelyeket már használnak a klinikumban gyógyszerként, s így toxicológiai és farmakológiai hatásuk már jól ismert.

Több közlemény foglalkozott a kis dózisu sugárzás biológiai hatásaival, különösen a dózis-hatásgörbék kezdeti szakaszán észlelhető, eltérő hajlásszögű szakasz vizsgálatával. Mikrodozimetriai megfontolásokból arra lehet következtetni, hogy a túlélési görbéknek a „vállat” az okozza, hogy a sejt elpusztulásához a sugárzásnak egy-

idejűleg két, egymástól független és körülbelül sejtnukleusznyi távolságra lévő tar-  
getet kell eltalálnia. A kérdésben elhangzott előadásokat a vizsgálati objektumok szé-  
les spektruma és sejtcentríkusság jellemezte.

A *szövetszintű és organizmus-szintű* sugárbiológiai kutatásokkal foglalkozó 420  
előadás összefoglaló értékelésével G. Silini (Laboratorio di Radiobiologia Animale,  
C. N. E. N., C. S. N. Casaccia, Róma) igyekezett megbirkózni.

Az előadások egy része a korai sugárhatás problémáival foglalkozott részben  
a sugárvédelem, részben a sugárzás terápiás hasznosítása szempontjából. A korábbi  
kongresszusoknál nagyobb teret kaptak a jelenlegi Kongresszuson a normál és tumor-  
ros szövetek sugárreakcióinak összehasonlító vizsgálatával foglalkozó munkák, viszont  
kevesebb előadás tárgyalta a sugárhatás immunológiai vonatkozásait.

A késői szomatikus sugárhatások között elsősorban a leukaemogenesis és can-  
cerogenesis kérdéseivel foglalkozott sok előadás. A dózis-hatás összefüggés tisztázását  
ebben a vonatkozásban zavarja az a tény, hogy a tumor-indukció valószínűségével pár-  
huzamosan figyelembe kell venni a sejt elpusztításának valószínűségét is, ami a dózis  
növekedésének arányában rohamosan fokozódik. A sugárhatás késői következmé-  
nyeinek kockázatát más környezeti tényezők, pl. vegyszerek hatásának kockázatával  
összevetve kell elemezni.

A genetikai sugárhatásokkal foglalkozó előadások különösen kiemelték az ál-  
latkísérleti adatok humán extrapolációjának nehézségeit.

Jelentőségéhez képest szerény számú előadás foglalkozott olyan fontos kérdések  
tárgyalásával, mint a transzurán elemek toxicitása. Az Amerikai Egyesült Államok  
<sup>239</sup>Pu termelése már elérte a  $2 \cdot 10^4$  kg-ot. Márpedig ez a radionuklid  $\mu$ Ci mennyiség-  
ben belélegezve is képes tüdőcarcinomát okozni kísérleti állatokban. Szerencsére a  
plutonium intoxicatio emberekben meglehetősen ritka és azok sem súlyosak.

A radioökológiai vizsgálatok egyelőre alátámasztják azt a feltételezést, hogy  
az ökológiai rendszer legérzékenyebb tagja az ember, tehát azok a rendszabályok,  
amelyek az ember sugárvédelmét hivatottak biztosítani, egyben az egész rendszer  
sugárvédelmét is garantálják.

A Kongresszus tudományos programjához tartozik még, hogy az ez évi Failla dí-  
jat Prof. J. W. Boag, a suttoni Rákkutató Intézet Fizikai Osztályának vezetője, a  
Nemzetközi Sugárzáskutatói Egyesülés eddigi elnöke kapta, s a szokásoknak megfe-  
lelően ő tartotta a Failla emlékelőadást is „A radiobiológia időskálája” címmel. Mint  
a cím is mutatja, azoknak a történeteknek az időbeli lefutásával foglalkozott, amelyek  
a sugárzó energia elnyelődése és a biológiai effektus manifestálódása között leját-  
szódnak. Prof. Boag komoly érdemeket szerzett azoknak a gyors vizsgálati módsze-  
reknek a kifejlesztésében, mint pl. a pulzus-radiolízis, amelyekkel a korai történetek  
ma már eredményesen vizsgálhatók.

Első pillanatban megdöbbenő címe: „Romok és reaktorok” ellenére, a nagy-  
közönségnek szánt csütörtök esti előadás nem az atomreaktorok felrobbanásának ve-  
szélyével foglalkozott, hanem a nukleáris módszerek alkalmazásával az archeológiai  
kutatásokban. Előadója G. Harbottle, a Brookhaveni Nemzeti Laboratórium mun-  
katársa volt.

A Kongresszus idején számos nemzetközi szervezet tartott munkaértekezletet.  
Tisztújítás volt a Nemzetközi Sugárkutatási Egyesülés Vezetőtestületében is. Az  
1974–78. időszakra H. S. Kaplant (Stanford, USA) választották meg elnöknek, D. W.  
van Bekkumot (Rijswijk, Hollandia) alelnöknek és G. Silinit (Róma, Olaszország)  
pénztárosnak. Tanácsstagok lettek: G. E. Adams, R. J. M. Fry és K. Misono; a szak-  
területi képviselők pedig: fizika – T. Brustad, kémia – J. H. Baxendale, biológia –  
G. W. Barandsen, orvostudomány – R. F. Kallman. A nemzeti és regionális tagegye-

sületeket a következők képviselik: H. Matsudeira – Japán Sugárkutatói T.; L. M. van Putten – Holland Sugárbiológiai I.; C. L. Dunham – USA Sugárzástudományi T.; A. Nilsson – Svéd Sugárbiológiai T.; J. Kroh – Lengyel Sugárzástudományi T.; C. Strefel – Nyugatnémet Biofizikai és Röntgenológiai Társaságok; és Quintiliani – Európai Sugárbiológiai T.

Ezen kívül részleges tisztújítás történt az Európai Sugárbiológiai Társaságban, ülést tartott az ICRP I. Szakbizottsága, az IUPAB Sugárbiofizikai Bizottsága, valamint a Késői Sugárhatásokkal Foglalkozó Kutatócsoportok Nemzetközi Egyesületének Tanácsa.

Döntés született arról is, hogy a 6. Nemzetközi Sugárkutatói Kongresszust 4 év múlva Japánban rendezik.

A Kongresszus idején, egyrészt az ülések közötti szünetekben, ebéidőben és estenként, másrészt a fogadások alkalmával és a szerda délutáni kirándulás alatt bőséges alkalom nyílt személyes találkozásokra és négy szemközti vagy csoportos megbeszélésekre. Ebből a szempontból nagy előnyt jelentett, hogy a párhuzamos szekcióülések egymás melletti termekben folytak, a résztvevők közeli szállodákban nyertek elhelyezést, s a Seattle Centrum területét még ebéidőben sem kellett elhagyniok.

Végül megelégedéssel nyugtázhatjuk, hogy a nagy távolság és magas költségek ellenére 5 magyar kutatónak alkalmá volt résztvenni és szerepelni a Kongresszuson: Fónagy Anna, Gidáli Júlia, Igali Sándor, Sztanyik László és Tigyi József.

SZTANYIK B. LÁSZLÓ  
az MBT elnökségének tagja

### **Nemzetközi Biofizikai Nyári Iskola**

(Bukarest, 1974 szeptember)

Az MBT kiküldöttként Gueth Sándorné, Báthori György és Mátrai Árpád vettek részt az 1974. szeptember 9–15. között Bukarestben rendezett nyári iskolán, melyet az IUPAB szervezett a Bukaresti Központi Biológiai Intézettel és a Bukaresti Orvostudományi és Gyógyszerészeti Egyetem Biofizikai Intézetével együttműködve.

A résztvevőket – mintegy 60 fő Romániából, 1 Lengyelországból, 1 Bulgáriából, 3 Magyarországról – előzetes igényüknek megfelelően egyetemi kollégiumban, illetve szállodában szállásolták el.

Az előadásokat és a konzultációkat a Bukarest központjában lévő elegáns Casa Universitarii – Egyetemi Ház – épületében rendezték.

A nyári iskola programja az eredeti kiírással szemben jelentősen módosult, a nevesebb előadók közül E. Selkov és J. Wyman maradt távol, de így is színvonalas nemzetközi tudósgárda előadásait élvezhettük. Különösen az A. Monnier, P. Walker, E. Rojas, N. Chalazonitis és R. Stampfli professzorok által tartottak voltak emlékeztetők.

Az előadásokon felül délutánonként több technikai-metodikai bemutatót is tartottak az orvosegyetem különböző intézeteiben, egyidőben többet, párhuzamosan. A magyar résztvevők Stampfli professzor „single fiber” preparálását és Rojas professzor „voltage clamp” bemutatóját látták.

Az előadások fő témái elsősorban az idegingerület és membrántranszport jelenségek köré csoportosultak, de hallottunk molekuláris biológiai és genetikai témákról is. A nyári iskola hallgatói az iskola bezárása után szép oklevelet kaptak ottlétük bizonyosságául.

A magyar résztvevők több ízben tapasztalhatták a házigazdák megkülönböztető figyelmességét, mintegy demonstrálva a két társaság közti jó kapcsolatot. Így az eredeti programon túl egy nagyon szép kiránduláson is részt vehettünk a külföldi előadók társaságában.

Tekintettel arra, hogy a vendéglátók elmondása szerint az elkövetkező években is meg kívánják rendezni a nyári iskolát, az ideinél jobban koncentrálva a fő témára, a részvételt az MBT tagjai figyelmébe ajánlhatjuk, egyrészt kezdő diplomások és diákkörök, hallgatók számára tanulságosak az előadások, másrészt a fő téma jeles hazai művelői előadóként közreműködhetnek, nem utolsósorban az MBT-nek az RBT-vel, illetőleg az IUPAB-bal való jó kapcsolatai révén.

A kurzus előadásainak címei az alábbiak voltak:

- E. Rojas: Ioncsatornák az idegmembránokban I–II.
- R. Stampfli: A Ranvier-nodus ingerlékeny membránja I–II.
- J. Hoffmann: Biológiai makromolekulák evolúciója.
- N. Chalazonitis: Polymembrán rendszerek magnetokémiai tulajdonságai.
- A. Monnier: Hidratált lipidstruktúrák nem folyamatos ionos vezetőképessége természetes és mesterséges ingerlékeny membránokban.
- V. Vasilescu, D. Margineanu: Membránfolyamatok termodinamikai és energetikai aspektusai.
- P. Walker: Magasabbrendű szervezetek genetikai anyagának szerveződése.
- S. Brenner: Komplex rendszerek genetikai jellemzése.
- V. Markin: Nigericin által indukált kicserélődési diffúzió és töltéstranszport biológiai membránokon keresztül.
- N. Chalazonitis: Membránok fotoaktivációja.
- S. Svetina: Az oxigéntranszport-rendszer matematikai modellje.
- A. Monnier: Zsírsavak lipoid közegben, mint kation-cserélők.
- Z. Simon: A sejtosztódás szabályozása. Hibák lehetséges hatásai az információátvitelben.
- H. Mantsch: Impulzusüzemű multinukleonos mágneses rezonancia-spektroszkópia, mint a membránok molekuláris szerkezete vizsgálatának lehetősége.

MÁTRAI ÁRPÁD

## Beszámoló a Szocialista Országok I. Radiobiológiai Konferenciájáról

A konferenciát 1974. október 14. és 20. között Spindleruv Mlynben rendezte a Csehszlovák Purkinje Orvosi Társaság és a Csehszlovák Tudományos Akadémia. A hivatalos nyelv az orosz volt. A konferencia témája lényegében a KGST Biofizikai Együttműködés V. főirányának felelt meg, bár az előadások bizonyos területen szélesebb, más területen szűkebb tematikát öleltek fel a főirány által megszabott kere-

teknél. Az V. főirány célkitűzése ugyanis a fizikai tényezők biológiai rendszerekre gyakorolt hatásával kapcsolatos biofizikai alapjelenségek molekuláris és sejtszinten történő tanulmányozása; a konferencia annyiban nyújtott többet, hogy a résztvevők a sejtszinten túlmenően egészen az élő szervezet szintjéig eljutó kutatásokról is beszámoltak. A főirány által körülhatárolt területet viszont szűkítette az a körülmény, hogy az előadások gyakorlatilag csak sugárhatásokkal (ill. radiomimetikumokkal) foglalkoztak, és más fizikai ágensekkel (pl. az ultrahang, rövidhullám) kapcsolatos vizsgálatok eredményei már a konferencia elnevezése következtében eleve nem kerültek prezentálásra.

A hazai biofizikai kutatások a KGST Biofizikai Együttműködés V. főirányában több témával vesznek részt. A Frederic Joliot-Curie Sugárbiológiai Intézet, a budapesti, a debreceni, pécsi Orvostudományi Egyetemek Biofizikai Intézetei érdekeltek a főirányban.

Mint hogy a konferencia a főirány témafelelőseinek értekezletéhez kapcsolódott, bizonyos mértékig munkabeszámoló jelleggel is rendelkezett, ennek következtében az egyes KGST-témák kidolgozásában érdekelt kutatók nagy számban (577 fő) vettek részt e rendezvényen. A magyar résztvevők száma 26, a hazai részről bejelentett előadásoké 22 volt. Az összes elhangzott előadás mintegy négyszázat tett ki.

A tudományos programot a hagyományos módon, több parallel szekcióban bonyolították le. A szekcióülések egy része a konferencia centrumától távoleső helyen zajlott, ami az összes előadás figyelemmel kísérését jelentősen nehezítette. A 17 szekció témája egyúttal jelzi a konferencia igen széles területet felölelő tematikáját is. Ezek sorra az alábbiak voltak:

1. ionizáló sugárzás hatása szubcelluláris rendszerekre
2. besugárzást követő reparáció
3. sugárgenetika
4. sugárérzékenység
5. immunitás és besugárzás
6. posztirradiációs károsodások patofiziológiája
7. a besugárzást követő folyamatok
8. kémiai és biológiai sugárvédelem
9. akut sugárbetegségek kísérleti terápiája
10. radiotoxikológia
11. sugárhigiéne
12. sugárzásökologia
13. radiológiai problémák a radioterápiában
14. kis dózisok hatása
15. neutron-sugárzás biológiai hatásai
16. dozimetria
17. modellezés a radiobiológiában.

A 22 magyar előadás a szekciók között a következőképpen oszlott meg. A 6. szekcióban nyolc, a 10.-ben három, az 1., 9. és 11.-ben két-két, az 5., 8., 12., 15., és 17.-ben egy-egy előadással szerepeltünk.

A konferenciáról általános értékelést adni nehéz, hiszen az 5 napra koncentrált 426 előadást figyelemmel kísérni fizikailag is lehetetlen volt. Benyomásom szerint a konferencián a már említett munkabeszámoló-jelleg dominált. Ez főként abban nyilvánult meg, hogy az előadott anyag rengeteg kísérleti adatot tartalmazott, főként kvalitatív jellegű eredményprezentációkkal. Az egzakt, kvantitatív értékelés, sőt még az adatok statisztikai feldolgozására irányuló törekvés is igen ritkának tűnt. Ugyanezt a megállapítást támasztja alá az a tény is, hogy a modellezéssel foglalkozó

szekcióban mindössze 7 előadás hangzott el, és az általam leginkább figyelemmel kísért 1–2 szekcióban is alig volt olyan előadás, amely megkísérelte volna az eredmények kvantitatív interpretálását.

E negatívumokon túl azonban a konferencia határozott hasznaként és legfontosabb eredményeként kell elkönyvelni azt, hogy lehetőséget teremtett a szocialista országok radiobiológiával foglalkozó kutatói számára személyes kontaktusok kialakítására. A konferencia alkalmat adott arra, hogy a rendszerint egy szekción belül érdekelt elődők között komoly viták, eredményes diszkussziók alakuljanak ki, hogy az egy problémakörben érdekelt szakemberek tapasztalatcserét bonyolítsanak le, és a közvetlenül érintett felek esetlegesen újabb együttműködéseket kezdeményezzenek, amelyeknek megvalósulására a KGST-n belül reális lehetőség adódik.

RONTÓ GYÖRGYI  
az MBT titkára



Értesítünk a jövőben is rendszeresen be kíván számolni a Társaságunk tagjainak hosszabb külföldi tanulmányútjairól. Az elnökség, 1975. január 23-i kérdésében közzétett kérésére most az alább közölt beszámolók érkeztek:

LÁSZLÓ GYÖRGY

(Medicor, Bioklimatikai Kutató Labor)

### **ASEA cég (Svédország) 1966–1973.**

Számtalan külföldi utam mellett leghosszabb időt Svédországban töltöttem, ahol az ASEA gyár alkalmaztatásában álltam. Az ASEA szó az Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget elnevezés rövidítése, mely magyarul azt jelenti: Általános Svéd Elektromos Részvénytársaság.

Itt számtalan erősáramú problémán kívül egy igen korszerű és aktuális kérdéssel foglalkoztam, mely erősáramú villamos és mágneses tereknek élő szervezetekre való hatásával van összefüggésben.

A villamos és mágneses terek sok esetben ugyanis jelentősen hatnak az élő szervezetekre.

#### *1. Emberi szervezet viselkedése nagyfeszültségű villamos térben.*

Az élő szervezetek szövetei villamos térben vezető közegeknek tekinthetők. Elektrosztatikus térben a test felületén töltések indukálódnak. Ha az emberi testet egy homogén ellipszoidnak tekintjük, akkor a testfelületen felületi eloszlású töltés keletkezik.

A pl. nálunk is most létesülő 750 kV-os távvezetéken a feszültség, az általa okozott térerősség is 50 Hz periódussal változik. Az erőterben lévő test felületén a töltés váltakozni fog, rajta tehát áram fog átfolyni. Az átfolyó áramerősség, illetve az áram-sűrűség meghatározható, de ehelyütt mindenütt kerüljük a matematikai levezetéseket. A testfelületen és a testben átfolyó töltések mozgása, tehát az átfolyó áram váltja ki a szervezetben az élettani hatásokat.

Az áramütések osztályozása szempontjából azokat aszerint osztályozzuk, hogy a szervezet normális funkcióit hogyan zavarja. Az előidézett működészavar – shock – alapján, a súlyosság figyelembe vételével megkülönböztetünk *elsődleges* és *másodlagos* shockokat. Az elsődleges shockok általában tranziens áramütéstől erednek, a másodlagosak állandósult, a szervezetben indukált áramok.

Az az állandósult áram, mely egy emberi testen annak károsítása nélkül átfoly-

hat a legkülönbözőbb és férfiaknál általában magasabb értékű lehet, mint nőknél. Az átlagos áramerősség, mely még ventrikuláris fibrillációt nem okoz, kb. 6 mA.

A tranziens sokkok a következőket okozhatják:

a) A vérkeringés megállása, melyet a ventrikuláris (kamrai) fibrilláció okoz. Ez akkor történik, ha az áram a szíven halad keresztül.

b) Állandósult légzésbénulás. Ez csak akkor valószínű, ha az áramok az agy légzőközpontján haladnak keresztül.

c) Asphyxia. Ez akkor alakul ki, ha az áram huzamosabb ideig halad a mellkason keresztül és elég erős ahhoz, hogy a mellkas izmait összehúzódnak tartassa.

Az áram-terhelés kapcsolatot gondosan figyelembe véve úgy tűnik, hogy tranziens áramok esetén 50 wattsec a veszélyküszöb az emberre.

A tranziens áramokkal kapcsolatban a fő veszélyt a földetetlen járművek, kerítések, és egyéb szigetelt vezetőket tartalmazó, nagyobb méretű tárgyak képezik.

## 2. Növények viselkedése villamos térben.

Az elvégzett vizsgálatok szerint a 3–5 kV/m terek serkentik a növények növekedését, míg nagy villamos terek – 15–20 kV/m és ennél nagyobbak – károsítják azokat, mert a növényzet egy részén átpolározódás következtében pozitív töltésállapot keletkezik, mely a növényzet természetellenes állapota. Ezen a helyen a növényzet-rész elpusztul.

A villamos terek hatása a növényzetekre abból adódik, hogy az alapvető életfolyamatnak megfelelő CO<sub>2</sub> asszimilációt és a talaj tápanyagainak felvételét erősen befolyásolják a növény környezetének villamos tulajdonságai.

## 3. A mágneses terek hatása az élő szervezetekre

A hatásokat két csoportra oszthatjuk: mikroszkopikus és makroszkopikus hatásokra.

A mikroszkopikus hatások pl. a para- és diamágneses molekulák orientációja mágneses térben. Ez egyes biokémiai reakciók megváltozásával járhat. Alacsony viszkozitású oldatokban a mágneses térgradiens koncentrációgradienst hozhat létre.

Vízben mágneses tér hatására orto-para átmenetek mennek végbe. A szükséges mágneses energia meglehetősen kevés, kb. 100-szor kisebb a hidrogénkötés energiájánál.

## 4. Makroszkopikus hatások.

Lényeges különbség van közöttük, hogy a mágneses tér homogén-e, vagy inhomogén.

Transzplantált tumorok, baktériumok, vörös- és fehér vérszettekkel való vizsgálatok igazolják, hogy a jelenség megalapozott ismereteket követel. Inhomogén tér esetében ugyanis valamely részecskére ható erő nemcsak a térerősség és a részecske köbtartalmától, hanem a térgradienstől is függ.

Stressz-hatást ugyancsak kiválthat a mágneses tér, mely órák, napok, vagy hetek múlva léphetnek fel.

Egérkísérleteknél kiderült, hogy 470 kA/m térben a hímegerek kb. 11 nap után elpusztultak, a nőtények súlya megtermékenyítés után nem a természetes következmény szerint gyarapodott. 340 kA/m térben viszont 50<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-os súlycsökkenés állt elő.

Ez utóbbi térben az egerek fehér vérszeteinek száma 20–40<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-kal csökkent az

első héten. Utána átmenetileg növekedett, majd ismét csökkent. Az egereknek a térből való eltávolítása után a fehér vérszámuk növekedett, majd a térbe való visszahelyezés után ismét csökkent. Összefoglalva a mágneses tér hatását – statikus mágneses térről van szó – az alábbi összeállítást adhatjuk:

Változás áll elő a	kA/m
Centrális idegrendszeren (nyúl)	64
Gabonajellegű növények növekedése	80
Embriók folyadékfelszívódási képességének növekedése a vérpályán keresztül	238
Hematológiai változások egereknél	320
Tumor-elszigetelés	320
Enzim-aktivitás változása	400
Burgonya oxigénfogyasztása, leukémiás egerek túlélése	1440

A pulzáló mágneses tér – 8–80 kA/m – ún. „ponderomotoros nyomást” fejt ki, mely rendkívül változó és  $10^{-7}$ – $10^{-2}$  Newton/m<sup>2</sup> között fekszik. A fül érzékenysége kb.  $10^{-5}$  N/m<sup>2</sup>.

#### 5. A 750 kV-os távvezeték mentén fellépő mágneses terek.

Az  $1 \times 3$  fázisú távvezeték mentén fellépő teljesítmény 2000 MW. Egyik vezetékén kb. 890 A áram folyik. Ilyen árammal átjárt vezető mágneses tere a vezetőtől 12 méter távolságban 12 A/m.

A szerelés közben az emberi testet érő átlagos mágneses térerősség – a mágneses tér a vezetőtől 1 méter távolságban – 160 A/m. Ebből megállapítható, hogy a vezeték mentén a mágneses tér olyan kicsiny, hogy biológiai objektumokra nem lehet számottevő hatása még akkor sem, ha szerelés közben közvetlen közélről hat.

Állomásokon a transzformátorok közelében azonban viszonylag nagy mágneses tér és térgradiens léphet fel, melyek adott esetben már káros következményekkel járhatnak. Ezért állomásokon el kell végezni a mágneses tér és térgradiens mérését és az ott állandóan szolgálatot teljesítő kezelőknél vérvizsgálatot, reakciósebességet, stressz- és egyéb orvosi vizsgálatot kell lefolytatni. Szükséges elvégezni továbbá neurobiológiai vizsgálatokat erős villamos terekben, ill. annak következményeként ott elhelyezett szövettényezetekben. Szükséges azonkívül a mezőgazdasági növényzetek megfigyelése a távvezeték alatt.

#### Összefoglalás

A fentiek csak felületen mozgó ízelítőt adnak ezen modernizálás előállotta igénykövetkeztében teremtődött új tudományág fellépéséről. Csak kis töredéket mondottunk el arról, amelyet ma már ismerünk. A leírtak is még sok feltárni valót rejtgetnek.

Megemlítjük, hogy 1972-ben a svéd nyelvű „ELTEKNIK”-ben egy viszonylag hosszabb cikket írtam magam is a területről „Elfält och magnetfält paverkar det levande” c. alatt, (Villamos és mágneses terek hatása az élő szervezetre), de mondhatni, hogy éppen 1972 óta ma már úgyszólván naponta jelennek meg a világ szakfolyóirataiban a végrehajtott vizsgálatokkal kapcsolatos eredmények.

**London, 1973. január–június**

A tanulmányút túlnyomó részét – mintegy négy és fél hónapot – a *London University, University College Biofizikai Intézetében* töltöttem. Az intézet vezetője a Nobel-díjas B. Katz professzor, aki az idegingerület keletkezés és vezetés mechanizmusával foglalkozik. Ebben a témakörben dolgozik az intézet munkatársainak egy része, köztük R. Miledi másodprofesszor is. Ezen elektrofiziológiai témakör mellett az izomstruktúra-funkció vizsgálata a másik központi téma. Magam dr. E. J. Harris mellett dolgoztam, aki az utóbbi években mitochondrium anyagcserével, az aniontranszport és ionegyensúly egyes biokémiai, illetve fizikokémiai vonatkozásaival foglalkozik. „Transport and Accumulation in Biological Systems” című könyve, amelynek szerkesztője és egyik szerzője, 1972-ben jelent meg harmadik kiadásban.

Miután itthoni tudományos munkám a biológiai membránok alkálíkation transzportjának vizsgálata, E. J. Harris-szel abban állapodtunk meg, hogy tanulmányutam ideje alatt a patkánymájából preparált mitochondriumok citrát transzportjára gyakorolt alkálíkation hatást vizsgálom. A metodika elsajátítása után  $^{14}\text{C}$ -vel jelzett citrátot használva mértem az anion akkumuláció időfüggését  $\text{K}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ ,  $\text{Cs}^+$ ,  $\text{Na}^+$  és  $\text{Li}^+$  ionok jelenlétében, valamint ezen ionok hatását a mitochondriumok oxigén-felhasználására – amit  $\text{O}_2$  elektróddal követtünk. Annak ellenére, hogy a kationok töltésegyenlősége, valamint a mitochondrium membrán igen kismértékű kation permeabilitása miatt az alkáliionok hatása közel azonos, szignifikáns különbséget találtunk a Cs (és részben az Rb), valamint a többi kation citrát transzportot növelő hatása között. A kísérleti eredményeket és azok lehetséges értelmezését E. J. Harris-szel közös közleményben jelentetjük meg.

Az intézetben a kísérletek elvégzéséhez megfelelő műszerek álltak rendelkezésre, ezeket bármikor használhattam. Kollégáim a témával kapcsolatos metodikai és elméleti kérdésekben mindenkor készséggel segítettek. Ugyanakkor elég nagy hátrányt jelentett az a tény, hogy dr. Harris laboratóriumában nem volt laboráns, így a viszonylag sok időt igénylő előkészítő munkát, mosogatás stb. is magunknak kellett elvégezni, ami csökkentette a munka hatásfokát. (Meg kell jegyeznem, hogy erről a tényről dr. Harris a British Councilon keresztül előzetesen értesített.)

Az intézetnek nincsen évenként ismétlődő, tanrendben szereplő oktatási munkája. Ott-tartózkodásom alatt dr. Harris és két munkatársa 6 hetes gyakorlati kurzust tartott vegyész hallgatók számára a mitochondrium transzport biokémiájából. Ennek során a résztvevők (mintegy 12 fő) önálló témán dolgozva konkrét feladatot kaptak, amelynek elvégzéséről 20–40 oldalas dolgozatban számoltak be. A munkához szükséges kísérleti módszerek elsajátítása mellett igen alapos irodalmi tájékozottságot kívántak meg a hallgatóktól.

A munkatervnek megfelelően néhány napos látogatást tettem *Cambridge*-ben egyrészt az ottani egyetemen, másrészt a közelében fekvő Babraham-ban lévő Agricultural Research Council Institute of Animal Physiology Kutatóintézetben. A *Cambridge*-i egyetem élettani intézetében dr. D. A. Haydon és csoportja mesterséges membránok (BIM) elektromos tulajdonságaival, a membránokon keresztül végbemenő töltésátvitel mechanizmusával, valamint a molekulák között működő erők természetének vizsgálatával foglalkozik. Dr. Haydon részletesen ismertette a csoport munkáját és a témájukhoz kapcsolódó egyetemi előadások és gyakorlatok tematikáját.

„Biofizikai kémia” elnevezésű előadásai a biológiai és mesterséges membránok felépítéséről, a felület és a membrán belsejének molekuláris struktúrájáról, töltésviszonyairól, és az ezek által szabályozott töltésátvitelről szónak, míg a gyakorlat során a hallgatók a saját maguk által készített mesterséges lipid-membránok elektromos tulajdonságait mérik. Miután a hallgatói létszám alacsony (kb. 10 fő), a gyakorlatokon a kutatómunkában használatos műszerezettség színvonalát tudnak biztosítani.

Ugyancsak a mesterséges membránok vizsgálatával kapcsolatos dr. A. D. Bangham és biofizikai csoportjának munkája Babrahamban. Míg dr. Haydon vegyész, fizikokémikus, s ennek megfelelően a mesterséges membránok fizikokémiájával, fizikájával foglalkozik, dr. Bangham, aki orvos, különböző vegyületek, elsősorban anesztetikumok hatásait vizsgálja a mesterséges membránok (liposzóma) permeabilitására, struktúrájára. A 9 főből álló csoport bőséges hellyel és jó felszereléssel rendelkezik és mint dr. Bangham elmondotta, vendégkutatókat is szívesen látnának.

*Sheffield*-ben az egyetem kémiai intézetében látogatást tettem D. Chapman laboratóriumában. Ez a csoport csak mintegy másfél-két éve működik és prof. Chapman előző munkáját folytatva a biológiai és mesterséges membránok lipid részének fizikai, fizikokémiai tulajdonságait vizsgálják röntgendiffrakciós, elektronspin rezonancia, magmágneses rezonancia, és újabban kalorimetrikus módszerekkel. Különösen ez utóbbi területen várhatók érdekes eredmények a közeljövőben, részben mert modern, nagy teljesítményű differenciál scanning kaloriméterrel rendelkeznek, részben mert a kalorimetrikus módszerek segítségével jól követhetők a tiszta és különböző kémiai komponenseket tartalmazó lipid-membránok fázisátalakulásai, amely strukturális változások a biológiai membránokban is fontos szerepet játszhatnak.

*Aberdeen*-ben az egyetem kémiai intézetében prof. P. Meares és Biofizikai Kémiai csoportja az ioncserélő membránok elektromos és transzport tulajdonságaival, a membránon át végbemenő töltés, térfogat, és ionfluxus és a transzportot létrehozó potenciálok közötti kapcsolat matematikai leírásával, illetve értelmezésével foglalkozik. Kísérleteikben egyszerű modellrendszereket használnak és az ezeken kapott kísérleti eredményeket illesztik az elméleti modellhez. Kimutatták, hogy rendszerükben a nemegyensúlyi membránpotenciál leírására széles koncentráció tartományban alkalmazható az irreverzibilis termodinamika fenomenológiája. Jóllehet a kísérletekben használt modellrendszerek jóval egyszerűbbek a biológiai membránoknál, a transzportfolyamatok leírására használt elmélet, a matematikai megoldások bizonyos feltételek mellett átvihetők összetettebb rendszerekre is. Oktatási tematikájuk most kezd kialakulni. Az egyetemen folyó fizikai-kémiai elméleti és gyakorlati oktatás mellett biofizikai kémia címen egyelőre nemkötelező kollégiumot tartanak gyakorlatokkal kiegészítve, amelynek során a biofizika néhány alapvető problémáját, elsősorban a nem egyensúlyi folyamatok, transzportfolyamatok, biopolimerek viselkedésének elméleti és gyakorlati vonatkozásait tárgyalják. Végleges tematika tehát még nincsen, de a már meglévő, összevetve a *Cambridge*-i ugyancsak biofizikai kémia címet viselő anyaggal, jelzi a biológia és a fizika, vagy ha tetszik a biofizika és a fizikai kémia közös határterületét, mely elsősorban a biológiai folyamatok dinamikájával, a folyamatokat létrehozó és fenntartó erők értelmezésével, a folyamatok és a molekuláris struktúra kapcsolatával, vizsgálatával, leírásával foglalkozik.

Összehasonlítva az általam megismert intézetekben folyó kutatást a megfelelő magyar intézetekben folyó munkával megállapítható, hogy mindent összevetve nincs számottevő különbség. Az angol intézetekben jobb a műszerezettség, gyorsabb és folyamatosabb az anyagellátás, ugyanakkor rosszabb a személyi, elsősorban a közép-káder ellátottság, ami csökkenti a kutatómunka produktivitását. Nincs lényeges különbség a kutatás színvonalában sem. Két dolog azonban mindenképpen irigylés-

reméltó: 1. minimális a kutatók és oktatók adminisztratív elfoglaltsága; 2. elegendő hely áll az intézetekben dolgozók rendelkezésére, kényelmes körülmények között dolgozhatnak.

Ami az oktatás területét illeti, az eltérő oktatási rendszer miatt pontos összehasonlítás nem lehetséges. Az mindenestre megállapítható, hogy a Magyarországon folyó biofizikai oktatás tematikája egységesebb, jobban kidolgozott és az oktatási rendszerünk struktúrájából adódóan jobban megvalósított, mint az általam megismert angol oktatási intézetekben.

A British Council anyagi támogatásával módomban volt résztvenni az IUPAC által szervezett nemzetközi szimpóziumon, amelyet Cardiffban tartottak az ionszelektív elektródok elméleti és gyakorlati vonatkozásairól. A kongresszuson, amelynek számos magyar résztvevője is volt, részletesen foglalkoztak a különböző típusú elektródok szelektivitásának fizikai alapjaival, az elektród összetétel és a környezet szerepével. Különösen érdekesek azok az eredmények, amelyeket ionofor vegyületekkel (pl. valinomicin) kaptak, miután ezek a molekulák mind élettelen, mind élő membránban azonos mechanizmus alapján fejtik ki hatásukat.

Tanulmányutam befejezése után hazafelé jövet – az Egészségügyi Minisztérium és az Országos Ösztöndíj Tanács előzetes hozzájárulásával – egy hetet töltöttem Amszterdamban az ottani egyetem Orvosi Fizikai Intézete vezetőjének, H. van der Tweel professzornak a meghívására. Lehetőségem nyílt megismerni az Intézet kutatómunkáját és az orvostanhallgatók részére tartott orvosi fizikai előadások tematikáját. Van der Tweel professzor látogatást szervezett az amsterdami Vérellátó Központba, ahol megismerkedhettem a modernül felszerelt kutatólaboratóriumokkal és a plazmafehérjék szeparálását és tartósítását végző „ipari” részleggel, majd a látogatás végén mintegy 15–20 fős érdeklődő hallgatóságnak előadásban számoltam be itthoni munkámról és eredményeinkről.

HOMOLA LÁSZLÓ

(Egyesített Eü. Intézmények, Pécs)

### **Lexington (USA) 1973. február–1974. február**

1973 februárjától egy évet dolgoztam meghívott ösztöndíjasként T. Z. Csáky, M. D. magyar származású igazgató-professzor munkacsoportjában (University of Kentucky, College of Medicine Department of Pharmacology). Csáky professzor a biológiai transzport mechanizmusát kutatja, elsősorban a bélből való felszívódással kapcsolatosan. Pályafutása kezdetén a 3-0-metilglukóz szintetikus jelzett cukorvegyület használatával tulajdonképpen az első nyomozó kísérletet végezte. Később leírta a nátrium ionok szerepének fontosságát a cukroknak és más organikus anyagoknak a bélüregből a vér felé irányuló transzportja során, majd megfigyelte és tanulmányozta a strophantin transzportgátló hatását. Újabban víztranszportos kísérletekkel is foglalkozik, ilyen munkában dolgoztam magam is Lexingtonban.

Néhány évvel korábban K. Loeschke, C. J. Bentzel és T. Z. Csáky az *American Journal of Physiology* vol. 218. No 6, June 1970 számában „Assymetry of osmotic flow in frog intestine; functional and structural correlation” című cikkben közölték, hogy bullfrog béka kipreparált és izolált vékonybélét membránként használva ozmózi-

sos kísérleteket végeztek. Azt tapasztalták, hogy ha a külső (serosai) oldalon isotoniás nátriumhidrofoszfát oldat volt, a belső (mucosai) oldalon pedig ugyanennek az oldatnak tízszeres hígítása volt, akkor átlagosan óránként ötször annyi víz áramlott át belülről kifelé, mint az ellenkező irányban abban az esetben, ha az oldatokat megcserélték. Nekem az volt a munkám, hogy különböző pH-kon végezzem a kísérleteket, és figyeljem meg, változik-e eközben a kétirányú vízáramlás aránya? A kísérleti oldatokat úgy állítottuk össze, hogy ugyanolyan ionokat (de különböző koncentrációban tartalmazzanak a kísérleti oldatok. Pl. az egyik kísérletsorozatot pH 9 feletti nátriumfoszfát, a másikat pH 7 körüli nátriumhidrofoszfát oldatpárokkal végeztük. A kísérletek többségét nátriumkarbonát (pH 9) oldatpárokkal, illetve nátriumhidrokarbonát (pH 7) oldatpárokkal végeztük sorozatkísérletben. (A karbonát ionos kísérletek azért is voltak fontosak, mert a karbonát ion feltehetőleg reakcióba lépett a bélhámsejtek Ca ionjaival, megváltoztatva a sejtek vízpermeabilitását is.) A végeredmény az volt, hogy az izotóniás – tizedizotóniás osmolális különbségű foszfát (vagy hidrofoszfát) oldatpár esetén lényegesen több víz transzportálódott, mint karbonát (vagy hidrokarbonát) oldatpár esetén. A pH változtatás nem volt hatással a belülről kifelé vízáramlás: kívülről befelé vízáramlás arányára.

Csáky, Loeschke és Bentzel szövettani vizsgálatokkal megállapították, hogy belülről kifelé történő osmotikus vízáramlás esetén a hasábalakú bélhámsejtek közötti intersticiális terek nyitottak, ezeken át áramlott tovább a víz a sejtekből. Kívülről befelé történő osmotikus vízáramlás esetén a hasábalakú bélhámsejtek közötti intersticiális terek nyitottak, ezeken át áramlott tovább a víz a sejtekből. Kívülről befelé történő osmotikus vízáramlás esetén a sejtek szorosan érintkeznek egymáshoz, így a víz csak a lumen felőli kefeszegély membránon és a bazális membránon át áramlott. A kifelé, ill. befelé történő áramlás esetén más-más membránokon keresztül történt az áramlás. Más volt a membránok hidraulikus konduktivitása ( $L_p$ ) és különböző volt az áramlás útjába eső membránfelület is. Ezzel magyarázták a kifelé, ill. befelé áramlás sebessége közötti különbséget azonos osmolalitási különbségek esetén. Én ezeknek a lehetőségeknek a további fenntartása mellett más oldalról találtam magyarázatot. A bél belső felülete a bélbolyhok és a kefeszegély miatt sokkal nagyobb, mint a bél hashártyával borított felülete. Ezért modellkísérletben egy dializáló cső nagy és kis zárt (lekötött) darabjának belső terét plasztikcsövön át összekötöttem egymással. Az egész zárt belső teret (és összekötő csövet) cukoroldattal töltöttem fel, és mindkét dializáló csődarabot kívülről körültekertem zsinórral a kitágulás ellen. Mindkét csődarabot mérőhengerbe helyeztem. A nagy dializáló csövön kívüli mérőhengerbe először desztillált vizet, a másikba ugyanolyan magasságig cukoroldatot töltöttem, amely azonos koncentrációjú volt a belső cukoroldattal. Leolvastam a vízszint csökkenését, illetve a cukoroldat szintjének növekedését a mérőhengerekben. Majd később megismételtem a kísérletet úgy, hogy a kis csődarabon kívüli mérőhengerbe öntöttem a vizet és a másik mérőhengerbe a cukoroldatot. Most természetesen ellenkező irányban történt a vízáramlás, mint az első esetben. A nagy membránfelület felől a kis membránfelület felé történő áramlásnál körülbelül kétszer több víz transzportálódott, mint az ellenkező esetben azonos idő alatt. Az egyszerű kísérleten túl nem állt módomban költséges precíz modellkísérletet végezni, és megmérni mindkét esetben a belső zárt tér nyomását, ami számításom szerint nagyobb akkor, amikor a nagy területű membrán irányából áramlik a víz a kis területű membrán felé, mint fordított esetben. Ez lehet a közelebbi magyarázata az osmotikus aszimmetriának.

A leírt modell voltaképpen vízáramlást egyenirányító készülék. Amennyiben nem permeáló molekulák oldata van azonos minőségű nagy és kis területű membránok közötti zárt térben, és a membránokon kívüli térben periodikusan váltakozik a

koncentráció, akkor túlnyomóan egyirányban áramlik a víz a membránrendszeren át. Azonos területű, de különböző vízáteresztőképességű (különböző  $L$ ) membránok rendszere ugyancsak vízgyenirányító hatású. Feltehetően akkor is vízgyenirányító az ilyen struktúra, ha a rendszeren kívül azonos koncentrációjú oldat van mindkét oldalon, de váltakozik a hidrosztatikai nyomás. Ezzel a kérdéssel összefüggésben hivatkozom Vető Ferenc kísérletes megfigyelésére, aki agyaghenger falában létrehozott membránon át szívás–nyomás hatására különböző térfogatú víz átáramlását tapasztalta azonos idő alatt. Az áramlási sebességek nyomáskülönbségek szerinti görbéje karakterisztikus görbére emlékeztetett. (Acta Biochim. et Biophys. Acad. Sci. Hung. Vol. 9. (4) pp. 359–366 (1974).

Második lexingtoni munkatémám volt az Alcian kék réztartalmú szerves festéknek a bélből való vízfelszívódásra gyakorolt hatásának vizsgálata. Narkotizált patkányok felső vékonybelének kb. 17 cm szakaszát kanülök közé kötöttük. Az egyik kanül kis tölcserre, a másik függőleges üvegcsővel volt összekötve. Kísérleti oldatként nem tiszta vizet, hanem 11 ml fiziológias NaCl oldatot használtunk, amelyet az üvegcsőhöz csatlakoztatott szívó-nyomó pumpa állandóan ide-oda mozgásban tartott. A kísérleti oldatba  $C^{14}$ -gyel jelölt polietilén-glikolt kevertünk (a bélből nem szívódik fel, nem metabolizálódik, nem bomlik el), amelynek koncentrációváltozásából kiszámítottuk a felszívódott víz térfogatát. Először a 300 mosmol NaCl-tól való vízfelszívódást határoztuk meg számos állaton (1.40 ml óránként állatonként), majd 10% Alcian kéket tartalmazó, ugyancsak 300 mosmol összekoncentrációjú NaCl oldatot használtunk, amelyből csak 0.41 ml víz szívódott fel óránként állatonként. Ha az állatokat kísérlet előtt 4–5 óráig koleratoxinnak bélbe való befecskendezésével mérgeztük, akkor nagyon lecsökkent a víz felszívódása a bélből (0.22 ml óránként állatonként) és Alcian kék jelenléte nem változtatott az eredményen (0.25 ml óránként állatonként).

CSILLIK BERTALAN  
(SZOTE, Anatómiai Intézet)

### **Boston (USA) 1973. szeptember–1974. április**

1973. szeptember 26-tól kezdve féléves tanulmányúton voltam a Neurosciences Research Urogram (Boston) meghívására az Amerikai Egyesült Államokban.

A tanulmányút célja az NRP tudományszervezési módszereinek megismerése, s abban való aktív részvétel volt; ennek kapcsán részt vettem 4 nemzetközi konferencián, illetve Work Session-on. Saját kutatásaim alapján megírtam egy monográfiát, s egy gyűjteményes munkát sajtó alá rendeztem, valamint 8 előadást tartottam különböző egyetemeken, illetve kutatóintézetekben. E látogatásaim kapcsán tanulmányoztam az orvosképzés módszereit, különösen az anatómia – szövet- és fejlődéstan oktatását, valamint a tudományos kutatómunka tervezésének, beszámoltatásának és támogatásának ún. „grant application” rendszerét.

Jelen beszámolómban csak utóbbiakra térek ki.



## A) Az orvosképzés helyzete az Egyesült Államokban.

Több egyetemi intézetben (Harvard Medical School, Mount Sinai Medical School, University of Pennsylvania, University of Connecticut és University of North Carolina) tanulmányoztam az orvosképzés curriculumát, különös tekintettel az ana-tómia oktatására. Közismert, hogy az Egyesült Államokban az orvosi iskolákba 2–4 évi college előképzés után nyernek felvételt a hallgatók; mint az kitűnt, a jelöltek száma és a felvételi arányszám egyetemenként nagy eltérést mutat.

A Mount Sinai Medical School-ban pl. a jelentkezőknek csupán 2,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-a nyer felvételt; a Connecticut-i Egyetemen kb. 3<sup>0</sup>/<sub>0</sub> a felvételi arányszám. A teljes integrációra való törekvés elsősorban ezekre az „elit egyetemekre” jellemző; más egyetemen, pl. az University of Pennsylvanián, ahol a felvételi arányszám 25–30<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, oktatási blokkokkal próbálkoznak, azaz 1–1 tárgyat intenzív oktatási formában, néhány hónap alatt oktatnak (pl. gyógyszer-tant 3 hónap alatt, sűrített elődási és gyakorlati programmal).

Az oktatás teljes integrálása alapvetően új technológiát igényel, ami csak erre a célra épült épületben valósítható meg (hallgatói komplex laboratóriumi munkahelyek, központi képmagnótár stb.). A két éve felépült farmingtoni (Connecticut) új elméleti tömb, amelyet 120 főnyi évfolyamok integrált oktatására terveztek, 500 millió US \$-ba került. Ezzel a hatalmas anyagi ráfordítással sajátos ellentétben áll az egyetem oktatóinak az a véleménye, hogy minőségileg nem javult lényegesen a hallgatók tudása az integrált oktatási forma bevezetése óta. (Prof. R. Volle, a gyógyszer-tani intézet igazgatójának tájékoztatása szerint máris kénytelenek voltak sok tekintetben visszatérni a hagyományos disciplináris oktatási formához.) A 64 főnyi évfolyamokat oktató New York-i Mount Sinai Medical School oktatóinak véleménye szerint az integrált oktatás sejtbiológia, szövetbiológia és a neuroscientia vonatkozásában nagyon szemléletes és bár igen nagy koordinációs munkát igényel az oktatóktól, feltétlenül eredményes. A módszer fő sajátossága, hogy a gyakorlati oktatás során minden hallgató állandóan önállóan foglalkozik; szemináriumi foglalkozások helyett a kívánság szerint bármikor egyénileg megrendelt képmagnó-tekerceken rögzített tananyag-részekből rekapitulálja a hallgató az elsajátítani kívánt ismereteket. Az oktatók véleménye szerint azonban mindezt eddig is meg tudták tankönyvből (és egyéb segéd-eszközökből) tanulni. Egyes oktatók úgy vélik, hogy az integrált oktatás szembetűnő jó eredményei inkább a már említett elit-szintű hallgatói szelekciónak, nem pedig a módszernek tulajdoníthatók. Ehhez hozzá kell tennünk, hogy – feltehetőleg a képzés hallatlanul költséges volta, valamint az orvosi diploma igen erős anyagi vonzereje miatt – általában igen nagy a hallgatók spontán, inherens tanulniakarása. Az Egyesült Államokban kötelező egységes államvizsga pedig, magas követelményei folytán komoly külső kényszerítő erőként hat.

A kevésbé szelektált hallgatóságot oktató egyetemek (University of Pennsylvania, University of North Carolina) oktatói nem töreksenek integrálásra, inkább oktatási blokkokat igyekeznek kialakítani. Ezeket az egyetemeken sem a technikai lehetőségek, sem az épületek adottságai nem teszik lehetővé az integrációt, de annak hiányára nem hallottam panaszt.

Valamennyi meglátogatott egyetemen egységes, integrált kurzusként folyik a neuroscientia oktatása. Ezt először a La Jolla egyetemen (San Diego, California) vezették be, Prof. Bullock, Prof. Galambos, Prof. Livingston kezdeményezésére. Az utóbbi tíz év folyamán ezt gyakorlatilag valamennyi orvosi iskola átvette. Tulajdonképpen ebből indult ki az egész orvosképzés teljes integrációját célzó törekvés. Úgy látszik azonban, hogy – helyi, pénzügyi, hallgatósági stb. körülmények folytán – csu-

pán a neuroscientia oktatásában sikerült (vagy talán csak egy ilyen jól körülhatárolt disciplina vonatkozásában érdemes?) megvalósítani a teljes integrációt. Mint az ma már közismert, itt a neuroanatómiát (agyboncolás) és neurohistológiát (mikroszkopozálás) közvetlenül betegvizsgálat követi, már a kurzus első hetétől kezdve. Ebben szervesen épül be a neuropathologia és neuropharmakologia, ugyancsak betegvizsgálattal, illetve terápiás gyakorlattal kapcsolva. Az agysebészet bemutatása képmagnón történik.

Összefoglalva, úgy látom, hogy az integrációt az Egyesült Államok orvosi iskoláiban nem tekintik célnak, csupán egy – meglehetősen költséges, s nagyrészt még mindig csak kísérleti stádiumban lévő – eszköznek. Az alapos, elmélyült tudás megszerzésének legfontosabb eszköze ma is a jó előadás, az intenzíven végzett gyakorlat és – nem utolsósorban – a megfelelő tankönyvellátáson alapuló egyéni tanulás.

*B) A tudományos kutatómunka szervezésének, irányításának, beszámoltatásának és támogatásának módszerei az Egyesült Államokban.*

Az orvosi és az orvos-biológiai jellegű tudományos kutatások finanszírozása több forrásból történik. Általában igen kis százalékot tesz ki az egyetem saját hozzájárulása; döntően a központi kormányzat (National Institute of Health, NIH) biztosítja az anyagi feltételeket, míg az egyetem elsősorban a laboratóriumi férőhelyeket, s részben a státust (sokszor azt sem) bocsátja rendelkezésre. Változó mértékben magánalapítványokból is fedeznek kutatási szükségleteket; ez különösen egyes újabb magánegyetemek esetében jellemző. Legáltalánosabb azonban az ún. „NIH grant”-ok igénybevétele: ezek technológiája felettebb kifinomult.

Újjonnan induló kutatási témát feltételezve, a folyamodvány (grant application”) terjedelmes, tudományos igényességgel megírt monográfiához hasonlítható, amelynek elkészítése 2–3 hónapos intenzív szerkesztési munkát igényel. (Harvard Medical School, Dept. Neurophysiology-n szerzett információ.) Bevezetésében teljes részletességgel feltárja a probléma irodalmi előzményeit, bibliográfiailag pontos utalásokkal, majd az alkalmazni kívánt metodikát, ugyancsak aprólékos részletekig menően, majd a 3–5 éves időszak során elvégzendő kísérleteket, azok műszer-, anyag- és munkaerő szükségletét. Végül a discussioa ugyancsak az előbbiekhöz hasonló részletességgel, körvonalazza a kísérleti eredmények alapján várható tudományos következtetéseket, s azok jelentőségét koncepcionális, illetve praktikus szempontból.

Az így kidolgozott folyamodvány (amihez, folyamatosan átfutó téma esetén, kapcsolják az előző „grant” során elért eredményeket tartalmazó publikációkat, de ezen túlmenően, azok lényeges eredményeit, ugyancsak a monográfia-szerkesztés szabályai szerint, beiktatják mind az irodalmi bevezetésbe, mint pedig kellő interpretációval, a discussioa is 20–30 gépelt oldalon, képezi a tervezett kutatómunka alapokmányát, melyet 2 anonym bíráló („referae”) kap meg opponálásra. A bírálatokat, az eredeti folyamodvánnyal, további 2, ugyancsak anonym felülbíró értékeli; a 4 bírálat és az eredeti folyamodvány együttesen kerül az évenként ülésező szakbizottság elé.

A kétszeres („double blind”) kontroll a tapasztalatok szerint biztosítja a teljes tárgyilagosságot; így mind koncepcionális vonatkozásban, mind pedig az anyagi igények terén gyakorlatilag kizárt a bármilyen irányú szubjektív elfogultság. A bírálatok rendkívül részletesek, s az anyagi feltételek vonatkozásában, főleg műszerigény és státus-igény terén, szinte aprólékos gondossággal elemzik a valós szükségleteket. Láttam olyan bírálatot, amely metodikai javaslattal is szolgált az eredetileg tervezett módszertan helyett; láttam a kiindulási koncepciót eleve kifogásoló, elutasító bíráló-

tot, valamint a műszerigény korlátozását javasoló bírálatot is (Prof. Balogh anyagában).

A „grant application” elfogadása esetén a kutatómunka beszámoltatása hasonló módon történik.

Kétségtelen, hogy ilyen körülmények között a tudományban gyakran nélkülözhetetlen játékos próbálkozásokra sokkal korlátozottabbak a lehetőségek. Megfigyelésem szerint ezt úgy hidalják át, hogy a standardizált, jól körülírtan tervezett kutatómunka mellett a kutatócsoportok fenn hagynak egyes, kétséges kimenetelű (de talán áttörő eredményre vezető) ötletek realizálására is bizonyos, be nem tervezett anyagi és szellemi kapacitást. (Arra nézve, hogy kizárólag ilyen „ötletek” realizálására is adnának központi hitelt, nem volt tapasztalatom.)

Az eljárás tehát lényegileg hasonló a hazánkban bevezetett tervezési és beszámoltatási módszerhez; annál azonban megítélésem szerint, mélyrehatóbb és határozottabb. Látszólag nagy adminisztrációt (pontosabban: elmélyült szellemi tevékenységet) igényel ez a módszer, mind a kutató, mind pedig a bírálók részéről; de a befektetett munka megítélésem szerint megtérül a kutatási eredmények szolid, megbízható voltában.

Kiemelkedő színfoltja volt utunknak Prof. Szent-Györgyi Albertnél tett látogatásunk Woods Hole-i lakásán (1973. december 8.). Szegeden történt díszdoktori avatásáról és magyarországi emlékeiről meghatódottan nyilatkozott. Fiatalos lelkesedéssel vázolta bioenergetikai elképzeléseit, s megvitattuk ezek feltételezhető neurobiológiai vetületeit is.

Meggyőződésem szerint utazásom nemcsak saját tudományos fejlődésem, hanem a vezetésem alatt álló Szegedi Anatómiai Intézet jövőbeli munkájának egésze szempontjából is rendkívül hasznos volt, s remélem, hogy tapasztalataimat a tudomány-szervezés és orvosképzés terén szélesebb körben is lesz alkalmam kamatoztatni.

ERDEI LÁSZLÓ  
(MTA SZBK, Biofizikai Intézet)

Az elmúlt években alkalmam nyílt két, világviszonylatban az elsők között lévő, membrán-biofizikával foglalkozó laboratóriumot meglátogatnom. Mindkét laboratórium a mesterséges biomolekuláris lipid membránok elektrokémiai és fizikai tulajdonságaival, illetve a membránok keresztüli iontranszporttal foglalkozik. A tanulmányutak az MTA Szegedi Biológiai Központ Biofizikai Intézetében működő Membrán és Transzport Munkacsoport munkájához kapcsolódnak.

### **Leningrád, 1973. november—1974. február**

Három hónapos egyezményes tanulmányutamat az SZTA Citológiai Intézetének Sejtfiziológiai Laboratóriumában töltöttem. A laboratórium vezetője Prof. A. A. Lev, szakterületének nemzetközileg ismert és elismert művelője. A laboratórium témája: alkáli ion transzport tanulmányozása a biológiai membránok különböző modellrendszereiben: néhány mm vastag szénhidrogén rétegen, két vizes fázis között (ún. „vastag-

membrán”), valamint bimolekuláris vastagságú, néhány  $\text{cm}^2$  felületű gömb-membránokon. Pillanatnyilag a fő kutatási irány a membrán – vizes fázis határfelületi reakciók és jelenségek tanulmányozása. A laboratórium mintegy 10 kutatóval dolgozik, gyakorlatilag segédek nélkül. A kutatók között igen szoros az együttműködés, aminek eredményeképpen a laboratórium a fenti témában világviszonylatban a legelső között van.

Tanulmányutam célja a biológiai rendszerekben fontos szerepet játszó alkáli ion transzport tanulmányozása bimolekuláris lipid modellmembránokon, a lipid – vizes fázis határfelület transzportfolyamatban való szerepének vizsgálata, valamint a modellkészítés módszerének elsajátítása volt.

Vizsgálataimat bimolekuláris lipid gömb-membránokon végeztem. Megmértem a membránon keresztüli ionos (elektromos) vezetés aktivációs energiáját az alkáli kationokkal specifikusan komplexvegyületeket képző antibiotikum, a valinomicin jelenlétében és hiányában. Az ionos vezetés aktivációs energiája valinomicin jelenlétében megnövekszik: a vezetés sebességmeghatározó lépése nem az ion-carrier komplex membránon keresztüli diffúziója, hanem a komplex határfelületen való képződése, illetve disszociációja. Sikerült kimutatni továbbá a membrán szerkezetének hőmérséklet függvényében való megváltozását (fázis átalakulás), amely a membrán ion szelektivitására is hatással van.

A tanulmányút végén a végzett munkáról előadás formájában beszámoltam, amelyet diszkusszió követett. A munkából a laboratórium munkatársaival közös közleményt írtunk, amely a III. Szovjet Biokémia Kongresszuson, Rígában került előadásra.

### **Konstanz (NSZK), 1974. október**

UNDP ösztöndíjjal 1974 októberében a Konstanzi Egyetem Biológiai Fakultásán prof. dr. P. Läuger laboratóriumában voltam egyhónapos tanulmányúton.

A laboratórium a bimolekuláris lipid membránokon keresztüli ion transzport különböző antibiotikumok jelenlétében való mechanizmusát és kinetikáját tanulmányozza. Ezek az anyagok a membrán ion-permeabilitását több nagyságrenddel megnövelik, de különböző hatásmechanizmussal bírnak:

- a) valinomicin, a közvetített iontranszport carrier-mechanizmusának modellje,
- b) gramicidin, diméret képezve az ionok számára átjárható csatornát alakít ki a membránon keresztül,
- c) Alamethicin, szintén csatornaképző vegyület, de a csatornát mintegy 8 molekula alakítja ki elektromos erőter hatására.

A laboratóriumban klorofillt tartalmazó membránokat is tanulmányoznak, valamint a membránok zajanalízisét is végzik. A magas színvonalú munkákhoz egy kémiai-részleg kapcsolódik, ahol a szintetikus lipideket és a fentemlített antibiotikumok módosított formáit állítják elő.

Tanulmányutam célja az volt, hogy a biomembránok modelljeként újabban használatos mesterséges membrán készítésének technikáját, legfontosabb fizikai paramétereit tanulmányozzam, ezen kívül lipidkémiával a szintetikus lipidek előállításának módszerével foglalkozzam.

A biológiai membránok legújabb használatos modellje, az ún. Montal–Mueller-féle bimolekuláris lipid membrán két, monomolekuláris lipid réteg megfelelő módon való összeillesztésével állítható elő. Előnye e modellnek, hogy az eddig általánosan használt Mueller–Rudin-féle membránmodellel szemben paraffin oldószert nem

tartalmaz, így a lipid réteg szerkezete, kémiai összetétele meghatározottabb. A membrán kapacitása különböző ionkoncentrációk mellett a biomembránok kapacitásához közelállóan adódott. Valinomycin jelenlétében az oldószermentes, mintegy 30 Å vastagságú membrán áram-feszültség jelleggörbéi az előző modellek jelleggörbéitől eltérő alakúak voltak, amely alapján ilyen vastagságú membránok esetében eltérő transzportmechanizmusra következtethetünk.

A tanulmányút második felében a membránformáló lipidek kémiájával és szintézisével foglalkoztam. A szintetikus úton előállított lipidek kémiai összetétele ismert, jól meghatározott. A lipid molekula zsírsavláncait hosszuk és telítetlenségük mértéke szerint tetszőlegesen választhatjuk meg, ezáltal a kísérletes eredmények egzaktabbá válnak. Ugyancsak mód nyílik olyan lipidek szintézisére is, amelyek igen stabil membránt képeznek.

SZALAY LÁSZLÓ

(JATE, Biofizikai Tanszék)

### **Tübingen (NSZK), 1974. február–augusztus**

A Tübingeni Egyetem Kémiai Fakultásának meghívására vendégprofesszorként működtem a Kémiai-Növényfiziológiai Intézetben, amelyet H. Metzner professzor vezet.

Oktató munkám a nyári szemeszteren a következő foglalkozásokból állt: Válogatott fejezetek a biofizikából (heti 3 óra) és doktoranduszokkal való speciális foglalkozás. Az előadásokban túlnyomórészt fotobiológiai kérdésekkel foglalkoztam.

Tudományos munkámat az Intézet egyik kihelyezett laboratóriumában, Entringenben végeztem. A kék-zöld algák fluoreszcenciáját vizsgáltam. Abból az elgondolásból kiindulva, hogy a vizsgált objektumok a legősibb fotoszintetizáló szervezetek, amelyek fejlődésük során még redukáló atmoszférában éltek, igen nagy intenzitású, ionizáló sugárzás hatása alatt – és sugártűrő képességüket a mai napig is megőrizték – az ultraibolya sugárzás hatására bekövetkező fluoreszcenciát tanulmányoztam. Ez más szervezeteknél az életfunkciók károsodása nélkül nem lenne lehetséges. Kiderült, hogy ezzel a módszerrel az alga pigment rendszerének új sajátosságai tárhatók fel, így két új fluoreszkáló pigment forma volt kimutatható. Minthogy többször előfordult, hogy az élő alga szuszpenziók a tenyésztés során „elromlottak”, segédprogramként félvezető-oxid porokat (MgO, ZnO stb.) festettem meg, nem fotoszintetikus pigmentekkel, mert korábbi vizsgálatok szerint az így adszorbeált festékrétegek az in vivo rendszerekhez nagyon hasonló fluoreszcencia indukciós jelenségeket mutatnak a megvilágítást követő első időszakban. Érdekes és újszerű megfigyelés volt, hogy a megvilágítás rövid ideig (néhányszor 10 sec-ig) való megszakítása alatt a különben csak fény jelenlétében lejátszódó folyamat ugyanolyan kinetikával sötétben tovább megy.

Az alga-téma további vizsgálatát sajnos a szegedi tanszék mostoha elhelyezési körülményei gyakorlatilag lehetetlenné teszik.

A tanulmányút mind oktatási, mind tudományos szempontból eredményes volt és az itthoni munkában is felhasználható ismereteket hozott.

### München, Neuherberg (NSZK) 1974. április–október

1974-ben a NAÜ által biztosított ösztöndíjjal féléves tanulmányúton jártam az NSZK-ban, a Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH. (München, Neuherberg) Nukleárbiológiai Oosztályán.

Az intézmény országos jellegű, több (az NSZK különböző városaiban működő) intézetből és részlegből áll. Az intézmény keretében az alábbi részlegek működnek:

- Sugárbotanikai Intézet (Hannover)
- Mikrobiológiai Intézet (Göttingen)
- Növénygenetikai Intézet (Köln)
- Kémiai Intézet (Birlinghoven)
- Biokémiai Kutatócsoport (Freiburg)
- Biofizikai Sugárkutató részleg (Frankfurt/Main)
- Koherens optikai részleg (Darmstadt)
- Biológiai Intézet (München-Neuherberg)
- Sugárvédelmi Intézet (München-Neuherberg)
- Központi fizikai-technikai részleg (München-Neuherberg)
- Haematológiai Intézet (München)
- Orvosi Adatfeldolgozó Intézet (München)
- Radiohydrometriai Intézet (München)

Az intézmény biológiai-orvosi alap- és alkalmazott kutatásokkal foglalkozik, különös tekintettel a sugárhatás és a környezeti tényezők szerepére. Az intézmény központja és a Münchenben működő részlegeinek nagy része is a várostól északra Neuherberg falu közelében, modern, új épületekben nyert elhelyezést. Itt az egyes modern eszközökkel jól felszerelt intézeteken kívül az egész komplexum rendelkezésére álló technikai részleg és kísérleti atomreaktor is működik. A személyi állomány hozzávetőleg 1000 fő, közülük 350–400 diplomás kutató. Az intézmény szoros kapcsolatban áll a NAÜ-vel, rendszeresen több NAÜ-ösztöndíjas is működik az intézetekben és anyagi támogatást is kapnak a NAÜ-től. Velem egyidőben még másik 3 ösztöndíjas volt az intézetben, Indiából, Japánból és Indonéziából. A kutató munkában szorosán együttműködnek a Münchenben működő legnagyobb nyugatnémet egyetem intézeteivel is, különösen a klinikai kutatások vonalán.

Az intézmény elnöke és alelnöke minisztériumi főhivatalnok, a tényleges irányítást menedzser igazgató látja el. Fontos szerv a tudományos tanács, amelynek tagjai az egyes intézetek igazgatói és meghívott neves szakemberek. Szakmai kérdésekben a tudományos tanács tölti be a vezető szerepet.

A tudományos tevékenység igen széles körű, erről csupán vázlatos képet kívánok nyújtani néhány jelentősebb részleg munkáját illetően.

A Biológiai Intézet (vezetője O. Hug professzor) elsősorban a külső és az inkorporált radionuklidoktól származó ionizáló sugárzások genetikai hatásának, kisebb volumenben a kémiai eredetű környezeti szennyezések károsító (genetikai, teratológiai) hatásának vizsgálatával foglalkozik. Az intézet sugárbiológiai és biofizikai részlege a sugárzások primer fizikai-kémiai hatását vizsgálja sejtszinten. Ugyanitt külön csoport kutatja a leukémia és a csonttumrok keletkezésének okait, különös tekintettel a sugárhatásra, elektronmikroszkópos és radioautográfias módszerrel.

A Nukleárbiológiai részleg a szervek és szövetek nyomelem tartalmának neutron-

aktivációs analízissel történő meghatározásával, a nyomelemek biológiai szerepének vizsgálatával foglalkozik. Másrészt az inkorporált radionuklidok, gyógyszerek és környezetszennyező kemikáliák (pl. növényvédőszer) embrionális fejlődésre gyakorolt hatását vizsgálják.

Az intézet genetikai laboratóriumában az emlősökben sugárzás és kémiai agensek hatására fellépő mutációs változásokat kutatják.

Igen imponálóak a kísérletes farmakológiai részlegnek azon eredményei is, amelyek a kémiai szennyezők receptorfolyamatokra és ingerületáttevődésre gyakorolt hatására vonatkoznak.

Az élettani csoport az idegmembrán szerkezetével, a membrántranszport vizsgálatával és az ingerület molekuláris mechanizmusának tisztázásával foglalkozik.

Az intézmény más részlegeinél folyó munkáról közvetlen tapasztalatokat nem szerettem, azokat csak a megjelent kiadványokból, évkönyvekből, közleményekből ismerem, ezért ezekre nem is térek ki e rövid beszámolóban.

Előzetes munkatervemnek megfelelően a Nukleárbiológiai részlegnél dolgoztam. Munkám kapcsán az Mn és a Zn harántcsikolt izomra, a szívizom és a simaizom spontán aktivitására kifejtett fiziológiai hatását tanulmányoztam. Kihhasználva az intézetben adott technikai lehetőségeket (neutronaktivációs analysis, atomabszorpciós spektrometria) meghatároztam a vizsgált szövetekben és a nyomelemmel nem kezelt friss szövetekben is a Zn és az Mn pontos mennyiségét. Így a fiziológiai hatás és a szöveti nyomelemkoncentráció között kvantitatív összefüggés megállapítására nyílt lehetőségem.

Tapasztalataim alapján úgy vélem, hogy a sugárhatás (strukturális, biokémiai, genetikai) vizsgálatával, továbbá az ingerületi jelenségek és a biológiai nyomelemhatás vizsgálatával foglalkozó hazai kutatók számára az intézet meglátogatása, méginkább egy munkalehetőséget is biztosító rövid – vagy hosszabb – tanulmányút igen hasznos lehet. Ehhez az intézet kitűnő, modern műszerezettsége is megfelelő segítséget nyújt.

**BOZÓKY LÁSZLÓ:**  
(Országos Onkológiai Intézet)

## **USA, 1974. szeptember**

1974. szeptemberében az MTA és az Egyesült Államok Tudományos Akadémiája közti csereegyezmény keretében alkalmam nyílt egyrészt képviselni hazánkat az IRPA (Nemzetközi Sugárvédelmi Társulat) Washingtonban megrendezésre került III. közgyűlésén, végrehajtó bizottsági ülésein és az IRPA III. Nemzetközi Sugárvédelmi Kongresszusán, másrészt meglátogatni az USA egyes kiemelkedő radiológiai és nukleáris intézményeit Washingtonban, Rockville-ben, Oak-Ridge-ben és Calvert-Cilff-ben.

A végrehajtó bizottsági üléseken úgy is mint a jogi és a további tagegyesületek csatlakozását szervező külön „Ad hoc” bizottság tagjának, alkalmam volt számos régi ismerőssel tárgyalni, és konkrét eredményeket elérni. Így pl. az NDK csatlakozási kérelmének három éve húzódó benyújtása terén Sitzlach kormánybiztossal sikerült a problémákat tisztázni és a szükséges nyomtatványok átadása után ígéretet kap

nom arra vonatkozóan, hogy tagfelvételi kérelmüket néhány hónapon belül most már valóban részemre megküldi.

A végrehajtó bizottság határozatot hozott arra vonatkozóan, hogy a legközelebbi, IV. kongresszusát Csehszlovákiában rendezi meg 1976-ban. Így az új vezetőségben a kongresszusi elnöki tisztséget dr. V. Klener (Institute of Hygiene and Epidemiology, Prága) nyerte el. A vele folytatott megbeszélések során – figyelembe véve az 1972. évi budapesti IRPA kongresszusunkon részt vett számos szakembernek azt a spontán megnyilatkozását, hogy nagyon szeretnének ismét Budapestre eljönni – előzetes megállapodás született arra nézve, hogy a csehszlovákiai IRPA kongresszus után szűkebb témakörrel Budapesten szimpóziumot rendezünk. Döntés született még további regionális kongresszusok ügyében, az IRPA pénzügyi helyzetével kapcsolatos, valamint tagfelvételi kérdésekben stb. A választások során az IRPA új elnöke Carlo Polvani (Olaszország) lett. A hattagú végrehajtó bizottságban a szocialista országok képviselésére továbbra is engem bíztak meg.

A kongresszusra 25 országból összesen 231 előadást küldtek be, köztük két magyart. A legfontosabb témakörök a következők voltak: Sugárzás és ember, radioekológia, környezetvédelem, hulladékkezelés, atomerőművektől eredő sugárterhelés, orvosi röntgensugárzástól eredő sugárterhelés, radionuklidok metabolizmusa, mértékegységek, sugárvédelmi oktatás, és a nem ionizáló sugárzások. Az előadások általában három szekcióban folytak angol, francia és orosz szimultán fordításban. Az előadások nagy részét, így a Fehér Istvánnal közös saját előadásunkat is riportörök ismertették. Az előadásokat igen élénk viták követték. A kongresszusnak 800 résztvevője volt, köztük öt magyar.

A kongresszus után tett intézmény-látogatások helyét és témakörét röviden a következőkben ismertetem:

1. National Bureau of Standards, a Washington melletti Rockville-ben. Az R-egység, az elnyelt dózis és az aktivitás abszolút mérésének, valamint különféle gyorsítókkal és a karakterisztikus röntgen sugárzással folytatott kutatásoknak a tanulmányozása igen hasznos tapasztalatcseréhez vezetett. A nagy területen felépített intézmény legkorszerűbb mérőberendezésekkel van felszerelve, a különböző osztályok közötti jó együttműködés megkönnyíti a komplex mérések nagyfokú megbízhatóságát.

2. A washingtoni Freedmen's Hospital Radiológiai Osztályán régi ismerőssel, dr. U. Henschkével, az utántöltős, „after loading” kezelési technika feltalálójával sikerült találkoznom. Bemutatta a Janus-arcú, kétfejes kobaltgáztartály konstrukcióját, a több Curie-s intracavitáris after loading kezelési berendezéseit, speciális dozimetriai eljárásokat stb.

3. Igen tanulságos volt számomra a Washingtontól 80 km-re létesített Calvert-Cliff-i atomerőmű megtekintése, mely  $2 \times 800$  MW-os turbinákkal, legkorszerűbb sugárvédelmi létesítményekkel stb. rendelkezik és éppen beindítás előtt állt.

4. Nagy élményt jelentett a Washington melletti Naval Research Laboratory 35 MeV-es föld alatti ciklotron üzemének a megtekintése. A felgyorsított deuteronokat Be targetbe ütköztetve gyorsneutron sugárzást állítanak elő. Három csatorna segítségével három külön besugárzó helyiségben lehet terápiás besugárzásokat, illetve gyorsneutron kísérleteket végezni egzakt feltételek mellett.

5. Brookhavenben az Orvosi Kutató Osztály sugárfizikai berendezései közül különösen említésre méltónak tartom a Pu-Be neutronforrásokkal végzett speciális egészséges besugárzást – 0,27 rad dózisterheléssel, majd közvetlenül utána a felaktiválódásnak egészségtesztzárlás mérésével a beteg csontjaiban lévő Ca mennyiségének pontos meghatározását, az extrakorporális vérbesugárzási eljárásokat és a gamma-kamerát.



6. A Brookhave-i Health Physics laboratóriumok és a legkorszerűbb sugárfizikai létesítmények közül megemlítem a dozimetriai mérésekhez használt 4 MeV-es Van de Graaff gyorsítót, a pion terápiához is majd használni kívánt 36 GeV-es gyorsító lenyűgöző berendezéseit és az itt részleteiben is tanulmányozott USA-beli sugárvédelmi oktatási rendszert.

7. Oak Ridge: Health Physics laboratóriumban a többek között a radonmérésre kidolgozott rendkívül szellemes módszert, az exoelektronos dózismérési technikát, a védelem nélküli speciális kísérleti reaktort és környékét, valamint a pion terápia lehetőségeit vizsgáló számítások eredményeit tanulmányoztam.

8. Oak Ridge: 40 amerikai egyetem közös radiológiai kutató központjában az itt kifejlesztett lineáris scannereket, a nagy teljesítményű egészsétszámlálós berendezést, a diagnosztikai izotóp laboratóriumokat és a kobalt-terápiás lakosztályt volt alkalmam részletesebben megnézni. Ez utóbbiban bárhol is tartózkodik a beteg, naponta 20 órán át folyamatos gamma sugárzásnak van kitéve, összesen napi 30 rad egészségi dózisterheléssel, amit 5 napon át megismételve összesen 150 rad-ot adnak le.

A Brookhaven-i és Oak-Ridge-i konzultációim, valamint washingtoni lenyűgöző mérvű előkészületek megerősítették és kiegészítették azt a meggyőződésemet, hogy a több mint 75 éves sugárterápia egy új korszak küszöbéhez érkezett, a gyorsneutron terápiától a daganat gyógyulási százalék ugrásszerű megemelkedése várható. Gyorsneutronoknál ugyanis nem áll fenn az anoxiás sejteknek közel háromszor kisebb sugárérzékenysége és így a tumorpusztító dózisok túlélésének lehetősége. Egy ciklotron hazai felépítése, ami természetesen sok egyéb igényt is ki tudna elégíteni, egy feltétlenül indokolt, reális beruházási igényt jelentene.

Javasolom a kérdésnek egy komplex szakértői bizottság előtti megvitatását és addig is, míg ez elkészülne, a gyorsneutronos sugárbiológiai vizsgálatok haladéktalan megindítását.



### KÖNYVISMERTETÉS

#### Biofizika

(Szerkesztette Ernst Jenő)

Az Akadémiai Kiadó gondozásában 1974-ben magyar nyelven megjelent „Biofizika” c. könyv hézagpótló jellegű. Egy ilyen könyvre akkor, amikor az ország szükségleteinek megfelelően évente ezres nagyságrendben képeznek az egyetemek orvosokat, biológusokat, továbbá több százra tehető azoknak a kutatóknak a száma, akik a biofizika tudományával mindennapi munkájukban foglalkoznak, nagyon nagy szükség van.

A könyv célkitűzését talán a legjobban a könyv „Előszó” c. részéből vehetjük, amelyben a szerkesztő kifejti, hogy: „Míg az egzakt természettudományok szinte autokatalitikus robbanásszerűen hozzák napvilágra újabb és újabb elméleti (és gyakorlatban felhasznált) eredményeiket, addig a biológia egyes biztató teljesítményei, ill. irányai ellenére továbbra is lemarad az egzakt természettudománytól, miközben hangoztatja a biológiai forradalmat.

Valóban szükség van a biológiában forradalomra, hiszen megdöbbentően paradox a helyzet: a természetben *legbonyolultabbnak* elismert *biológiai folyamatok* kutatására a *legkisebb egzakt alapképzettséggel* készítik elő a biológusokat az egyéb természettudományos szakemberekhez képest. Valóban forradalmi változásra van szükség: *a biológusoknak kell kapniuk a jövőben* a legjobb alapképzést, amely a matematika, fizika, kémia, fizika-kémia, kolloidika vonalán haladva jut el a biológiai jelenségek tárgyalásáig. Ez persze nem azt jelenti, hogy szakemberi képzettséget nyerjen a biológus matematikából, fizikából stb., hanem azt, hogy megfelelő nívón tudja vezetni a biológiai munkát a különböző szakképzettségűek kutatócsoportjában.”

Ez a némes mozgósító szándék végigvonul az egész könyvön és a szerkesztő egyes nagyobb fejezetek elé írt bevezetőjében fejt ki részleteiben.

Napjainkban a biofizika nagyon szétágazó, a biológia minden lényeges kérdésébe behatoló interdiszciplináris tudományág. Valószínű a nagy tudományos anyag készítése arra a szerkesztőt, hogy a könyvet társszerzők segítségével valósítsa meg. A 23 társszerző között valóban sok diszciplína képviselőit találhatjuk meg: orvosok, fizikusok, vegyészek, biológusok, mérnökök írták a könyvet. Ezt a szerkesztési elmeletet helyesnek kell elfogadnunk még akkor is, ha ennek következtében a könyv egységessége szenved némi hiányt.

A könyv két nagy fejezetre tagozódik. Az első fejezet az egykomponensű rendszerek sajátágaival foglalkozik. Csak dicsérni lehet azt az elképzelést, hogy az egész könyv első, szakmai kérdésekkel foglalkozó része a biometria alapjaival foglalkozik. A kísérletek tervezése, az eredmények kiértékelése, az eredmények szignifikanciájának a megbízható megállapítása alapvető jelentőségű.

Az első fejezet további részei ízelítőt adnak – a könyv jellegének megfelelően – bevezető fokon az atomfizika, a szilárd anyagok, a víz szerkezetének egyes tudni-valóiról. Ismertetnek továbbá néhány speciális vizsgálati módszert, mint az elektronspin rezonancia, a magmágneses rezonancia-módszert és ezek néhány biológiai alkalmazását.

A második fejezet a két, illetve többkomponensű rendszerek sajátjaival foglalkozik. Itt is alapozás jellegű ismeretanyagot találunk elegyek, oldatok, elektrolitok termodinamikai egyensúlyi adatairól, transzportsajátságokról, határfelületekről, ozmózisról. Külön rész tárgyalja a kolloid anyagok jellemzőit. Mindezeket a jelenségeket nem élő rendszerekre vonatkozóan mutatja be a könyv. A jelenségek törvényszerűségeit az élettelen világban általában könnyebb megismerni, hiszen a kísérleteket sokkal, de sokkal könnyebb standardizálni, reprodukálni. Nyilvánvaló, hogy a szerkesztő ezeket az ismereteket tekinti egzakt ismereteknek, amelyeknek a színvonalára kell eljutniuk a biológiai ismereteknek is.

A harmadik fejezettel kezdve már teljes egészében az életjelenségek képezik a könyv tárgyát. A harmadik fejezet az „Elemi életfolyamatok” címet viseli. A témakörön belül olvashatunk a mikro- és makrotranszport folyamatokról, a katabolizmusról és anabolizmusról, továbbá az élőlkörében oly fontos szilárd anyag képződéséről, a növekedés fejlődési problémáiról és a folyadék-mobilizációról.

A negyedik fejezet talán a könyv leggazdagabb része, híven tükrözve azt a tényt, hogy az anyag megírásában legnagyobb részt vállaló szerzőknek, a Pécsi Biofizikai Iskola tagjainak az egyik fontos munkaterülete. Az inger-ingerület, biokibernetika problémakör megtárgyalása nagyon sok tényanyagot tartalmaz, és az egyszerű receptoroktól eljut a bioautomatizmuson keresztül a modern számítógépekig, biológiai információközlésig. A tényanyag korrekt bemutatása mellett gyakran találunk kritikai megjegyzéseket, amelyekben a Pécsi Iskola tagjai saját nézetüket fejtik ki egyes, jóllehet általánosan elfogadott, de egyelőre nem egzakt módon bizonyított elképzelés ellenében. Meg kell azonban jegyezni, hogy a kritika nagyon mérték tartó.

Az ötödik fejezet a biomozgásokkal foglalkozik. Itt ismét elmondhatjuk, hogy két kisebb részt (egysejtűek mozgása, növényi mozgások) leszámítva ez a fejezet is szoros kapcsolatban van a Pécsi Iskola működésével. Az izom kutatása Magyarországon egyértelműen összefügg a Pécsi Iskola tevékenységével. A téma kifejtése az előző fejezethez hasonlóan korrekt, tárgyszerű és ahol szükségesnek látszik, kritikus.

Radiobiofizikával foglalkozik a hatodik fejezet. Fő részei a fotodinamiás hatás és a fotoszintézis ismertetése. A két témakör a kisenergiájú sugárzás, a látható és ultraibolya fény tartomány jelentőségével foglalkozik. Nem kell külön kihangsúlyoznunk a fotoszintézis jelentőségét, amely minden életjelenség alapja, a nap energiájának a felhasználása „élő anyag” termelésére élettelenből. Nagyobb energiájú sugárzásokkal foglalkozik a radioaktivitás biofizikája.

A hetedik fejezet látszatra különleges címet visel: „Elméleti biofizika”. De ha megnézzük a fejezet részeit, akkor megértjük, mit takar a cím. Ahogy van elméleti fizika, amely a fizika tételeit matematikai formában, matematikai tisztasággal kívánja megfogalmazni, úgy van létjogosultsága az elméleti biológiának is az egzaktásra való törekvés jegyében. A fejezetben ezért biológia – matematika, biológia – termodinamika részt találunk, valamint egy rendkívül izgalmas részt az elméleti neurobiológiáról – az agyhálózatok matematika jellegű modelljéről. Talán szimbolikus jellege van annak, hogy az agy működésével foglalkozó rész került a könyv végére, mutatva azt, hogy a „természettudományt végeredményben az emberi agy termeli” (469. old.).

Jelen ismertetés írója, amikor néhány évvel ezelőtt biológiai tárgyú könyveket kezdett olvasni, a biológiai anyagot 7 különböző szintre osztotta, amelyek növekvő szervezettségi fokot képviselnek.

1. Elemi részecskék (pl. elektronok, protonok, neutronok . . .)
2. Atomok (H, C, N, O . . .)
3. Molekulák (DNS, RNS, fehérje, lipid . . .)
4. Organellumok (membrán, riboszóma, mitokondrium . . .)

5. Sejtek
6. Szervek (máj, tüdő, agy . . .)
7. Szervezetek (növény, állat, ember . . .)

A biofizika tudományának természetesen mind a hét szinten kell tevékenykednie, bár az 1. és 2. szinten valószínű nem túl sok újat fog hozzátenni az ismeretekhez.

A „Biofizika” könyv sokat és mélyen foglalkozik a 4., 5., 6. és 7. szint vizsgálatával. Az 1. és 2. szintet az első részben áttekintően bemutatja. Hiányérzet marad azonban az olvasókban, a 3. szint tárgyalásával kapcsolatban, amely az utóbbi időben talán a legátütőbb sikereket érte el, és amely a leginkább haladt a könyv bevezetésében említett és fentebb idézett „egzakt” irányban.

Az olvasóban felmerül a gondolat, hogy ez az elhagyás talán szándékos volt, hiszen ez a szint oly sok új eredményt tartalmaz, hogy a már megírt anyaggal egy kötetben nem fér el. Talán a „Biofizika” könyv esetleges 2. kötetébe szánta ezt az anyagot a szerkesztő? Nem tudjuk. De az olvasók mindenképpen örülnének ennek a „második kötetnek”.

KESZTHELYI LAJOS

## HAZAI BIOFIZIKAI KUTATÓHELYEK

### A Debreceni Orvostudományi Egyetem Biofizikai Intézete

A Biofizikai Intézet jogelődjének története 1921-ig nyúlik vissza, az Orvostudományi Fizikai Intézet működésének kezdetéig. Az intézet első professzora dr. Wodetzky József volt, aki csillagászáttal foglalkozott, s egyaránt oktatta az orvostanhallgatókat és a fizikaszakos hallgatókat. 1933-tól dr. Gyulai Zoltán, neves kristályfizikus, majd 1940-től tanítványa, dr. Szalay Sándor vezette az intézetet. Szalay professzor – aki többek között Szent-Györgyi Albert és Ernest Rutherford professzor mellett is dolgozott –, 1950-ben az egyetem kettéválásakor a Kossuth Lajos Tudományegyetem Természettudományi Kara Kísérleti Fizikai Intézetének lett az igazgatója. Az Orvosi Fizikai Intézet igazgatója az intézet korábbi munkatársa, dr. Tóth Lajos lett. Tekintettel az ország felszabadulása utáni nehéz anyagi helyzetre – a két Fizikai Intézet közül a Természettudományi Karhoz tartozó Kísérleti Fizikai Intézet az Orvostudományi Fizikai Intézet eredeti helyén működött tovább, míg az Orvosi Fizikai Intézet az Orvosi Vegytani Intézet egy részében nyert elhelyezést. (Hasonló helyzet az akkori szervezett intézetek esetében nem volt teljesen szokatlan. A szellemi élet s az oktatás fellendülését – mint azt több példa illusztrálja –, az anyagiak szűkebb keresztmetszetét lelkesedéssel, kemény munkával pótolva, padlástérbeépítéssel nyert helyiségekben működő intézetek is elérték.)

A Biofizikai Intézet 1969. májusában az Egészségügyi Minisztérium intézkedése nyomán kezdte meg e név alatti működését az Orvosi Fizikai Intézet örököseként.

Az indulás mostoha körülményeire jellemző, hogy az Intézet túlnyomó része egészségtelen levegőjű alagsori szinten helyezkedett el. A munka hatékonysága szempontjából azonban ennél nagyobb nehézséget jelentett a műszerpark hiányossága, s

a tény, hogy a meglévő műszerek nagy része elavult konstrukciója miatt sem volt alkalmas biofizikai kutatásokra.

Ez a helyzetkép persze csak a közvetlen indulást jellemezte. Egyetemünk vezetősége ugyanis tudatában volt annak, hogy ha nemcsak szebben csengő intézetnevet, hanem a modern orvosképzéshez elengedhetetlenül szükséges biofizikai oktatás és kutatás irányába mutató intézeti profilváltozást is akarunk, akkor – legalábbis saját erőnkhez mérten – különös súlyú anyagi és erkölcsi támogatásra van szükségünk. Ezt a támogatást megkaptuk, és azt saját erőfeszítéseinkkel is megtoldva, megkezdtük az új oktatási profil kialakítását.

Egyik alapvető fontosságú tennivaló a műszerparkunk minél gyorsabb ütemű és nagyobb volumenű fejlesztése volt. Ennek érdekében a vásárolt műszerek mellett intézetünk műhelyében „háziilag” is készültek műszerek (pl.: dielektromos spektroszkóp, stopped-flow készülék, frakciószedők stb.). Ugyanakkor – egyetemünk megértő támogatása folytán – az intézet diplomás munkatársainak és kisegítő dolgozóinak létszáma is fokozatosan emelkedett. Összehasonlításképpen megadjuk néhány lényeges intézeti mutató 1967. és 1975. évi értékét:

	1967	1975
intézetünk össz. dolgozóinak száma	12	26
intézetünk diplomás dolgozóinak száma	5	10
évi költségvetés	50 000	400 000

Az anyagi háttér felfuttatása mellett az új oktatási és kutatási tematika minél modernebb szinten történő kialakítása volt a másik lényeges feladat. Ezt szolgálta intézetünk több munkatársának hazai és külföldi tanulmányútja. Ezek a tanulmányutak egyúttal az új profilnak megfelelő belföldi és külföldi kapcsolatok kiépítéséhez is jó alkalomnak bizonyultak.

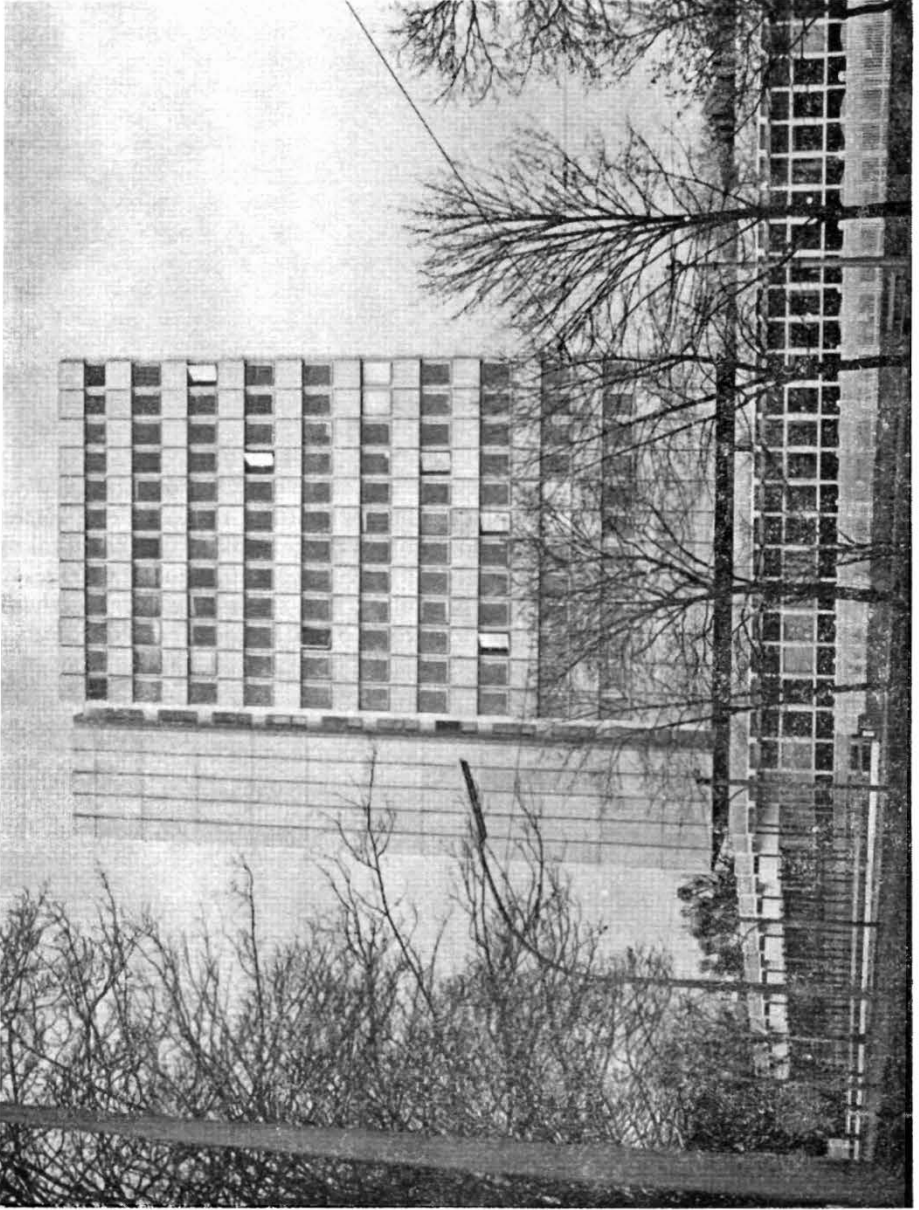
Oktatási anyagunkat – a külföldi hasonló funkciójú intézetek tematikáját is figyelembe véve – elsősorban a már régebben funkcionáló hazai Biofizikai Intézet anyagára támaszkodva állítottuk össze.

Mind oktatási, mind kutatási programunkat tekintve, körülményeink ugrásszerű javulását eredményezte egyetemünk kívülről is impozáns megjelenésű és a környezetbe jól illeszkedő „Elméleti Tömb”-jének 128 millió forintba került épülete, amit 1973-ban adtak át.

Ebben az épületben nyert elhelyezést a Központi Laboratórium, a Biokémiai Intézet, a Biofizikai Intézet, a Biológiai Intézet, a Marxizmus–Leninizmus Intézet és az Eü. Szervezési Intézet. A Biofizikai Intézet az épület 3. és 4. emeletén helyezkedik el, s hozzánk tartozik még két gyakorlati helyiség (a földszinten), valamint egy alagsori műhely-helyiség. Ez azt jelenti, hogy míg a régebbi helyen az intézet alapterülete 400 m<sup>2</sup> alatt volt, itt meghaladja az 1100 m<sup>2</sup>-t.

Az Elméleti Tömb átadásával az Egészségügyi Minisztérium 60 000 \$-t biztosított a beköltözött kísérletes intézetek részére, ami tovább javította a műszerezettségét. Ennél jóval nagyobb műszerellátásbeli javulást jelentett viszont a Tömbön belüli közös műszerhasználat és nagy műszerbeszerzés megszervezése. Ennek következtében a különböző spektroszkópiás metodikákhoz tartozó nagyműszereken kívül használhatjuk az egyik legmodernebb típusú (JEOL-100) elektronmikroszkópot, aminósavanalizátort, liquid scintillációs berendezést, centrifugákat, melyek mindegyikének beszerzésére egy-egy intézetnek még hosszú ideig nem lenne módja (s a teljes kapacitású kihasználására sem!).

Nagyműszer használati lehetőségeinket bővíti még az a szerencsés körülmény,



1. ábra. A Debreceeni Orvostudományi Egyetem 1973-ban átadott új Elméleti Tömbje

hogy városunkban működik az ATOMKI, és a KLTE jól felszerelt Kémiai Tömbje. Ezen intézményekkel igen jó a kapcsolatunk, s ennek következtében egyetemünkön hiányzó olyan nagyműszereket is használhatunk, mit pl.: ESCA, NMR, T-jump stb.

Az Elméleti Tömb négy kísérletes intézete a „differenciálódási mechanizmusa” közös témakör különböző aspektusainak kutatásán dolgozik. Ezen belül a Biofizikai Intézet – folytatva a már megkezdett kutatási programot – a nukleotid-fehérje kölcsönhatás molekuláris biofizikai vonatkozásainak kutatásával foglalkozik. E kutatási kör néhány eszközét szeretnénk bemutatni a közölt fényképeken.

Intézetünk fenti témakörben elért eddigi eredményei az alábbi (inkább metodikai jellegű) csoportosítás szerint foglalhatók össze:

1. elméleti modellezés
2. enzimkinetikai vizsgálatok
3. kvantumbiológiai számítások
4. NMR-technika
5. fluorimetriás vizsgálatok
6. dielektromos spektroszkópia
7. fotometria
8. stopped-flow technika

1. Az intézetünkben folyó elméleti kutatómunka két részre osztható:

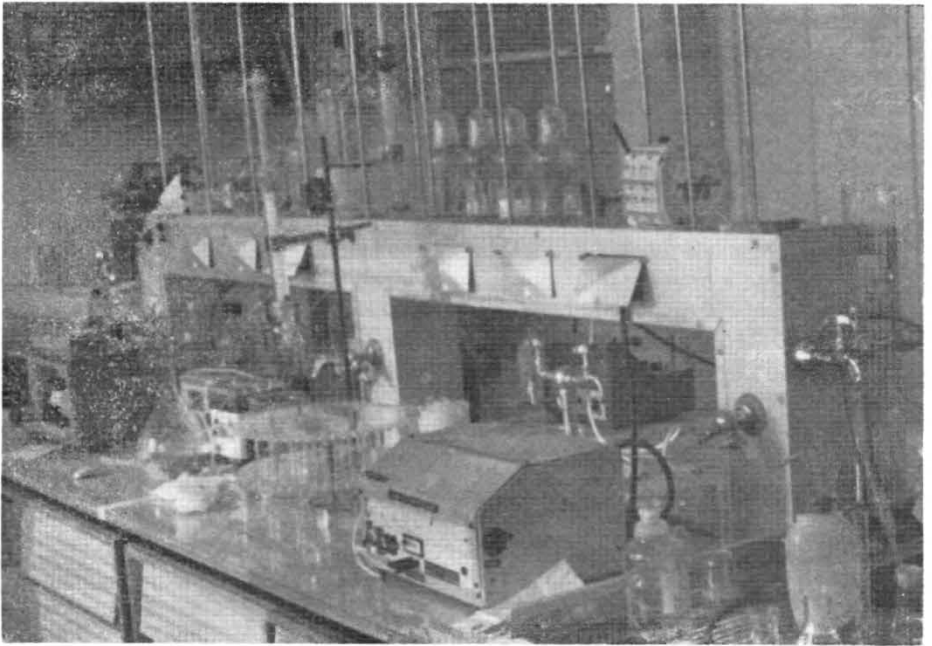
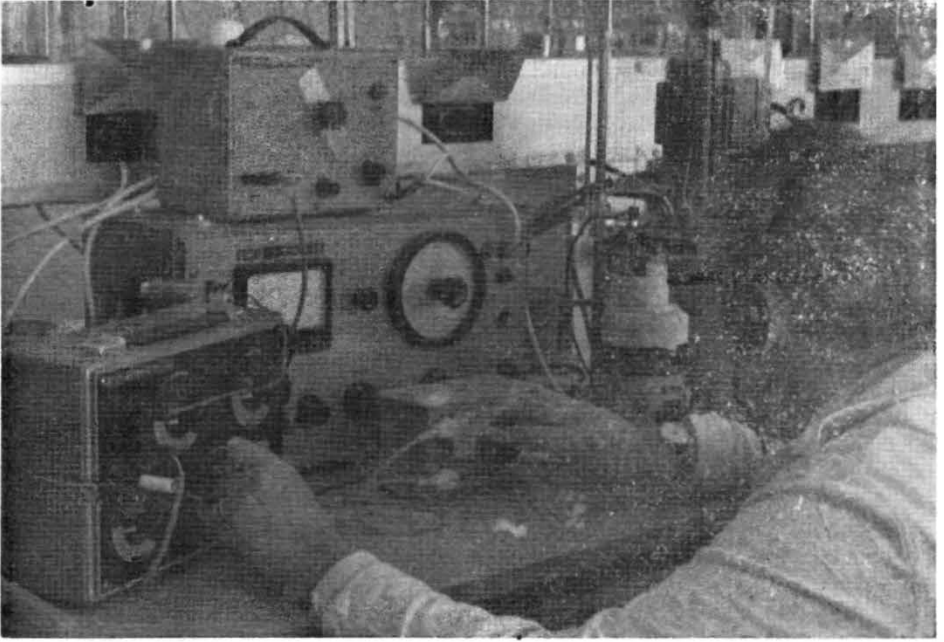
a) az enzimek működési mechanizmusának, környezeti regulációjának felderítését célzó munka

b) a transzkripció mechanizmusára, szabályozására vonatkozó kutatások.

Az a) pont alatti témában a legegyszerűbb enzimátikus reakció elemi történéscének molekuláris paraméterekkel történő leírására dolgoztunk ki egy kinetikai modellt. Sikerült elméleti és kísérletes alapokon nyugvó olyan közelítő összefüggéseket találnunk, amelyek segítségével az enzim és szubsztrát – sok esetben nem mérhető – asszociációs sebessége meghatározható. Ugyancsak ebből a modelltől következik az







enzimek egy minőségileg új szabályozási lehetősége is. Eszerint az enzim környezetének tömegeloszlása specifikus módon befolyásolhatja az enzim aktivitását. Ezen szabályozás egyaránt függ az enzimtől, és a környezettől.

A *b)* pont alatti témakör kutatása intézetünkben újabb keletű, s jelenleg a ciklus – ismert kísérletes adatokon alapuló – modellezése folyik. Munkánk alapján úgy tűnik, hogy a DNS függő RNS polimeráz faktora a transzkripció során – az eddig általánosan elfogadott véleménnyel szemben – később válik le a polimerázzal. Amennyiben ez beigazolódná, e ténynek a transzkripció rendszer belső szabályozásában lehet szerepe.

2. Az *a)* ill. *b)* pont alatti elméleti eredmények kísérletes vizsgálatát megkezdtük, ill. megkezdését tervezzük. Az *a)* ponthoz tartozóan a chimotripszin és a foszforiláz *b* enzimek aktivitásának változását vizsgáljuk különböző polimerizációs fokú inners polimerek jelenlétében. Bár a kísérletek körét a modellre vonatkozó egyértelmű konzekvenciák érdekében még bővíteni kell, az eredmények igen biztatóak.

3. Az intézetünkben folyó kvantumbiológiai számítások a nukleotid-fehérje kölcsönhatás elektronhéj szintű tanulmányozására vonatkoznak. Segítségével elsősorban a nukleotid elektronstruktúrája kölcsönhatás közbeni deformációjának jellegéről és mértékéről nyertünk felvilágosítást, de az eredmények közvetett módon utalnak a kölcsönható fehérje egyes csoportjainak tulajdonságaira is.

4. A 2. pont alatti számítások kontrollálására és további finomítására NMR-technikával vizsgáltuk a foszforiláz *b* enzim kölcsönhatását az ATP-vel és az AMP-vel. Sikertelen kvantitatív összefüggést találni nemcsak a nukleotid rezonancia vonalai, de a szubsztrát kvartettje és az enzim kötődése között is. Az ily módon nyert információkat a további vizsgálatokhoz fogjuk felhasználni.

5. Kettős fluoreszcens jelzéssel vizsgáltuk a DNS függő RNS polimeráz – DNS komplex esetén a fehérjéről a DNS-re irányuló energiatranszfer folyamatokat. Fluoreszcens jelzésként az enzim  $\text{NH}_2$  csoportjaihoz kötődő – 1972-ben felfedezett – fluorescamint, és a duplaszálú DNS-hez kötődő etidiumbromidot használtuk. Minthogy az etidiumbromid csak a duplaszálú DNS-hez kötődik, az energiatranszfer intenzitásából következtetni lehet, hogy a polimeráz a DNS mekkora szakaszán lazítja fel a két szál közötti kötéseket. Tekintve, hogy a DNS függő RNS polimeráz hatásmechanizmusa, kinetikája, működésének energetikája igen kevésbé ismert, ezen vizsgálatok igen fontos információkat szolgáltatnak a génátírásban jelentős szerepet játszó promotor helyek struktúrájáról.

6. Dielektromos spektroszkópiás vizsgálataink a fehérjét körülvevő – azzal praktikusán együttmozgó – kötött víz fehérje-fehérje és nukleotid-fehérje kölcsönhatásban betöltött szerepének tisztázására irányulnak. Vizsgálatainkból kiderült, hogy a foszforiláz *b* esetén a molekulát átlagosan 4 Å vastagságú kötöttebb struktúrájú vízréteg borítja, ami az enzim „mélyedéseiben” vastagabb.

7. Fotometriás vizsgálataink során a foszforiláz *b*-ATP kölcsönhatását vizsgálva, olyan karakterisztikus sávot találtunk, amely a nukleotid-fehérje kölcsönhatásra specifikus. Jelenleg a sávért felelős komplex (komplexek) tulajdonságait vizsgáljuk, mint pl. kötése erősség, moláris extinkciós koefficiens stb. A vizsgálatok befejeztével a metodika más nukleotid-fehérje kölcsönhatás vizsgálatára is alkalmassá válik.

8. Stopped-flow technika segítségével a foszforiláz *b* enzim nagy reaktivitású SH csoportjainak DTNB-vel való reakcióját tanulmányoztuk. Eddigi vizsgálatainkból kiderült, hogy a reakció tulajdonságai alapján az enzim különböző molekulái különböző – egymással egyensúlyban lévő – konformációs állapotban vannak. Mivel ezen SH csoportok konformációs állapotai nem befolyásolják az enzim aktivitását, feltehető, hogy a segítségükkel kimért különböző konformációs állapotok közel azonos

energiájúak. A közeljövőben fenti vizsgálatainkat különböző hőmérsékleteken szeretnénk folytatni.

A fentiekben vázolt eredmények alapján intézetünkben az utóbbi időben három orvos-biológiai doktori és két kandidátusi értekezés került ki.

Bár ez a rövid ismertető a jelenlegi intézetet hivatott bemutatni, ennek ellenére talán jogelődjeink és körülményeik megemlézése sem volt érdektelen, hiszen egy intézet jelenéről alkotott kép csak a múltbeli körülmények és lehetőségek vázolója mellett lehet valóságos.

DAMJANOVICH SÁNDOR,  
a DOTE Biofizikai Intézetének  
igazgatója

### **Tízéves a MEDICOR Bioklimatológiai Laboratóriuma**

1775. előtt a neurózis fogalom ismeretlen volt. William Cullen volt az első, aki ezt a manapság nagyon gyakran használt fogalmat bevezette és leírta, megállapítva, hogy „valamilyen módon az összes betegség idegi eredetű”. Az, hogy a neurózis leírása csak ilyen későn, az újkor elején történt meg, azt mutatja, hogy amikor az ember fejlődése megteremtette a civilizált élet alapjait és feltételeit, egyben létrehozta a saját magára nézve káros, előnytelen életformát is, megváltoztatva a természetes miliőt.

A klimatológia és meteorológia nagyon közeli kapcsolatban vannak egymással, de mindkét tudományág leginkább a természetes környezet és természetes változások, valamint folyamatok tanulmányozásával foglalkozik. Az aeroionizáció a bioklimatológiának az a szektora, mely a civilizált élet bizonyos ártalmait és a nem kedvező hatású klimatikai és meteorológiai tényezők hatását hivatott csökkenteni, létrehozva az élő, dolgozó, közlekedő ember számára kedvező ionmiliőt.

Az ionkoncentráció napi és évi lefutását szárazföld felett periodicitás jellemzi. Reggel egy maximum és délután egy minimum alakul ki. Nyílt tenger és a sarkvidékek felett a napi ingadozás lényegesen kisebb. Az évi maximum nyáron, a minimum télen alakul ki.

A fenti törvényszerűségek és törvényszerű változások a civilizáció, a technika és az urbanizáció rohamos növekedésével teljesen felborultak. Nagy átlagban a városi atmoszférában erős pozitív iontúlsúly van, és a közepes, valamint a nagy ionok dominálnak.

Fenti ismeretek birtokában határozta el a Medicor Művek vezetősége, felismerve a probléma fontosságát, egy kutató laboratóriumot hoz létre az aeroionizáció problematikájának tanulmányozására, és ezen alapuló kutatások és fejlesztések realizálására. Nem mondhatjuk, hogy ez a laboratórium volt az első, amely a téma intenzív művelését tűzte ki céljául, és talán azt sem mondhatjuk, hogy ez a laboratórium érte el a legnagyobb tudományos eredményeket, egy ellenben biztos, hogy a Medicor Művek Bioklimatológiai Laboratóriuma, amelynek otthont az Országos Reuma és Fizioterápiás Intézet (Budapest) adott, potenciálisan a legtöbbet tehetett a mesterséges aeroionizáció ügyéért, hiszen a 6,5 ezer főt foglalkoztató orvostechikai iparvállalat bázisán született.

Az, hogy a laboratórium nem a Medicor Művek fejlesztési apparátusába beékelődve, hanem egy egészségügyi intézményben funkcionál, nem véletlen. Az Országos

Reuma és Fizioterápiás Intézetben orvos-meteorológus team már ebben az időben tradicionálisan foglalkozott biometeorológiával, klimatológiával. Tehát a kutatómérnökök olyan környezetbe kerültek, amelyben spontánul kialakulhattak különböző, de összetartozó diszciplínák művelőiből multidiszciplináris team.

Tehát 1965-ben létrejött egy – bár kis létszámú – műszaki laboratórium, amelynek szellemi kapacitása azonban mégis elég volt, hiszen az egészségügyi intézet orvosainak aktivitását, tapasztalatát és kutatási kedvét tudta felhasználni saját programja megvalósításában.

Az első két évben, alapvető, alapozó feladatokat kellett megoldani. Elsősorban fel kellett dolgozni az akkor rendelkezésre álló összes, a tárgyra vonatkozó publikációt és a feldolgozás alapján meghatározni a kutatás fő irányát. A kutatási irány meghatározásánál természetesen figyelembe kellett venni, hogy egy ipari vállalat sokáig nem foglalkozhat elvont alapkutatással: a kutatás eredményének a termelésben kell realizálnia.

Az alapozó időszak következő feladata az volt, hogy kísérleti célokra elő kellett állítani mesterséges levegőionokat generáló berendezést, és ehhez kapcsolódott az a további feladat, mely egy kísérleti célokat szolgáló ionszámláló megtervezését és kivitelezését jelentette.

A laboratórium kétéves tevékenységéről összefoglalót adott az 1967-ben a Macélkitűzése az volt, hogy megvitassa a kísérleti levegőionizátorokkal szerzett első tapasztalatokat és új eredményeket. 1967 végéig, tehát az Ankét időpontjáig a kutatás elsődleges iránya a terápia volt, és az Ankéton az Országos Reuma és Fizioterápiás Intézet beszámolóján kívül még öt kórházban végzett iontherápiás kísérletekről hangzott el beszámoló. Ezeket a kísérleteket már a Medicor által előállított iongenerátorokkal végezték.

Az első két év munkája elég sok eredményt hozott, és az ankét összefoglalójában a következőket állapíthatta meg annak idején:

- Az aeroionizáció hatása kétségtelen.
- Az aeroiontherápia hatása egyes kórképekben megerősítést nyert.
- Igen kifejezettnak és biztosnak mondható a levegőionok befolyása a vegetatív idegrendszerre.
- Kiemelkedőnek mondható a negatív levegőionok csírátlanító hatása, mely eredményeiben meghaladja az eddigi egyéb módszereket.
- Nem hanyagolható el a negatív ionizáció kifejezett közérzet javító hatása sem, mely jelentőséget nyerhet üléstermek kondicionálásánál.
- A jódos ionizációs kísérletek az ionizátornak mint diagnosztikus eszköznek alkalmazására is reményt nyújtanak.

Az 1968-as évben a laboratórium már jól meghatározott fejlesztési tervekkel indult, amelyek az előző évek kísérletein alapultak.

1970-ben megindult a gépkocsikban használható miniatűr ionizátorok gyártása, de ez nem jelentette azt, hogy a kutatási munkát abbahagytuk.

1971-ben a Budapesti Eötvös Loránd Tudományegyetem Összehasonlító Élettani Tanszékén kísérletsorozatot folytattunk le, amely egyértelműen kimutatta a negatívan ionizált légtér kedvező hatását a központi idegrendszer működésére.

A kísérletek alapján megállapítható, hogy a forgalomban résztvevő gépjárművezetők pozitív és negatív reakcióit egyaránt jó irányba befolyásolhatja, ha a környezetében egy ionizátor segítségével a központi idegrendszer működésére kedvező ionklímát alakítunk ki.

A fentiekben leírtak, valamint azok a mikrobiológiai kísérletek, melyek a negatív aeroionok csírátlanító hatásának tanulmányozását tűzték ki célul, adták azt a

biztos tudományos alapot, amelyen a klimatizációs ionizátor-család további fejlesztését indítottuk. A fejlesztés két irányban haladt. Először az individuális készülékek fejlesztését végeztük el, majd ezt követően hozzáfogtunk a helyiségionizátorok fejlesztéséhez.

A terápiás célú ionizátorok gyártása 1972-ben indult meg. Több hazai és külföldi kórházban különböző osztályokon, így allergológiai, belgyógyászati, sebészeti, nőgyógyászati stb. osztályokon folytattak kísérleteket a terápiás ionizátorok alkalmazásával. Ezek a kísérletek igen sok nagy reményt nyújtó eredményt hoztak.

Tehát 1972-ben már három típus gyártása folyt a Medicor Művekben. Miként az 1967-es ankét mérőldkövet jelentett a laboratórium életében, amikor is befejezettek tekinthetők az első fázist, a felmérés, a kutatás fázisát, ugyanúgy az 1972-es esztendő is mérőldkövek tekinthető. Egyrésztől három ionizátor-típus sorozatgyártása gördülékenyen folyt a gyárban, másrésztől publikációink, és már eladott készülékeink ismertté tették a Medicor Műveket, mint élenjáró vállalatot az ionizációs kutatásban és az ionizátorok fejlesztésében. Az utóbbi ténynek volt köszönhető, hogy 1972-ben egy nemzetközi aeroiontherápiás szimpóziumot lehetett rendezni Budapesten, amelyre Európából és Amerikából sok kutató jött el. A szimpóziumon a Medicor kollektívája, valamint a velünk együttműködő orvosok részletesen beszámoltak 7 év munkájának eredményeiről, ugyanúgy, mint ahogy a külföldi kutatók is ismertették saját kutatási eredményeiket.

A laboratórium számára az aeroiontherápiás szimpózium, a külföldi kollégákat való találkozás biztatást jelentett, a vitákból és megbeszélésekből új erőt merített munkatársaink.

Természetesen nemcsak Budapesten hallhatta az aeroionizációval foglalkozó nemzetközi tudományos közösség a mi eredményeinkről szóló beszámolókat és előadásokat. Sok kongresszuson és szimpóziumon, Európa sok országában mondtuk el, és vitattuk meg eredményeinket és problémáinkat.

Minden okunk és alapunk megvan arra, hogy a jövő évektől további sikereket és eredményeket várjunk, hiszen a laboratórium munkáját egy pillanatra sem lassította le, a fejlesztésekkel párhuzamosan sokirányú kutatási tevékenységet végzünk és végeztünk most már még újabb alkalmazási területeket kutatva, nemcsak olyanokat, amelyek az ember komfortérzetét, teljesítőképességét növeli, leküzdve az urbanizáció és a civilizáció ártalmait, hanem olyanokat is, amelyek alkalmasak a mezőgazdaságban, az állattenyésztésben és a növénytermesztésben egyaránt a hozamok növelésére. Kutatásokat végzünk ionizátorainkkal „csirkegyárakban” és sertéstelepeken ugyanúgy, mint üvegházakban, gabona- és zöldségfélékkel.

Fentiek alapján egyértelműen állást foglalhatunk az aeroionizáció jövőjét illetően, kihangsúlyozva ugyanakkor, hogy a biofizikának ez az érdekes határterülete még sok kutatást igényel.

LÁSZLÓ GYÖRGY  
a Bioklimatológiai Kutatólabor  
h. vezetője

## EMLÉKEZÉS VÁRTERÉSZ VILMOS PROFESSZORRA



Dr. Várterész Vilmos, az orvostudományok kandidátusa, az Országos, „Frederic Joliot-Curie” Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet alapítója és 15 éven át igazgatója, 1972. május 24-én rövid betegség után elhunyt.

Dr. Várterész Vilmos 1917. augusztus 9-én született Hunyaddobrán. Középiskolai tanulmányai után a Debreceni Orvostudományi Egyetemen szerzett orvosi oklevelet. Tudományos munkásságát már medikus éveitől kezdte az egyetem Élettani Intézetében, dr. Went István professzor vezetésével. 1942-ben az Eötvös Loránd Rádium és Röntgen Intézetbe került, ahol a korszerű sugárterápia területén 11 éven át alapos ismereteket szerzett. Munkája során felismerte a sugárzások biológiai hatása kutatásának nagy fontosságát, ezért 1949-ben kutatólaboratóriumot szervezett. 1953-ban most már az Országos Onkológiai Intézet keretében, az új sugárbiológiai

osztály vezető főorvosává nevezték ki. 1955-ben az Egészségügyi Minisztérium önálló sugárbiológiai intézet szervezésével bízta meg, mely 1957. január 1-vel kezdte meg működését; ez az intézet 1963. január 1-vel alakult át Országos „Frederic Joliot-Curie” Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézeté.

1959-ben tudományos munkássága alapján elnyerte az orvostudományok kandidátusa fokozatot. Tevékenysége a sugárbiológia, sugárvédelem, nukleáris medicina széles területére kiterjedt. Hazai és nemzetközi kongresszusokon és szakmai értekezleteken sokszor és igen eredményesen képviselte tudományágát. Tudományos publikációjának száma 145. A szerkesztésében és jelentős közreműködésével készült Sugárbiológia című könyv magyar és német nyelven jelent meg; az intézet 10 éves fennállása alkalmával az eredményeket összefoglaló tanulmánykötetet adott ki.

Tudományos munkássága elismerésképpen számos egyesület és bizottság vezetésében vett részt. Az Űrkutatási Kormánybizottság tagja, az MTA-ETT radiológiai és orvosi izotóp alkalmazási szakbizottságának alelnöke, az Országos Atomenergia

Bizottság, a Magyar Radiológusok Társasága, a Nukleáris Orvostudományi Társaság, a Nemzetközi Sugárvédelmi Társaság Magyar Nemzeti Bizottsága elnökségének, a Magyar Biofizikai Társaság, az Európai Sugárbiológiai Társaság, a Világ Egészségügyi Szervezet sugárrzással foglalkozó szakbizottságának, a Magyar Onkológia c. tudományos folyóirat szerkesztő bizottságának és számos tudományos, valamint társadalmi egyesületnek tagja volt.

Tudományos munkájával egyenrangú volt társadalmi tevékenysége is. 1958-tól az Országos Béketanács tagja és tudományos bizottságának elnökségi tagja volt. Érdemcímek elismeréséül a Szocialista Munkáért érdemérem, a 10 és 15 éve a Szocialista Haza Szolgálatában, a Honvédelmi Érdemérem, a Felszabadulási Jubileumi Emlékérem és a Munka Érdemrend arany fokozatával tüntették ki.

Már a felsorolt rövid életrajzi adatokból is kitűnik, hogy személyében a sugárbiológia, sugárvédelem és a nukleáris orvostudomány egyik hazai megalapítóját és fáradhatatlan harcosát veszítettük el. Kutató munkájában a részleteket feltáró logikus elme párosult a széles látókörű szintézis képességével; mint szervező és vezető, szorgalmával és munkabíráásával kivívta munkatársai őszinte elismerését. Intézetében a legszélesebb körű hazai és nemzetközi együttműködést valósította meg. Tudományos nevelő tevékenységét bizonyította, hogy az intézet 12 tudományos minősítést nyert kutatója közül 9 az ő vezetésével érte el fokozatát.

1972. június 1-én a Farkasréti temetőben a tudományos élet képviselőinek, munkatársainak, barátainak és tisztelőinek mély részvételével búcsúztattuk. Ravatalánál az Egészségügyi Minisztérium, a XXII. kerületi Pártbizottság, az Országos Béketanács, majd a munkásörtség képviselője mondott beszédet. A Magyar Biofizikai Társaság, az intézet dolgozói és barátai részéről dr. Koczás Gyula professzor búcsúztatta.

PREDMERSZKY TIBOR  
az OSSKI igazgatóhelyettese

## AZ ACTA BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA TEVÉKENYSÉGE

Ez évben már a 10. kötete jelenik meg folyóiratunknak, amely a hazai biokémiai és biofizikai eredmények publicitását hivatott biztosítani. Az elmúlt évtized igazolta a folyóirat életképességét, amely jelentősen segítette a magyar kutatók eredményeinek szakkörökben történő széleskörű elterjesztését. A közel 100 hazai és 400 körüli külföldi előfizetés is jelzi eredményeink iránti érdeklődést.

1973-ban az Akadémia átalakította a folyóirat szerkesztő bizottságát. A szerkesztőség – a folyóirat kettős profiljának megfelelően – továbbra is két részből áll. A biokémiai rész főszerkesztője Straub F. Brunó akadémikus, a biofizikai részé pedig Ernst Jenő akadémikus. Az újjáalakított szerkesztő bizottság tagjai: Bot György, Garay András, Keleti Tamás, Solymosy Ferenc, Szabolcsi Gertrúd, Szalay László és Tigyí József. Technikai szerkesztők: Sajgó Mihály és Niedetzky Antal.

A szerkesztő bizottság jelentős erőfeszítéseket tett a közlésre elfogadott cikkek szerkesztési átfutási idejének csökkentése, az adminisztráció egyszerűsítése érdekében. A füzetek megjelenési határidejében észlelhető nagy lemaradást a 9. kötet 1. és 2. füzetének összevont megjelentetésével kívántuk biztosítani. Napirenden van a közleményekre vonatkozó szerkesztési útmutató átdolgozásának kérdése, amellyel a nagy

nemzetközi folyóiratok, nemzetközi megállapodásokon alapuló szerkesztési előírásait kívánjuk folyóiratunk szerkesztésében is érvényesíteni.

A szerkesztési munkában sok nehézséget és a megjelenés idejének eltolódását okozta, hogy a szerzők egy része teljesen figyelmen kívül hagyta a szerkesztésre vonatkozó útmutatót. (Ezt legutóbb a 7. kötet 1. füzetének végén is közöltük.) A terjedelemre és a formai követelményekre vonatkozó szabályok betartása előfeltétele a gyors és késedelem nélküli megjelenésnek, ami a szerzőknek és a szerkesztő bizottságnak is érdeke.

Eddig a folyóirat első 9 kötetében 457 közlemény jelent meg, ezek közül 277 biokémiai és 180 biofizikai tárgyú volt. A közlemények mellett a folyóirat rendszeresen közli a folyóirat olvasóinak érdeklődési körébe tartozó, újonnan megjelent könyvek rövid ismertetését is. A 8. kötet 3. füzetében közöltük a Magyar Biofizikai Társaság 1973. évi VII. Vándorgyűlésén (Tihany) elhangzott előadások rövid kivonatait is.

A szerkesztő bizottság szándékát jelzi az a kezdeményezés is, hogy neves külföldi előadók hazánkban tartott előadásait teljes terjedelemben közöljük. Így jelent meg a 8. kötet 2. füzetében Szent-Györgyi Albert előadása és a közeljövőben, a 10. kötetben jelenik meg B. Pullman előadása a molekulák szerkezetének kvantummechanikai alapjairól.

Folyóiratunkban megjelent közleményeket továbbra is rendszeresen referálja több nemzetközi referáló folyóirat. Ily módon igen jó a folyóirat nemzetközi publicitása, ami a megjelent cikkek különlenyomatai iránti nagy érdeklődésben is megnyilvánul.

NIEDETZKY ANTAL  
technikai szerkesztő

## A MAGYAR BIOFIZIKAI TÁRSASÁG 1974. ÉVI PÁLYÁZATA

Az 1970–71-es és 1972-es pályázat sikeres lezárása után az MBT Elnöksége 1973. december 11-i ülésén úgy határozott, hogy a hazai biofizikai kutatások további serkentése érdekében újabb pályázatot hirdet.

A pályázat témái:

1. Az ultrahangdiagnosztika legújabb eredményei
2. Biológiai modellalkotás konkrét esetben
4. Biológiai indikátorok jelentősége a sugársérülés megítésében
5. Sugárérzékeny sejtek regenerációs kinetikája
6. Bioaktív anyagok elektronszerkezetének vizsgálata
7. A Calcium szerepe az ingerületi folyamatban
8. Az izomműködés energetikájának vizsgálata
9. Sugárvédő anyagok hatásának vizsgálata
10. Biológiaiilag fontos membránok fizikai vizsgálata.

A pályázat feltételei:

Pályázni lehet a fenti témák bármelyikének kidolgozásával. A pályázó az irodalom megfelelő ismeretén túl tegyen eleget annak a követelménynek is, hogy saját (kísérleti, vagy elvi) eredményeit ismertesse. Legyen képes azok megfelelő rendszerezésére és modern, kvantitatív szemlélet szerinti interpretálására.



Pályázatot nyújthat be az MBT minden 30 évnél nem idősebb tagja. A pályamunkákat jelígyesen két példányban, 1974. november 30-ig kell eljuttatni a Társaság titkárságára.

A pályamunkák bírálatát az elnökség által felkért bizottság végzi, a jutalmazásra javasoltak díja a munka értékétől függően 10 000 Ft-ig terjedhet, 3000 Ft-nál kevesebb nem lehet.

- - -

Az MBT elnöksége 1975. április 29-én értékelt a megjelölt határidőig beérkezett s az ülést megelőzően szakmailag elbírált pályamunkákat. A díjakat az alábbiak szerint ítélte oda:

I. díjat nem adott ki.

II. díjat kaptak

*A radiomimetikumok hatása a fágok inaktivációs kinetikájára (sztochasztikus modell)*  
és *Az emberi vörösvérsejtek izozmotikus transzportfolyamatainak vizsgálata.*

III. díjat

*A transzkripció  $\theta$ -ciklusának számítógépes vizsgálata*  
és *Az izomműködés energetikájának vizsgálata,*

elnökségi dicséretet és pénzjutalmat pedig

*A calcium szerepe az ingerületi folyamatban,*  
*a Biológiai indikátorok szerepe a sugársérülés megítélésében*  
és *Az UH-diagnosztika jelene és jövője a szülészetben*  
című pályamunkák.

Díjazásban nem részesült egy pályamunka.



### A MAGYAR BIOFIZIKAI TÁRSASÁG ALAPSZABÁLYZATA

#### I. §

##### *A Társaság címe*

Magyar Biofizikai Társaság. A Magyar Biofizikai Társaság az MTA, közvetlenül pedig a Biológiai Osztály felügyelete alá tartozik. A Társaság szoros kapcsolatot tart az Eötvös Loránd Fizikai Társulattal, amely a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségének tagegyesülete.

##### *A Társaság neve*

Oroszul: Vengerszkoe biofiziceszkoe obscsesztvo.

Angolul: Hungarian Biophysical Society.

Franciául: Société Hongroise de Biophysique.

Németül: Ungarische Biophysikalische Gesellschaft.

A Társaság székhelye: Budapest.

Működési területe a Magyar Népköztársaság, hivatalos nyelve magyar.

Pecsetje köriratban: Magyar Biofizikai Társaság. Budapest. 1961.

#### 2. §

##### *A Társaság célja*

A Társaság a magyar biofizikusok és a határterületi tudományokkal foglalkozók önkéntes egyesülése, amelynek célja a biofizikai művelődés előbbrevitele, társadalmi úton, szocializmust építő hazánkban.

a) a biofizikai kutatás ápolása és fejlesztése,

b) a biofizikai oktatás előmozdítása,

c) a biofizika alkalmazásának előmozdítása,

d) a feladatokat érintő elvi szervezési és világnézeti kérdések figyelemmel kísérése, illetőleg propagálása,

e) a biofizikus hivatás erkölcsi és anyagi megbecsülésének előmozdítása.

A biofizika egyes területeinek fokozott fejlődése érdekében a Társaság keretén belül szekciók alakulhatnak, amelyek tevékenységüket a Társaság szervezeti egységeként, az elnökség felügyelete alatt, az Alapszabályban foglalt feltételek szerint, önállóan szervezik.

### 3. §

#### *A Társaság vagyona, jövedelme*

A Társaság jövedelmét a következők biztosítják:

- a) rendes és pártoló tagok fizetendő tagsági díja,
- b) akadémiai támogatás,
- c) egyéb adományok.

A rendes tag tagsági díja évi 60 Ft, amelyet a közgyűlés megváltoztathat. A Társaság megszűnése esetén vagyonáról a közgyűlés, illetve az MTA dönt.

### 4. §

#### *A Társaság működése*

A 2. §-ban megadott célok megvalósítása érdekében a következő rendezvényeket szervezi:

- a) Előadások, tudományos beszámolók, vitaestek.
- b) Kollokviumok a biofizika egyes ágaiban elért eredmények ismertetése, illetve megbeszélése céljából.
- c) Vándorgyűlés a tagok munkásságának ismertetése és a munkaterületen dolgozó tagtársak kapcsolatának elősegítése, valamint a legutóbbi hazai és külföldi fejlődés áttekintése céljából.
- d) Kongresszus hazai, illetőleg külföldi résztvevőkkel, a legjelentősebb új eredmények megbeszélése.
- e) Anketók: állásfoglalás a szakmát érintő valamennyi szakkérdésben, továbbá kapcsolat tartása az Eötvös Loránd Fizikai Társulattal, ezenkívül magyar biológiai társaságokkal.

### 5. §

#### *A Társaság tagjai*

a) Rendes tagok, olyan, a biofizikának, illetve határterületnek művelésében tevékenyen résztvevő magyar állampolgár szakemberek, akik a Társaság alapszabályait kötelezőnek elismerik magukra nézve, és akiket a Társaság tagjai körébe felvesz. Megalakulás után új tagot 2 tag javasolhat az elnökségnek taggá való felvételre.

b) Tiszteletbeli tagok olyan hazai vagy külföldi állampolgárok, akiket az elnökség egyszerű többségének ajánlása alapján a közgyűlés megválaszt.

c) Pártoló tagok olyan jogi és természetes személyek, akik a biofizikának hazánkban való előbbrevitele céljából csatlakozni kívánnak és akiket az elnökség pártoló tagul felvesz, és akik a pártoló tagsági díjat fizetik.

### 6. §

#### *A rendes tagok jogai*

- a) a közgyűlésen véleménynyilvánítás bármilyen, a Társaságot érintő kérdésben,
- b) javaslattétel,

- c) választás és megválaszthatóság, valamint a közgyűlésen a szavazás,
- d) a Társaság által nyújtott kedvezményekben való részesedés.

## 7. §

### *A rendes tagok kötelességei*

- a) saját munkaterületének művelése,
- b) a Társaság határozatainak végrehajtása,
- c) a tagsági díj fizetése.

## 8. §

### *A tagság megszűnése*

A tagság megszűnik

- a) halál (jogi személyeknél megszűnés),
- b) kilépés,
- c) törlés,
- d) kizárás esetén.

A tag kilépési szándékát írásban kell közölni az elnökséggel; a tagság megszűnése utáni hónap kezdetével megszűnik a tagdíj fizetésének kötelezettsége is. Elveszti tagságát az elnökség határozata alapján az a tag, aki féléves, vagy annál nagyobb tagsági díj hátralékát ismételt felszólításra sem rendezi. Kizárható az a tag, aki megsérti a Társaság alapszabályait, vagy akinek ténykedése ellentétbe kerül a Társaság célkitűzéseivel. Kizárható az a tag, aki népi demokrácia ellenes magatartást tanúsít, illetőleg a Magyar Népköztársaság törvényeinek megsértése miatt jogerősen elítéltetett. A kizárásról a kiküldött bizottság által lefolytatott tárgyalás után az elnökség dönt  $\frac{2}{3}$  szótöbbséggel. A kizárt tag a közgyűléshez fellebbezhet, de ennek nincs halasztó hatálya.

## 9. §

### *A Magyar Biofizikai Társaság intéző szervei*

- a) a közgyűlés és
- b) az elnökség.

## 10. §

### *A közgyűlés*

A Társaság rendes és pártoló tagjaiból tevődik össze. A közgyűlés a társaság elvi irányításának, az elnökség munkájának és az ellenőrzésnek legfőbb szerve. A rendes közgyűlést kétévenként kell összehívni, össze kell hívni ezenkívül, ha az elnökség fele, vagy a rendes tagok legalább  $\frac{1}{3}$ -a kéri. Szavazati joguk a rendes és pártoló tagoknak van. A közgyűlésen az elnök, vagy ennek megbízásából az elnökség egyik tagja elnököl.

## *A közgyűlés feladatai*

a) A Társaság alapszabályainak megállapítása, vagy módosítása, a jelenlévő, szavazati joggal rendelkező tagok  $\frac{2}{3}$ -os többsége alapján.

b) Jelölő bizottság javaslata alapján az elnökség tagjainak a 11. § szerinti megnevezésben történő megválasztása, vagy újraválasztása egyszerű szótöbbséggel.

c) Az elnökség által benyújtott, az elmúlt időszakról szóló beszámoló elfogadása és felmentés megadása.

d) Olyan indítványok tárgyalása, amelyek legalább 3 nappal a közgyűlés előtt megérkeztek a Társaság első titkárához.

e) A közgyűlés összehívása a kitűzött időpont előtt 15 nappal a tagokhoz kiküldött értesítés alapján történik. A közgyűlésről értesítést kap a Társaság felügyeleti szerve is. A közgyűlés határozatképes, ha a tagoknak több mint  $50\%$ -a megjelent, vagy a tagok számára való tekintet nélkül abban az esetben, ha a közgyűlés megnyitásának időpontjáig az összes tagok  $15\%$ -a nem emelt kifogást a közgyűlés megtartása ellen.

f) A közgyűlésről szabályszerűen hitelesített, a jelenlévőket név szerint feltüntető jegyzőkönyvet kell vezetni.

## 11. §

### *Az elnökség*

Az elnökség tagjai: az elnök, az első és második titkár, valamint 11 elnökségi tag, összesen tizennégyen. Az elnökség határozatát nyílt szavazással, szótöbbséggel hozza; szavazategyenlőség esetén az elnök dönt.

### *Az elnökség feladatai:*

a) két közgyűlés között a Társaság minden ügyének intézése,

b) az elnökségi ülések között az ügyek intézése az elnökre és a két titkára hárul, akik tevékenységükről kötelesek beszámolni a legközelebbi elnökségi ülésen.

c) Elnökségi ülés szükség szerint hívandó össze, de össze kell hívni, ha az elnökség tagjainak fele kéri.

## 12. §

### *A pénztáros*

A pénztárost az elnökség választja.

A pénztáros feladatai:

a) a tagok névsorának nyilvántartása;

b) minden fizetést okmányyszerűen igazol;

c) az év végén zárszámadást készít.

## 13. §

### *Az ellenőr*

Az ellenőrt az elnökség tagjai közül az elnökség választja. A Társaság vagyongkezeléséért a pénztárossal együtt egyetemlegesen anyagilag felelős.

14. §

A közgyűlés által elfogadott alapszabályok, illetőleg alapszabálmódosítás a Magyar Tudományos Akadémia elnökségének jóváhagyásával válik érvényessé.

15. §

Ha a Társaság működése eltér az alapszabálytól, vagy általában nem felel meg a közérdeknek, akkor a Magyar Tudományos Akadémia vizsgálatot rendelhet el ellene és felfüggeszthetik működését.

## A MAGYAR BIOFIZIKAI TÁRSASÁG 1975-BEN MEGVÁLASZTOTT VEZETŐSÉGE.

(6. Közgyűlés, Debrecen)

Tiszteletbeli elnökök:	Ernst Jenő Jánossy Lajos Szigeti György
Elnök:	Tigyi József
I. titkár:	Sztanyik László
Titkár:	Rontó Györgyi
Elnökségi tagok:	Damjanovich Sándor Guba Ferenc Keszthelyi Lajos Niedetzky Antal Révész Pál Salánki János Szalay László Tarján Imre
Orvosi Fizikai Szekció:	Bozóky László Nikl István
Ultrahang Szekció:	Bertényi Anna Falus Miklós
Sugárbiológiai Szekció:	Predmerszky Tibor Gidáli Júlia



**A TÁRSASÁG TAGJAINAK KITUNTETÉSEI \*  
(1972–1975)**

Bozóky László	Az MTESZ Kruspér István Emlékplakettja	1973
Ernst Jenő	Munka Vörös Zászló Érdemrend	1975
Falus Miklós	Szakszervezeti Munkáért Jelvény ezüst fokozata	1974
Katona Zoltán	Az Egészségügyi Kiváló Dolgozója	1974
Karvaly Béla	Eötvös Loránd Fizikai Társulat Selényi Pál Díja	1974
Koczkás Gyula	Kiváló Újító arany fokozat Munka Érdemrend arany fokozata Magyar Szabványügyi Hivatal Emlékplakettje	1972 1972 1972
Kun László	Az Egészségügy Kiváló Dolgozója	1972
Niedetzky Antal	Pro Universitate Emlékérem (POTE) (ezüst)	1974
Predmerszky Tibor	Munka Érdemrend arany fokozata	1974
Romhányi György	Állami Díj II. fokozata	1975
Sántha András	Szolgálati Érdemérem	1975
Szabó László	Munka Érdemrend ezüst fokozata	1972
Szigeti György	Magyar Népköztársaság Zászlórendje II. fokozat	1974
Török István	Az Oktatásügy Kiváló Dolgozója	1973
Turchányi György	Munka Érdemrend ezüst fokozata	1974
Vető Ferenc	Munka Érdemrend ezüst fokozata	1973
Véró Mihály	Munka Érdemrend bronz fokozata	1974
Voszka Rudolf	Az Oktatásügy Kiváló Dolgozója Kiváló Újító arany fokozat Miniszteri dicséret	1972 1972 1974

\* Az összeállítás az 1975. január 23-i körlevélre érkezett válaszok alapján készült.

## H i r e k

Örömmel jelentjük, hogy

BOZÓKY LÁSZLÓT, Társaságunk elnökségének tagját, a Nemzetközi Sugárvédelmi Szövetség (IRPA) Végrehajtó Bizottsága további 7 évre tagjai közé választotta s kongresszusi elnökként megbízta a II. Európai Sugárvédelmi Kongresszus Budapesten történő megrendezésével.

DAMJANOVICH SÁNDORT, az MBT elnökségének tagját, az egészségügyi miniszter 1972. július 1-én a DOTE Biofizikai Intézetébe tanszékvezető egyetemi tanárrá, 1973-ban a DOTE tudományos rektorhelyettesévé nevezte ki.

TIGYI JÓZSEFET, az MBT elnökét az IUPAB 1972. augusztusában Moszkvában megtartott közgyűlése az igazgatótanács tagjává választotta, az elmúlt periódusban az Egészségügyi Világszervezet (WHO) Végrehajtó Tanácsának alelnöke lett, s 1973-ban a POTE rektorává nevezték ki.

BOZÓKY LÁSZLÓT a sugárfizika és alkalmazásai,

GARAY ANDRÁST a biológiai tudományok terén kifejtett tudományos munkássága elismeréseként az MTA CXXXIII. közgyűlése 1973. május 11-én az MTA levelező tagjává választotta. (Székfoglaló előadásai szövegét lásd ezen Értesítőben.)

SZIGETI GYÖRGY, Társaságunk tiszteletbeli elnöke, 1974. áprilisától egy évig az Európai Fizikai Társaság (Genf) alelnöke volt, jelenleg e Társaság tiszteletbeli tagja.

GARAY ANDRÁST, az MBT elnökségének tagját igazgatóvá,

KESZTHELYI LAJOST igazgatóhelyettesé nevezte ki az MTA elnöksége 1973-ban a Szegedi Biológiai Kutatóközpont Biofizikai Intézetébe.

SZTANYIK B. LÁSZLÓT, aki 1969–1974 között a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség Biológiai Osztályán dolgozott mint a Sugárbiológiai Alosztály szaktisztviselője, majd vezetője, az egészségügyi miniszter kinevezte az Országos „Frederic Joliot-Curie” Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet igazgatójává.

Sajnálattal jelentjük, hogy

DALOS BÉLA ny. osztályvezető és

VÁRTERÉSZ VILMOS, az MBT elnökségi tagja, mindketten a Társaság alapító tagjai, az elmúlt időszakban elhunytak.

## A Magyar Biofizikai Társaság Tagnévsora

1. Achátz Imre tud. munkatárs	1965	POTE Biofizikai Int. 7622 Pécs, Rákóczi u. 80.
2. Aczél Klára orvostanhallg.	1973	1125 Bp. Szilágyi E. fasor 4.
3. <i>Andik István</i> egyetemi tanár	1961	POTE Kóréletteni Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
4. Antal Sára tud. s. munkatárs	1973	Országos Sugárbiológiai Int. S 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
5. Aradi Ferenc tanársegéd	1966	POTE Elméleti Közp. Labor. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
6. Aujezsky László ny. tud. osztályvez.	1961	1022 Bp. Bogár u. 6.
7. Ádám György MTA lev. tag.	1969	ELTE Összehasonlító Élettani Int. 1088 Bp. Múzeum krt. 4/a.
8. Ba János szakorvos	1972	Schöpf-Merei Ágost Kórház U 1092 Bp. Bakáts t. 10.
9. Badinka Csaba fizikus	1974	MTA SZBK 6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
10. Bajusz Tamásné adjunktus	1975	Élelmiszeripari Főiskola 6700 Szeged, Marx t. 7.
11. Ballay László fizikus	1974	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
12. Balogh József orvos	1973	U 1126 Bp. Királyhágó u. 1/3.
13. Banczerowski Januszné tud. munkatárs	1969	ELTE Összehasonlító Élettani Int. 1088 Bp. Múzeum krt. 4/a.
14. Barabás Klára fizikus	1974	MTA SZBK 6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
15. Barsi Miklós programozó	1974	Volán Tröszt Elektronika 1113 Bp. Karolina u. 65.
16. <i>Baumann Miklós</i> adjunktus	1961	Vegyipari Egyet. Analitikai Int. 8200 Veszprém
17. Báthori Edit tud. munkatárs	1973	MTA Orvosradiológiai Kutatócsoport S 1082 Bp. Úllői u. 78.
18. <i>Belágyi József</i> docens	1961	POTE Elméleti Közp. Labor. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
19. <i>Benedek Jánosné</i> tud. munkatárs	1961	Agráregyetem Növényélettani Tansz. 2100 Gödöllő
20. Benkő András tud. munkatárs	1973	Országos Sugárbiológiai Int. S 1775 Bp. Pentz K. u. 5.

Az alapító tagok nevei dőlt betűtípussal jelezve.

A belépési évszám alatt található betű jelentése:

F: az Orvos-Fizikai,

S: a Sugárbiológiai,

U: az Orvosi Biológiai Ultrahang Szekció tagja.

21. Benkő György tud. munkatárs	1973 S	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
22. <i>Benkő Károly</i> laborvezető	1961	DOTE Közp. Kutató Labor. 4012 Debrecen, Nagyerdei krt. 98.
23. Berta Ilona fizikus	1974 F	9700 Szombathely, Semmelweis u. 2.
24. Bertényi Anna tanársegéd	1972 U	SOTE II. Szemklinika 1085 Bp. Mária u. 39.
25. Bertók Lóránd tud. főmunkatárs	1973 S	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
26. Bérczi Alajos osztónd. gyakornok	1974	MTA SZBK Biofizikai Int. 6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
27. Biczó Géza tud. munkatárs	1974	MTA Közp. Kémiai Kutató Int. 1025 Bp. Pusztaszeri u. 57.
28. Biró Gábor tud. munkatárs	1963	POTE Biofizikai Int. 7622 Pécs, Rákóczi u. 80.
29. Blaskó Katalin tanársegéd	1966	SOTE Biofizikai Int. 1088 Bp. Puskin u. 9.
30. Bodosi Mihály tanársegéd	1972 U	POTE Ideg- Elme Klín. 7623 Pécs, Rét u. 2.
31. <i>Bojtor Iván</i> tud. főmunkatárs	1961 F	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
32. <i>Bor Istvánné</i> tud. munkatárs	1961 S	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
33. Boros László tud. főmunkatárs	1974	MTA Orvosradiológiai Kutatócsoport. 1082 Bp. Üllői u. 78/a.
34. Bot Judit tanársegéd	1972	DOTE Biofizikai Int. 4012 Debrecen, Nagyerdei krt. 98.
35. <i>Bozóky László</i> MTA lev. tag.	1961 F, S	Országos Onkológiai Int. 1122 Bp. Ráth Gy. u. 7.
36. Bölöni Erzsébet tud. főmunkatárs	1973 S	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
37. Böszörményi Zoltán adjunktus	1964	ELTE Növényélettani Tansz. 1088 Bp. Múzeum krt. 4/a.
38. Burger Tibor docens	1973 S	POTE I. Belklinika 6724 Pécs, Ifjúság u. 31.
39. ifj. Csatorday Károly tud. munkatárs	1972	MTA SZBK 6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
40. Cságoly Endre tud. főmunkatárs	1973 S	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
41. Cseh Edit docens	1965	ELTE Növényélettani Tansz. 1088 Bp. Múzeum krt. 4/a.
42. Cseik József műsz. főelőadó	1972 U	Orvosi Műszeripari Intézet 1123 Bp. Alkotás u. 48.
43. Csécsi György orvos	1970	4028 Debrecen, Kórház u. 6.
44. <i>Csillik Bertalan</i> egyetemi tanár	1961	SZOTE Anatómiai Int. 6724 Szeged, Kossuth L. sgt. 40.
45. Csorba Imre tud. s. munkatárs	1971	MTA SZBK 6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
46. Csóváry Mihályné tud. munkatárs	1966 S	MÉV Eü. Szolgálat 7633 Pécs, Veress E. u. 2.
47. Damjanovich Sándor egyetemi tanár	1968 S	DOTE Biofizikai Int. 4012 Debrecen, Nagyerdei krt. 98.
48. Daróczy Attila adjunktus	1970 S	DOTE Biofizikai Int. 4012 Debrecen, Nagyerdei krt. 98.

49. Demeter Sándor tud. s. munkatárs	1972	MTA SZBK 6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
50. Deseő György tanársegéd	1964 S	DOTÉ Kóréletteni Int. 4012 Debrecen
51. Dézsi Zoltán fizikus	1974 F	DOTÉ Radiológiai Klinika 4012 Debrecen
52. <i>Donboffer Szilárd</i> akadémikus	1961	POTE Kóréletteni Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
53. <i>Dósa</i> Károly tud. munkatárs	1961 F	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
54. Duray Aladár tanársegéd	1972 U	SOTE II. Sebészeti Klinika 1085 Bp. Baross u. 23–25.
55. Egyed Jenő tanársegéd	1966 S	POTE Szülészeti Klin. 7624 Pécs, Édesanyák u. 17.
56. Eöry Ajándok tud. munkatárs	1969	NIM Számítástechnikai Közp. 1134 Bp. Lehel u. 11.
57. Erdei László tud. munkatárs	1971	MTA SZBK Biofizikai Int. 6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
58. <i>Ernst Jenő</i> akadémikus	1961	POTE Biofizikai Int. 7622 Pécs, Rákóczi u. 80.
59. Erneyi Alice rend. int. főorv.	1972 U	Ganz-MÁVAG Rend. Int. 1089 Bp. Vajda P. u. 10.
60. <i>Falu</i> di Béla egyetemi tanár	1961	ELTE Származás- és Örökléstani Int. 1088 Bp. Múzeum krt. 4/a.
61. Faludi Béláné tud. főmunkatárs	1964	MTA SZBK Növényéletteni Int. 6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
62. Falus Miklós oszt. vez. főorvos	1972 U	BM Korvin Ottó Kórház 1071 Bp. Gorkij fasor 11.
63. <i>Farádi László</i> egyet. tanár, rektor	1961	Orvostovábbképző Int. 1389 Bp. Szabolcs u. 35.
64. <i>Farkas György</i> tanársegéd	1961 F, S	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
65. Fehér Imre tud. osztályvezető	1973 S	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
66. Fejes Erzsébet tanársegéd	1975	SOTE Biofizikai Int. 1088 Bp. Puskin u. 9.
67. Ferenczy Marianne tud. s. munkatárs	1974 S	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
68. Fidy Judit tanársegéd	1970	SOTE Biofizikai Int. 1088 Bp. Puskin u. 9.
69. Fitori János tanársegéd	1963 S	DOTÉ Biofizikai Int. 4012 Debrecen, Nagyerdei krt. 98.
70. Fodor Mária tanársegéd	1973	SOTE Szemészeti Klinika 1085 Bp. Mária u. 39.
71. Fónagy Anna tud. munkatárs	1973 S	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
72. Francia István fizikus	1975	DOTÉ Közp. Kutató Labor. 4012 Debrecen, Nagyerdei krt. 98.
73. <i>Frenyó Vilmos</i> egyetemi tanár	1961	ELTE Növényéletteni Int. 1088 Bp. Múzeum krt. 4/a.
74. Fülöp Zoltán tud. munkatárs	1972	SOTE I. Anatómiai Int. 1094 Bp. Tüzoltó u. 58.
75. Gallyas Alfréda tud. munkatárs	1973 S	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
76. Garab Győző tud. s. munkatárs	1972	MTA SZBK 6701 Szeged, Odesszai krt. 62.

77. <i>Garamölgyi Miklós</i> tud. tanácsadó	1961	Testnevelési Főisk. Kut. Int.-e 1123 Bp. Alkotás u. 44.
78. Garay András MTA lev. tag	1970	MTA SZBK Biofizikai Int. 6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
79. Garay Andrásné tud. munkaeerő	1972	MTA SZBK Biofizikai Int. 6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
80. <i>Gazsó József</i> tanársegéd	1961	SOTE II. Belklinika 1088 Bp. Szentkirályi u. 46.
81. Gazsó Lajos tud. s. munkatárs	1973 S	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
82. Gábor Gyuláné tanárnő	1968	Gyógynevelési Intézet 7621 Pécs, Kulich Gy. u. 1.
83. Gárdos György tud. osztályvezető	1966 S	Országos Vérttranszfúziós Szolg. 1502 Bp. Daróczi u. 24.
84. Gárgyán József mérnök	1971	MTA SZBK Műszerügyi Cso. 6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
85. Gáspár Rezső tanársegéd	1970 S	DOE Biofizikai Int. 4012 Debrecen, Nagyerdei krt. 98.
86. Gáspár Sándor tud. munkaeerő	1973	1148 Bp. Jakab K. u. 28.
87. <i>Geszti Olga</i> alezredek	1961	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
88. Gidáli Júlia tud. főmunkatárs	1973 S	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
89. <i>Gólián Béláné</i> adjunktus	1961	SOTE Biofizikai Int. 1088 Bp. Puskin u. 9.
90. Gombás Margit biológus	1972	6600 Szentes, Nyíri köz 2.
91. Gombos Attiláné tanársegéd	1971 S	POTE Biofizikai Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
92. Greguss Pál tud. főmunkatárs	1969 U	1145 Bp. Lumumba u. 226.
93. ifj. Greguss Pál tanársegéd	1971	Chinoin Gyógyszergyár 7045 Bp. Tó u. 1-3.
94. <i>Guba Ferenc</i> egyetemi tanár	1961	SZOTE Biokémiai Int. 6720 Szeged, Dóm t. 9.
95. Gueth Sándorné tud. munkatárs	1973 S	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
96. Gyarmathy László radiológus	1974 F	Országos Onkológiai Int. 1122 Bp. Ráth Gy. u. 7.
97. Gyárfás Józsefné szakorvos	1972 U	Rendelő Intézet 1088 Bp. Trefort u. 3.
98. Gyenge László tud. s. munkatárs	1973 S	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
99. <i>Györgyi Sándor</i> adjunktus	1961	SOTE Biofizikai Int. 1088 Bp. Puskin u. 9.
100. Gyurján István adjunktus	1964 S	ELTE Származás- és Örökléstani Int. 1088 Bp. Múzeum krt. 4/a.
101. Hajnal Józsefné tud. munkaeerő	1964 S	POTE Biofizikai Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
102. Harza Tibor adjunktus	1973	SOTE Élettani Int. 1088 Bp. Puskin u. 9.
103. <i>Hámori József</i> tud. tanácsadó	1961	SOTE I. Anatómiai Int. 1450 Bp. Tűzoltó u. 58.
104. Hegyi Zsuzsanna klinikai orvos	1972 U	SOTE I. Neurológiai Klin. 1083 Bp. Balassa u. 6.

105. Hernádi Ferenc docens	1970 S	DOTÉ Gyógyszertani Int. 4012 Debrecen, Nagyerdei krt. 98.
106. Herczeg János tanársegéd	1972 U	6725 Szeged, Semmelweis u. 1.
107. Herczeg Miklós tud. munkatárs	1970	Országos Munkaegészségügyi Int. 1096 Bp. Nagyvárad t. 2.
108. Hevesi János docens	1967	JATE Biofizikai Int. 6720 Szeged, Dóm t. 9.
109. Hidvégi Egon osztályvezető	1973 S	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
110. Hizó József fizikus	1974 F	Országos Mérésügyi Hivatal 1124 Bp. Németvölgyi u. 37.
111. Holland József tud. főmunkatárs	1973 S	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
112. Homola László körzeti orvos	1963	Egyesített Eü. Intézmények 7633 Pécs, Veress E. u. 2.
113. Horváth Gábor tud. munkatárs	1969	MTA SZBK Növényélettani Int. 6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
114. Horváth Györgyi tud. s. munkatárs	1973	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
115. <i>Horváth Imre</i> egyet. tanár	1961	JATE Növényiszervezetani Int. 6722 Szeged, Tánácsis M. u. 2.
116. <i>Horváth László Gábor</i> igazgató	1961	MÁV Pályaalkalmassági Int. 1087 Bp. Baross t. 7.
117. Horváth László István fizikus	1974	MTA SZBK 6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
118. Hummel Zoltán tud. s. munkatárs	1973	POTE Biofizikai Int. 7622 Pécs, Rákóczi u. 80.
119. Humml Frigyes kutatómérnök	1972 U	Elektronikus Mérőkészülékek Gyára 1163 Bp. Cziráky u. 26.
120. Inovay János adjunktus	1972 U	SOTE Stomatológiai Klin. 1085 Bp. Mária u. 52.
121. Izsák János tanársegéd	1972	ELTE Összehasonlító Élettani Int. 1088 Bp. Múzeum krt. 4/a.
122. Jánossy András tud. munkatárs	1971	MTA SZBK Biofizikai Int. 6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
123. <i>Jánossy Lajos</i> akadémikus	1961	Központi Fizikai Kutató Int. 1121 Bp. Konkoly Thege u. 17.
124. Járai Ferencné tud. s. munkatárs	1971 S	POTE Biofizikai Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
125. <i>Járai István</i> adjunktus	1961	POTE Szülészeti Klinika 7624 Pécs, Édesanyák u. 17.
126. Járdánházy Tamás tanársegéd	1969	SZOTE Ideg- és Elmeklinika 6700 Szeged, Korányi rkp. 15.
127. Jászsági Istvánné tud. főm.	1973 S	SOTE Radiológiai Klinika 1082 Bp. Üllői u. 78.
128. <i>Jobst Kázmér</i> egyetemi tanár	1961	POTE Központi Klinikai Labor. 7624 Pécs, Ifjúság u. 31.
129. Juhász Lajosné tanársegéd	1968	POTE Biofizikai Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
130. Juricskay István tud. munkatárs	1969	POTE Biofizikai Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
131. <i>Juwancz Iréneusz</i> egyetemi tanár	1961	MTA Biometriai Kut. Csoport 1082 Bp. Korányi S. u. 2/b.
132. Karczag Adrienne tanársegéd	1969 S	SOTE Biofizikai Int. 1088 Bp. Puskin u. 9.

133. Kari Csaba tud. munk.	1970	MTA SZBK 6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
134. Karvaly Béla tud. munkatárs	1972	MTA SZBK Biofizikai Int. 6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
135. Katona Zoltán főmérnök	1966	SOTE Műszaki Főosztály 1085 Bp. Üllői u. 26.
136. Kazai Lajos kórházi fizikus	1974 F	Megyei Kórház, Radiológiai Oszt. 3501 Miskolc, Szentpéteri kapu 72.
137. Kállay Miklós tud. munkatárs	1964 S	POTE Biofizikai Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
138. Károly László tud. munkatárs	1971 S	Országos Onkológiai Int. 1122 Bp. Ráth Gy. u. 7.
139. <i>Károlyi Géza</i> docens	1961 S	Orvostovábbképző Int. Eü. Főiskolája 1046 Bp. Erkel u. 26.
140. Kárpáti Miklós radiológus	1972 U	Országos Ideg- és Elmegyógyint. 1121 Bp. Vöröshadsereg u. 116.
141. <i>Kelényi Gábor</i> egyetemi tanár	1961	POTE Kórbonctani Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
142. Kerner János tanársegéd	1964	POTE I. Sebészeti Klin. 7624 Pécs, Ifjúság u. 33.
143. <i>Kertész László</i> docens	1961	ORSI Izotóp Labor. 1389 Bp. Szabolcs u. 33.
144. Kertész Miklós fizikus	1974	Központi Kémiai Kutató Int. 1025 Bp. Pusztaszeri u. 57-69.
145. Keszthelyi Lajos igazgató h.	1974	MTA SZBK Biofizikai Int. 6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
146. <i>Kesztyűs Lóránd</i> MTA lev. tag	1961	DOTE Kórleletani Int. 4012 Debrecen, Nagyerdei krt. 98.
147. Kincses Éva adjunktus	1972 U	DOTE Szemészeti Klin. 4012 Debrecen, Nagyerdei krt. 98.
148. Királyfalvi László tanár	1961	BÉV Számítástechnikai Csoport 7621 Pécs, Sörház u. 19.
149. Kiss Dezső főorvos	1972 U	Városi Kórház Dunaújváros, Semmelweis u. 5.
150. Kiss István tud. munkatárs	1972	MTA Biológiai Kutató Int. 8237 Tihany
151. Kiss Tibor tud. munkatárs	1974	MTA Biológiai Kutató Int. 8237 Tihany
152. Kóbor György tanársegéd	1971	Közp. Kémiai Kutató Int. 1025 Bp. Pusztaszeri u. 57-69.
153. <i>Koczás Gyula</i> ny. osztályvez.	1961 S	1122 Bp. Városmajor u. 50/b.
154. Kollár Miklósné tanár	1968	Ált. Iskola 7700 Mohács, Gólya u. 1.
155. Kopa János adjunktus	1972 U	Megyei Kórház Idegosztály 7401 Kaposvár, Bajcsy-Zs. E. u. 35.
156. Kosza Ida adjunktus	1972 U	Munkaterápiás Int. 2013 Pomáz
157. Koszorus László tud. s. munkatárs	1975	POTE Biofizikai Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
158. Kovács Lajos igazgató	1972 U	4025 Debrecen, Barna u. 9.
159. Kovács László tud. főmunkatárs	1973 S	Orvosradiológiai Kutatócsoport 1082 Bp. Üllői u. 78.
160. Kovács Péter adjunktus	1970 S	DOTE Gyógyszertani Int. 4012 Debrecen, Nagyerdei krt. 98.



161. Kovács Sándor docens	1961	POTE Élettani Int. 7622 Pécs, Rákóczi u. 80.
162. Kovács Valéria adjunktus	1973	ELTE 1088 Bp. Múzeum krt. 4/a.
163. Kötöles Györgyné tud. munkatárs	1973	Országos Sugárbiológiai Int. S 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
164. Kövér György docens	1973	SOTE Élettani Int. 1088 Bp. Puskin u. 9.
165. Krasznai István tud. főmunkatárs	1962	SOTE I. Belklinika 1083 Bp. Korácsi S. u. 2/a.
166. Krudy Erzsébet	1973	Országos Sugárbiológiai Int. S 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
167. Kun László adjunktus	1972	Orvostovábbképző Int. Nőgyógyászat U 1389 Bp. Szabolcs u. 35.
168. Kutas László tanársegéd	1966	POTE Biofizikai Int. S 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
169. Kutas Vera tud. főmunkatárs	1961	Országos Sugárbiológiai Int. S 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
170. Kuzman Ernő tud. munkatárs	1961	MTA SZBK 6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
171. Laczkó Ilona tud. munkatárs	1973	MTA SZBK Biofizikai Int. 6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
172. Lakatos Tibor adjunktus	1961	POTE Biofizikai Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
173. Láng Ferenc adjunktus	1972	ELTE Származás- és Örökléstan Int. 1088 Bp. Múzeum krt. 4/a.
174. Láng Istvánné főorv.	1961	Otoneurológiai Int. 1074 Bp. Csengery u. 25.
175. László György laborvezető h.	1974	Medicor, Bioklimatikai Kut. Lab. 1027 Bp. Frankel L. u. 17-19.
176. Lehoczky Endre tud. munkatárs	1969	JATE Biofizikai Int. 6720 Szeged, Dóm tér. 9.
177. Lengyel Mária orvos	1974	Országos Kardiológiai Int. U 1096 Bp. Nagyvárad t. 1.
178. Loványi István tud. főmunkatárs	1973	Országos Sugárbiológiai Int. S 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
179. Lőrinczi Dénes tud. munkatárs	1969	POTE Biofizikai Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
180. Lukovits István vegyész	1974	Közp. Kémiai Kutató Int. 1025 Bp. Pusztaszeri u. 57-69.
181. Major András adjunktus	1972	Városi Kórház Szülészeti U 9400 Sopron, Győri u. 15.
182. Major János tud. munkatárs	1969	Kísérletes Orvostud. Kutató Int. 1083 Bp. Szigony u. 43.
183. Majzik Mária főorvos	1972	Szakorvosi Rendelő Int. U 1088 Bp. Trefort u. 3.
184. Makra Zsigmond tud. munkatárs	1963	Központi Fizikai Kutató Int. F 1121 Bp. Konkoly Thege u. 17.
185. Marek Péter főorvos	1972	Weil Emil Kórház U 1145 Bp. Uzsoki u. 29.
186. Maróti Péter tanársegéd	1975	JATE Biofizikai Int. 6720 Szeged, Dóm t. 9.
187. Masszi György tud. főmunkatárs	1961	POTE Biofizikai Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
188. Máté László tud. munkatárs	1974	Orvosradiológiai Kutatócsoport. S 1082 Bp. Üllői u. 78.

189. Mátrai Árpád tanársegéd	1975	POTE Biofizikai Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
190. <i>Mess Béla</i> egyetemi tanár	1961	POTE Anatómiai Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
191. Meszes Gabriella adjunktus	1963	ELTE Növényélettani Int. 1088 Bp. Múzeum krt. 4/a.
192. Metzger Tiborné tud. munkatárs	1964	POTE Biofizikai Int. 7622 Pécs, Rákóczi u. 80.
193. Mészáros István docens	1969	ELTE Összehasonlító Élettani Int. 1088 Bp. Múzeum krt. 4/a.
194. Misik Sándor tud. munkatárs	1970	Távközlési Kutató Intézet 1026 Bp. Gábor Á. u. 65.
195. Moll Ágnes szakorvos	1972	MÁV Kórház U 1062 Bp. Rudas L. u. 111.
196. Molnár Antal orvos	1973	U 1126 Bp. Királyhágó u. 1–3.
197. Molnár László tud. munkatárs	1965	S Központi Fizikai Kutató Int. 1121 Bp. Konkoly Thege u. 17.
198. Molnár Péter	1972	DOTE Idegklinika 4012 Debrecen
199. Mórocz Károly főorvos	1972	U Weil Emil Kórház 1145 Bp. Uzsoki u. 29.
200. Mózsa Szabolcs tud. munkatárs	1973	S MTA Orvosi radiológiai Kutatócsoport 1082 Bp. Üllői u. 78/a.
201. Nagy Ágnes szemész	1972	U 1016 Bp. Hegyaljai u. 1.
202. <i>Nagy Jánosné</i> adjunktus	1961	DOTE Biofizikai Int. 4012 Debrecen, Nagyerdei krt. 98.
203. Nagy József egyet. hallgató	1973	DOTE Biofizikai Int. 4012 Debrecen, Nagyerdei krt. 98.
204. Nagy Károly Zoltán fizikus	1974	MTA SZBK 6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
205. Nagy Lajos adjunktus	1967	S POTE Közegészségtani Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
206. Nagy László tanársegéd	1966	POTE Biofizikai Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
207. Nagy Zsolt tanársegéd	1966	SOTE I. Kémiai-Biokémiai Int. 1088 Bp. Puskin u. 9.
208. Nagy Zsuzsanna tanársegéd	1973	S SOTE Biológiai Int. 1094 Bp. Tűzoltó u. 58.
209. Nádas Iván tanársegéd	1972	U Orvostovábbképző Int. II. Bel. tsz. 1135 Bp. Szabolcs u. 33.
210. Németh Gábor tanársegéd	1965	SZOTE Biológiai Int. 6720 Szeged, Dóm t. 9.
211. Németh István elektromérnök	1971	NIM Ipargazd. és Üzemszervezési Int. 1134 Bp. Lehel u. 11.
212. Niedetzky Antal docens	1961	S POTE Biofizikai Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
213. Nikl István tud. munkatárs	1974	F Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
214. Ottó Gyöngyi tud. s. munkatárs	1971	Építés-gazdasági és Szervezési Int. 7624 Pécs, Rókus u. 2.
215. <i>Órkényi János</i> tud. tanácsadó	1961	POTE Biofizikai Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
216. Paál Margit tanársegéd	1972	U SOTE I. Női Klin. 1088 Bp. Baross u. 27.

217. Pallai Gábor biológus	1975	POTE Elméleti Közp. Labor. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
218. Paulovics Lajos adjunktus	1972 U	Wcif Emil Kórház 1145 Bp. Uzsoki u. 29.
219. Pál Imre tud. munkatárs	1961 S	MN Közp. Kórház Izotóplab. 1134 Bp. Róbert K. krt. 44.
220. Pál István	1964	Agrártudományi Egyetem 2100 Gödöllő
221. Pártay Géza tud. munkatárs	1961	MTA Agrokémiai és Talajtani Kut. Int. 1122 Bp. Herman Ottó u. 15.
222. Pellionisz András	1972	SOTE Anatómiai Int. 1094 Bp. Tűzoltó u. 58.
223. Pócsik István adjunktus	1961	POTE Biofizikai Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
224. Pongrácz Zsuzsa tanársegéd	1975	SOTE Biofizikai Int. 1088 Bp. Puskin u. 9.
225. Predmerszky Tibor igazgatóhelyettes	1961 S, F	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
226. Pusztai János tud. munkatárs	1972	ELTE Összehasonl. Élettani Int. 1088 Bp. Múzeum krt. 4/a.
227. Rácz Péter adjunktus	1972 U	POTE Szemészeti Klin. 7624 Pécs, Ifjúság u. 31.
228. Reischl György	1974 F	Országos Onkológiai Int. 1122 Bp. Ráth Gy. u. 7-9.
229. Resch Béla adjunktus	1972 U	SZOTE Női Klinika 6725 Szeged, Semmelweis u. 1.
230. Révész Pál oszt. vez.	1975	MTA Matematikai Kutató Int. 1053 Bp. Reáltanoda u. 13.
231. Ringler András tanársegéd	1971	JATE Biofizikai Int. 6720 Szeged, Dóm t. 9.
232. Rombányi György egyetemi tanár	1961	POTE Kórhonctani Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
233. Rontó Györgyi adjunktus	1961	SOTE Biofizikai Int. 1088 Bp. Puskin u. 9.
234. Röhlich Pál osztályvez.	1973	SOTE II. Anatómiai Int. 1094 Bp. Tűzoltó u. 58.
235. Ruzicska Gyula tanársegéd	1972 U	SOTE II. Női Klin. 1082 Bp. Üllői u. 78/a.
236. Salánki János inézeti igazgató	1972	MTA Biológiai Kutatóint. 8237 Tihany
237. Sarkadi Balázs tud. munkatárs	1974	Országos Vértanszfúziós Szolg. 1502 Bp. Daróczi u. 24.
238. Sas Barnabás tud. munkatárs	1973 S	Phylxia 1107 Bp. Kőbányai u. 53.
239. Sántha András tud. osztályvezető	1964 S	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
240. Schäffer Béla tud. munkatárs	1971	Tejipari Kutató Int. Pécsi Telepe 7623 Pécs, Tűzér u. 15.
241. Schubert András tanársegéd	1974	Agrártudományi Egy. Fizikai Tansz. 2100 Gödöllő
242. Seres Zoltán fizikus	1975	Eü. Min. Orvosi Műszerügyi Int. 1123 Bp. Alkotás u. 48.
243. Sobel Mátyás szakorvos	1972 U	BM Korvin Ottó Kórház 1071 Bp. Gorkij fasor 11.
244. Soltész Lajos tud. munkatárs	1973 S	Orvostadiológiai Kutatócsoport 1082 Bp. Üllői u. 78.

245. Solymossy Pál szakorvos	1970	1026 Bp. Hágó u. 1.
246. Somogyi Béla tanársegéd	1969 S	DOTE Biofizikai Int. 4012 Debrecen, Nagyerdei krt. 98.
247. Spett Borbála	1973 S	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
248. Stock Imre szakorvos	1972 U	BM Korvin Ottó Kórház 1071 Bp. Gorkij fasor 11.
249. <i>Straub F. Brúnó</i> akadémikus	1961	MTA SZBK Biokémiai Int. 1113 Bp. Karolina u. 29.
250. Sugár István tanársegéd	1971	SOTE Biofizikai Int. 1088 Bp. Puskin u. 9.
251. Suhai Sándor tud. munkatárs	1974	Központi Kémiai Kutató Int. 1025 Bp. Pusztaszeri u. 57-69.
252. Sümegei János tud. munkatárs	1970	MTA SZBK 6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
253. Szabad János tud. munkatárs	1971	JATE Biofizikai Int. 6720 Szeged Dóm t. 9.
254. Szabó Gábor egyet. hallg.	1975	DOTE Biofizikai Int. 4012 Debrecen, Nagyerdei krt. 98.
255. Szabó László tud. osztályvezető	1973 S	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
256. Szalay László egyetemi tanár	1966	JATE Biofizikai Int. 6720 Szeged, Dóm t. 9.
257. Szántó József főorvos	1972 U	Megyei Kórház Idegosztály 8900 Zalaegerszeg
258. Szebeni Ágnes adjunktus	1972 U	Kállai Éva Kórház 1081 Bp. Kállai É. u. 6-8.
259. <i>Szentágotthai János</i> akadémikus	1961	SOTE I. Anatómiai Int. 1094 Tűzoltó u. 58.
260. Szeverényi Mihály tanársegéd	1970	DOTE Gyógyszertani Int. 4012 Debrecen, Nagyerdei krt. 98.
261. <i>Székely György</i> egyetemi tanár	1961	POTE Anatómiai Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
262. Széphalmi Géza tud. tanácsadó	1964	INFELOR 1281 Bp. Tárogató u. 110.
263. <i>Szigeti György</i> akadémikus	1961	MTA Műszaki Fizikai Kutató Int. 1325 Bp. Fóti u. 56.
264. <i>Szögyi Mária</i> tanársegéd	1961	SOTE Biofizikai Int. 1088 Bp. Puskin u. 9.
265. Szőke Béla adjunktus	1972 U	Városi Kórház, Szülészeti 2400 Dunaujváros, Semmeweis u. 2.
266. <i>Sztanyik László</i> intézeti igazgató	1961	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
267. Szundi István vegyész	1974	MTA SZBK 6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
268. Szy Dénes fizikus	1974 F	SOTE Radiológiai Klin. 1082 Bp. Üllői u. 78.
269. <i>Tamás Gyula</i> docens	1961	SOTE Biofizikai Int. 1088 Bp. Puskin u. 9.
270. Tapasztó István főorvos	1972 U	II. Honvéd Kórház, Szemészet 6000 Kecskemét, Villám I. u. 8.
271. <i>Tarján Imre</i> MTA lev. tag	1961 F, S	SOTE Biofizikai Int. 1088 Bp. Puskin u. 9.
272. Tarnóczy Péter orvos	1972 U	Kórház 1076 Bp. Péterffy S. u. 14.

273. Tegzes László  
tud. s. munkatárs
274. *Tigyi András*  
egyetemi tanár
275. *Tigyi József*  
MTA lev. tag, rektor
276. *Tigyi Józsefné*  
tud. munkatárs
277. Tolvaj László  
tud. s. munkatárs
278. Tombác Erzsébet  
adjunktus
279. Tompa Péterné
280. *Toperczer Johanna*  
tud. munkatárs
281. Tota Jolán  
tud. munkatárs
282. Tóth Árpád  
vezető főmunkatárs
283. *Tóth Lajos*  
ny. egyetemi tanár
284. *Tóth Lajosné*
285. Török Attila  
tud. főmunkatárs
286. Török István  
docens
287. Török Magdolna  
közp. gyakornok
288. Török Sándor  
adjunktus
289. Treer Tivadar  
fizikus
290. Trombitás Károly  
tud. munkatárs
291. Trón Lajos  
tud. munkatárs
292. *Turchányi György*  
egyetemi tanár
293. *Unger Emil*  
tud. osztályvezető
294. Vadász István  
mérnök
295. Vajda Róbert  
orvos
296. Varga Emil  
egyetemi tanár
297. *Varga Józsefné*  
tanársegéd
298. *Varga László*  
tud. főmunkatárs
299. Vargha Mihály  
egyet. hallgató
300. Varjas Géza  
fizikus
- 1975 POTE Biofizikai Int.  
7624 Pécs, Szigeti u. 12.
- 1961 POTE Biológiai Int.  
7624 Pécs, Szigeti u. 12.
- 1961 POTE Biofizikai Int.  
S, F 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
- 1961 POTE Elméleti Közp. Labor.  
7624 Pécs, Szigeti u. 12.
- 1971 MTA SZBK  
6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
- 1971 JATE Biofizikai Int.  
6720 Szeged, Dóm t. 9.
- 1973 JATE Biofizikai Int.  
6720 Szeged, Dóm t. 9.
- 1961 Országos Onkológiai Int.  
S, F 1122 Bp. Ráth Gy. u. 7-9.
- 1969 SOTE II. Sebészeti Klin.  
1088 Bp. Baross u. 23-25.
- 1971 MÉV Eü. Szolgálat  
S 7614 Pécs, Veress E. u. 2.
- 1961 S  
1027 Bp. Horváth M. u. 25-27.
- 1961 Gamma Gyár  
S 1119 Bp. Fehérvári u. 85.
- 1964 SZOTE Orvosi Biológiai Int.  
6720 Szeged, Somogyi u. 4.
- 1974 SOTE Radiológiai Klinika  
F 1082 Bp. Üllői u. 78/a.
- 1972 DOTE Szemészeti Klin.  
U 4012 Debrecen, Nagyerdei krt. 98.
- 1961  
1132 Bp. Visegrádi u. 19.
- 1974 MTA SZBK  
6701 Szeged, Odesszai krt. 62.
- 1971 POTE Elméleti Központi Labor.  
7624 Pécs, Szigeti u. 12.
- 1972 DOTE Biofizikai Int.  
4012 Debrecen, Nagyerdei krt. 98.
- 1961 SOTE Biofizikai Int.  
1088 Bp. Puskin u. 9.
- 1961 Országos Sugárbiológiai Int.  
S 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
- 1972 MTA Biológiai Kutató Int.  
8237 Tihany
- 1972 U  
1136 Bp. Gergely u. 17/V.
- 1966 DOTE Élettani Int.  
4012 Debrecen, Nagyerdei krt. 98.
- 1961 POTE Biofizikai Int.  
S 7622 Pécs, Rákóczi u. 80.
- 1961 Országos Sugárbiológiai Int.  
S 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
- 1973 DOTE Biofizikai Int.  
4012 Debrecen, Nagyerdei krt. 98.
- 1974 Országos Onkológiai Int.  
F 1122 Bp. Ráth Gy. u. 7-9.

301. Váradai Júlia tud. s. munkatárs	1972 S	POTE Biofizikai Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
302. Várkonyi Péter főorvos	1972 U	Megyei Kórház, Idegosztály 8000 Székesfehérvár
303. Várkonyi Zoltán adjunktus	1971	JATE Biofizikai Int. 6720 Szeged, Dóm t. 9.
304. Várkonyi Zoltánné adjunktus	1971	JATE Biofizikai Int. 6720 Szeged, Dóm t. 9.
305. <i>Vető Ferenc</i> tud. főmunkatárs	1961	POTE Biofizikai Int. 7624 Pécs, Szigeti u. 12.
306. Véró Mihály műszaki tanácsadó	1972	MTA Biológiai Kutató Int. 8237 Tihany
307. <i>Vittai Pál</i> tud. munkatárs	1961 F	Orvostovábbképző Int. Röntgen Tansz. 1135 Bp. Szabolcs u. 33.
308. <i>Voszka Rudolf</i> docens	1961	SOTE Biofizikai Int. 1088 Bp. Puskin u. 9.
309. Vozáry Eszter osztönd. gyakornok	1975	JATE Biofizikai Int. 6720 Szeged, Dóm t. 9.
310. Walthier József tud. munkatárs	1972 U	Élelmezés- és Táplálkozástud. Int. 1097 Bp. Gyáli u 3/a.
311. Zaránd Pál tud. munkatárs	1970 F, S	Országos Sugárbiológiai Int. 1775 Bp. Pentz K. u. 5.
312. Zábráczi József fizikus	1974 F	Országos Onkológiai Int. 1122 Bp. Ráth Gy. u. 7-9.
313. Zempléni Ferenc fizikus	1973	2500 Esztergom, Béke t. 1-11.
314. Zöllei Mihály adjunktus	1971	JATE Biofizikai Int. 6720 Szeged, Dóm t. 9.
315. Zsoldos Tibor mérnök	1966	POTE Radiológiai Klin. 7624 Pécs, Édesanyák u. 17.

Testületi tag:

Elektronikus Mérékészülékek Gyára  
1162 Bp. Cziráky u. 26-32.

## 14. NÉVMUTATÓ

- Acbátz I.* 13, 42, 52, 209  
*Aczél K.* 50, 209  
*Andik I.* 78, 209  
*Antal S.* 49, 51, 74, 209  
*Aradi F.* 209  
*Aujeszky L.* 79, 209  
*Ádám Gy.* 77, 209
- Ba J.* 68, 209  
*Badinka Cs.* 209  
*Bajusz T.-né* 209  
*Ballay L.* 76, 209  
*Balogh J.* 68, 78, 209  
*Banczerowski J.-né* 13, 45, 52, 127, 156, 209  
*Barabás K.* 209  
*Barsi M.* 52, 209  
*Baumann M.* 209  
*Báthori E.* 74, 209  
*Belágyi J.* 13, 20, 36, 42, 52, 78, 124, 155, 209  
*Benedek J.-né* 209  
*Benkő A.* 74, 209  
*Benkő Gy.* 49, 74, 210  
*Benkő K.* 210  
*Berta I.* 76, 210  
*Bertényi A.* 13, 18, 19, 20, 55, 56, 65, 66, 67, 68, 210  
*Bertók L.* 74, 78, 210  
*Bérczi A.* 210  
*Biczó G.* 155, 210  
*Bíró G.* 13, 43, 210  
*Blaskó K.* 13, 47, 155, 210  
*Bodosi M.* 68, 210  
*Bojtor I.* 56, 69, 71, 76, 210  
*Bor I.* 49, 50, 74, 156, 210  
*Boros L.* 57, 75, 76, 210  
*Bot J.* 155, 210  
*Bozóky L.* 7, 13, 19, 20, 23, 27, 28, 49, 55, 56, 57, 58, 74, 75, 76, 78, 101, 142, 143, 144, 146, 152, 181, 207, 208, 210  
*Böläni E.* 50, 74, 210  
*Böszörményi Z.* 78, 210  
*Burger T.* 74, 78, 210
- iffj. Csatorday K.* 42, 43, 210  
*Cságoty E.* 74, 210  
*Cseh E.* 47, 78, 210  
*Cseik J.* 68, 210
- Csécei Gy.* 210  
*Csillik B.* 77, 174, 210  
*Csorba I.* 46, 210  
*Csőváry M.-né* 74, 79, 210
- Dalos B.* 208  
*Damjanovich S.* 13, 14, 15, 17, 19, 20, 50, 51, 52, 56, 69, 72, 74, 78, 146, 155, 193, 208, 210  
*Daróczy A.* 13, 50, 56, 69, 72, 74, 210  
*Demeter S.* 121, 155, 211  
*Deseő Gy.* 42, 74, 211  
*Dézsi Z.* 75, 76, 113, 121, 211  
*Donboffer Sz.* 77, 211  
*Dósay K.* 76, 211  
*Duray A.* 68, 211
- Egyed J.* 74, 155, 211  
*Eöry A.* 155, 211  
*Erdei L.* 46, 177, 211  
*Ernst J.* 3, 4, 5, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 31, 33, 34, 36, 37, 38, 40, 52, 77, 108, 120, 124, 145, 146, 153, 154, 185, 197, 207, 211  
*Ernyi A.* 68, 211
- Faludi B.* 77, 211  
*Faludi B.-né* 78, 121, 155, 211  
*Falus M.* 13, 18, 19, 20, 55, 56, 65, 66, 67, 68, 207, 211  
*Farádi L.* 77, 211  
*Farkas Gy.* 50, 74, 76, 211  
*Fehér I.* 49, 51, 56, 69, 71, 74, 78, 211  
*Fejes E.* 211  
*Ferenczy M.* 49, 74, 211  
*Fidy J.* 13, 50, 52, 211  
*Fitori J.* 13, 42, 74, 155, 211  
*Fodor M.* 57, 68, 211  
*Fónagy A.* 51, 74, 163, 211  
*Francia I.* 211  
*Frenyó V.* 13, 14, 19, 20, 77, 211  
*Fülöp Z.* 156, 211  
*Gallyas A.* 49, 74, 211
- Garab Gy.* 211  
*Garamvölgyi M.* 34, 35, 36, 52, 77, 155, 212  
*Garay A.* 13, 19, 20, 63, 78, 119, 120, 121, 146, 155, 197, 208, 212  
*Garay A.-né* 155, 212  
*Gazsó J.* 212  
*Gazsó L.* 74, 212  
*Gábor Gy.-né* 212  
*Gárdos Gy.* 47, 52, 74, 77, 212  
*Gárgyán J.* 212  
*Gáspár R.* 13, 50, 74, 155, 212  
*Gáspár S.* 43, 212  
*Geszti O.* 78, 212  
*Gidáli J.* 7, 49, 51, 69, 74, 79, 163, 212  
*Gólián B.-né* 13, 43, 212  
*Gombás M.* 13, 212  
*Gombos A.-né* 13, 74, 212  
*Greguss P.* 56, 57, 65, 67, 68, 77, 212  
*iffj. Greguss P.* 13, 212  
*Guba F.* 13, 19, 20, 34, 77, 212  
*Gueth S.-né* 51, 74, 163, 212
- Gyarmathy L.* 20, 21, 26, 76, 212  
*Gyárfás J.-né* 68, 212  
*Gyenge L.* 74, 212  
*Györgyi S.* 13, 14, 46, 57, 60, 155, 170, 212  
*Gyurján I.* 13, 19, 20, 74, 78, 212
- Hajnal J.-né* 13, 74, 212  
*Harza T.* 212  
*Hámori J.* 79, 212  
*Hegy Zs.* 68, 212  
*Hernádi F.* 13, 31, 50, 74, 79, 155, 213  
*Herczeg J.* 13, 68, 213  
*Herczeg M.* 213  
*Hevesi J.* 78, 155, 213  
*Hidvégi E.* 74, 78, 213  
*Hízó J.* 28, 76, 213  
*Holland J.* 50, 74, 213  
*Homola L.* 172, 213

- Horváth G. 121, 213  
 Horváth Gy. 74, 213  
 Horváth I. 43, 77, 213  
 Horváth L. G. 77, 213  
 Horváth L. I. 213  
 Hummel Z. 213  
 Humml F. 13, 20, 55, 56,  
 65, 66, 68, 213  
 Inovay J. 68, 213  
 Izsák J. 213  
 Jánossy A. 79, 213  
 Jánossy L. 77, 213  
 Járari F.-né 13, 50, 74, 213  
 Járari I. 213  
 Járdánbázy T. 13, 213  
 Jászsági I.-né 74, 213  
 Jobst K. 79, 213  
 Jubász L.-né 13, 74, 213  
 Juricskay I. 42, 213  
 Juvancz I. 19, 20, 78, 213  
 Karczag A. 13, 50, 55, 56,  
 69, 72, 74, 155, 213  
 Kari Cs. 61, 214  
 Karvaly B. 13, 31, 46, 52,  
 56, 58, 146, 155, 207, 214  
 Katona Z. 150, 207, 214  
 Kazai L. 76, 214  
 Kállay M. 13, 41, 74, 214  
 Károly L. 74, 214  
 Károlyi G. 13, 74, 214  
 Kárpáti M. 56, 65, 67, 68,  
 214  
 Kelényi G. 79, 214  
 Kerner J. 214  
 Kertész L. 78, 214  
 Kertész M. 214  
 Keszthelyi L. 77, 121, 147,  
 187, 208, 214  
 Kesztyűs L. 77, 214  
 Kincses É. 68, 214  
 Királyfalvi L. 13, 214  
 Kiss D. 68, 214  
 Kiss I. 46, 78, 214  
 Kiss T. 155, 214  
 Kóbor Gy. 214  
 Koczkás Gy. 74, 197, 207,  
 214  
 Kollár M.-né 214  
 Kopa J. 68, 214  
 Kosza I. 65, 68, 214  
 Koszorus L. 214  
 Kovács L. 68, 214  
 Kovács L. 57, 70, 73, 74, 214  
 Kovács P. 74, 214  
 Kovács S. 78, 215  
 Kovács V. 215  
 Köteles Gy.-né 49, 74, 215  
 Kövér Gy. 78, 155, 215  
 Krasznai I. 79, 215  
 Krúdy E. 74, 215  
 Kun L. 68, 207, 215  
 Kutas L. 2, 13, 16, 50, 74,  
 155, 158, 215  
 Kutas V. 74, 215  
 Kuzman E. 13, 215  
 Laczkó I. 155, 215  
 Lakatos T. 13, 31, 43, 78,  
 155, 215  
 Láng F. 13, 20, 52, 63, 78,  
 215  
 Láng I.-né 215  
 László Gy. 167, 195, 215  
 Lebczky E. 42, 43, 57, 58,  
 155, 215  
 Lengyel M. 68, 215  
 Loványi I. 74, 215  
 Lőrinczi D. 13, 42, 215  
 Lukovits I. 215  
 Major A. 68, 215  
 Major J. 215  
 Majzik M. 68, 215  
 Makra Zs. 57, 75, 76, 78, 215  
 Marek P. 68, 78, 215  
 Maróti P. 215  
 Masszy Gy. 13, 79, 215  
 Máté L. 74, 215  
 Mátrai Á. 163, 164, 216  
 Mess B. 77, 216  
 Meszes G. 47, 216  
 Metzger T. 13, 38, 216  
 Mészáros I. 52, 78, 216  
 Misik S. 216  
 Moll Á. 68, 216  
 Molnár A. 68, 216  
 Molnár L. 74, 216  
 Molnár P. 51, 216  
 Mórocz K. 68, 216  
 Mózsa Sz. 74, 216  
 Nagy Á. 68, 216  
 Nagy J.-né 216  
 Nagy J. 42, 216  
 Nagy K. Z. 216  
 Nagy L. 74, 78, 216  
 Nagy L. 13, 42, 156, 216  
 Nagy Zs. 78, 155, 216  
 Nagy Zs. 74, 216  
 Nádas I. 68, 216  
 Németh G. 216  
 Némethi I. 155, 216  
 Niedetzky Á. 13, 14, 16, 19,  
 20, 50, 74, 78, 155, 156,  
 180, 197, 198, 207, 216  
 Nikl I. 7, 75, 76, 216  
 Ottó Gy. 216  
 Órkényi J. 216  
 Paál M. 68, 216  
 Pallai G. 217  
 Paulovics L. 68, 217  
 Pál I. 13, 74, 217  
 Pál I. 78, 217  
 Pártay G. 217  
 Pellionisz A. 52, 217  
 Pócsik I. 13, 42, 217  
 Pongrácz Zs. 217  
 Predmerszky T. 7, 13, 18, 20,  
 50, 56, 69, 70, 74, 76, 78,  
 144, 197, 207, 217  
 Pusztai J. 13, 45, 52, 217  
 Rácz P. 50, 68, 217  
 Reischl Gy. 21, 26, 76, 217  
 Resch B. 68, 79, 217  
 Révész P. 77, 217  
 Ringler A. 13, 217  
 Rodé J. 20, 21, 217  
 Rombányi Gy. 77, 207, 217  
 Rontó Gy. 13, 14, 16, 19, 20,  
 31, 43, 50, 53, 56, 57, 63,  
 69, 70, 72, 75, 78, 155, 166,  
 217  
 Röbblich P. 78, 217  
 Ruzicska Gy. 66, 68, 78, 217  
 Salánki J. 31, 32, 43, 52, 77,  
 156, 217  
 Sarkadi B. 217  
 Sas B. 74, 217  
 Sántba A. 31, 47, 49, 50, 69,  
 74, 78, 156, 207, 217  
 Schäffer B. 217  
 Schubert A. 217  
 Seres Z. 217  
 Sobel M. 65, 66, 68, 217  
 Soltész L. 74, 217  
 Solymossy P. 218  
 Somogyi B. 13, 51, 74, 79,  
 155, 218  
 Spett B. 74, 218  
 Stock I. 68, 218  
 Straub F. B. 77, 141, 197, 218  
 Sugár I. 43, 46, 52, 155, 218  
 Subai S. 218  
 Sümegi J. 218  
 Szabad J. 42, 43, 46, 156,  
 218  
 Szabó G. 218  
 Szabó L. 50, 51, 57, 70, 74,  
 207, 218  
 Szalay L. 13, 16, 19, 20, 42,  
 43, 77, 124, 156, 179, 197,  
 218  
 Szántó J. 68, 218  
 Szebeni Á. 65, 66, 68, 218  
 Szentágotthai J. 77, 218  
 Szeverényi M. 218  
 Székely Gy. 77, 218  
 Szépbalmi G. 13, 43, 52, 79,  
 218  
 Szigeti Gy. 77, 207, 208, 218  
 Szógyi M. 13, 14, 47, 57, 60,  
 156, 218  
 Szőke B. 68, 218



- Sztanyik L.* 19, 20, 57, 70, 78,  
 142, 163, 208, 218  
*Szundi I.* 46, 218  
*Szy D.* 76, 218  
  
*Tamás Gy.* 13, 47, 156, 218  
*Tapasztó I.* 65, 68, 218  
*Tarján I.* 13, 18, 19, 20, 56,  
 69, 72, 74, 75, 76, 77, 124,  
 146, 155, 218  
*Tarnóczy P.* 68, 218  
*Tegzes L.* 219  
*Tigyi A.* 78, 219  
*Tigyi J.* 6, 11, 13, 14, 19, 20,  
 40, 55, 74, 75, 76, 77, 124,  
 136, 139, 145, 151, 154,  
 156, 163, 197, 208, 219  
*Tigyi J.-né* 13, 41, 42, 156,  
 219  
*Tolvaj L.* 121, 155, 219  
*Tombác E.* 13, 219  
*Tompa P.-né* 219  
*Toperczer J.* 13, 14, 28, 74,  
 76, 219  
  
*Tota J.* 219  
*Tóth A.* 74, 79, 219  
*Tóth L.* 74, 143, 187, 219  
*Tóth L.-né* 13, 74, 219  
*Török A.* 13, 14, 19, 20, 46,  
 156, 219  
*Török I.* 76, 79, 207, 219  
*Török M.* 68, 219  
*Török S.* 219  
*Treer T.* 219  
*Trombitás K.* 13, 35, 36, 42,  
 156, 219  
*Trón L.* 51, 219  
*Turchányi Gy.* 78, 207, 219  
  
*Unger E.* 74, 78, 219  
  
*Vadász I.* 46, 156, 219  
*Vajda R.* 68, 219  
*Varga E.* 41, 78, 156, 219  
*Varga J.-né* 13, 45, 74, 219  
*Varga L.* 49, 56, 70, 73, 74,  
 78, 219  
*Vargha M.* 219  
  
*Varjas G.* 76, 219  
*Várad J.* 13, 74, 220  
*Várkonyi P.* 68, 220  
*Várkonyi Z.* 57, 59, 156, 220  
*Várkonyi Z.-né* 220  
*Várterész V.* 14, 18, 156, 196,  
 208  
*Vető F.* 13, 14, 46, 52, 61,  
 78, 156, 174, 207, 220  
*Véró M.* 46, 156, 207, 220  
*Vittai P.* 13, 76, 220  
*Voszka R.* 78, 207, 220  
*Vozáry E.* 220  
  
*Walzbier J.* 68, 220  
  
*Zaránd P.* 49, 50, 74, 76, 79,  
 156, 220  
*Zábrácski J.* 76, 220  
*Zempléni F.* 220  
*Zöllei M.* 220  
  
*Zsoldos T.* 50, 220



## TARTALOMJEGYZÉK

### 1. BEVEZETŐ

Ernst Jenő: Bevezetés — — — — —	3
Tigyi József: Ernst Jenő köszöntése — — — — —	5
Tigyi József: Beszámoló az MBT tevékenységéről (1972—1975) — — — — —	7

### 2. AZ 5. KÖZGYŰLÉS

— Az MBT 5. Közgyűlése (Bp. 1972. június 12.) — — — — —	13
Tigyi József: Beszámoló a Társaság tevékenységéről — — — — —	14
Damjanovich Sándor: Jelentés az MBT anyagi helyzetéről (1970—72) — — — — —	17
Frenyó Vilmos: A jelölőbizottság jelentése és a választás lefolytatása — — — — —	19
— Tudományos program	
Rodé Iván: Az első hazai betatron ismertetése — — — — —	21
Bozóky László: Nagy energiájú röntgen- és elektronsugárzások előállítása — — — — —	23
Gyarmathy László—Reischl György: A betatron therápia jellegzetességei — — — — —	26

### 3. AZ MBT VII. VÁNDORGYŰLÉSÉNEK ESEMÉNYEI

— Salánki János: Beszámoló a VII. Vándorgyűlésről (Tihany, 1973. máj. 31.—jún. 2.)	31
— A VII. Vándorgyűlés előadásai	
<i>I. téma: Az izomkontrakció molekuláris mechanizmusai és energetikája</i> — — — — —	33
Ernst Jenő: A harántcsíkos izom biofizikája (referátum) — — — — —	33
Csatlakozó kiselőadások — — — — —	41
<i>II. téma: Biológiai rendszerek szabályozásának biofizikai alapjai</i> — — — — —	42
Csatlakozó kiselőadások — — — — —	42
<i>III. téma: A membránműködés fizikokémiai és energetikai alapjai</i> — — — — —	43
Salánki János: Újabb adatok az ingerületgenerálás mechanizmusához (referátum) — — — — —	43
Csatlakozó kiselőadások — — — — —	45
<i>IV. téma: Fizikai tényezők hatásának biofizikai alapjai biológiai rendszereken molekuláris és sejtszinten</i> — — — — —	47
Sántha András: A kémiai sugárvédelem jelenlegi helyzete (referátum) — — — — —	47
Csatlakozó kiselőadások — — — — —	49
— Rontó Györgyi: Az MBT 1972. évben lezárult pályázata — — — — —	52

### 4. TÁRSASÁGUNK SZAKMAI RENDEZVÉNYEI

— Rontó Györgyi: Az MBT 1972—74. évi klubdelutánjai — — — — —	55
A klub-előadások rövid ismertetése — — — — —	58
— Szalontai Balázs: Beszámoló a visegrádi Molekuláris Biológiai Iskoláról — — — — —	61
Egyéb szakmai rendezvények — — — — —	64

## 5. SEKCIÓNK MUNKÁJÁRÓL

— Bertényi Anna: Beszámoló az MBT Orvosi Biológiai Ultrahang Szekciójának tevékenységéről az 1972—75. években — — — — —	65
Falus Miklós: Az Ultrahang Szekció 1972—74. évi klubdélutánjai — — — —	66
Az OBUS tagjainak névsora — — — — —	68
— Predmerszky Tibor: Megalakult az MBT Sugárbiológiai Szekciója — — — —	69
A Sugárbiológiai Szekció klub-előadásai — — — — —	71
A Sugárbiológiai Szekció tagnévsora — — — — —	74
— Nikl István: Az Orvosi-Fizikai Szekció megalakulása és működése — — — —	74
Az Orvosi-Fizikai Szekció klubdélutánjai — — — — —	75
Az Orvosi-Fizikai Szekció tagjai — — — — —	76

## 6. TÁRSASÁGUNK TAGJAINAK TUDOMÁNYOS MINŐSÍTÉSEI

— Az 1972-ig szerzett tudományos fokozatok — — — — —	77
— Az 1972—75. időszakban szerzett tudományos fokozatok — — — — —	78
— Székfoglaló előadások	
Bozóky László: A szóródási jelenségek szerepe a foton sugárzások dozimetriájában	80
Garay András: Az anyag gyenge kölcsönhatásában megnyilvánuló aszimmetriája és a molekuláris aszimmetria — — — — —	102

## 7. A KGST BIOFIZIKAI EGYÜTTMŰKÖDÉS

— Banczerowsky Januszné: A KGST Biofizikai Együttműködés eredményei — —	123
— Számítástechnika alkalmazása biofizikai kísérletekben — — — — —	128
Ivanyickij, G. R.: Biológiai struktúrák vizsgálatának automatizálása — — —	128
Anyiszimov, A. P.: Biológiai objektumok spektrumaiból nyerhető információk gyűjtésének és feldolgozásának automatizálásáról — — — — —	132

## 8. RÉSZVÉTELÜNK NEMZETKÖZI SZERVEZETEK BEN

Tigyi József: Az IUPAB tevékenysége 1973—1975-ben — — — — —	135
Sztanyik B. László: A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (IAEA) felépítése és tevékenysége — — — — —	139
Bozóky László: Az IRPA tevékenysége különös tekintettel annak magyarországi kihatásaira — — — — —	142

## 9. TÁRSSZERVEZETEINK MUNKÁJÁRÓL

Keszthelyi Lajos: Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat és az MBT kapcsolatai — —	145
Kocsár László: A Magyar Orvostudományi Nukleáris Társaság megalakulása, munkája	147
Katona Zoltán: A MATE Orvostechnikai Szakosztályának tevékenységéről — —	148

## 10. BESZÁMOLÓK KÜLFÖLDI TUDOMÁNYOS RENDEZVÉNYEK RŐL

Bozóky László: A III. Nemzetközi Orvosi Fizikai Kongresszus (Göteborg, 1972. július)	151
Niedetzky Antal: IV. Nemzetközi Biofizikai Kongresszus (Moszkva, 1972. augusztus)	152
„Az ultraibolya sugárzások biológiai hatásainak alapjai” Nemzetközi Konferencia (Brno, 1972. október) — — — — —	156

Kutas László: A II. Molekuláris és Sejtszintű Radiobiológiai Nyári Iskoláról (Brno, 1973. szeptember) — — — — —	157
Sztanyik B. László: Beszámoló az 5. Nemzetközi Sugárzáskutatási Kongresszusról (Seattle, USA, 1974. július) — — — — —	158
Mátrai Árpád: Nemzetközi Biofizikai Nyári Iskola (Bukarest, 1974. szeptember) —	163
Rontó Györgyi: Beszámoló a Szocialista Országok I. Radiobiológiai Konferenciájáról. (Spindleruv Mlyn, Csehszlovákia, 1974. október) — — — — —	164

## 11. TANULMÁNYUTAK

László György: Svédország (1966—1973) — — — — —	167
Györgyi Sándor: London (1973. január—június) — — — — —	170
Homola László: Lexington, USA (1973. február—1974. február) — — — — —	172
Csillik Bertalan: Boston, USA (1973. szeptember—1974. április) — — — — —	174
Erdei László: Leningrád (1973. november—1974. április) — — — — —	177
Konstanz, NSZK (1974. október) — — — — —	178
Szalay László: Tübingen, NSZK (1974. február—augusztus) — — — — —	179
Niedetzky Antal: München (1974. április—október) — — — — —	180
Bozóky László: USA (1974. szeptember) — — — — —	181

## 12. VARIA

— Könyvismertetés:	
— Keszthelyi Lajos: Biofizika (szerk. Ernst Jenő) — — — — —	185
— Hazai biofizikai kutatóhelyek	
Damjanovich Sándor: A DOTE Biofizikai Intézete — — — — —	187
László György: Tíz éves a Medicor Bioklimatológiai Laboratóriuma — — — — —	193
— Predmerszky Tibor: Emlékezés Várterész Vilmos professzorra — — — — —	196
— Niedetzky Antal: Az Acta Biochimica et Biophysica tevékenysége — — — — —	197
— A Magyar Biofizikai Társaság 1974. évi pályázata — — — — —	198

## 13. SZERVEZETI KÉRDÉSEK

A Magyar Biofizikai Társaság Alapszabályzata — — — — —	201
Az MBT 1975-ben (6. közgyűlés) megválasztott vezetősége — — — — —	206
A Társaság tagjainak kitüntetései (1972—1975) — — — — —	207
Hírek — — — — —	208
A Magyar Biofizikai Társaság tagnévsora — — — — —	209

## 14. NÉVMUTATÓ — — — — — 221

Tartalomjegyzék (magyar, orosz, angol) — — — — —	
--	--

## Содержание

1. Введение	3
Е. Эрнст: Введение	3
Й. Тидьи: Приветствие к Е. Эрнсту	5
Й. Тидьи: Отчет о деятельности Венгерского Биофизического Общества (1972—75)	7
2. 5-ое генеральное совещание Венгерского Биофизического Общества (Будапешт 12-ое июня 1972 -ого года)	13
3. События 7-ого Странствующего Съезда ВБО(Тихань от 31-ого мая, по 2-ого июня 1973-его года)	31
I. тема: Молекулярные механизмы и энергетика мышечного сокращения	33
II. тема: Биофизические основы регуляции биологических систем	42
III. тема: Физикохимические и энергетические основы функционирования мембран	43
IV. тема: Изумление биологических основ влияния физических факторов на биологические системы на молекулярном и клеточном уровне	47
4. Профессиональные съезды нашего общества	55
5. О работе наших секций	65
6. Научные квалификации членов нашего общества	77
7. Сотрудничество стран-членов СЭВ по проблеме „Исследования в области биологической физики“	123
8. Наше участие в международных организациях	135
9. Сотрудничество с профессиональными обществами	145
10. Отчеты о зарубежных научных съездах	151
11. Отчет о заграничных научных командировках	167
12. Сообщения о разных съездах и отчетах	185
13. Организационные вопросы	201
14. Именной указатель	221
Содержание	225

## CONTENTS

1. INTRODUCTION		
E. Ernst: Introduction	— — — — —	3
J. Tigyí: E. Ernst's Congratulation	— — — — —	5
J. Tigyí: The Activity of the H.B.S. (1972—1975)	— — — — —	7
2. THE 5th SOCIETY MEETING OF THE H.B.S.		13
J. Tigyí: Report of the Presidium on the Activity of the Society	— — — — —	14
I. Rodé: Report on the First Hungarian Betatron	— — — — —	21
L. Bozóky: Generation of Electron- and X-Rays of High Energy	— — — — —	23
L. Gyarmathy—Gy. Reischl: Characteristic of Betatron Therapy	— — — — —	26
3. THE 7th NATIONAL MEETING OF H.B.S.		
J. Salánki: Report on the Congress. (31. May—2. June. 1973, Tihany)	— — —	31
I. Molecular Mechanism and Energetics of Muscular Contraction	— — — — —	33
II. Biophysical Principles of the Control of Biological Systems	— — — — —	42
III. Physical Chemistry and Energetics of Membrane Function	— — — — —	43
IV. Physical Effects on Molecular and Cellular Biological Systems	— — — — —	47
Gy. Rontó: Results of the Competition of H.B.S., 1972	— — — — —	52
4. SCIENTIFIC PROGRAM OF THE H.B.S.		
Gy. Rontó: Club Meetings of the H.B.S. in 1972—1974	— — — — —	55
D. Szalontay: Summer School on Molecular Biology, Visegrad	— — — — —	61
5. ACTIVITY OF SECTIONS OF H.B.S.		
A. Bertényi: Report on the Activity of the Medical-Biological Ultrasound Section	—	65
T. Predmerszky: Foundation of the Radiation-Biological Section of the H.B.S.	—	69
I. Nikl: Foundation of the Medical-Biological Section of the H.B.S.	— — —	74
6. SCIENTIFIC DEGREES OF THE MEMBERS OF THE H.B.S.		
Inaugural Lecture of the Academy of Sciences:		
by L. Bozóky	— — — — —	80
by L. Garay	— — — — —	102
7. COOPERATION OF COMECON IN BIOPHYSICS		123

8. THE PARTICIPATION OF H.B.S. IN INTERNATIONAL ORGANISATIONS	—	135
J. Tigyí: Activity of IUPAB in 1973—1975	— — — — —	135
B. L. Sztanyik: Organisation and Activity of IAEA	— — — — —	139
L. Bozóky: Activity of IRPA and of the Hungarian Section of IRPA	— — — —	142
9. CONNECTIONS OF THE H.B.S. WITH THE EÖTVÖS LORÁND PHYSICAL SOCIETY, HUNGARIAN SOCIETY OF NUCLEAR MEDICINE AND THE GROUP OF MEDICAL ENGINEERING	— — — — —	145
10. REPORTS ON INTERNATIONAL SCIENTIFIC MEETINGS	— — — — —	151
11. EXTERNAL SCIENTIFIC STUDIES OF THE MEMBERS OF THE H.B.S.	— —	167
12. MISCELLANEOUS		
L. Keszthelyi: Biophysica. ed.: E. Ernst. (Book review)	— — — — —	185
Presentation of the Hungarian Research Instituts of Biophysics	— — — — —	187
T. Predmerszky: Incommemoration of Prof. V. Várterész	— — — — —	196
A. Niedetzky: The Activity of the Acta Biochimica and Biophysica of Acad. Sci. Hung.		197
The Competition of H.B.S. in 1974.	— — — — —	198
13. NEWS OF THE SOCIETY		
The Statue of the H.B.S.	— — — — —	201
Presidium of the H.B.S. Elected in 1975. (on the 6th Society Meeting)	— — — —	206
Honour for Members of the H.B.S.	— — — — —	207
List of Members of the H.B.S.	— — — — —	209
14. NAME INDEX	— — — — —	221
Contents	— — — — —	225





Felelős kiadó: dr. Tigyi József  
75-6403. Pécsi Szikra Nyomda – F. v.: Melles Rezső



