

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 áramutések 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-teszt súlykapcsolatot 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 vérszövetekkel 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 vérszövetjeinek 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 szövettényeszetekben. Szükséges azonkívül a mezőgazdasági növényzetek megfigyelése a távvezeték alatt.

#### Összefoglalás

A fentiek csak felületen mozgó ízelítőt adnak ezen modernizálás előállotta igény következtében teremtődött új tudományág fellépéséről. Csak kis töredéket mondtunk el arról, amelyet ma már ismerünk. A leírtak is még sok feltárni valót rejtenek.

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 műszerezettségi színvonalat 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 ottani 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 követhető a tiszta és különböző kémiai komponenseket tartalmazó lipid-membránok fázisátalakulásai, amely struktúrális 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 kollégumot 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

(Egysített 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 szintetikusan 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 kiperarált és izolált vékonybélét membránként használva ozmózi-

sos kísérleteket végeztek. Azt tapasztalták, hogy ha a külső (serosai) oldalon isotóniás 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 szorosán 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 fél éves 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 Pennsylvánián, 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-tekercseken 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 hallgatótárságot oktató egyetemek (University of Pennsylvania, University of North Carolina) oktatói nem törekszenek 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, hallgatóügyi 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 közhely, itt a neuroanatómiát (agyboncolás) és neurohistológiát (mikroszkopozálás) közvetlenül betegvizsgálat követi, már a kurzus első hetétől kezdve. Ebben szervesen épül be a neuropathologia és neurofarmakologia, 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 felülbíráló 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 modellrendszerein: 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 valinomycin jelenlétében és hiányában. Az ionos vezetés aktivációs energiája valinomycin 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 követt. A munkából a laboratórium munkatársaival közös közleményt írtunk, amely a III. Szovjet Biokémia Kongresszuson, Rigában 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) valinomycin, a közvetített iontranszport carrier-mechanizmusának modellje,
- b) gramicidin, dimért 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 közelállónak 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 szoros 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 nyomelemekkoncentráció 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 biztosítja 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 kobaltágyú konstrukcióját, a több Curie-s intracavitáris after loading kezelési berendezéseit, speciális dozimetriai eljárásukat 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 egészszteszt besugárzást – 0,27 rad dózisterheléssel, majd közvetlenül utána a felaktiválódásnak egészsztesztzámlálós mérésével a beteg csontjaiban lévő Ca mennyiségének pontos meghatározását, az extrakorporális vérbesugárzási eljárásukat 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 egészségtesztzámlálós 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 egészséti 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.