

### 3. A VÁNDORGYŰLÉS ESEMÉNYEI

---

#### TÁJÉKOZTATÓ A X. VÁNDORGYŰLÉSRŐL

(Tihany, 1979. szeptember 20–22.)

A X. vándorgyűlés szervezését, rendezését és lebonyolítását az elnökség felkérésére az MTA Biológiai Kutatóintézete vállalta Tihanyban 1979. szeptember 20–22. között. A vándorgyűlés elnöke Salánki János akadémikus, az MTA Biológiai Kutatóintézetének igazgatója volt.

A vándorgyűlés előadásai zömmel két kiemelt téma köré csoportosultak:

1. Membrán-fizikai kutatások.
2. Környezet-biofizikai kutatások.

A szokásoknak megfelelően egyéb témakörben bejelentett előadások is szerepeltek a programban. A résztvevők száma 150 fő volt. Összesen 95 előadást jelentettek be, melyből 91 került megtartásra. A kiselőadások mellett 4 felkért előadó referátuma is elhangzott, ezek az alábbiak voltak:

1. Sarkadi Balázs (Országos Haematológiai és Vértranszfúziós Intézet, Budapest): Plazma-membránok aktív calcium transzportja.
2. Kiss Tibor (MTA Biológiai Kutatóintézet, Tihany): Szívizomsejtek membránjának elektromos tulajdonságai.
3. Sztanyik B. László (OSSKI, Budapest): A lakosság környezeti forrásokból származó sugárterhelése.
4. Varga P. László (OSSKI, Budapest): Ionizáló sugárzás okozta sejtmembrán-felületi változások kimutatása.

Az előadások nagy száma miatt részben párhuzamos szekciók szervezésére is sor került, két félnap keretében. Az előadásokat általában élénk vita követte és a vándorgyűlés alkalmat adott a biofizika fenti témáiban folytatott hazai kutatások megismerésére, értékelésére és az azonos vagy közeli területen dolgozók közvetlen eszmecserejére.

Megállapítható, hogy mind a membránkutatásban, mind a sugárbiológiai kutatásban eredményes munka folyik a különböző kutatóhelyeken.

A vándorgyűlés keretében került sor a fiatal biofizikusok pályamunkáinak értékelésére és a pályadíjak kiosztására. (Ismertetését lásd ezen Értesítő 4. fejezetében.)

A vándorgyűlés résztvevői intézetlátogatás keretében megismerkedhettek a tihanyi Biológiai Kutatóintézetben folyó membránkutatásokkal.

SALÁNKI JÁNOS,  
az MBFT X. vándorgyűlésének elnöke

## A X. VÁNDORGYŰLÉS ELŐADÁSAI\*

SALÁNKI JÁNOS

(MTA Biológiai Kutatóintézet, Tihany)

### MEGNYITÓ

Tisztelettel köszöntöm a Magyar Biofizikai Társaság X. vándorgyűlésének résztvevőit Tihanyban, ahol legutóbb 6 éve találkoztunk hasonló alkalomból. Nagy öröm számunkra, hogy a Magyar Tudományos Akadémia Biológiai Kutatóintézete rendezheti meg ezt a jubileumnak is nevezhető vándorgyűlést, és kívánom, hogy valamennyien jól érezzék magukat az elkövetkező három napon. A megjelentek és a bejelentett előadások száma – és úgy vélem – a tematika és az előadások tartalma is jogossá teszi a jó érzés iránti várakozást, de bizonyára az előadások iránti érdeklődés, az ülések aktivitása, s nem utolsósorban a szép környezet és a jó idő is hozzájárul majd a vándorgyűlés sikeréhez.

A magyar élettudományi társaságok utóbbi évtizedben bekövetkezett – talán a kívánatosnál is nagyobb fokú – osztódása, szaporodása következtében az utóbbi két hónapban tudományos rendezvények sorozata zajlott le hazánkban. A Magyar Kémikusok Egyesülete Biokémiai Szakosztálya által rendezett vándorgyűlést a magyar farmakológusok kongresszusa követte Budapesten, alig két hete a Magyar Élettani Társaság vándorgyűlése folyt Szegeden, s most itt vagyunk a Biofizikai Társaság vándorgyűlésén. A jelenlevők közül jó néhányan egyik-másik, vagy több előbb említett tudományos ülésen is részt vettünk, ami azt mutatja, hogy a tudományos érdeklődés és a kutatási témák nem oszthatók a társaságok struktúrája szerint. Számos olyan kutatási téma és eredmény van, amely ha akarom élettan, ha akarom biofizika, biokémia, vagy farmakológia, esetleg kémia, fizika vagy morfológia is. Közismerten nehéz meghatározni a biofizika határait és ezért minden olyan előadást programba vetünk, melyet a Biofizikai Társaság tagjai vándorgyűlésünkre bejelentettek. Mindamelllett a vándorgyűlés fő irányaként két témakört jelöltünk meg, és az előadásokat igyekeztünk a programban is e szerint csoportosítani: a membrán-biofizika és a környezeti hatások biofizikája irányokat. E két terület feltétlenül a biofizika speciális ágazatának tekinthető és ezekben a témákban jelentős hazai kutatások is vannak. Természetesen a biofizika más területein is folynak jelentős kutatások hazánkban, azonban úgy gondoltuk, ez alkalommal e két témakört állítjuk reflektorfénybe és az e területen dolgozók számára adunk elsősorban lehetőséget eredményeik ismertetésére. Éppen ezért, az a négy referátum is, melyet a programba beiktattunk, e két szakterületről való.

Talán újszerűnek tűnik a környezetbiofizika téma programba iktatása, ezért szabadjon erről néhány szót ejteni. Közismert, hogy világszerte nagy az

\* Az előadások kivonatai megjelentek angol nyelven: *Acta Biochim. et Biophys. Acad. Sci. Hung.* 15. 111–159. (1980)

aggodalom nemcsak a tudományos dolgozók körében, de a társadalom más rétegeiben is a környezetszennyezés, a környezetkárosodás miatt, és folyóiratok, napilapok cikkei látnak napvilágot, tömegmozgalomnak is nevezhető megmozdulások bontakoznak ki a környezetvédelem érdekében. A környezetkárosító hatások nem kis hányada a fizikai hatások körébe tartozik, radioaktív sugárzás, hő, zaj, ultraibolya fény formájában, de a füst és porártalom fizikai jellegű hatása is jelentős. Ezeknek a környezeti fizikai effektusoknak a biológiai rendszereken való érvényesülése kétségtelenül a biofizika tárgykörébe tartozik és a biofizikai kutatások fontos részét képezi. Ezen a területen jelentős feladatok vannak hazánkban is és jelentős fejlődés várható mind a kutatási szférában, mind a gyakorlati alkalmazás területén. Ezzel összefüggésben fontos feladat, hogy a biofizikai szemlélet a műszaki dolgozók körében is tért hódítson, s úgy vélem, ebben társaságunknak feladata van, s ehhez jelen vándorgyűlés is hozzájárulhat.

A membránkutatás az élettan, biokémia és farmakológia mellett hagyományosan a biofizikai kutatások területe. Vonatkozik ez az ingerlékeny és nem ingerlékeny membránokra, valamint a mesterséges membránokra egyaránt. Hogy most mégis az ingerlékeny membránokról kívánok beszélni, annak oka, hogy elsősorban ez az a terület, mely a Biológiai Kutatóintézet tematikáját érinti, s amely több más hazai intézet kutatásainak is előterében áll. Nem saját eredményeinkről akarok beszélni, inkább arról, hogy az elmúlt néhány év kutatásai során milyen jelentősebb előrehaladás történt e témában nemzetközi méretekben, ami egy kicsit mérce lehet a hazai ilyen irányú kutatásokat illetően is.

Már több mint egy évtizede felmerült az a lehetőség, és időközben többoldalúan bizonyítást nyert, hogy az ingerület során egyes speciesekben az idegmembránon nemcsak Na-áram belépése okozza a működési áram felszálló szarát, hanem abban Ca-ionok is részt vesznek. Az újabb vizsgálatok azt is igazolni látszanak, hogy a Na és Ca külön átbocsátó helyeken, pórusokon vagy csatornákon keresztül jut az idegsejt belsejébe. Az utóbbi években sajátos módszert dolgoztak ki e probléma vizsgálatára, nevezetesen az idegsejtek intracelluláris perfúzióját, dialízisét, ahhoz hasonlóan, amint azt Loligo óriás axonon már korábban bevezették. E módszer kidolgozása Kostyuk és munkatársai nevéhez fűződik, s annak lényege a következő: Csigák központi idegrendszeréből neuronokat izolálnak, s egy-egy neuront beékelnek a két részre választott kísérleti kamra falán lévő, megfelelő alakúra kiképzett pórusba. A két kamrarész külön-külön perfúzió alatt áll, s bennük a folyadéknyomás is függetlenül változtatható. Az alsó kamrában előidézett nyomáscsökkentéssel az axon-dombbal lefelé néző neuront megnyitják, és az intracelluláris tér az alsó kamrával egyenlítődik ki, míg a felső kamra a neuron extracelluláris terét képezi. Az így kapott rendszer tulajdonképpen egy olyan somamembrán, melynek extra- és intracelluláris miliője egymástól függetlenül beállítható.

Az ily módon dializált neuron megfelelő ionmiliő beállítása esetén  $-10$   $-30$  mV-os nyugalmi potenciált tartott meg, amit polarizáló árammal  $-40$   $-60$  mV-ig meg lehetett növelni, és jó preparátumokon ingerléssel teljes akciós potenciálokat is ki lehet váltani.

A belépő áramok pontos vizsgálatát nagyon zavarja a jelenlevő kilépő, K-áram, ezért annak kiiktatása célszerű ilyen kísérletekben. Dializált neuronon megoldható az intracelluláris  $K^+$  Trissel való helyettesítése, ami biztosítja a K-áram kiiktatását. Ilyen feltételek mellett felvett áramgörbéken jól látszik egy

gyors és egy assú komponens, amelyek legkifejezettebbek  $-20$   $-10$  mV-os tartományban.

Ha az extracelluláris tér ionösszetételét változtatták, nevezetesen, ha a Na és Ca koncentrációval manipuláltak, kiderült, hogy a két komponens más-más feltételek mellett iktatható ki. A Na megvonás esetén a gyors komponens tűnt el, mind *Lymnaea*, mind *Helix* neuronokon, míg Ca megvonáskor a lassú komponens esett ki. A Na és Ca áramok elkülönítésének más módja is van. Kiderült ugyanis, hogy ha az intracelluláris térnek megfelelő kamrát fluorid anionnal perfundálják, vagy extracellulárisan  $1-2$  mM Cd iont adnak, az a lassú Ca-áramot bénítja, de nem befolyásolja a gyors Na-áramot, amit viszont Na-hiány iktat ki.

A Cd-ion specifikus Ca-csatornát gátló hatása csak igen szűk koncentrációtartományban érvényes. Vadász Istvánnal végzett vizsgálataink egyértelműen bizonyítják, hogy  $10$  mM  $\text{CdCl}_2$  már a Na-áramot is blokkolja, s ugyanakkor jelentős mértékben inaktíválódik a K-csatorna is.

Összevetve a Na és Ca áram maximumát, *Helix* neuronokon gyakran azt találták, hogy a Ca áram értéke meghaladta a Na-ét. Sőt, adódtak olyan neuronok is, melyeken Na áram egyáltalán nem volt észlelhető, csak Ca-áram, ezért e sejteket tiszta „Ca-sejt”-nek lehet tekinteni. Ez esetben nyilvánvalóan nem lehet szó arról, hogy egy csatorna lenne felelős a Na és Ca áramért, vagyis külön Na és Ca csatorna populáció léte látszik bizonyítottnak.

Az elmúlt évek ingerületkutatása nemcsak új jelenségeket tárt fel és a korábbi elképzeléseket bonyolító tényanyagot szolgáltatott, hanem korábban feltételezett, de nem bizonyított mechanizmusok megismerése irányában is jelentős eredményeket hozott. A membrán szelektív permeabilitásával, a csatornák működésével összefüggő kapu-elemekről (gating particles) már Hodgkin és Huxley is írtak, sőt, modelljükben szerepeltették is az m és h komponenseket, amelyek a kapunyitás és zárás töltéssel rendelkező elemei. Az ion-elmélet szerint az ioncsatornák a membrán preformált, de csak időszakosan átjárható pórusai, s a pórusok megnyílása, majd záródása a membrán molekuláris szerkezetében végbemenő változások eredménye. Hodgkin és Huxley elképzelése szerint a csatorna akkor lép működésbe (aktiválódik), ha olyan töltésátrendeződés következik be, ami az m részecskéket eltávolítja a csatornából, s ezzel az ionok áramlására az út szabaddá válik, s az ionáramlás akkor szűnik meg, mikor a h részecskék zárják a csatornát – ez az inaktíválódás folyamata. Az m és h elemek mozgása a membránon belüli molekuláris átrendeződéssel kapcsolatos, amit a membrán elektromos terében bekövetkező változás vált ki. Minthogy a kapu-elemek maguk is töltéssel rendelkeznek, mozgásuk mérhető az ún. kapu áram (gating current) formájában. Ezek az áramok azonban igen kicsik az ingerléskor fellépő ionáramokhoz viszonyítva, s utóbbiak, valamint a kapacitív áramok a kapu áramot elfedik. Armstrong és Bessinilla volt az, aki idegen elsőként áramot regisztrált 1973-ban jelátlagoló technikával, az ionáramok kiiktatása után, pozitív és negatív pulzusok alkalmazásával. Kiderült, hogy a pozitív, ill. negatív impulzusokra kapott áramok aszimmetrikusak, nevezetesen egy tranziens kifelé irányuló áram marad még az összegzés után, ami azonos a Na csatorna kapu áramával. Ez az áram viszonylag gyors, gyorsabb mint a Na-áram, és 300-szor kisebb annál.

Ha azokat az áramokat összegezték és átlagolták, melyek az impulzusok megszűnésekor léptek fel, ugyancsak kaptak egy maradék áramot, az ún. farok áramot (tail current). Ez befelé irányuló volt, s ezért úgy értelmezhető, mint

ami a Na csatorna záródásával, a kapu-részecskék helyreállítódásával kapcsolatos áram.

Azt, hogy az ilymódon kimutatott tranziens áram valóban a kapu-árammal azonos, azok a kísérletek is alátámasztják, melyek szerint a kapu áram reverzibilisen blokkolható olyan módokon, ami a Na-áramot is blokkolja, így pl. Zn intra-axonális perfúziójával, rövid depolarizációval és tartós depolarizációval.

A kapu áramok vizsgálata új lendületet adott az ingerületkutatásnak, és úgy tűnik, számos, eddig kevésbé értelmezhető jelenség háttérének pontosabb megismerését teszi majd lehetővé.

Tisztelt Vándorgyűlés!

Ezeket az önkényesen kiragadott példákat illusztrációnak szántam annak bemutatására, hogy milyen irányba fejlődik napjainkban az ingerlékeny membránok sajátosságainak vizsgálata. E kutatásoknak nemcsak elméleti jelentőségük van, de pl. gyógyszerhatástani szempontból is fontos ismereteket szolgáltathatnak. Néhány hazai kutatóhelyen is folynak ilyen irányú munkálatok, azonban ahhoz, hogy a nemzetközi szinttel lépést tartsunk, a membránbiofizikai kutatásokat ezen a területen erősíteni kellene.

Abban a reményben, hogy ehhez s más területek problémáinak megvitatásához és serkentéséhez is hozzájárul háromnapos tanácskozásunk, még egyszer nagyrabecsüléssel köszöntöm az előadókat, társszerzőket, a résztvevőket és a vándorgyűlést megnyitom.

## ELŐADÁSOK

SARKADI BALÁZS

(Országos Haematológiai és Vértranszfúziós Intézet, Budapest)

### PLAZMA-MEMBRÁNOK AKTÍV KALCIUM TRANSPORTJA

(Referátum)

A legtöbb élő sejt citoplazmájában a kalcium ionok koncentrációja ( $10^{-6}$ – $10^{-9}$  M) több nagyságrenddel alacsonyabb, mint az extracelluláris folyadékban, ill. a sejtorganelumokban ( $10^{-3}$  M). Ezt a speciális kalcium elosztást membrán-transport folyamatok biztosítják, és a koncentrációk megváltozása számos fiziológiás sejtműködés beindítójaként, „triggere”-ként szerepel. A sejtek kalcium-homeosztázisának egyik alapvető fenntartója a plazma-membrán aktív kalcium transportja. Ennek két fő típusa a Na–Ca csere és az ATP-igényes calcium-„pumpa”. Az előbbi folyamatnál a kalcium ionok kiszállításához szükséges energiát a nátrium ionok koncentráció-gradiens irányában történő transzportja, végső soron a Na–K pumpa működése szolgáltatja. A második típusú transzportnál közvetlenül az ATP kémiai energiája használódik a kalcium-pumpához. Az emberi vörösvérsejtek plazma-membránja e második típusú folyamat vizsgálatához biztosít modellrendszert, mivel itt a Na–Ca csere nem működik, és közvetlenül tanulmányozhatók a pumpa Ca-, Mg- és ATP-igénye, a membrán-fehérjék foszforilációja és defoszforilációja, valamint a pumpaműködés celluláris szabályozása. Az ATP-igényes kalcium-transport általános jellemzőinek ismertetése mellett saját vizsgálatainkból elsősorban a kalcium-pumpa sejten kívüli fehérjékkel történő szabályozására vonatkozó kísérleteinket ismertetjük. Bemutatjuk a kifordított vörösvérsejt-membrán vezikulák készítésének módját, a kalcium-transport vizsgálatát ezen a preparátumon, valamint a kalmodulin (kalcium-dependens regulátor fehérje) hatásainak vizsgálatát. Modellt mutatunk be a vörösvérsejtek aktív kalcium-transportjának molekuláris mechanizmusára vonatkozóan.

#### Kiselőadások:

1. SZÓGYI M., CSERHÁTI T., SZABON I.  
(SOTE Biofizikai I., Növényvédelmi Kutató I., KFKI, Budapest)  
*Összefüggés területaktív anyagok membránkárosító hatása és fizikokémiai paramétereik között.*
2. BALÁZS M.  
(DOTE Biofizikai Intézete, Debrecen)  
*Intakt állati és humán sejtek membránviszkozitásának változása specifikus és aspecifikus fehérjék hatására.*
3. BLASKÓ K.  
(SOTE Biofizikai Intézet, Budapest)  
*Adatok a primicin-membrán kölcsönhatás mechanizmusához.*

#### 4. HERCZEG T.

(JATE Biofizikai Tanszék, Szeged)

*Kémiaailag módosított membránú Chlorella sejten késleltetett lumineszcencia és termolumineszcencia tulajdonságai.*

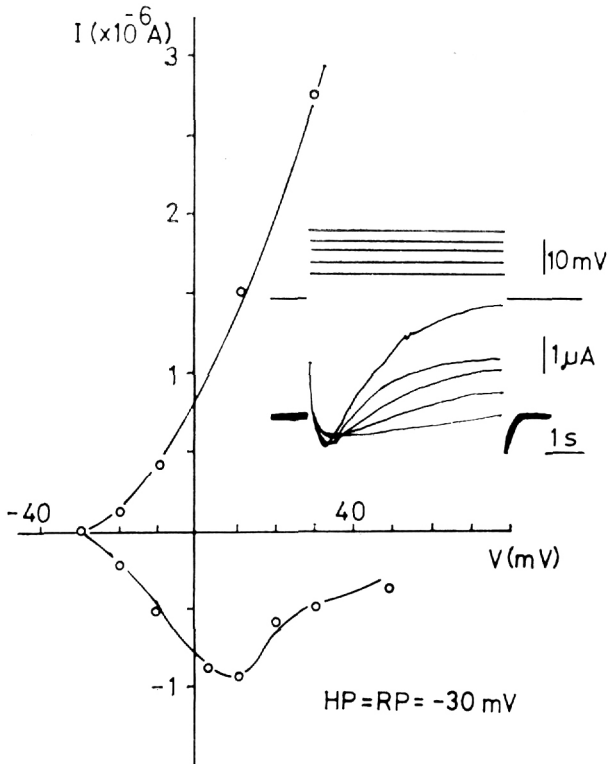
KISS TIBOR

(MTA Biológiai Kutatóintézet, Tihany)

### SZÍVIZOMSEJTEK MEMBRÁNJÁNAK ELEKTROMOS TULAJDONSÁGAI

(Referátum)

Általánosan elfogadott, hogy különböző szívizompreparátumokban az ionáramok mérése a preparátumok multicelluláris bemenetéből eredően nem tökéletes. Ily módon bizonytalanság van a különböző ionáramok abszolút nagyságának, kinetikájának leírásában és interpretálásában (Johnson és Lieberman, 1971; Attwell és Cohen, 1977; Beeler és McGuigan, 1978).



1. ábra: A csiga szívizomrostból növekvő depolarizációkkal kiváltott ionáramok és ezek áramfeszültség görbéje.

Mindezek ellenére az AP alatt lejátszódó konduktancia változások minőséileg jellemezhetők, hiszen a feszültség-clampelt szívizomrostokon kapott adatok jó közelítéssel támasztják alá Noble 1962-es modelljét.

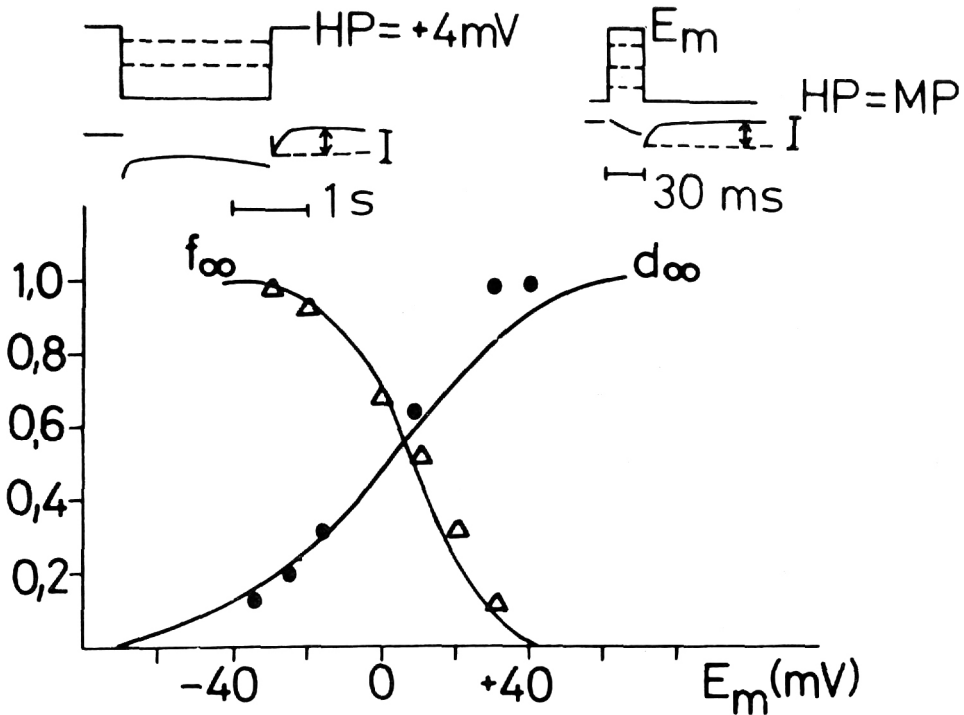
A következőkben röviden összefoglalom azokat az eredményeket, amelyek feltárták az AP alatt lejátszódó konduktancia-változásokat szívizomban. Ionáramméréseket végeztünk az éticsiga szívéen, így összefoglalónk célja, hogy a gerinces és az éticsiga szívizomsejtek membránjának elektromos tulajdonságait összehasonlítsuk.

Az összefoglaló három részre tagolódik:

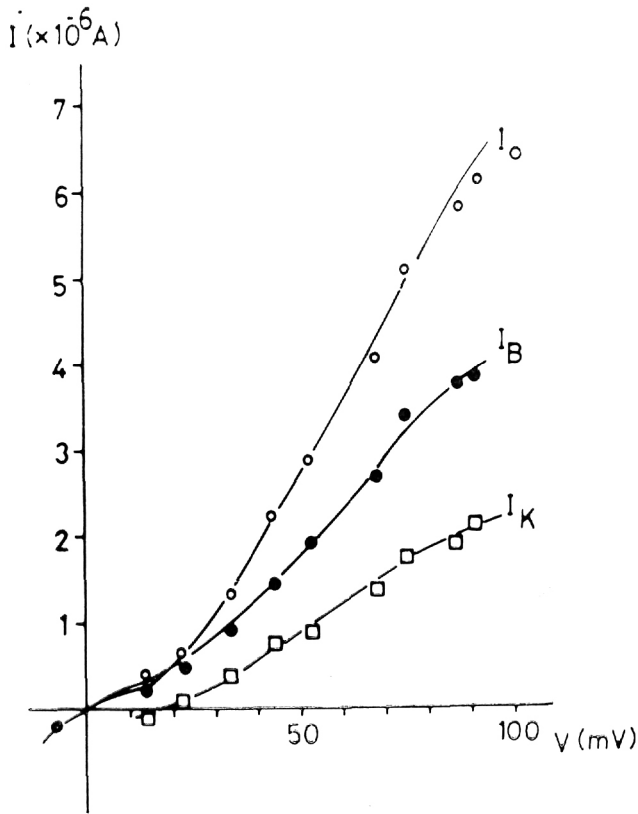
1. Az ionáramok tanulmányozásának módszerei – röviden ismertetem a két-mikroelektrodás, a kettős sucrose-gap, valamint az ún. hibrid technika alkalmazhatóságát a különböző szívizomkészítményeken, valamint a módszerek előnyeit és hátrányait.

2. Befelé irányuló áramok: Az  $I_{Na}$  az extracelluláris Na-ion koncentráció függvénye, TTX érzékeny,  $-90$  és  $-50$  mV között aktiválódik és inaktiválódik. Az  $I_{Na}$  elsődleges jelentőséggel bír az ingerület tovaterjedésében és a gyors depolarizáció létrehozásában. Csiga szívizomsejteken, valamint pacemaker-sejteken normál körülmények között nem regisztrálható.

Az  $I_{Ca}$  az eddig vizsgált összes szívizomszövetben megtalálható. Csiga szívizomban  $-40$  mV-nál aktiválódik (1. ábra) D-600-zal és Mn-ionokkal



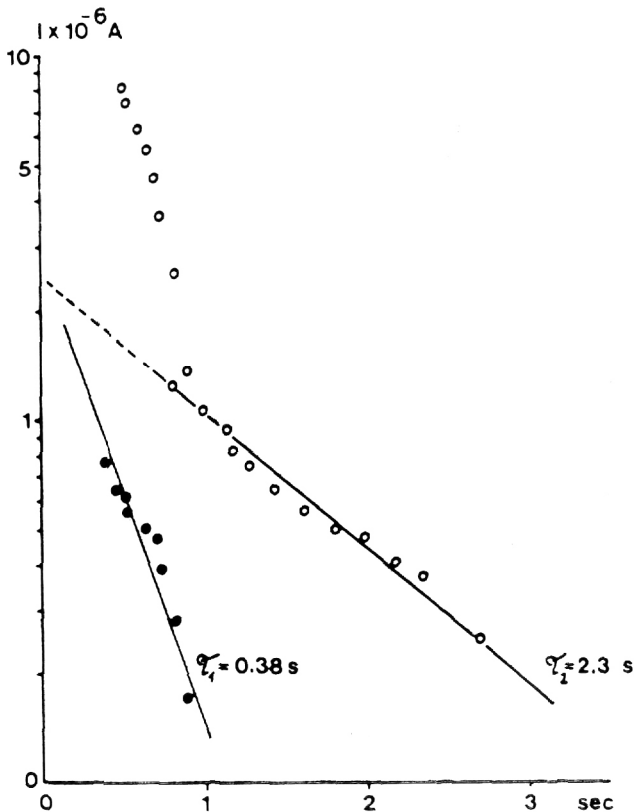
2. ábra: Az  $I_{Ca}$  aktivációs ( $d$ ) és inaktivációs ( $f$ ) változói. A mérés módszerét az ábra felső részén mutatjuk be.



3. ábra. A teljesen aktivált ( $J_a$ ) kifelé irányuló áramkomponens szeparálása a feszültség ( $J_b$ ) és a feszültség és időfüggő ( $J_k$ ) áramösszetevőkre.

blokkolható. Az  $I_{Ca}$  aktivációs és inaktivációs paraméterei a 2. ábrán láthatók. Szerepet játszhat az AP felszálló ágának, a plató kialakításában, valamint a kontrakció beindításában.

3. Kifelé irányuló áramok. – Több kifelé irányuló áramkomponenst találtak a különböző szívizompreparátumokban, melyek különböző módszerekkel különíthetők el egymástól. Purkinje rostoknál öt kifelé irányuló áramot találtak. Csiga szívizomban mi három kifelé irányuló áramkomponenst különítettünk el (3. ábra) egy feszültségfüggő, és két feszültség és időfüggő komponenssel ( $I_1$  és  $I_2$ ). Az  $I_1$  komponens tulajdonságait tekintve megegyezik a pacemaker árammal, míg az  $I_2$  komponensnek a repolarizációban, ill. a szívfrekvencia szabályozásában tulajdonítanak szerepet (4. a), b) ábra).



4. ábra: A 6 sec időtartamú, 40 mV-os depolarizációra ( $HP = -10$  mV) kapott árokáram ábrázolása féllogaritmikus függvényben. Az áram két összetevőre bontható, melyeket 0,38 sec és 2,3 sec időállandók jellemeznek.

#### Kiselőadások:

5. **KISS I., VADÁSZ I., HIRKA G., HORVÁTH G.**  
(NEKIVI, Veszprém)  
*Membránparaméterek vizsgálata patkány szívizom szövettenyészetben.*
6. **S.-RÓZSA K.**  
(MTA Biológiai Kutatóintézete, Tihany)  
*Aminerg és peptiderg receptorok természete rovarok szívizomsejtjének membránján.*
7. **JÁRAINÉ, LAJTAI CS., NIEDETKY A.**  
(POTE Biofizikai Intézete, Pécs)  
*Béta sugárzás hatása a szívizom K- és Na-transzportjára.*
8. **NAGY L.**  
(POTE Biofizikai Intézete, Pécs)  
*Belső fényeffektus az izommembránban.*

9. SZÜCS G.  
(DOTE Élettani Intézete, Debrecen)  
*A töltésmozgás és a mechanikai küszöb kapcsolata feszültség-clampelt izomroston.*
10. TIGYI J.  
(POTE Biofizikai Intézete, Pécs)  
*Stabil szabad gyökök felhasználása a membránkutatásban.*
11. HOLLÓS NAGY K.  
(KFKI Biofizikai Csoport, Budapest)  
*Idegsejtek szinpatikusan kapcsolódó membránjainak szeparálása.*
12. KESZTHELYI L.  
(SZBK Biofizikai Intézete, Szeged)  
*Membránfragmentumok elektromos orientálása.*
13. BARABÁS K.  
(SZBK Biofizikai Intézete, Szeged)  
*Fényszórás orientált membránfragmentumon.*
14. SCHUBERT A.  
(Agrártudományi Egyetem, Gödöllő)  
*Eltérő pH-jú oldatokat elválasztó membránok polarizációja.*
15. KIRÁLYFALVI L.  
(POTE Biofizikai Intézete, Pécs)  
*Ingerelhető membránok interaktív szimulációjával szerzett tapasztalatok.*
16. SUGÁR I.  
(SOTE Biofizikai Intézete, Budapest)  
*Jacobs statisztikus mechanikai membrán modelljének módosítása.*
17. BÉRCZI A., SZUNDI I.  
(SZBK Biofizikai Intézete, Szeged)  
*A felületi töltés és a töltéstranszport kapcsolata modell membránoknál.*
18. HUMMEL Z.  
(POTE Biofizikai Intézete, Pécs)  
*Kötött kálium az izomban.*
19. ACHÁTZ I.  
(POTE Biofizikai Intézete, Pécs)  
*Kálium-kontraktúra előidézése izolált myofibrillumon.*
20. VARGA-MÁNYI P.  
(POTE Biofizikai Intézete, Pécs)  
*A kálium és kalcium szerepe az izom mechanikus állapotában. II.*
21. PRÁGER P.  
(POTE Központi Állatkísérleti Labor, Pécs)  
*A  $Ca^{++}$ -K szerepe a békaszív-működés redox szabályozásában.*
22. KOVÁCS L.  
(DOTE Élettani Intézete, Debrecen)  
*Az intracelluláris kalcium-koncentráció mérése harántcsikolt izomroston metallokrom indikátor festékkel.*
23. BÍRÓ G.  
(POTE Biofizikai Intézete, Pécs)  
*Az izom akciós potenciál ideg ingerületet módosító hatása.*
24. ERDEI L., TÓTH I., ZSOLDOS F.  
(SZBK Biofizikai Intézete, Szeged)  
*2,4-D hatása rizs  $K^+$  transzportjára.*

25. PELLET S., GALLYAS A.  
(OSSKI, Budapest)  
*Bőr immunogenitásának változása különböző besugárzási dózisosk hatására.*
26. FÖLDEVÁRINÉ FEKETE A., RONTÓ GY.  
(SOTE Biofizikai Intézete, Budapest)  
*A fehérje-DNS kölcsönhatás szerepe a DNS ultraibolya sugársérülésében.*
27. FIDY J., DOBOS S., LACZKÓ ZS.  
(SOTE Biofizikai Intézete, Budapest)  
*6-metiluracil ultraibolya sugársérülése.*
28. KÖVECSES M.  
(OSSKI, Budapest)  
*Limfociták plazmamembránjához kötött enzimek aktivitásának változása ionizáló sugárzás hatására.*
29. GIDÁLI J.  
(OSSKI, Budapest)  
*Egerek vérképző rendszerének residualis károsodása kisdózisú gamma-besugárzás után.*
30. BAGI GY.  
(OSSKI, Budapest)  
*Gammasugárzás hatása a növények ribonukleáz enzimjeire.*
31. KERÉKES A.  
(OSSKI, Budapest)  
*Neutron-gamma kevert sugárzás gamma-dóziskomponensének mérése.*
32. TÓTH K., FEKETE A.  
(SOTE Biofizikai Intézete, Budapest)  
*Fizikai és kémiai faktorok hatása bakteriofágok oldatának szerkezetére.*
33. GÁSPÁR S., G. MÜLLER, RONTÓ GY.  
(SOTE Biofizikai Intézete, Budapest)  
*Egyes környezeti faktorok hatásának kísérleti és elméleti vizsgálata E. coli kemosztátos modellrendszerben.*
34. TÓTH Á.  
(MÉV Eü. Szolgálat, Pécs)  
*<sup>226</sup>Tn-, <sup>226</sup>Ra-, <sup>40</sup>K-, valamint <sup>137</sup>Cs- koncentráció vizsgálata talajmintákban.*
35. DESEŐ GY.  
(DOTE Kóréletani Intézete, Debrecen)  
*Cinkürítés vizsgálata radiocinkkel (<sup>65</sup>Zn) patkányokban.*
36. VARGA L.  
(KFKI, Budapest)  
*Haj nyomelem tartalmának hosszmenti változása.*
37. KERTÉSZ L., STUR D.,\* GOLDBERGER F.,\*\* KISS L.,\*\*\* HÖNICH M.\*\*\*\*  
(ORSI, \*OSSKI, \*\*MTA Izotóp Intézete, \*\*\*BM Kémiai Technológiai Tanszék, Budapest,\*\*\*\* GATE Vadbiológiai Állomás, Gödöllő)  
*Fall-out eredetű Sr-90 és I-129 aktivitás meghatározása agancsos vadfajokban.*
38. TURAI I., SZTANYIK B. L., RÓKA O., STUR D.  
(OSSKI, Budapest)  
*Emberi fogak Sr-90 tartalmának vizsgálata.*

## A LAKOSSÁG SUGÁRTERHELÉSE TERMÉSZETES KÖRNYEZETI FORRÁSOKBÓL

(Referátum)

Az emberiség ősidők óta mindenhol és mindenkor ki volt téve a környezet különböző forrásaiból származó sugárterhelésnek. Nincs kizárva, hogy ez a természetes sugárzás szerepet játszott az élet keletkezésében, de olyan feltevések is vannak, hogy felelőssé tehető a rosszindulatú daganatok és örökletes károsodások bizonyos hányadának előidézéséért. E sugárterhelés ismerete nemcsak azért fontos, mert az emberiség egész sugárterhelésének legnagyobb hányadát képezi, hanem azért is, mert ismerete befolyásolhatja a járólékos sugárterheléshez vezető, emberalkotta források felhasználásának engedélyezésével vagy korlátozásával kapcsolatos állásfoglalásunkat.

Az emberi testhez viszonyított helyzetük szerint, a természetes környezeti sugárforrások lehetnek:

– külső sugárforrások, mégpedig földön kívüli (extraerresztriális) és földi (terresztriális) eredetűek;

– belső sugárforrások, azaz olyan természetes radionuklidok, amelyek magában az emberi szervezetben találhatók. Ez utóbbiak némelyikének koncentrációja meglehetősen állandó, mert az élő szervezetet felépítő, alapvető elemek radioaktív izotópját képezik, mint pl. a  $^{14}\text{C}$  és  $^{40}\text{K}$ , s így homeosztatisz szabályozás alatt állnak. Másik hányaduk koncentrációját a környezet különböző médiumában (levegőben, vízben, táplálékul szolgáló élőlényekben) található koncentrációjuk és aktuális felvételük határozza meg.

### *1. A természetes környezeti sugárterhelés külső forrásai*

Az emberi szervezetet kívülről érő sugárzás eredhet a világrűből – extraerresztriális vagy kozmikus sugárzás, illetve a földkéregből – terresztriális sugárzás.

#### *1.1. A kozmikus sugárzás okozta sugárterhelés*

A földfelszín közelében a világrűből érkező, elsődleges kozmikus sugárzás és a légköri elemek atommagjai közötti kölcsönhatások során keltett, ún. másodlagos kozmikus sugárzás észlelhető. Ionizáló hatását kb. 75%-ban a müonok ütközéseinek, 15%-ban a müonok bomlásának és 10%-ban egyéb elektron-, proton- és neutron-folyamatoknak tulajdonítják. Tengerszinten az ionizáló komponensektől kapott évi átlagos sugárdózist 28 mrad-ra, a neutron-komponens okozta dózist pedig 0,35 mrad-ra teszik. A levegő egységnyi térfogatában létrehozott ionizáció sebessége, következésképpen a levegőben abszorbeált dózis-intenzitás is, jelentős mértékben függ a földrajzi szélességtől és a tengerszint feletti magasságtól.

## 1.2. A természetes radionuklidok okozta külső sugárterhelés

A környezetünkben előforduló természetes radionuklidok egy része a kozmikus sugárzás hatására folyamatosan és állandóan keletkezik a légkör és a földkéreg elemeiben, pl.  ${}^7\text{Be}$ ,  ${}^{22}\text{Na}$  és  ${}^{24}\text{Na}$ . Ezeket hívják kozmogén radionuklidoknak. Más része ősidők óta jelen van a földkéregben, mint a  ${}^{40}\text{K}$  radionuklid, vagy az urán ( ${}^{238}\text{U}$ ) és tórium ( ${}^{232}\text{Th}$ ) bomlássor tagjai. Ezek a primordiális radionuklidok. Radioaktív bomlásukat alfa-részecskék, béta-részecskék és gamma-fotonok kibocsátása kíséri, de az emberi szervezet külső sugárterhelésében csak a gamma-sugárzásuk játszik szerepet.

A kozmogén radionuklidok okozta külső sugárterhelés elhanyagolható. Ezzel szemben a primordiális radionuklidok, talajbeli koncentrációjuktól függően, jelentős sugárterhelést okozhatnak. Koncentrációjuk és a földfelszín felett mért dózis-intenzitásuk átlagértékei láthatók a következő táblázatban:

Radionuklid	Átlagos aktivitás-koncentráció a talajban, pCi. g <sup>-1</sup>	Dózis-intenzitás a földfelszín felett 1 m magasságban $\mu\text{rad. h}^{-1}$ per pCi. g <sup>-1</sup>
${}^{40}\text{K}$	10 (3 -20 )	0,16
${}^{238}\text{U}$	0,7 (0,3- 1,4)	1,58
${}^{232}\text{Th}$	0,7 (0,2- 1,3)	2,45

A  ${}^{238}\text{U}$ -sor radionuklidjai közül elsősorban a  ${}^{214}\text{Pb}$  és  ${}^{214}\text{Bi}$ , míg a  ${}^{232}\text{Th}$ -sorból a  ${}^{208}\text{Tl}$  és  ${}^{228}\text{Ac}$  sugárzása járul hozzá a levegőben abszorbeált dózishoz. A táblázatban feltüntetett aktivitás-koncentrációk mellett, a földfelszín felett 1 méter magasságban, szabadban mérhető dózis-intenzitás átlagértéke:  $4,5 \mu\text{rad.h}^{-1}$ . Ettől az átlagtól jelentős eltérések lehetnek a talaj tényleges radionuklid-koncentrációjától és nedvességétől, a légnyomástól és egyéb meteorológiai tényezőktől függően.

A földkérgi sugárzást az épületek egyrészt leárnyékolhatják, másrészt fokozhatják is az építőanyagokban található radionuklidok sugárzása révén. Ezért az épületekben mért sugárzási viszonyok többnyire eltérnek a szabadban mérhetőtől. A Közép-Európában használatos építőanyagok és szokásos épülettípusok esetén, az épületen belül és épületen kívül mért dózis-intenzitások aránya kb. 1,3. Faházakban azonban ennél jóval alacsonyabb, pl. 0,7 is lehet.

Ha az épületen kívüli dózis-intenzitás világátlagban  $4,5 \mu\text{rad.h}^{-1}$ , az épületen belüli pedig  $5,3 \mu\text{rad.h}^{-1}$ , és épületen belül töltjük a nap 0,8 részét, akkor a földkérgi sugárzás okozta sugárterhelés évi átlagban megfelel 32 mrad-nak.

## 2. A természetes környezeti sugárterhelés belső forrásai

Ugyanúgy, mint a külső sugárterhelésben, a lakosság belső sugárterhelésében szerepet játszó, természetes környezeti radionuklidok is, eredetüket tekintve lehetnek kozmogének és primordiálisak.

## 2.1. Kozmogén radionuklidok okozta belső sugárterhelés

Ebben a csoportban a  $^3\text{H}$ ,  $^7\text{Be}$ ,  $^{14}\text{C}$  és  $^{22}\text{Na}$  radionuklidok érdemelnek említést, de az emberi szövetek belső sugárterhelése szempontjából csak a  $^{14}\text{C}$ -nek van jelentősége. A bioszférából az ember számára hozzáférhető szén specifikus aktivitását  $6,13 \pm 0,03$  pCi/g-ra teszik. Ez az egész testre vonatkoztatva, évi átlagban 1,3 mrad sugárterhelést eredményez. A vöröscsontvelő és az endosteum sugárterhelése ennél kb. 50%-kal nagyobb, a tüdőszöveté és a gonádoké pedig kisebb lehet.

## 2.2. A primordiális radionuklidok okozta belső sugárterhelés

Az emberi szervezet belső sugárterhelésének legfontosabb forrása a kálium természetes radioaktív izotópja: a  $^{40}\text{K}$ , amely a táplálékkal kerül a szervezetbe. Eszenciális elem lévén, homeosztatikus szabályozás alatt áll. Átlagos felnőtt férfi testének kálium-koncentrációja 2 g/kg, amelynek 0,0118%-a radioaktív  $^{40}\text{K}$ . Ez a  $^{40}\text{K}$ -koncentráció az egész testre vonatkoztatva és évi átlagban 15–17 mrad sugárterhelést okoz, de a vöröscsontvelő sugárterhelése elérheti a 27 mrad értéket is.

Az urán- és tórium-sor radionuklidjai közül messze kiemelkedő jelentősége van a lakosság sugárterhelésében a  $^{222}\text{Rn}$  és  $^{220}\text{Rn}$  rövidéletű és alfa-sugárzó bomlástermékeinek. Koncentrációjuk különösen zárt, rosszul szellőző épületekben gyorsan emelkedik, és belégzésük az emberi légutak jelentékeny sugárterhelését eredményezi. Az épületek belső légterének radon-koncentrációját főleg az építőanyagok  $^{226}\text{Ra}$  és  $^{232}\text{Th}$ -tartalma határozza meg. A  $^{222}\text{Ra}$  bomlástermékei átlagosan 30 mrad/év, a  $^{220}\text{Rn}$  bomlástermékei pedig 4 mrad/év dózis-terhelést jelentenek az egész tüdő szövetére, de a bronchiolusok epitheliumának sugárterhelése ennél akár egy nagyságrenddel is nagyobb lehet.

Mindent összegezve, a lakosság évi átlagos sugárterhelése a természetes környezeti forrásokból az alábbiak szerint alakul:

### A LAKOSSÁG ÁTLAGOS SUGÁRTERHELÉSE TERMÉSZETES KÖRNYEZETTŐL (mrad/év)

#### Külső sugárforrások

A sugárterhelés forrása	Csontvelő	Tüdő	Csontfelszín	Gonádok
Kozmikus sugárzás	28	28	28	28
Földkérgi sugárzás	32	32	32	32
Összesen	60	60	60	60

#### Belső sugárforrások

Kálium-40	27	17	15	15
Radon-222, radon-220 és leányelemeik	0,4	34	0,4	0,2
Más radionuklidok	4	1,5	9	2
Összesen	31,4	52,5	24,4	17,2
<i>Mindössze</i>	91–92	110–115	84–85	77–78

## Kiselőadások:

39. NIKL I., SZTANYIK B. L.  
(OSSKI, Budapest)  
*A kozmikus sugárzás hazai dózisintenzitásának meghatározása.*
40. KERESZTES P.  
(OSSKI, Budapest)  
*Az uracil radiolizisekor keletkező termékek kromatográfiás vizsgálata.*
41. GALLYAS A., PELLET S.  
(OSSKI, Budapest)  
*T helper lymphocyták sugárzékekenységének vizsgálata.*
42. HOLLAND J., KÖRÖSI L.  
(OSSKI, Budapest)  
*Membránhoz kötött riboszómák fehérjeszintézisének sugárzékekenysége.*
43. BENKŐ GY.  
(OSSKI, Budapest)  
*Dipeptid-szerkezetű vegyületek hatása besugárzott állatok túlélésére és teljesítőképességére.*
44. GUNDY S.  
(OSSKI, Budapest)  
*Sister chromatid exchange gyakoriság a sugárveszélyes munkakörben dolgozó személyek perifériás vér limfocitáiban.*
45. MASCHEK T.-NÉ, NÉMESNÉ LACZAY J.  
(OSSKI, Budapest)  
*A légköri aerosol radioaktivitásának vizsgálata.*
46. NEMESNÉ LACZAY J., SZTANYIK B. L. SZABÓ ZS., VANICSEK L.  
(OSSKI, Budapest)  
*Az atomerőműből a légkörbe kibocsátható radioaktivitás meghatározása.*
47. KURCZNÉ CSIKY I., SZTANYIK B. L. RAKVÁCSNÉ SZABÓ O.,  
BOKORI E., CSEPREGI T., FEKETE B.  
(OSSKI, Budapest)  
*A magyarországi Duna-szakasz radioaktív szennyezettsége.*
48. HOLLAND J.-NÉ  
(OSSKI, Budapest)  
*A dunai tonalas algák radioaktív szennyezettségének vizsgálata.*
49. SZABÓ ZS., SZTANYIK B. L. VANICSEK L.  
(OSSKI, Budapest)  
*Az atomerőműből a Dunába kibocsátható radioaktivitás meghatározása.*
50. STUR D., VÁRTESZ V., FEKETE B.  
(OSSKI, Budapest)  
*A paksi atomerőmű környezetéből származó talaj- és növényminták radioaktivitása.*
51. VANICSEK L., CSEPREGI T., FEKETE B., RÓKA O.  
(OSSKI, Budapest)  
*Környezeti minták gamma-spektrometriás vizsgálatával szerzett tapasztalatok.*
52. CSEPREGI T., RÓKA O.  
(OSSKI, Budapest)  
*Környezeti radiojód-szennyezés nyomonkövetése gamma-spektrometriás módszerrel.*

53. SZABÓ L. D., KERESZTES P., BENKŐ A.  
(OSSKI, Budapest)  
*Mikrohullámú sugárzás hatása csirkeembrióra.*

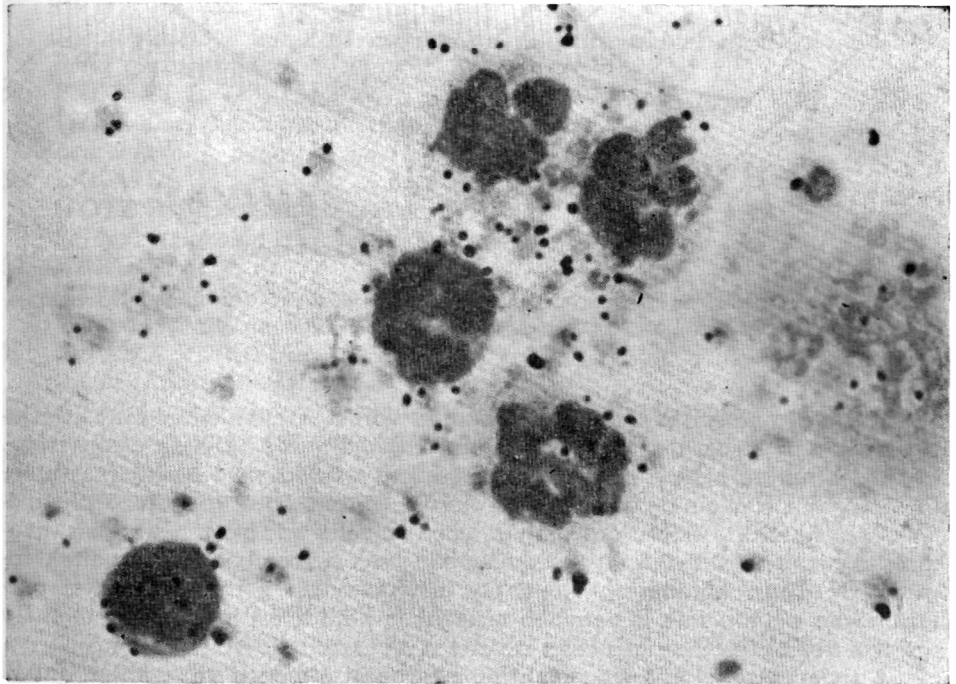
VARGA P. LÁSZLÓ, KÖTELESNÉ KUBÁSZOVA TAMARA,  
SZABÓNÉ KÖVECSES MÁRIA, KÖTELES GYÖRGY

(OSSKI, Budapest)

## IONIZÁLÓ SUGÁRZÁS OKOZTA SEJTMEMBRÁN-FELULETI VÁLTOZÁSOK KIMUTATÁSA

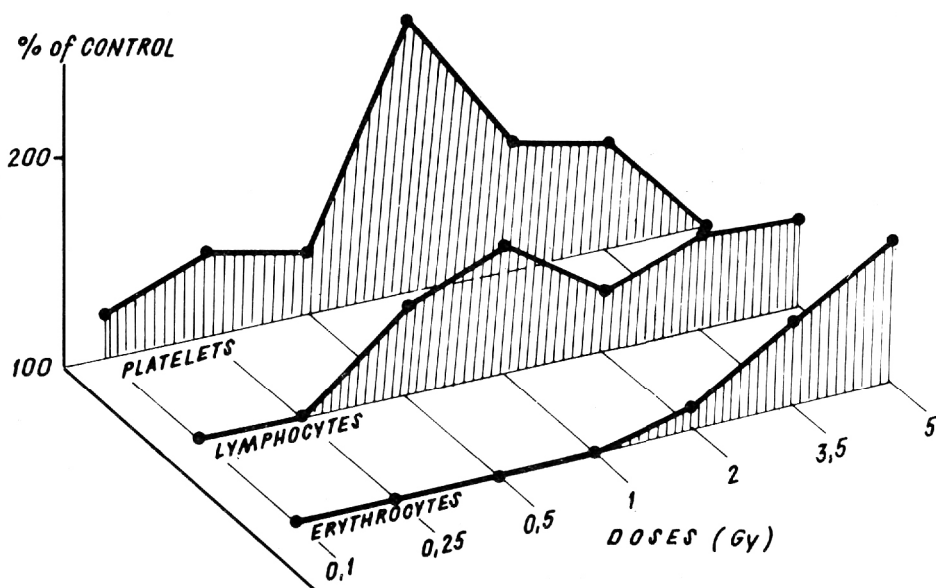
(Referátum)

A sejt membrán rendszerére, annak összetételére és funkciójára vonatkozó legújabb ismeretek újra felvetettek számos elméleti és gyakorlati jelentőségű kérdést a membránok sugárbiológiájában (1). Ehhez kapcsolódó korábbi vizsgálatokban autoradiográfiás módszerrel kimutattuk (1. ábra), hogy az ionizáló



1. ábra: Egér vörsejtek  $^3\text{H}$ -concanavalin A kötésének kimutatása autoradiográfiás módszerrel

sugárzás jelentősen befolyásolta egy lektin, a triciált concanavalin A ( $^3\text{H-ConA}$ ) kötődését az in vitro tenyésztett emberi fibroblasztok és egerek vérsejteinek felületéhez (2,3). A dózis-függő változások igen korán, a besugárzás utáni első 3 órában léptek fel, és átmenetinek bizonyultak. A különböző vérsejtek eltérő sugárérzékenységet mutattak még egy sejtpopuláción belül is. Az izolált trombocita szubpopulációk esetén például, a felületi változások különböző mértékben fordultak elő, ami összefüggésbe hozható a sejtek koreloszlásával. In vivo besugárzott egér vörösvérsejt ghost-okon és egész sejteken felvett Con A kötődési kinetika hasonló lefutást mutatott, mely adat az ionizáló sugárzás közvetlen membrán-hatását bizonyította.



2. ábra: Emberi vérsejtek  $^3\text{H-concanavalin A}$  kötése különböző dózisu in vitro röntgenbesugárzás után 3 órával

Emberi trombocitákkal, limfocitákkal és vörösvérsejtekkel végzett kísérletekben tisztáztuk az abszorbeált dózis és a kötött radioaktivitás mennyisége, azaz a lektinkötő helyek száma közötti összefüggést in vitro besugárzás után, 0,1–5 Gy dózistartományban (4,5). A három sejtféleségre vonatkozó eredmények összehasonlító értékelése alapján lehetővé válik az abszorbeált dózis megközelítő becslése: 0,1–0,5 Gy tartományban csak a trombociták reagáltak fokozott  $^3\text{H-ConA}$  kötődéssel, 0,5–2 Gy tartományban a trombocitákkal párhuzamosan a limfociták is nagyobb mértékben kötötték a lektint, míg 2–5 Gy között a vörösvérsejtek membrán zavara is tapasztalható volt (2. ábra).

A sugárzással előidézett membránperturbáció átmeneti volta miatt, annak gyakorlati kimutathatósága érdekében, bevezettük a sejtek glutaraldehiddel való fixálását a besugárzás utáni időpontokban a membrán állapot stabilizálása céljából. A dóziszfüggő funkcionális membrán elváltozások, valamint a vér-

sejtek hozzáférhetősége lehetővé teszi a jelenség alkalmazását egy új elvi alapokra épített, a sugárhatást jelző biológiai indikátor kidolgozásában.

1. Köteles, G. J., 1979, Atomic Energy Review, 17, 3.,
2. Köteles, G. J., Kubaszova, T., Varga, L. 1976., Nature, 259, 507
3. Kubaszova, T., Csáky, L., Köteles, G. J., Varga, L., Sztanyik, B. L. 1977, Proc. IV th Int. Congress of IRPA, Paris, France
4. Kubaszova, T., Varga, L. P., Köteles, G. J. 1981, Int. J. Radiat. Biol., nyomtatásban.
5. Kubaszova, T., Köteles, G. J., Varga, L. P. 1981, Int. J. Radiat. Biol., nyomtatásban.

### **Kiselőadások:**

54. GACHÁLYI A., NAMÉNYI J., FEHÉR I., VARGA P. L.  
(OSSKI, Budapest)  
*<sup>85</sup>Sr-retenció vizsgálata egésztest-besugárzott és adszorbensekkel kezelt patkányokon.*
55. NAMÉNYI J., GACHÁLYI A., FEHÉRI., VARGA P. L.  
(OSSKI, Budapest)  
*Intratracheálisan beadott <sup>85</sup>Sr tüdődepozíciójának vizsgálata patkányokon.*
56. CZÉH G.  
(POTE Biofizikai Int. Pécs)  
*Idegingerléssel kiváltott extracelluláris káliumszint-változás elemzése a béka gerincvelőben.*
57. ERDÉLYI L.  
(JATE Összehasonlító Élettani Intézete, Szeged)  
*Leu-enkefalin hatása csiga (Helix pomatia L.) neuronjaira.*
58. LAKATOS T.  
(POTE Biofizikai Intézete, Pécs)  
*Spinjelzett prokainiszármazékok hatása békaideg működésére.*
59. HARGITTAI P.  
(MTA KFKI Budapest)  
*Szinaptoszóma membrán potenciál vizsgálata optikai módszerrel.*
60. KOVÁCS V., KATONA Z.  
(ELTE Atomfizikai Tanszék, Budapest)  
*A vegyi lumineszcenciás módszer alkalmazása a Se-methionin antiradikális aktivitásának tanulmányozásában.*
61. KATONA Z., KOVÁCS V.  
(ELTE Atomfizikai Tanszék, Budapest)  
*Vegyi lumineszcenciás módszerek biotizikai alkalmazásának néhány kérdése.*
62. KUTAS L.  
(POTE Biofizikai Intézete, Pécs)  
*Pyridoxin és származékai radiolumineszcenciájának vizsgálata.*
63. BICZÓ G.  
(MTA KKKI, Budapest)  
*Lehet-e a hipotetikus közbülső állapotoknak szerepe egyes biomakromolekulák működési mechanizmusában?*

64. BÁTHORI GY.  
(SOTE Biofizikai Intézete, Budapest)  
*Lipid vezikulák vizsgálata Fourier transzformált infraszpektrofotométerrel.*
65. ANTAL S.  
(OSSKI, Budapest)  
*OER és RBE meghatározása 250 kvp Rtg és hasadási neutron besugárzás után.*
66. SOÓS J.  
(SZBK Biofizikai Intézete, Szeged)  
*Biológiai jelentőségű kromofórok LD (lineáris dikroizmus) spektroszkópiája.*
67. DARÓCZY A.  
(VT Kórház, Ajka)  
*A Primycin és kölcsönhatásainak derivatív impulzuspolárográfias vizsgálata.*
68. SZÖLLŐSI J.  
(DOTE Biofizikai Intézete, Debrecen)  
*Élő sejtek vizsgálata fluoreszceindiacetát hidrolizissel.*
69. SZABÓ G. ifj.  
(DOTE Biofizikai Intézete, Debrecen)  
*Élő sejtpopulációk festéktérvételének flow-fluorimetriás vizsgálata.*
70. TRÓN L.  
(DOTE Biofizikai Intézete, Debrecen)  
*Molekuláris kölcsönhatások vizsgálata fényszórásos módszerrel.*
71. MATKÓ J.  
(DOTE Biofizikai Intézete, Debrecen)  
*A triptofán és piridoxálfoszlát fluoreszcencia, valamint kölcsönhatásuk vizsgálata a foszforiláz b enzim molekulában.*
72. GÁSPÁR R. ifj.  
(DOTE Biofizikai Intézete, Debrecen)  
*Módszer nagyméretű szerves és biológiai szempontból jelentős molekulák számítására, pszeudopotenciált fragment számítások modellvegyületekre.*
73. LACZKÓ I.  
(MTA SZBK Biofizikai Intézete, Szeged)  
*Napenergia hasznosítás a kék-zöld algák fotoszintetikus H<sub>2</sub> termelésében.*
74. MARÓTI P.  
(JATE Biofizikai Tanszék, Szeged)  
*A fotoenergia veszteségi mechanizmusai a fotoszintézis oxigén-fejlesztő rendszerében.*
75. ORMOS P., KESZTHELYI L.  
(MTA SZBK Biofizikai Intézete, Szeged)  
*Fotoelektromos és abszorpciókinetikai mérések összevetése a bakteriorodopszin fotociklusában.*
76. LŐRINCZI D.  
(POTE Biofizikai Intézete, Pécs)  
*Az aktivációs hő vizsgálata béka harántcsíkos izmokban.*
77. PÓCSIK I.  
(POTE Biofizikai Intézete, Pécs)  
*Az izomvíz párolgási hőjének vizsgálata.*

78. MASSZI GY., KOSZORUS L.  
(POTE Biofizikai Intézete, Pécs)  
*Vízkötés és molekulaméret összefüggése etilén-glikol származékoknál.*
79. VETŐ F.  
(POTE Biofizikai Intézete, Pécs)  
*Kísérlet a víz transzport-hőjének meghatározására növényi és állati szöveten.*
80. ARADI F.  
(POTE Központi Labor, Pécs)  
*A koffein önasszociációjának hatása a koffein/nátriumbenzoát komplex képződésére. Mágneses protonrezonancia vizsgálat.*
81. BELÁGYI J.  
(POTE Központi Labor, Pécs)  
*Szaturációs transzfer EPR mérések glicerinezett izomrostokon.*
82. GRÓF P.  
(POTE Biofizikai Intézete, Pécs)  
*Glicerín-extrahált izomrostok EPR spektrumainak orientációs függése.*
83. PALLAI G.  
(POTE Központi Labor, Pécs)  
*Emberi szemlencsék vizsgálata spin szonda EPR módszerrel*
84. TROMBITÁS K.  
(POTE Központi Labor, Pécs)  
*A rovar repülőizom myofilamentumainak ultrastruktúrája.*
85. LAKOS I.  
(SOTE I. Anatómiai Intézete, Budapest)  
*Vizuális reprezentáció és képelemző egységek a látókéregben.*
86. HORVÁTH L.  
(MTA SZBK Biofizikai Intézete, Szeged)  
*Spin jelölő vizsgálatok búzák fagyűrő-képességének membrán szinten történő leírására: homeoviszkozus adaptáció.*
87. MISIK S., NAGY G., EIFERT J.  
(Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet, Kecskemét)  
*Fagykezelések hatására bekövetkező biotizikai, biokémiai és fiziológiai változások vizsgálata fagyérzékeny szőlőfajtán.*
88. FARKAS GY.  
(OSSKI, Budapest)  
*Standardizálási módszer, a növekedés által megváltozott patkányszervek relatív radionuklid-koncentrációjának összehasonlítására.*
89. FOLKMANN ZS., FEHÉR I.  
(OSSKI, Budapest)  
*A Heinz-test szám változása besugárzás után.*
90. VITTAY P.  
(Orvostovábbképző Intézet, Budapest)  
*Az orvosi ikonográfia néhány alapvető jellemvonása.*
91. GREGUSS P.  
(BME Alk. Biofizikai Labor, Budapest)  
*Nem-adekvát stimulusú képkiértékelés lehetőségeiről (virtuális ikonográfia).*