

A
MAGYAR BIOFIZIKAI TÁRSASÁG

ÉRTESÍTŐJE

1963

FŐSZERKESZTŐ: TIGYI JÓZSEF
SZERKESZTŐ: HORVÁTH IMRE

A
MAGYAR BIOFIZIKAI TÁRSASÁG

ÉRTESÍTŐJE

1963

FŐSZERKESZTŐ: TIGYI JÓZSEF
SZERKESZTŐ: HORVÁTH IMRE

*Ezen ÉRTESÍTŐ kiadását a Magyar Biofizikai Társaság Elnöksége
1963 január 30-i ülésén határozta el*

Technikai szerkesztő: Mórocz Imréné Juhász Mária

Az Eötvös Lóránd Fizikai Társulat örömmel üdvözli a Magyar Biofizikai Társaság működését ismertető „Értesítő”-t. Magyarországon a tervszerű biofizikai kutatás a pécsi egyetem biofizikai intézetében indult meg. Ez volt hazánkban az első és talán még ma is az egyetlen olyan intézet, amely nevében is hirdeti, hogy fő célja a fizikának orvosok részére való oktatása mellett a biofizika művelése és tanítása. Ez az intézet képezte a Magyar Biofizikai Társaság megalakulásának centrumát is. A Társaság létesítését az intézetben működő lelkes kutatók (Ernst Jenő, Tigyi József) szorgalmazták és valósították meg. A Biofizikai Társaságot az Eötvös Lóránd Fizikai Társulat mindig mint fiatalabb testvérét tekintette és így például testvéri egyetértésben együtt rendezték meg a két társulat vándorgyűléseit. Nagy örömeire szolgál a Fizikai Társulatnak, hogy a vándorgyűléseken elhangzott értékes előadások után most már a külön, önállóan megjelenő „Értesítő”-t is üdvözölheti. Szilárd meggyőződésünk, hogy a magyar biofizikusok munkája előbbre fogja vinni és öregbíteni fogja a magyar tudomány hírnevét.

SZIGETI GYÖRGY

*az Eötvös Lóránd Fizikai Társulat főtitkára
a Magyar Biofizikai Társaság tiszteletbeli elnöke*

Bevezetés

A biofizika talán legrégebbi ága az experimentális biológiának, hiszen pl. Borelli három évszázaddal ezelőtt már mechanikai modellel igyekezett megmagyarázni az izomrövidülést. A XIX. század közepén ugyan kiemelkednek pl. a bioelektromosságra vonatkozó eredmények a kísérletes biológiai kutatás szintjéből, századunk elején még nagyjában egyenlő fontossággal szerepel a biofizika a biokémiával az *Ergebnisse der Physiologie* sorozatban. A biokémiának ezután következő ragyogása (és a biofizikusok máig felderítetlen okú begubózása) teremtette azt a helyzetet, hogy a 20-as, 30-as években az egész világ egyetemlein százával működtek biokémiai tanszékek, viszont a biofizika látszólag megszűnt legalábbis hivatalosan, noha ebben az időszakban már megjelent pár összefoglaló tankönyvszerű biofizika és működtek egyes biofizikai laboratóriumok a különböző államokban. Talán 1947-től lehetne datálni a biofizika mai erőteljes kiugrását, mikor megjelent a *Biochimica et Biophysica Acta*. Azóta szinte viharos gyorsulást jelez a fejlődés és 1960-ban megalakult az *International Organization of Pure and Applied Biophysics*, amelynek tagja az egyidős Magyar Biofizikai Társaság.

Hazai vonatkozásban külön tanulmányozás kellene felderítse a biofizika történetét és területét, hiszen kétségtelen, hogy pl. a klinikus Korányi Sándor vesetanulmánya elsősorú biofizikai munkának tekinthető, vagy Tangl Ferencnek az ontogenezis energetikájára vonatkozó eredményei útmutatóak a mai biofizika számára is. Rhorer mint a biofizika itthoni tudatos előfutárát kell megemlíteni, ha el is hallgatják a magyar szerzők pl. kiváló cikkét a vizeletkészítés energetikájáról. Ugyancsak Rhorer kiállításának tulajdonítható, hogy alulírott 1928-ban biofizikai témából szerzett magántanári képesítést, (az 1927-ben általa el nem fogadott orvosi tárgykör helyett). Miután alulírott 1947-ben egyetemi tanár lett, tanszéket Biofizikai Intézetként alakította ki és nevezte el hivatalos elismerés mellett.

A hazai biofizika fejlesztése ma főleg két irányban történik: szervezés és tudományos munka. Erről általánosságban annyit mondhatok józan mérséklettel, hogy a kezdeti lépéseknél tartunk, de kétségtelenül túl vagyunk a kezdeti nehézségeken, az értetlenség és akadályoztatás időszakán. Óriási feladat előtt állunk, éspedig ernyedetlen következetességgel a biológusok tudatába vésni: bizonyos mértékű matematikai anyagnak és az egzakt természettudományok alapjainak ismerete nélkülözhetetlen. Tovább-

bá elengedhetetlen, hogy a mai nívón ismerjük és tanítsuk az egész modern experimentális biológiát és benne a biofizikát, másrészt természetesen csak egyes területeit kívánjuk aktívan művelni.

Az ilyen kérdések közül szeretném megemlíteni a biometriát, amelynek megfelelő személyi bázisa már van és még fejleszteni is tudjuk. Ugyancsak biztosan megalapozottnak tekinthetjük az izomkutatást; ezen és minden egyéb területen kiterjed a kutatás a mikro- ill. submikrostruktúrától a molekuláris folyamatokig és a velük kapcsolatos energetikai kérdésekig. Előtérbe került a felismerés, hogy az experimentális biológiának ezen a nívóján már eltűnik a határ vonal a biokémia és a biofizika között. Reményteljesnek látjuk a transportfolyamatoknak és a radiobiológiának hazai művelését; ez utóbbin belül szeretném kiemelni a quantumbiológiai szemlélettel végzett kutatásokat, mint a fiziológias effektusra vonatkozó kísérleteket, vagy azt a problémát, hogy az energiasávokban való elhelyezkedés szempontjából milyen különbség állapítható meg pl. a K^{39} és K^{42} , vagy a Ca^{40} és Ca^{45} között. — A

kibernetika = információelmélet + automatika

felfogás biológiai kidolgozása és eredményes felhasználása aktuális témává lett, pl. a biológiai kódolással, vagy az ingerület problémakomplexumával kapcsolatban. — Aligha kétséges, hogy a jövőben csak úgy lehet egzakt természettudománnyá a biológia, ha világosan kidolgoztuk a bioexperimentum kivitelezésének és értékelésének ma még nem tisztázott részleteit. Viszont csak az egzaktság nívóján teljesíthető a XX. század biológiai feladata: az alaptápanyagok gyári termelése és az élő anyag laboratóriumi előállítása. Ebben döntő szerepet fog játszani a biofizika.

ERNST JENŐ

a Magyar Biofizikai Társaság elnöke

A MAGYAR BIOFIZIKAI TÁRSASÁG MEGALAKULÁSA, MŰKÖDÉSE ÉS TERVEI

Tigyi József

első titkár

A Magyar Biofizikai Társaság — mint az alapszabályzat megállapítja — „... a magyar biofizikusok és a határterületi tudományszakkal foglalkozók önkéntes egyesülése, amelynek célja a biofizikai művelődés előbbrevitele társadalmi úton szocializmust építő hazánkban”.

Helyénvalónak látszik és e célkitűzés megvalósulását elősegítheti, ha röviden áttekintést adunk a Társaság megalakulásának körülményeiről, az eddig végzett munkáról és körvonalazzuk a jövő fejlődés főbb irányvonalait.

A tudomány fejlődésében a 2. világháború után nyilvánvalóvá vált, hogy a fizikai-kémiai és technikai tudományok szédületes fejlődése mellett a biológia relatíve lemaradt, nem tudta követni azt a hatalmas iramot, melyet a magenergia felszabadítása, a viláágür meghódítása, vagy a műanyagok széleskörű elterjedése fémjelez. A biológia relatív lemaradásának okai között kétségtelenül szerepel az a tény, hogy lényegesen bonyolultabb rendszereket kell vizsgálnia, ez az ok azonban a dolog természetéből következik. A lemaradás másik jelentős oka az, hogy az egzakt természettudományok módszereit még igen csekély mértékben vezették be és alkalmazzák a biológus kutatók, ez utóbbi körülmény az, amelyet hatalmunkban áll megváltoztatni. Talán ez a szemlélet — együttesen az elmúlt két évtized hatalmas technikai fejlődésével — segítette elő a biofizika világszerte mutatkozó erőteljesebb növekedését.

Amikor a Magyar Tudományos Akadémia Biológiai Csoportjának vezetősége 1960. elején célul tűzte ki, hogy a magyar biológiai kutatást felméri, már egyik területként a biofizikát is megjelölte. Ezen felmérő munka eredményeként 1960. máj. 9-én kerekén 70 biofizikai vagy biofizikával kapcsolódó határterületen dolgozó kutatót sikerült számadásba venni. Ez a szám elégnak látszott arra, hogy a Biológiai Csoport akkori titkára elerkezettnek lássa az időt egy olyan szervezet megalakítására, mely a szét-szórtan dolgozó, sokszor egymásról mit sem tudó — kutatókat összefogja és munkájukat segítse.

Az előkészítő bizottság, 1960. okt. 21-i ülésén — a társaság megalakulásával kapcsolatban — két alapvető szempontot vett figyelembe: egyrészt szoros kapcsolat a biológiai alapkutatókat irányító MTA Biológiai Csoporttal, ill. Osztállyal, hiszen a biofizika tematikája a biológia tudományterületéről adódik, másrészt ugyancsak szoros kapcsolat az Eötvös Lóránd Fizikai Társulattal, azért, hogy a biofizika egzaktágát, fizikai jellegét követ-

kezetesen fenntartsuk. Ezen kettős célkitűzésnek az felelt meg legjobban, hogy a Társaság a Magyar Tudományos Akadémia Biológiai Csoportja keretében működjön, de fő rendezvényeit az Eötvös Lóránd Fizikai Társulattal koordinálva, együttesen tartsa.

Ilyen előzmények után került sor 1961. márc. 3-án a Magyar Biofizikai Társaság alakuló közgyűlésére az Akadémia felolvasó termében. A közgyűlésen *Szigeti György* akadémikus, az Eötvös Lóránd Fizikai Társulat főtítkára elnökkölt és közel száz biofizikus és fizikus vett részt.

Ernst Jenő akadémikus exposeja után elfogadta a közgyűlés az alapszabálytervezetet és megválasztotta a 14 tagú elnökséget, névszerint: elnök: *Ernst Jenő*, első titkár: *Tigyi József*, titkár: *Horváth Imre*, az elnökség tagjai: *Bozóky László*, *Faludi Béla*, *Frenyó Vilmos*, *Guba Ferenc*, *Hoffmann Tibor*, *Juvancz Ireneusz*, *Straub F. Brunó*, *Sztanyik László*, *Tarján Imre*, *Tarnóczy Tamás*, *Tóth Lajos*. Ezen közgyűlésen hangzott el *Tarján Imre* professzor előadása: „A biofizika időszerű kérdései” címmel. A Társaságnak 111 alapító tagja van (114. old.).

A közgyűlés óta eltelt időszakban a Magyar Biofizikai Társaság működését dióhéjban az alábbiakban foglalhatjuk össze:

1961-ben és 1962-ben megrendeztük a Társaság első két vándorgyűlését, mindkettőt az Eötvös Lóránd Fizikai Társulat vándorgyűlésével együttesen.

Az első vándorgyűlésünk Pécsen 1961. aug. 23—26-a között zajlott le és *Ernst Jenő* bevezető előadásán (20. old.) kívül 24 kiselőadás hangzott el (35. old.) A második vándorgyűlésünk Debrecenben 1962. aug. 21—25-ig tartott és az ingerületi symposiumon (43. old.) kívül 25 kiselőadás hangzott el (83. old.).

Mindkét vándorgyűlés azt tanúsítja, hogy hazánkban élénk biofizikai jellegű kutatómunka folyik és a kiselőadások tudományszakunk szép sereg-szemléjét mutatták. Különösen kiemelendő az előadásokat követő élénk eszmecsere és vita, mely sokszor a Magyar Élettani Társaság fénykorára emlékeztetett.

A tudományos közlés, ismeretterjesztés és eszmecsere elősegítésének szolgálatán kívül tudományirányító szerepet kívánt betölteni a biológiai statisztikáról rendezett ankét, melyen *Juvancz Ireneusz* exposeja alapján igen értékes és élénk vita zajlott le (102. old.) A vita eredményeként előtérbe került a biometria tankönyv megírásának kérdése és kezdeményezése nyomán megszületett a Biológiai Osztály Vezetőség határozata, hogy biológus aspiránsok számára kötelező disciplinává lett a biometria.

A biofizikai tudomány szervezését illetően a Társaság Elnöksége igen szoros kapcsolatban dolgozik együtt a MTA Biol. Osztály Biofizikai Bizottságával, ennek eredménye, hogy bürokratikus bonyodalmak nélkül volt lehetséges a legfontosabb szervezési feladatok megoldása. A két testület általában együttesen tartja üléseit 3—4 havonként. Ezen közös Elnökségi—Bizottsági üléseken a szervezési feladatokon kívül elvi és tudományos kérdések is napirendre kerültek, pl. „A biofizika tárgya és szemléleti alapja”, „A probabilitás és stabilitás kérdése”, vagy *Maróti M.*: Einige Faktoren des Zellenwachstums in den Maiswurzeln. c. dolgozat megvitatása, meghívott résztvevőkkel együtt. Az ilyen jellegű viták és megbeszélések nagymértékben hozzájárultak a vezetés helyes irányvonalának kialakításához.

Az elnökség a rendezvényeken és a személyes kapcsolatokon kívül is igyekezett összeköttetést tartani a tagsággal. Hogy helyesen ítélhessük meg a helyzetet, másrészt a biofizikus mezőnyt is jobban felmérjük, két ízben kérdeztük meg a tagságot körlevélben: 1961. szeptemberében a 2. vándorgyűlésre vonatkozóan és 1963. februárban a tudományos munkalehetőségek, elkészült tudományos munkák és újabb tagok ajánlása ügyében. Mindkét körlevélre beküldött válaszok igen nagy mértékben segítették a vezetés munkáját.

A Társaság kapcsolata — az eredeti célkitűzésnek megfelelően — az Eötvös Lóránd Fizikai Társulattal igen jó, közvetlen és operatív jellegű. A nemrég alakult Magyar Biokémiai Társasággal sajnálatos módon még nincs kapcsolatunk, pedig ez a közös problematika és sokszor metodika szempontjából is gyümölcsöző lenne.

A Társaság nemzetközi kapcsolata jó. Stockholmban az I. Nemzetközi Biofizikai Kongresszuson 5 magyar biofizikus vett részt. Az ott megalakult International Organisation of Pure and Applied Biophysics alakuló ülésén is résztvettünk és a MTA támogatásával sikerült elérni, hogy a Magyar Biofizikai Társaság jelenleg a Nemzetközi Organisatio rendes tagja. 1963. januárban alakult meg az International Organisation of Medical Physics, melynek szervezése szintén 1961-ben Stockholmban kapta megalakulásához a döntő impulzust. Hazánkat ebben a nemzetközi szervezetben az Elnökség, a MTA vezetősége és az Eü. Min. által javasolt Orvosi Fizikai Szekció képviseli. (E szekció tagjai: *Bozóky László, Tarján Imre, Tigyi József, Tóth Lajos, Zsebők Zoltán.*) A hivatalos belépési szándékot a Társaság Elnöksége 1963. máj. 2-i ülésén támogatólag a MTA Biol. Osztálya felé továbbította.

1963. elején alakult meg a NDK Biofizikai Társasága; az előzetesen tartott Berlin-i Biophysiker Tagung-on 4 magyar biofizikus vett részt és alkalom nyílt a szervezési kérdések megtárgyalására is. Titkárunk kérésére a Magyar Biofizikai Társaság alapszabályát a MTA Nemzetközi Kapcsolatok Osztályán keresztül még január hóban megküldtük.

A fentemlített szervezeti kapcsolat mellett számos személyes kapcsolat fűzi a magyar biofizikusokat mind a szocialista tábor, mind a tőkés országok biofizikusaihoz.

A Magyar Biofizikai Társaság jövőbeli működésével kapcsolatban három alapvető feladat mutatkozik, melyek megoldáshoz való segítése jelentősen segítené a hazai biofizikai kutatásokat.

1. *A biofizikus oktatás kérdése.* Mint ismeretes, hazánkban jelenleg nem folyik rendszeres egyetemi biofizikus képzés. A jelenleg működő biofizikusok többsége autodidakta, aki vagy biológiai (orvosi) vagy fizikai alapképzettséggel kezdte művelni a biofizikát. A MTA és a Művelődésügyi Minisztérium — látva ezt a fogyatékoságot — elhatározta, hogy 1963. szeptembertől kezdve az ELTE-en megindítja a biológus képzést. Ennek keretében lenne lehetőségük a hallgatóknak a 3 év után biofizikai irányban specializálódni. Nem lehet eléggé kiemelni ezen lépés fontosságát és látnunk kell, hogy vele kapcsolatban az új tantárgyak, elsősorban a biofizikai oktatás megszervezésében jelentős feladatot kell vállalnunk, továbbá azt is figyelemre kell méltatni, hogy ezen terv szerint legjobb esetben is csak 5 év múlva kaphatunk nem sokkal több mint 5 diplomás biofizikust, ezért helyénvaló lenne szorgalmazni a biofizikus képzés gyorsabb módsze-

reit, pl. fizikusok ill. biológusok utolsó vagy utolsó két évben biofizikai munkaterületre való speciális képzési lehetőségének megteremtésével.

2. *Biofizikai folyóirat.* A magyar biofizikusok munkái — nem lévén kifejezetten ilyen profilú folyóirat — nagyrészt 5 akadémiai Acta-ban elszórva jelennek meg (Acta Physiologica, Biologica, Morphologica, Physica, Botanica). Már az első vándorgyűlés kapcsán felvetődött egységes biofizikai és biokémiai akadémiai folyóirat kiadásának szükségessége, az 1963. jan. 30-i Elnökségi ülés is igen nyomatékosan állást foglalt a kérdésben és felterjesztést tett a MTA Biol. Osztályához, egyelőre azonban eredmény nélkül. Ezen a helyen is szeretnénk kihangsúlyozni a magyar biofizikai és biokémiai kutatásokat egyesítő akadémiai folyóirat kiadásának égető szükségességét a magyar biofizikai kutatás fejlesztésének szempontjából.

3. *Vándorgyűlésen, kongresszuson kívüli tudományos fórumok rendezésének kérdése.* A MTA Elnökségének határozata alapján nem helyes, ha minden tudományos társaság évente vándorgyűlést tart. Ennek megfelelően 1963-ban nem is rendeztünk vándorgyűlést, viszont ilyen körülmények között felvetődik a kutatási eredmények gyors publikálhatóságának kérdése és ezért az Elnökség foglalkozott rendszeres, 1—2 havonkénti előadóülések szervezésével, mely — véleményünk szerint — ezt a kérdést megoldaná. Ehhez a kérdéshez tartozik a kollokviumok és szimpóziumok tartása. Kívánatos lenne ilyen rendezvények szervezése egyrészt olyan tudományterületeken, ahol már megfelelő szakemberek és eredmények vannak, de másrészt olyan területeken is, amelyekeken nincsen még megfelelő szakemberünk, de a tudomány fejlődése szempontjából elengedhetetlenül fontos az ezirányú fejlesztés. (Pl. információelmélet, nukleinsav-kutatás, akációs spektroszkópia, tömegspektroszkópia, ESR stb.)

Megállapíthatjuk, hogy a magyar biofizikusok megszervezésének kezdeti lépéseit megtettük, reméljük, hogy az 1963. augusztusban tartandó közgyűlés tárgyalásai és az új vezetőség lendületével ez a munka mind tartalmi, mind szervezeti vonalon egészségesen és gyorsan fog növekedni.

A BIOFIZIKA IDŐSZERŰ KÉRDÉSEI

Tarján Imre

a Magyar Biofizikai Társaság Elnökségének tagja
(A Budapesti Orvostudományi Egyetem Fizikai Intézete.)

A fizika és biológia, valamint a fizika és a medicina kapcsolatát illetően több elnevezés használatos. Ezeknek egy része, mint pl. fiziológiai akusztika, elektrofiziológia, ez említett tudományok bizonyos részterületeire utal, más elnevezések viszont, mint pl. fizikális terápia, molekuláris medicina, kvantumbiológia önállósult, vagy önállósuló határterületeket jeleznek. A következőkben csak két fogalom tartalmi jegyeivel kívánok foglalkozni, az egyik az orvosi fizika, a másik a biofizika.

Úgy vélem, helyes úton járunk, ha orvosi fizikán a fizikának a medicina szempontjából különösebb jelentőségű fejezeteit értjük. Arról van szó tehát, amit külföldi szerzők „Fizika orvosok, biológusok számára” című tankönyveikben és kézikönyveikben összefoglalnak, Az orvosi fizika elnevezés a mi terminológiánkban is többet jelent, mint amire az egyszerű szóösszetétel utal és általánosabb értelemben a biológia szempontjából fontos fejezeteket tartalmazza. Akár a magyar, akár a külföldön használatos elnevezésre gondolunk, egyik sem utal önálló tudományterületre vagy valamilyen határtudományra.

Arra a kérdésre, hogy milyen mértékű és milyen mély fizikai ismeretekre van szüksége az orvosnak vagy a biológusnak, a válasz nem egyszerű és nem is meglepő, hogy a legkülönbözőbb véleményekkel találkozunk. Helyes talán, ha külön vizsgáljuk a kérdést a biológia és az orvostudomány (a későbbiekben a rövidség kedvéért csak biológia) egésze és külön az orvos, illetőleg biológus egyéni munkaköre szempontjából. A biológiai tudományok egészét tartva szem előtt nem emelhetők korlátok. A kapcsolat a fizika és a biológiai tudományok között máris sokoldalú, de még többet ígér a jövő. Ami ma a biológia szempontjából közömbösnek látszik, holnap érdekes lehet. „A ma fizikája a holnap technikája” megállapítás a fizika és a biológiai tudományok kapcsolatában is helytálló. Ezt igazolja a két nagy tudomány története, de sejti mindenki, aki figyelemmel kíséri az említett tudományok modern fejlődését.

Az orvos, illetőleg biológus egyéni munkaköre viszont rendkívül változatos és ennek megfelelően az egyén igényei is különbözők a fizikával szemben. Az általános biológus, zoológus, botanikus, a higiénikus, a sugárbiológus, radiológus igényei természetesen más méretűek és más területeken mozognak, mint pl. a szemész vagy a laboratóriumi orvos, a mikrobiológus, a belgyógyász igényei. Különbséget kell tennünk természetesen a

kutatómunka és a mindennapos rutinfeladatok között, sőt külön kell vizsgálat alá venni a biológus- és orvosképzés szempontjait is. Az igények természetesen az egyes tudományterületek fejlődésével (koronként is változnak). Eppen az egyéni igények széles skálája miatt a kérdés második részére egyértelmű választ nem adhatunk.

A biofizika a biológiai problémákban rejlő fizikai jelenségek, folyamatok, törvények, stb. feltárására és megismerésére törekszik. A biofizikus fizikai tanulmányokat folytat a fizika módszereivel anélkül azonban, hogy elhagyná a biológia talaját. A biofizika azonban nem tekinthető csupán a fizika és biológia határtudományának, átnyúlik ugyanis a biokémia területére is, különösen, ha az élő anyagban lejátszódó elemi folyamatokat tanulmányozzuk. Eppen ezért a biofizikában az említett diszciplínák gondolkodásmódjának, elképzeléseinek, fogalmainak és munkamódszereinek szintézisével találkozunk.

A biofizika felismerései különös hatással vannak bizonyos speciális területekre, ahol azután nemcsak alkalmazást találnak, de tovább is fejlődnek. Gondolok pl. a fizikális terápiára, a daganatkutatásra, neurológiára, balneológiára, stb. Érvényes azonban a megállapítás a botanika, zoológia, bioklimatológia, táplálkozásban vonatkozásában is, a genetikában elért eredmények pedig kihatnak a növénytermesztésre és állattenyésztésre is. A biofizikának az utolsó évtizedekben mutatott fejlődése nem utolsó sorban éppen annak az ösztönzésnek köszönhető, amit eredményeinek az említett területeken való értékesítése váltott ki.

A fizikusok régebben is foglalkoztak a biológia területéről származó problémákkal és hasonlóképpen a biológusok és orvosok is fáradoztak azon, hogy problémáikat a fizika oldaláról is vizsgálat tárgyává tegyék. Nem beszélhetünk azonban biofizikáról olyan értelemben, mint ahogyan az az utolsó évtizedekben kifejlődött. Ezt megelőzőleg főként arról volt szó, hogy a biológiai vizsgálatokban fizikai mérőmódszereket alkalmaztak, vagy bizonyos kérdéseket matematikailag dolgoztak fel. A régi irodalomban sokhelyütt a biofizika fogalma főként a csontváz mozgásapparátusának leírására és vizsgálatára volt fenntartva, ami bizonyos mértékig összefüggésben volt az alkori mechanisztikus természetsszemlélet elburjánzásával is. A mai biofizikában lényegesen többről és másról van szó.

Az anyagszerkezet mindig érdekelte az embert. Régi törekvés az, hogy a „makrojelenségeket” anyagszerkezeti sajátosságok alapján értelmezzük. Ha a modern biofizikát akarjuk röviden jellemezni, akkor azt kell mondanunk, hogy ennek is főjellemzője a mélységre való törekvés, amely a biológiai objektumokban is a molekuláris és atomi jelenségekig és folyamatokig kíván behatolni. A cél minden vonalon az anyagszerkezet minél mélyebb feltárása és a makroszkopikus folyamatoknak egyre mélyebb értelmezése. Ezzel nem azt akarom mondani, hogy a mélységre való törekvés régebben a biológiában nem volt meg. A törekvés megvolt, csak a lehetőségek voltak korlátozottabbak. Minden tudomány fejlődése során a „durvább” jelenségek megismerésétől halad a „finomabbak” felé, a makrojelenségektől az elemi folyamatok felé. A biológiában a makrojelenségek (ide sorolom a mikroszkópi megfigyeléseket is) rendkívüli gazdagsága és változatossága teljesen lekötötte a kutató elmét és nem is volt még elég érett a tudományos helyzet arra, hogy a mai megfogalmazás szerint a jelenségek mélyére hatoljon. A fizika és kémia sem volt elég fejlett ahhoz, hogy

akár csak saját területén is sok eredménnyel dicsekedhetett volna ismereteinek mélységét illetően. Tegyük még ehhez hozzá azt is, hogy a fizika és kémia vizsgálati területei összehasonlíthatatlanul egyszerűbbek, mint a biológiáé.

Ma már előbbre vagyunk. Ismereteink mélyülésének következménye a biokémia önálló tudománnyá való fejlődése és egyre fokozódó jelentősége a biológiai tudományokban. Hasonló folyamat, mint ami a kémia és biológia viszonylatában végbement nemrégiben, alakul ki napjainkban a fizika és a biológia kapcsolatában. Ez a kapcsolat ma még csak bizonyos „pontokon” van meg, de perspektivikusan sokat ígér. Amikor most világszerte nagy érdeklődés nyilvánul meg a biofizika iránt, és pl. a Szovjetunió tudományfejlesztési programja kötelezően írja elő a biofizika fokozottabb fejlesztését, inkább a tudományos perspektíva jut kifejezésre, mint a jelen helyzet tükröződése. Mindebben pedig kétségtelenül kevésbé a klasszikus fizikának, inkább a modern fizikának van szerepe.

Az új, forradalmi gondolatok betörése a fizikába és a nyomukban elért nagyszerű eredmények a molekuláris és atomi folyamatok megismerésében a kutató fantáziának és kezdeményezésnek azt az ösztönzést adták, hogy az atomi világ újonnan felfedezett törvényszerűségeinek tükröződését keressük az élő anyag világában. A modern biofizikai kutatás célul tűzte ki, hogy kövesse a fizikai folyamatok és törvényszerűségek szerepét az élő anyag felépítésében és a benne végbemenő folyamatokban, hogy azután ezeket az ismereteket beleillesszük az általános tudományos világképbe. Így születnek a biofizikán belül is új területek, mint a kvantumbiológia, molekuláris biológia stb.

Úgy vélem, hogy az eddigiek alapján már könnyen vázolhatjuk a biofizikai problémafelvetés módját és a biofizika főbb kutatási irányait. A biofizika alapvető feladata vizsgálat alá venni a különböző biológiai objektumokat, a vírusoktól, a sejttől, a különböző szöveteken, szerveken és szervrendszereken át a legfejlettebb szervezetekig, mindazon oldalokról és mindazon szempontok szerint, amelyekre a fizika lehetőséget nyújt. Így alakult ki a mikroorganizmusok, a sejtek, az izom biofizikája, vagy a szem és látás, a fül és hallás biofizikája, stb. További kérdések, pl.: a szervezet hőháztartásával, a hőtermeléssel, hőtranszporttal, az anyagcsere során keletkezett kémiai energiák átalakulásával kapcsolatos problémák, a sejtek, szövetek ingerlékenységének kérdése, a vér áramlásának a vér összetételével, viszkozitásával, az érfalak viselkedésével, a perifériás ellenállással való összefüggésének vizsgálata, a véráramlás kinetikája, energetikája stb.

A *sejtek biofizikájával* kapcsolatban: a nyugvó sejtek fizikai tulajdonságainak, a nyugalomban lévő protoplazmának a vizsgálata a viszkozitás, felületi feszültség, elasztikus tulajdonságok, töltésviszonyok, permeabilitás szempontjából, ezeknek kvantitatív jellemzése, a viszonyok megváltozásának kutatása a sejtosztás során stb.

Az *izom biofizikájával* kapcsolatban: az izom működését számos fizikai jelenség kíséri és fordítva, az izomtevékenységet különböző fizikai és kémiai hatásokkal befolyásolhatjuk; vizsgálható az izom mint működési egység és vizsgálható az egyes struktúrelemek szerepe az izomműködésben; érdekes a fejlődés különböző fokán álló élőlények különböző eredetű izmainak vizsgálata is; alapvető problémák pl. az izom ingerlése különböző

viszonyok között, az ingerület terjedésének viszonyai, energetikai tényezők befolyása az izom működésére, az energia-átalakulások problémái stb.

A szem és a látás biofizikájának köréből: a fény útja a belépéstől a recehárttyáig, az itt végbemenő kvantumfizikai és fotokémiai folyamatok, ezek hullámhossz-függése, a retina különböző részeinek érzékenysége a különböző hullámhosszúságú sugarak hatására stb.

A fül és a hallás biofizikájának köréből: a rezonancia-elméletnek sok értékes vonása mellett sok hiányossága is van, amelyekre éppen az utóbbi évtizedek vizsgálatai mutattak rá; az újabb vizsgálatok bizonyos vonatkozásban módosítják, sok szempontból pedig kiegészítik a régebbi ismereteket.

Érdekes és sokat ígérő területet képeznek a biofizikában azok a törekvések, amelyek a kvantummechanikának már ismert módszereit felhasználják a szervezet felépítő molekulák tulajdonságainak és a legegyszerűbb biológiai struktúráknak a megismerésére. Ezek tekinthetők ma a legfejlettebb eljárásoknak, amelyekkel talán a legmélyebbre is tekinthetünk. Ilyen vonatkozásban kevésbé a biológusok — tisztelet a kivételnek — inkább a fizikusok optimisták és talán nem is ok nélkül.

Az alapvető tendencia mindenütt, és ezt ismételten szeretném hangsúlyozni, a strukturális viszonyok és az elemi folyamatok egyre mélyebb feltárása, amelyben a biokémiai és biofizikai kutatások — gyakran szétválaszthatatlanul — egymást egészítik ki.

A továbbiakban néhány biofizikai problémakörrel kissé részletesebben is szeretnék foglalkozni.

Az első problémakör, amire utalni kívánok, a sugárzások és az élő szervezet kölcsönhatása. Az utóbbi években az érdeklődés főként a nagyenergiájú sugárzások felé irányult, amit a gyakorlati vonatkozások is indokolnak. Itt a tiszta fizikai kutatásokkal párhuzamosan haladnak a biológiai vonatkozású vizsgálatok. A terület hatalmas: az élő és élettelen határára lévő mikroorganizmusoktól kezdve egyes sejteken, sejtcsoportokon, szöveteken, szerveken keresztül a legfejlettebb teljes élő szervezetig; a problémát tovább növeli és szélesíti az a körülmény, hogy a különböző elektromágneses és korpuszkuláris sugárzások éppen az élő anyag rendkívül bonyolult felépítése folytán a specifikus hatások nagy tarkaságát hozzák létre. Az ionizációt és gerjesztést követő szekunder folyamatok sokféleségére gondolok. A primer folyamatok következtében létrejött molekuláris diszszociáció szabad gyökök képződéséhez vezethet, amelyek viszont bonyolult kémiai folyamatok elindítói lehetnek. Ezek következtében biológiai objektumokban funkcionális és morfológiai elváltozások jöhetnek létre. Így jutunk el a biológiai hatásokhoz, amelyek tehát közvetett sugárhatásoknak tekintendők. A szekunder folyamatokat ezideig főleg fizikailag és kémiailag egyszerű felépítésű anyagokon vizsgálták, mint pl. víz és híg vizes oldatok. Még ezeken is a szekunder jelenségek nagy és nehezen követhető tarkaságát találták. Természetes ezek után, hogy sokkal bonyolultabbak a viszonyok az élő szervezetben, de akár egyetlen sejtben is. Olyan problémák várnak itt tisztázásra, amelyek elvi jelentőségük mellett a sugárterápia, a genetika, a munkaegészségügy, stb. tehát az orvostudomány, az általános biológia, a növénytermesztés, állattenyésztés és más tudományok szempontjából is alapvető fontosságúak.

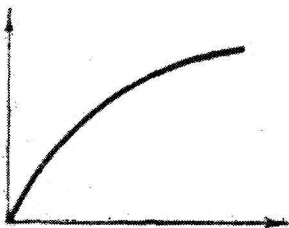
Külön területként jelölhetjük meg — továbbra is a sugárbiológián belül maradván — a *kisenergiájú elektromágneses sugárzások* hatásainak vizsgálatát. Ide sorolom az infravörös tartomány, a rövid, közép és hosszú hullámhosszúságú elektromágneses hullámok biológiai objektumokkal való kölcsönhatását. Nem intézhetjük el ezeket a területeket egyszerűen azzal, hogy itt oly kis fotonok abszorpciójáról van szó, amelyek ionizációt nem keltenek, legfeljebb gerjesztenek, nem érdemes tehát foglalkozni velük. A tapasztalat rácáfol erre a gondolatra, hiszen ismeretesek az infravörös sugárzás káros hatásai, az ultrarövid és rövid elektromágneses hullámokat terápiás célokra felhasználjuk, a rádióadó állomások közelében élő emberek gyakran különböző panaszokkal fordulnak orvosukhoz, amely panaszok feltehetően a nagyintenzitású elektromágneses tértől származnak. Az utóbbi terület jelenleg még meglehetősen üres és körültekintő alapkutatást igényel.

Az *ultraibolya sugárzásra* a nagyenergiájú sugárzásokkal kapcsolatban már utaltam ugyan, jelentősége azonban megérdemli, hogy egy-két szóval külön is beszéljünk róla. Értékes eredmények azok, amelyek az ultraibolya sugárzás eritémaképző, pigmentképző, antirachitikus, baktericid, karcinogén, konjunktivitiszt, keratitiszt, kataraktát előidéző hatásainak hatásgörbéire és ezekből a különböző mechanizmusokra levont következtetésekre vonatkoznak. Nem elhanyagolható jelentőségűek az eredményekből levonható gyakorlati következtetések sem. A mechanizmusok mélyebb tisztázása még a jövő feladata.

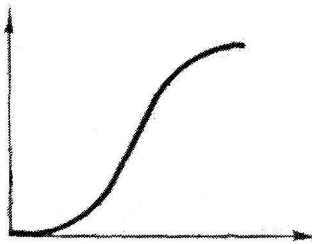
A sugárzások biológiai hatásával kapcsolatban igen értékes elmélet fejlődött ki, amely a hatásmechanizmusok finomabb részleteibe bizonyos betekintést enged. Ez az elmélet a *találat-elmélet*. Az elmélet jellegzetességét szeretném röviden fölidézni. Egy ismert modellből indulok ki. Képzeljünk el ugyanis, hogy egy falból vékony üvegrudacsok nyúlnak ki, amelyek végére vékony papírból 8—10 cm átmérőjű korongot erősítünk. A falat távolról csak úgy találomra légpuskából lövöldözik. Bizonyos ideig tartó lövöldözés után a korongok egy része leesik, „elpusztul”. Egy korongot több találat is érhet, mégsem esik le. Az „elpusztuláshoz” az szükséges, hogy a korongot „érzékeny” helyén, ott ahol fölfekszik az üvegrúdra, legalább egy találat érje. Minél hosszabb ideig lövöldözgetünk, annál több korong fog elpusztulni. Az elpusztult korongok számát rajzoljuk fel az idő, illetőleg a lövedékek számának függvényében. Hasonló eset képzelhető el akkor is, ha pl. kolloidum hártáyra helyezett légyeteket röntgenfényvel besugárzunk. Most a röntgenfotonok a lövedékek, a korongok szerepét pedig a légyeték veszik át, amelyeknek ugyancsak lehet érzékeny tartományuk, miként a korongoknak is volt. Most is fölrajzolhatunk egy görbét, amely arra ad felvilágosítást, hogy hogyan nőtt az elpusztult peték száma a kapott röntgendózis függvényében (1. ábra). — Az ilyenszerű folyamatok időbeli lejátszódása azonban matematikailag követhető. A valószínűségszámítás segítségével ugyanis kiszámítható, hogy bizonyos idő múlva hány korong leesése, illetőleg bizonyos dózis után hány pete elpusztulása várható. Tisztán matematikai úton is eljuthatunk tehát egy függvényhez, amely ugyancsak arra ad felvilágosítást, hogy hogyan nő az elpusztult korongok száma a leadott lövések számával, illetőleg hogyan szaporodik az elpusztult peték száma a kapott dózis nagyságával. A matematikai úton kapott formulában az érzékeny tartomány nagysága is szerepel, és a következők-

ben éppen ez a fontos. A papírkorongok esetében az érzékeny tartomány könnyen lemérhető, a peték esetében viszont ezt nem tudjuk megtenni, sőt azt sem tudjuk, hogy egyáltalában beszélhetünk-e érzékeny tartományról, vagy pedig a pete teljes térfogatában egyformán érzékeny. Meghatározhatjuk azonban a peték esetében is az érzékeny tartomány nagyságát közvetve. Kikeressük ugyanis azt a térfogatértéket, amit formulánkba be kell helyettesítenünk, hogy azután a formula jól illeszkedjék a tapasztalati görbéhez.

Számos különböző céllal végzett vizsgálatból arra kell következtetnünk, hogy a szöveteket felépítő sejtek valóban tartalmaznak mikroszkó-



1. ábra: Egytalálatos görbe



2. ábra: Többtalálatos görbe

A vízszintes tengelyre a dózist, a függőlegesre a kiváltott hatást, pl. az elpusztult peték számát mérjük fel.

pikus, vagy szubmikroszkópikus „alegységeket”, amelyek bizonyos beavatkozásokkal, hatásokkal szemben fontos szerepet játszanak. Ezeknek az egységeknek a mérete lemege egészen a molekuláris méretéig, ill. rendszereikig. Struktúráikban és viselkedésükben felismerhető egyrészt a nagyobb atom, ill. molekulakomplexumok fizikájának minden lényeges vonása, ugyanakkor ezek biológiai sajátosságokkal is rendelkeznek, amely képessé teszi őket arra, hogy az életfolyamatok aktív részesei legyenek. Részben biológiai, részben tisztán fiziko-kémiai vagy kvantumfizikai tulajdonságokat mutató tartományokról van szó. A találat-elmélet éppen azt teszi lehetővé, hogy meghatározzuk ezeknek a tartományoknak a kiterjedését.

Az említett példában a peték elpusztításáról volt szó, de vizsgálhatnánk azt is, hogy különböző mutációk keltése vagy egyéb tulajdonságok megváltozása hogyan függ a röntgensugár vagy más sugárzás dózisától. A kapott dóziszgörbék alakja a különböző esetekben különböző lehet (1. és 2. ábra). A találat-elmélet alapján azonban meg tudjuk magyarázni a különböző alakok létrejöttét. Az előzőekben olyan példáról volt szó, amelyben a hatás kiváltásához egyetlen találatra volt szükség. Vannak azonban esetek, amikor egy bizonyos változás vagy hatás létrejöttéhez legalább kettő, de esetleg több találat is szükséges. A találat-elmélet megmutatja, hogy ilyen esetben milyen alakú görbe várható. Ha tehát ismerjük egy hatás dó-

zsigörbójét, akkor összehasonlítva ezt az elmélet által megadott görbékkel, kikereseshetjük, hogy a mért görbe melyik elméleti görbéhez hasonlít legjobban, és ekkor meg tudjuk azt is mondani, hogy a hatás kiváltásához minimálisan hány találatra van szükség. Éppen az elmélet alkalmazásából következik, hogy egy biológiai objektum egy bizonyos hatással szemben esetleg nem egy, hanem több össze nem függő vagy esetleg egymással bizonyos kölcsönhatásban levő „érzékeny térfogattal” rendelkezik. Ha több érzékeny tartományról van szó, az elmélet segítségével ezek száma is meghatározható.

A találat-elmélet teljesítőkéességét mutatja, hogy a sugárhatásoknál végbemenő folyamatokon túl, az elmélet szemlélődési módja alkalmazást talál bizonyos mikrokémiai és biokémiai folyamatok értelmezésénél, pl. karcinogén anyagok által kiváltott rákképződésnél is.

A sugárzások biofizikája terén érdemes említést tennünk néhány közvetlen gyakorlati vonatkozású részterületről is. Ilyenek pl. azok a vizsgálatok, amelyek a *sugárdózis időbeli eloszlásának* jelentőségére vonatkoznak, tehát: a sugárhatás függése attól, hogy hogyan osztjuk szét az egész dózist különböző időintervallumokra tagozódott részdózisokra. Ezek a vizsgálatok vezettek az ún. időfaktor és kipihenési faktor megfogalmazásához a biológiai sugárhatásokban. Ugyancsak lényegesek a *sugárdózis térbeli eloszlására* vonatkozó vizsgálatok: pl. hogyan oszlik el a dózis a besugárzott objektumban, a primer és az objektum által szórt sugárzás intenzitásának eloszlása, a többszörös Compton-effektus jelentősége nagyobb objektumok besugárzásakor stb. Ezek a vizsgálatok alapvető jelentőségűek, ha racionális és sikeres mélysugarterápiát akarunk alkalmazni.

Lényeges problémakör a fizikai mértékegységek megállapítása a sugárbiológia számára, a *sugárdozimétria* fizikailag megalapozott kialakítása. Az utóbbi időben váltak jelentőssé azok a vizsgálatok, amelyek a *sugárvédelem* problémájára és a *maximálisan megengedhető dózis* vizsgálatára vonatkoznak. A mesterséges radioaktív anyagoknak gyors elterjedése a tudományos és rutinmunkák területén, az egészségügy vonalán, valamint az iparban, továbbá a gyorsító berendezések és atommáglyák alkalmazásának nagymérvű növekedése tették ezeket a problémákat elsőrendű fontosságúvá és aktuálissá. A vizsgálatok azt mutatják, hogy a radioaktív anyagoknak már a legkisebb mennyisége, az egészen gyöngye sugárhatások is, ha hosszú ideig érik a szervezetet, káros következményekhez vezethetnek. A károsodás alsó határdózisa más korpuszkuláris sugárzások hatására, mint elektromágneses sugárzások hatására, és más ha külső vagy belső alkalmazásukról van szó.

Az eddigi példák a fizika modern fejlődéséhez kapcsolódnak és „divatos” kérdések a biofizikában. A következőkben más körből hozok fel példákat. Megemlítem pl. a különböző frekvenciájú elektromos áramok tovaterjedésére és hatásaira vonatkozó tanulmányokat. Ilyen vonatkozásban a biológiai szövet specifikus közegként viselkedik, amely számos különleges tulajdonsággal rendelkezik a fizika szokásos objektumaival szemben. Ezek a vizsgálatok teremtették meg az alapokat a *nagyfrekvenciás áramok orvosi alkalmazásához*, a *diatermia fizikai alapjainak* tisztázásához.

Itt teszek említést azokról a vizsgálatokról, amelyek az *ultrahangnak* az élő szervezetre való hatásaival kapcsolatosak és amelyek az utóbbi években több oldalról érdeklődést váltottak ki. Az utóbbi években az ultrahang

terápiás alkalmazására is sor került, az alapok tisztázása, az ultrahang által a szervezetben kiváltott hatás mechanizmusának feltárása azonban még sok vonatkozásban tisztázásra szorul.

Érdekes biofizikai kutatási feladatok adódnak a bioklimatológia és a balneológia területén. A szervezetet környező világ *klimatikus és balneológiai tényezőinek fizikai-biológiai analízise* jelenleg gyors fejlődésben van: az újabb kutatási munkák főbb irányait az atmoszféra sugárháztartásának, hőháztartásának, elektromos viszonyainak stb., kutatása, illetőleg e tényezőknek a szervezetre gyakorolt befolyása képezi. Érdeklődés mutatkozik abban az irányban is, hogy a levegő összetétele milyen befolyást gyakorol az organizmusokra. Előtérben áll az elektromosan töltött, vagy semleges aeroszokok, továbbá a levegőben nyomokban jelenlevő gázalakú és biológiailag aktív anyagok, mint pl. az ózon, a nitrogénoxidul szerepének vizsgálata. Az utolsó két évtized folyamán sikerült az összefüggéseknek egész sorát megállapítani, amelyek arra utalnak, hogy az aeroszokok az emberi szervezet funkcióinak lefolyására jelentős befolyást gyakorolnak. Kedvező hatásúaknak látszanak pl. a konyhasót, kalciumot, jódot tartalmazó természetes aeroszokok. Ezekkel magyarázható a tengeri levegő, barlangok atmoszférájának kedvező befolyása is. A hatásmechanizmus valószínűleg bonyolult és ebben szerepet játszik, hogy az aeroszokok töltéssel rendelkeznek-e vagy nem, töltésük pozitív-e vagy negatív. Nem valószínű, hogy a klimatikus hatások előidézői közvetlenül a légnyomás-, vagy lélegelektromos változások legyenek, inkább arról van szó, hogy a változó körülmények megváltoztatják az aeroszokok, főként a töltéssel rendelkező aeroszokok koncentrációját, eloszlását, stb. és ezek idézik elő azután a különböző biológiai hatásokat. Ezek a kutatási területek jelenleg még fejlődésük kezdetén vannak. Jelentőségük azonban kétségen kívül áll, ha pl. az egészséges lakásépítés problémáira, vagy azokra a levegő higiénés problémákra gondolunk, amelyek kórházakkal, iskolákkal stb. kapcsolatban fennállnak. Az ún. levegőkondicionálás egész technikája várhatóan beható vizsgálatra szorul.

A természetes aeroszokokon kívül érdeklődés nyilvánul meg bizonyos *mesterséges aeroszokoknak* terápiás célokra való felhasználása területén is. Elsősorban légzőszervi megbetegedésekről van szó, a vizsgált hatóanyagok pedig pl. adrenalin és származékai, hipofízis hátsó lebenyének hormonja, porlasztott antibiotikumok stb. A hatás különböző paramétereiktől függhet, mint az aeroszokok ködsűrűsége, iontartalma, hatóanyag tartalma stb.

A biofizika túlnyomóan kísérleti tudomány. Az utóbbi időben azonban kialakult egy olyan irány, amely azt tűzte ki célul, hogy kifejlessze a *biológiai problémák matematikai, fizikai tárgyalását*. Ide tartozik a már említett találat-elmélet, de gondolok azokra a törekvésekre is, amelyek matematikai analízisnek vetik alá pl. a sejtoszlás folyamatait és az anyagcsere-folyamatokat. A rádióizotópoknak az anyagcsere-folyamatokban való alkalmazásával kapcsolatban fejlesztették ki a „rekesz-elméletet”. A szervezet különböző vizeit egymással párhuzamosan vagy sorba kapcsolt „tartályokkal” sematizáljuk. A „rekesz” szó helyett esetleg a „tartály” szót is használhatnánk. A séma lényegében durva modell, és jelentősége nem több, mint más modelleké, amelyeket fizikai problémák megoldásában is időként alkalmazunk. Szerepe azonban mégsem lebecsülendő bizonyos anyagok forgalmának kvantitatív analízise szempontjából.

Befejezésül szeretném hangsúlyozni, hogy teljességre nem törekedve néhány példán keresztül kívántam csupán utalni a biofizika egyes érdeke-
sebb területeire. Elnézést kérek, ha a felsorolt példákban bizonyos mér-
tékig az egyéni érdeklődés is tükröződik. Egy más beszámoló nyilván más
példákat emelt volna ki, és az említett példákat is más hangsúlyozással
tárgyalta volna. Bár az sem volt szándékom, hogy a hazai biofizikai kutató-
sokról összefüggő képet adjak, a példák között azonban több olyan szere-
pel, amelyeknek hazánkban már hagyományai is vannak.

Végezetül csak annyit, hogy egyetlen természettudomány sem tekint-
hető önmagában záródó tudománynak, de különösen nem tekinthető annak
az olyan típusú határtudomány, mint a biofizika. A biofizikában lényeges
vonásként jelenik meg az a tendencia, hogy az eddig erősen differenciált
diszciplinákat összehozza és a természetkutatást egyetlen, egységes, nagy
diszciplinává összeolvassza.

Összefoglalás

A biofizika a fizikai jelenségek és törvényszerűségek szerepét vizsgálja
az élő anyag felépítésében, az életfolyamatokban, hogy azután ezeket az
ismereteket beleilleszthessük az általános tudományos világképbe. A bio-
fizika gondolkodásmódjában és módszereiben a fizika, biológia és biokémia
szintézisével találkozunk. Aktuális területe inkább a mikro- és kevésbé
a makrofolyamatok biofizikája. Sokat ígérő törekvések azok, amelyek a
modern fizika eredményeit, és módszereit alkalmazzák a szervezetet fel-
építő molekulák tulajdonságainak és a legegyszerűbb biológiai struktúrák-
nak a megismerésére, az elemi folyamatok egyre mélyebb feltárására. A
biofizika aktuális tendenciája tehát a mélységre való törekvés, amely a
biológiai objektumokban is a molekuláris és atomi folyamatokig kíván ha-
tolni.

Irodalom

1. *W. Beier*: Biophysik (Leipzig, 1960. G. Thieme Verl.).
2. *W. Beier, E. Dörner*: Die Physik und ihre Anwendung in Medizin und Bio-
logie (Leipzig, 1958. G. Thieme Verl.)
3. *W. Beier, E. Dörner*: Der Ultraschall in Biologie und Medizin (Leipzig, 1954,
G. Thieme Verl.)
4. *V. Böhlau, E. Böhlau*: Die Inhalationsbehandlung mit Aerosolen (Leipzig, 1958.
G. Thieme Verl.)
5. *E. Ernst*: Die Muskeltätigkeiten (Budapest, 1958. Verl. der Ung. Akad. der Wis-
senschaften.)
6. *O. Glasser*: Medical Physics (Chicago, 1951. The Year Book Publ. Inc.)
7. *F. Hercik*: Biophysik der Bakteriophagen (Berlin, 1959. VEB Dtsch. Verl. der
Wissenschaften)
8. *W. Heupke, J. Kühnau, E. Schliephake*: Ergebnisse der physikalischdiäteti-
schen Therapie. Band V. (Leipzig, Dresden 1955. Steinkopff Verl.)
9. *Hoffmann, T., Ladik, J.*: Sugárzások és karcinogén szénhidrogének rákkeltő
hatásának magyarázata a DNS elektronszerkezete alapján (Magy. Fiz. Fo-
lyóirat, VIII. 1960. 471)
10. *H. Meyer, E. O. Seitz*: Ultraviolette Strahlen (Berlin, 1949. W. de Gruyter Co.)
11. *H. R. Schinz, H. Holtkusen, H. Langendorff, D. Rajewsky*: Strahlenbiologie,
Strahlentherapie, Nuclearmedizin, Krebsforschung (Stuttgart, 1959. G. Thieme
Verl.)
12. *H. Schwiegk*: Künstliche radioaktive Isotope in Physiologie, Diagnostik und
Therapie (Berlin, 1953. Springer Verl.)
13. *K. Sommermeyer*: Quantenphysik der Strahlenwirkung in Biologie und Me-
dizin (Leipzig, 1952. Akad. Verlagsgesellschaft)

Az 1961. év folyamán alakult Magyar Biofizikai Társaság az Eötvös Lóránd Fizikai Társulat 1961. évi pécsi vándorgyűlésével párhuzamosan tartotta előadásait. A vándorgyűlés elnöke, Ernst Jenő tartotta az első előadást „A biostruktúra mechanikája” címmel.

A BIOSTRUKTÚRA MECHANIKÁJA

Ernst Jenő

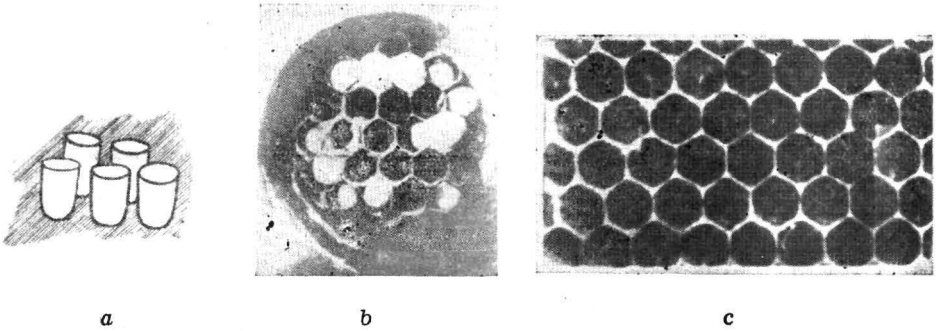
(Biofizikai Intézet, Pécs)

A magyar tudománytörténet fontos eseményének tekintem azt, hogy az Eötvös Lóránd Fizikai Társulat ezen jubiláris vándorgyűlését együtt tartja a Magyar Biofizikai Társaság első vándorgyűlésével. Azért fontos ez, mert a biológia mostanában került a válaszütra, hogy a leíró adatközlés nívóján maradjon-e, vagy egzakt természettudománnyá legyen. Minthogy ez utóbbit akarjuk, ezért szorgalmaztuk és ezért tartom szerencsésnek, hogy a Fizikai Társulat testvérenek fogadta a Biofizikai Társaságot. Hiszen ilyen módon a magyar biofizika szervezetileg is állandóan szem előtt tarthatja a fizika kutatási szemléletét. Ennek lényege — függetlenül attól, hogy tudatosan-e vagy sem — mindig is megfelelt a megismerés dialektikus folyamatának, hiszen működésében mindenkor a megfigyeléstől a fogalomalkotásig haladt és innen vissza a gyakorlathoz, ami alatt ez esetben a laboratóriumi kísérlet értendő. Így a fizika laboratóriumában állított elő elektromos cellát és ezen állapította meg az elektromosság alapvető törvényszerűségeit és ilyen úton jutott el a mai távközlésig. Ha tehát egzakt tudományt akarunk csinálni a biológiából, akkor mellőzhetetlen feladatunk véleményem szerint *élő anyag laboratóriumában való előállítás és ezen való kísérletezés*. Ennek a feladatnak viszont egyik fontos szektora a biológiai struktúrák lényeges tulajdonságainak ismerete, hiszen a legegyszerűbb mechanikai eszköz előállításához is mindenekelőtt szerkezetét kell ismerünk. Vagyis ki kell dolgozni a *biostruktúra mechanikáját*, mint új tudományágat.

Erről a megalkotandó új tudományágról kívánok szólni, melynek kezdeti elemei megtalálhatók többek között *Roux*, *Weiss*, *Schmidt*, a magyar *Krompecher* prof. stb. munkáiban, megemlítve, hogy tudományos pályám kezdetétől fogva mindig érdekelt e probléma és pl. magántanári próbaelőadásomban is tárgyaltam a húszas években. Egészen véve mégis a jövő feladata egy rendszeres tan kidolgozása a biostruktúrák mechanikájáról, mely magában foglalja az amikroszkópos, vagyis molekuláris nagyságrendű struktúráktól kezdve a submikroszkópos, mikroszkópos és makroszkópos struktúrákat is. Nem a fejezetek felsorolását választom mostani előadásomban; hanem két példán igyekszem tárgyalni a kérdést és a következő leegyszerűsített képből indulok ki: két tényezőt említek, amelyek meghatározzák valamely struktúra kialakulását; éspedig az egyik az alkotórészek saját tulajdonságai, a másik a környezeti tényezők pl. a külső kényszer. Hogy a gyémántban a C atom koordinációs száma 4, a NaCl kristályban a

Na-ioné 6 stb. ez az illető egységek saját tulajdonságaihoz tartozik, valamint az is, hogy milyen kristályformába állnak össze. Vagyis pl. egy kristályt jellemző állandó lapszögek a kristályt képező egységek saját tulajdonságához tartoznak, viszont pl. a CuSO_4 egyes kristályaiban a megfelelő lapok nagysága változhat a lapok parallel eltolódása folytán, ami, mint kristálytorzulás, a külső tényezők eredménye.

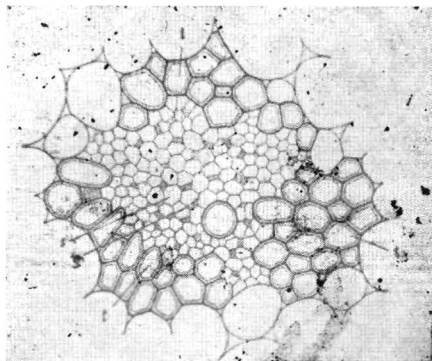
I. Ezek előrebocsátása után ránduljunk ki a biológiában olyannyira elterjedt hexagoniális struktúrák területére, és nézzünk először egy *makroszkópos* rendszert; ismeretes, hogy a méh-lép alakja és ennek geometriai vonatkozásai már az ókorban is felkeltették a gondolkodók érdeklődését. Az 1. ábra különböző alakokat



1. ábra (méh-sejt)

mutat be, mégpedig az *a* a poszméhnek még kezdetleges, külön-külön fallal rendelkező sejtekből álló építményét oldalnézetben. A *b* egy kezdeti stádiumban lévő darázsházat felülről nézve; ezen láthatók még körkeresztmetszetű sejtek, de a középén hexagonálisak is. Végül a *c* kép a mézelő-méh jól ismert lépét mutatja felülnézetben, teljesen szabályos hatszögek alakjában.

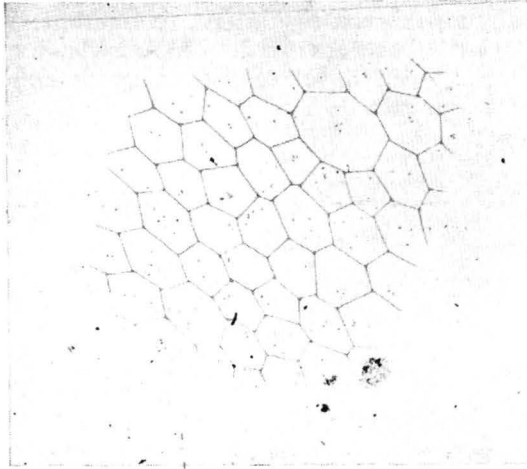
A makroszkópos után most lássunk néhány *mikroszkópos* biológiai rendszert. A 2. ábra egy növényi edénynyaláb keresztmetszetét mutatja (talán 50 x), amelyen látható néhány többé-kevésbé kerek sejtkeresztmet-



2. ábra. (növény)

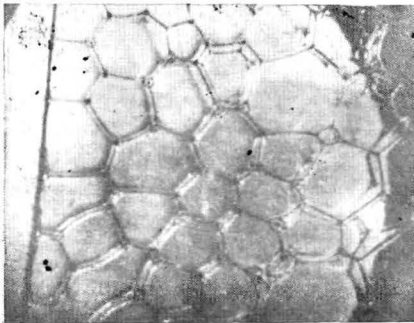
szet, de a legtöbb polygon-szerű és egyenesvonalú határokkal rendelkezik; a kettős határvonalú képletekre még majd hivatkozom. A 3. ábra állati szövet keresztmetszetét mutatja (2000 x), a sok hexagonális képleten kívül egyéb idomok is láthatók (4-, 5-, 6-, 8-szögek).

A most példákon bemutatott struktúrák mechanikájával kapcsolatban két alakzat szolgáljon kiindulásul, éspedig a henger és a gömb. A kezdet-

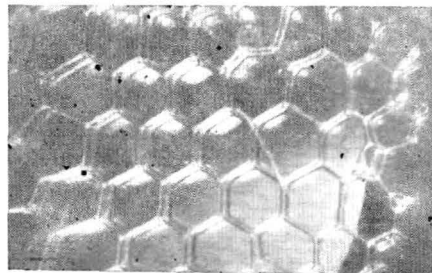


3. ábra. (állati)

ben gömbökből álló tömegnek ún. „szoros csomagolásával” kapcsolatban már *Rhumbler* felvetette a kérdést és megcsinálta a modellkísérletet, melynek eredményét a mi intézetünkben végzett kísérletek kapcsán mutatom meg. Ha ti. szappanos vízbe befúvunk levegőt, akkor — mindenki tudja — szép kis gömbalakú hólyagok keletkeznek; de ha zsúfolódnak a hólyagcsák, akkor összenyomódnak a gömbök és egyes helyeken sík felületet vehetnek fel, úgyhogy polygonális struktúra látszik, mint a 4. ábrán. Most hivatkozom a 2. ábra duplafalú hexagonjaira, és bemutatom az 5. ábrát, amely ugyancsak szappanhábról készült és ugyancsak kettősfalúnak mutatja a polygonokat. De azt is szeretném hangsúlyozni, hogy szabályos, te-

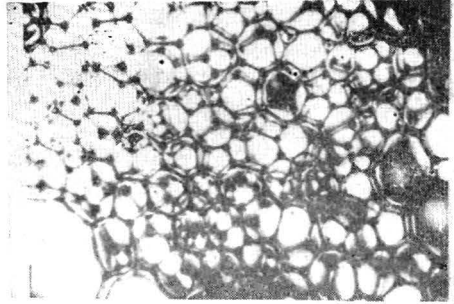


4. ábra.



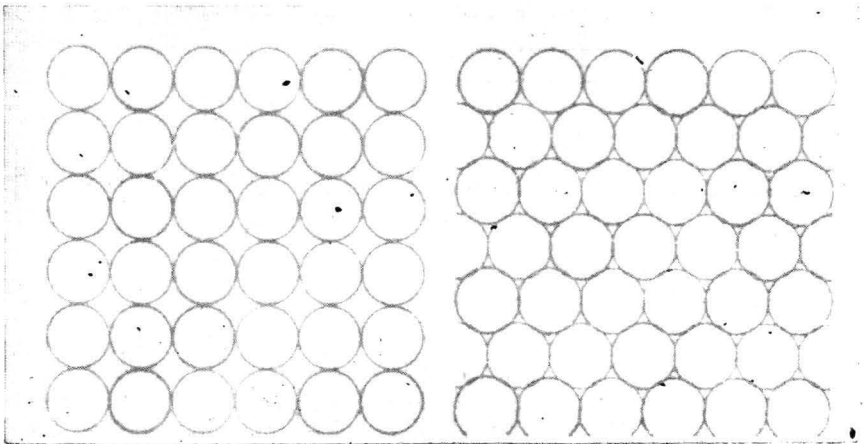
5. ábra.

hát nem torzított gömbök tömege is produkálhat harántnézetben hexagonális képet, ha ti. a gömbök közötti rések más fénytörésűek, mint a gömbfalak, ami viszont a legtöbb esetben fennáll. Mi a kontrasztos kép érdekében festett vízben fújtunk szappanbuborékot; ebből a kísérletből való a 6. ábra, melyen jól látható, hogy a gömbnek megfelelő nagyjában kör alakú egységeket sokszögletű képletek vesznek körül.



6. ábra.

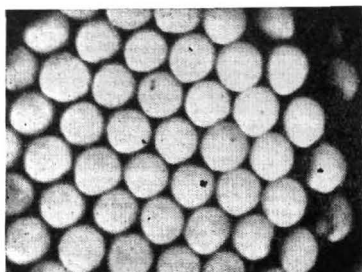
Hogyan jönnek létre ezek a képletek? Ennek a problémának részletei, azaz a gömbökből ill. hengerekből álló tömegnek matematikai illetve sztereometriai viszonyai, kapcsolatban a fennálló környezeti körülményekkel, igen lényegesek számos biológiai struktúra mechanikájának szempontjából. Érdekes, hogy az olasz *Bonanni* kb. 300 év előtti könyvében a puhatestűek (mollusca) héjával kapcsolatban foglalkozik azzal a geometriai kérdéssel, hogy egyenlő átmérőjű körök szoros elhelyezkedés esetén milyen közöket hagynak szabadon egymás között. Mi rendszeresen és általános formában vizsgáltuk a kérdést. Akár hengerekből, akár gömbökből indulunk ki, először leegyszerűsítve és csak síkra vetítve, vagyis keresztmet-
 zetben analizáljuk a problémát. A 7. ábra a szoros csomagolásnak két for-



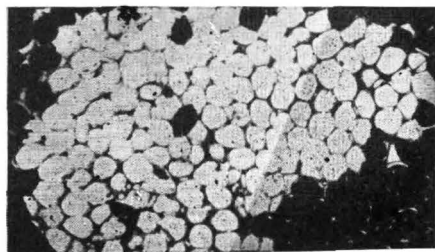
7. ábra. (a, b)

máját mutatja keresztmetszetben; nevezzük az a elrendeződést *derékszögűnek*, mert a körök alkotta függélyes és vízszintes, valamint az ellentétes irányú ferde sorok tengelyei merőlegesek egymásra $+ \times$. A b elrendeződés neve legyen a *ferdeszögű*; a függélyes és vízszintes sorok ugyan merőlegesek egymásra, de a ferde sorok nem, hanem 60 ill. 120°-os szöveget zárnak be egymással. Azonban látható, hogy a b csomagolás szorosabb és kb. 10 vízszintes sor után már egy teljes sorral kisebb területet foglal el, mint ugyanannyi sor a csomagolás esetén. A matematikai feldolgozás részleteit mellőzve még csak annyit, hogy a b csomagolásban egy üresen maradt köz területe egy kör ($r^2\pi$) területéhez képest $0,16 r^2$, az a csomagolás esetén egy köz értéke $0,86 r^2$, azaz 5,4-szer akkora, (viszont a b csomagolás esetén 2-szer annyi köz van, mint kör, a csomagolásban megegyezik a körök és közök száma). Természetesen előfordulhat ezeknél lényegesen tömöttebb csomagolás is, ha külső kényszer folytán közösfalú egyeneshatáru testek illetve idomok keletkeznek.

Lássuk ezen elvek érvényesülését néhány modellen, amelyeken nyert képek nagyon hasonlítanak a mikroszkópi képekre és talán adatokat szolgáltatnak a mikroszkópi kép keletkezésének mechanikájához. A 8. ábra azt a kísérletünket mutatja, melyben üveggyöngyök merültek meleg gelatinoldatba, majd a gelatina megmerevedett lehülés után. A b szerinti csomagolásnak megfelelően egyes helyeken csak a kb. háromszögű hézagok látszanak, más helyeken kb. hatszögű idomok az üveggyöngyszemek között. — Vagyis hatszögű idomokat mutatnak a gömbök közei a gömbök torzulása nélkül is. A 9. ábra ugyancsak meleg festett gelatina-oldatba beöntött és



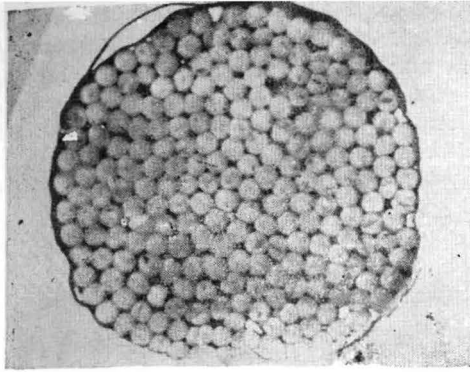
8. ábra. (üveggyöngy)



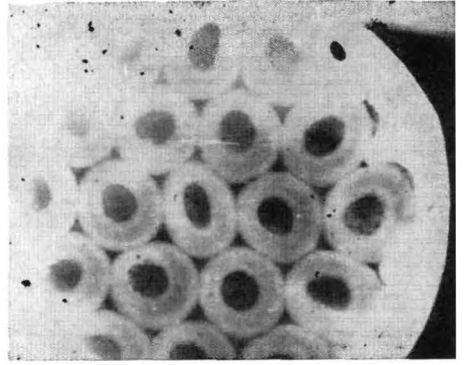
9. ábra. (kása)

abban megfőzött sárga-kása képét mutatja; a főtt kása kiterjedése folytán az egyes szemek összenyomódnak, ezért tömöttebb csomagolásba kerül a rendszer; a képen sok egyenesvonalú idom látható.

Nemcsak gömb- hanem hengeralakú rendszerrel is végeztünk modell-kísérleteket. A 10. ábra festett gelatinában főtt vékony hengeralakú leves-tészta-szálakból álló köteget mutat; kihülés után keresztmetszeteket készítettünk, ezen is felismerhetők hexa-, ill. polygonális alakzatok. — A következő 11. ábra hasonlóan kezelt makarónival készült; a makaróni csövébe is felnyomul a festett gelatina alapanyag. Ezt a képet mutatja tehát a keresztmetszet, ezután következnek a 12. ábra, mely viszont a szemretina lamina pigmentosájából való metszet mikroszkópos képe. A kettő hasonlít egymásra.

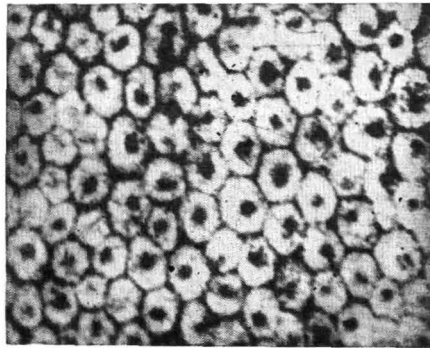


10. ábra. (evestészta)



11. ábra. (makaróni)

Természetesen nem kívánok felületes, könnyelmű azonosító, vagy általánosító megállapításokat tenni, másrészt aligha zárkozhatunk el bizonyos összefüggések előtt. Feltételezzük, hogy a modellkísérletekben tudatosan létrehívott mechanikai körülmények szerepet játszanak az ebben a pontban felsorolt biológiai struktúrák mechanikájában is. Általában



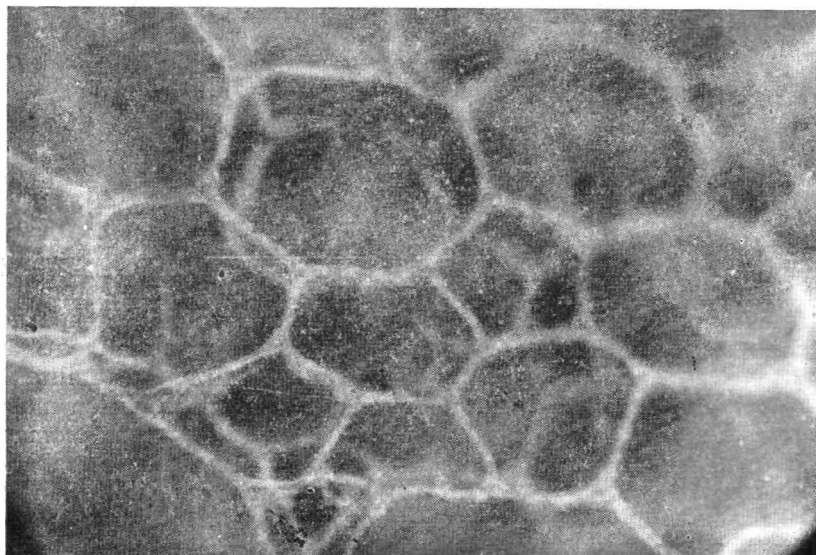
12. ábra. (szem)

tehát az a kép alakul ki, hogy a sejtek szaporodásával létrejött téraránytalanság folytán összezsúfolódnak és formálódnak a sejtek. Így jönnek létre keresztmetszetben a hexagonális (és egyéb) egyenesvonalú idomok, térben pedig a sokszögletű alakzatok. A térbeliség kérdésének matematikai feldolgozásából — a részleteket ismét mellőzve — csak annyit említek meg, hogy a gömbök legszorosabb elrendeződése esetén is kitöltetlen marad az elfoglalt térnek kb. 1/4-e. Ha nem gömbök, hanem hengerek csomagjáról van szó, akkor a 7. b ábra alapján a síknak kb. 1/10-e marad szabadon és ebből következik, hogy a térnek is csak 1/10-e maradna kitöltetlen. Mikor tehát külső kényszer folytán megváltoztatják alakjukat a sejtek és a lehető legszorosabb csomagolásban töltik ki a teret, akkor az eredeti gömbök ill. hengerek legszorosabb csomagolásához viszonyítva is még 1/4 ill. 1/10 téryanereséget érhetnek el.

Ezen elgondolások után folytassuk ismét a modellkísérleteket; olyan kísérletet állítunk össze, hogy a megvalósulás folyamatáról is adjon felvilágosítást. 5 g saccharóz pro analisit és ennek kb. 5⁰/₀-át kitevő KCl pro analisit finoman elporítva és jól elkeverve szárítottunk 110° C-on, majd hamvasztottuk 400° C-on. Mint ismeretes, a cukor elfolyósodik a hevítés

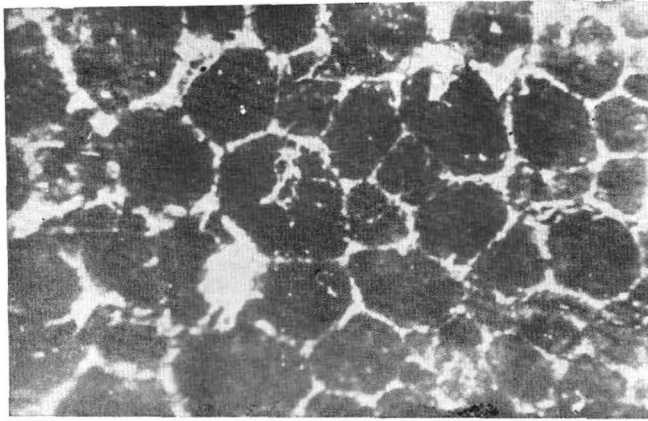


13. ábra. a (cukor + KCl)



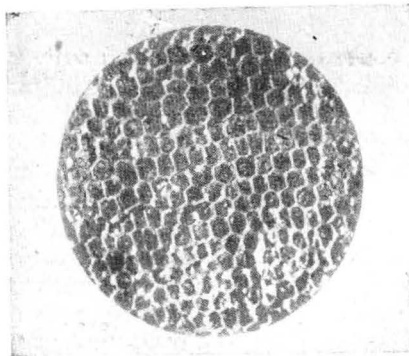
13. ábra. b (cukor + KCl)

elején, miközben vizet veszít, amely persze gőzalakba megy át. Ezek a gőzhólyagcsák úgy felfújják az elfolyósodott (karamellizálódott) cukrot, mint az élesztő termelte CO_2 a tésztát, vagyis „megkel” az elfolyósodott cukormassza; ezáltal kitölti a hólyagcsák közeit, és benne finoman eloszolva marad a KCl. A megkelt massa szesenedik és szilárdul, ami bizonyos fokig külső kényszerként szerepelhet a hólyagcsák további alakulása szempontjából, majd a folyamatos hevítés során elég a megszilárdult szénváz, de ottmarad a benne finoman eloszlott KCl. Ezt mutatják a következő 13. ábra



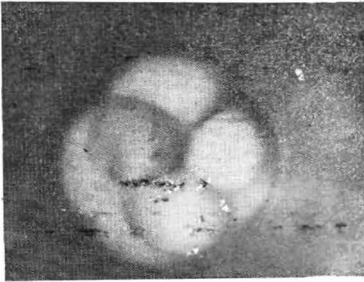
13. ábra. c (cukor + KCl)

a, *b* és *c* képei; és pedig az *a* kép ilyen hamuról készült felvétel, amelyen zavarják ugyan egymást a különböző mélységben lévő rétegek, de már ezen is látható bizonyos struktúra, melyet sokkal jobban mutat a *b* és még tisztábban a *c* kép. Ezt főleg azért mutatom be, hogy összehasonlíthassuk egy növény spodogrammjával (14. *a* ábra) és pedig a 14. törzs 2. osztálya 1. ágazata, 6. rendje Commelinaceae családja egyik egyedének, egy tradescantiának, illetve az abból vett levél alsó lapjának spodogrammjával.

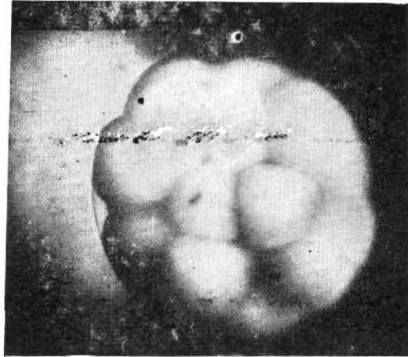


14. ábra. *a*

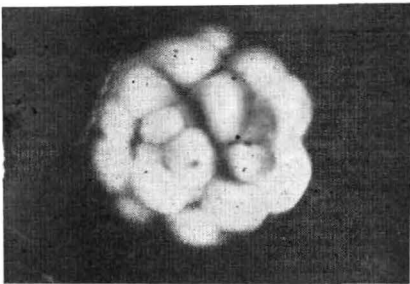
Elgondolásunk realitásának illusztrálására a megtermékenyített sejt oszlása utáni kezdeti képeket mutatok be, amelyeket Szentágothai kolléga szívessége folytán, munkatársa, Székely kolléga bocsátott rendelkezésemre. A 14 b, c, d, e ábrák a fokozódó sejtszaporodás folytán beálló állapotokat mutatják, amint a kezdetben kör alakú sejt képek fokozatosan egyenesvonalú határokat vesznek fel.



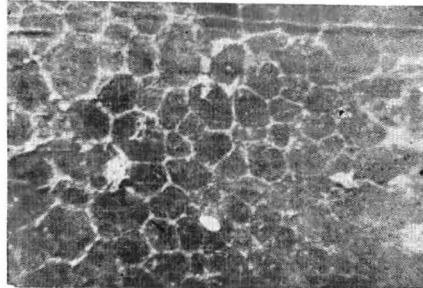
14. ábra b



14. ábra c



14. ábra d



14. ábra e

É pont befejezéséül tegyük fel, hogy a térszűke miatt szabályos dodekaéder alakra változik a kezdetben gömb alakú sejt. Ilyen dodekaéder halmaszete sokféle többszöget tartalmaz. A különböző metszési irányok folytán 3, — 4, — 5, — 6, sőt 7, — 8, és 9 — szög is felléphet. Ez magyarázhatja részben egy biológiai szövet harántmetszetének képét.

Azt hiszem az elmondottak alapján nem hat túlzásként az a törekvés, hogy vegyük figyelembe e modellkísérletek adatait is bizonyos biológiai mikrostruktúrák mechanikájának megalkotásánál.

II. Előadásom első részében makro- és mikroszkópos nagyságú rendszerről beszéltem; most a kisebb submikro- és amikroszkópos struktúrákra térek rá. A legkisebb önálló élő egységek közül a T_2 phag-nak nevezett vírust veszem, amelyről ismeretes, hogy nukleinsav magból és fehérje héjből áll. Ez a fehérje leválik a nukleinsav magról, mikor a vírus benyomul a fertőzendő sejtbe, ill. bacteriumba* és a nukleinsav-váz képes újra fel-

építeni az eredeti vírust és szaporodni a baktérium anyagából. Vagyis az élő anyag eddig ismert legprimitívebb egysége fehérjéből és nukleinsavból áll, ezek kapcsolódásával játszódik le a legprimitívebb formában az élő anyag keletkezése eddigi tudásunk szerint.

Ennek a folyamatnak megismeréséhez tartozik a struktúrák ismerete. Az e körbe tartozó struktúra-mechanikának egyik matematikai részletét fejteném ki röviden, és pedig előbb a fehérje helix struktúrájára vonatkozólag. Ismeretes a fonalas fehérjemolekula helix struktúrája; ezt az ún. *divergencia*-értékkel jellemezhetjük. A divergencia számértéke olyan tört, melynek számlálója azt mondja meg, hogy hány teljes fordulat után jutunk el a helixen olyan taghoz, mely pontosan ugyanazon szimmetriavonalon van. A nevező pedig az ezen az úton elhelyezkedő összes gyökök száma, és pedig a Röntgen-diffraktogramm adatai szerint egy ilyen, periódusnak nevezett helixrész, 16 Å, és 3 teljes fordulatot jelent a helixen. Minthogy pedig egy-egy tagnak egymástól való távolsága a helixen 1,5 Å

tehát a 16 Å hosszon $\frac{16}{1,5} \sim 11$ tag van, vagyis a divergencia $\frac{3}{11}$ ** . Leír-

tak más, hosszabb helixperiodusokat is, így pl. 27, 43, és 70 Å-nyi hosszúságúakat; ezeknek megfelelő divergencia-értékek törtjének nevezői sorra

$\frac{27}{1,5} = 18$, továbbá 29, 47, számlálói pedig 5, 8, 13. Ezen törtek az ún. *Lucas-sequentiát* adják

$$\left(\frac{2}{7}\right), \frac{3}{11}, \frac{5}{18}, \frac{8}{29}, \frac{13}{47} \dots$$

Általános szabály, hogy minden tag számlálója ill. nevezője az előző két tag számlálójának ill. nevezőinek összege.

A divergencia adatok tehát felvilágosítást adnak a fehérje-molekulán belül az egyes gyökök bizonyos térbeli, *sztereometriai sequentiájáról*; a még tüzetesebb ismeret a *kémiai sequentiára* vonatkozik. Azaz csak vonatkoznék, ha képesek lennénk megmondani, hogy mi az aminosavak sequentiája az egyes fehérjékben. Ez a feladat az információ-elmélet területére visz bennünket, ma még csak a munka elején tartunk. Annyit tudunk, hogy az élet két legfontosabb alapanyaga a fehérje és a nukleinsav közül ez utóbbi is helix struktúrával rendelkezik, ill. kettős helix-szel, amelyen 4—5 nukleotida helyezkedik el; minden nukleotidához kapcsolódik egy-egy szénhidrát-phosphat csoport, amelyek azonosak az egész molekulában. Tehát az egész nagy 10^7 — 10^8 nagyságrendben levő molekula specificitását e néhány nukleotida stereometriai és kémiai sequentiája határozza meg. Továbbá a nukleinsav specificitása dönti el a vele kapcsolatos fehérje specificitását, amelyet viszont az határoz meg, hogy a fehérjét a 20 egynéhány aminosav közül hány és milyen sequentiában építi fel. Minthogy pedig egy nukleinsav több száz nukleotidát, illetve egy fehérje molekula több

* ennek térfogata a phagéhoz képest legalább ezerszeres.

** Megjegyzendő, hogy kifejezhető a divergencia azon szögértékkel is, mely két egymásután következő tag síkja között van; így pl. ha a helixen egy teljes fordulatra 3, ill. 4 tag jut, akkor a divergenciát $\frac{1}{3} 360^\circ$, ill. $\frac{1}{4} 360^\circ$, vagyis 120, ill. 90 fokkal is jellemezhetjük.

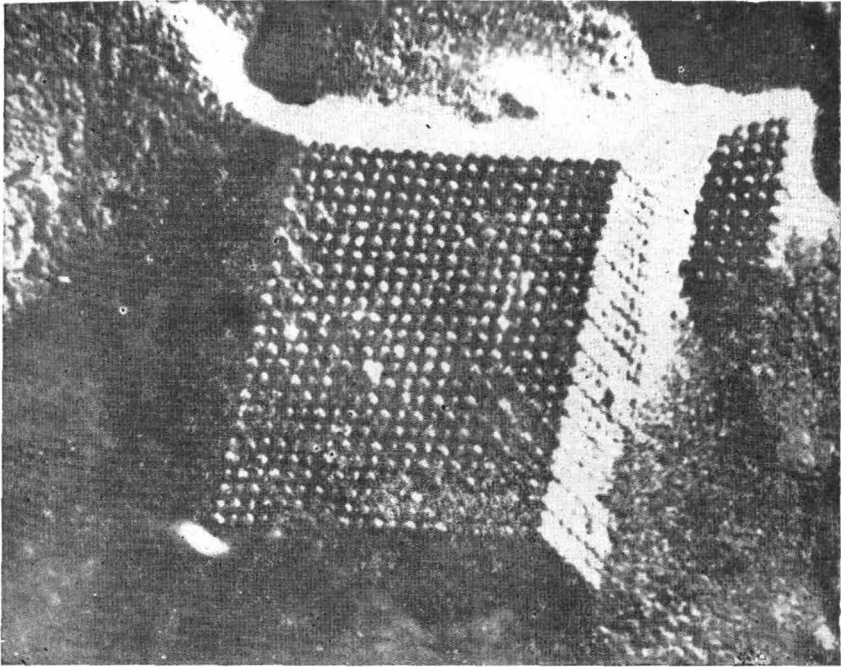
száz aminosavat tartalmaz, tehát igen bonyolult (matematikai) feladattal van dolgunk.

A helix keletkezése fontos probléma, hiszen ez a forma ma igen nagy szerepet játszik a biológiai irodalomban. Ha feltesszük, hogy ez a forma a fibrozus polymernek felel meg, míg a globuláris molekula egy egészen szűk menetű spirálisnak, akkor feltehetjük úgy a kérdést, hogy milyen fizikai-kémiai folyamatok révén alakul át egymásba a két forma. Hiszen ha kihúzzom a spirálist helix-szé, a két forma matematikai alaptörvénye azonos marad. Ha feltesszük, hogy a helix megfelelő helyein K helyébe Ca lép, akkor a két kötési hely taszításából vonzás lesz és a helix visszaalakul spirálissá. Nem ez a feltevés a lényeges, hanem annak kutatása, hogy a fejlődés kezdetén melyik forma a primér és van-e szerepe a formaváltozásnak fontos biológiai folyamatokban, mint pl. az izomműködés vagy az öregedés.

Felmerülhet és fel is merült az a kérdés is, hogy vajon nem volt-e egyenes eredetileg a nagy molekula váza és csak a fokozatosan hozzákapcsolódott gyökök ill. ionok révén csavarodott fel. Ha feltesszük továbbá, hogy eredetileg hosszú molekula volt, amelynek két fele egyenlően épült fel és középen valamely ok folytán behajlott és aztán ez a bifiláris molekula felcsavarodott, akkor ez már szolgáltatja egyrészt a kettős helixet, másrészt arra is a magyarázatot, hogy a kettős helix szétválása a genezisben miért szolgáltat két teljesen azonos fél-fél részt. Ilyen feltevés révén rendkívüli módon leegyszerűsödik az információs feladat és kémiai analízis számára nyújt alapot. Mert, ha sikerülne kimutatni a kettős helix két végén lévő bázisok kémiai természetét, akkor ezen leegyszerűsített modell sequentiáját meg lehetne állapítani és újabb kísérlettel ellenőrizni.

Még egy megjegyzést. Szóltunk arról, hogy a legkisebb élő egység, T_2 phag-nak nevezett vírus nukleinsav része felépíti maga köré fehérje hüvelyét és aztán szaporodik. Talán felfoghatjuk a molekulásúly analógiájára úgy a helyzetet, hogy a 10^8 nagyságrendben lévő súlyegység az a minimális anyagmennyiség, amely stereometriai és fizikai-kémiai struktúrája révén képessé válik létrehozni az élet legprimitívebb egységét ill. formáját. Persze nem szeretem az üres analógiákat, csak megjegyzésként említem, hogy talán olyan atombombaszerű jelenséggel állunk szemben, hiszen egy bizonyos minimális anyagmennyiségnek megfelelő struktúráltsága az alapvető feltétele az életfolyamat jelentkezésének.

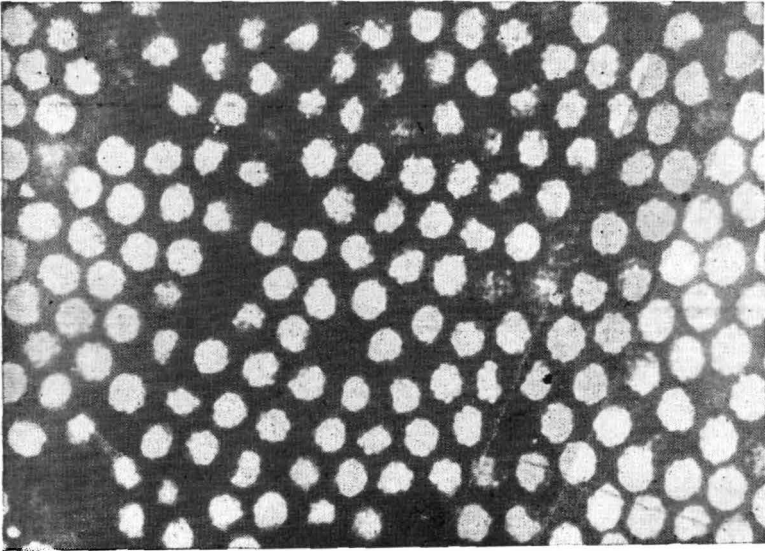
De ezzel még nem írtuk le teljesen a vírus struktúráját, hiszen az egyes vírusok nagyon hajlamosak arra, hogy csoportba álljanak össze; ismeretes, hogy a vírusok gyakran szabályos kristályt alkotnak, melynek méretei akár százszorosát is kiteszik az egyed méretének. Ezekben a kristályokban az egyes vírus tekinthető az elemi egység-cellának és ennek, még az egész kristálynak felépülése kölcsönösen igazolják egymás struktúrájának szabályos voltát. Ezzel a kristályképződési folyamattal kívánok még foglalkozni. A következő 15. ábra a dohány necrosis vírus rhombus alakú kristályát mutatja 84 000 x-es nagyításban; (a síkban két tengely egymásra merőleges, a másik két tengely hegyes- ill. tompaszöget alkot egymással és 30° ill. 60° -os szöget az előző két tengellyel, vagyis) a 7. b. ábrán mutatott ferdeszögű elrendezéshez analóg struktúrát látunk, amely — mint kifejtettük — a szorosabb csomagolásnak felel meg. Viszont világosan látszik



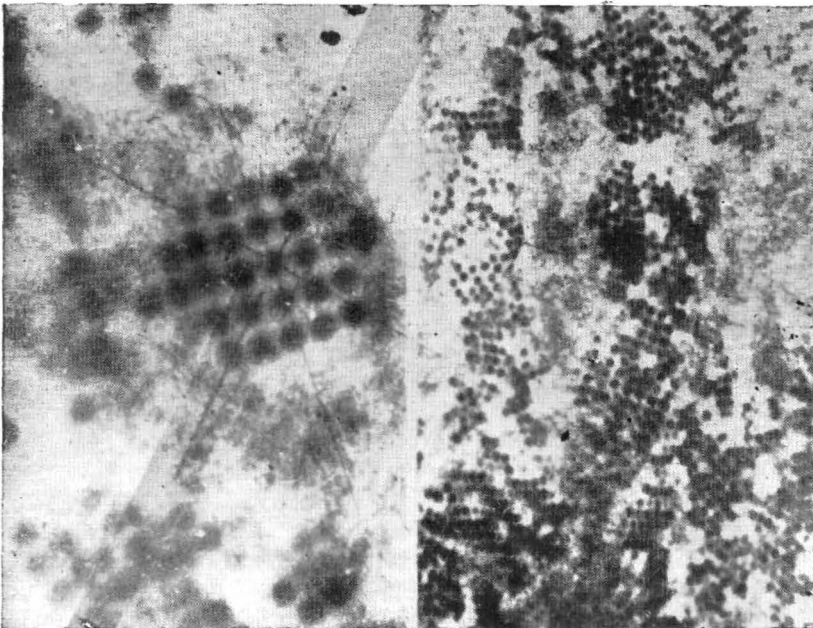
15. ábra

az ábrán, hogy az egyedi vírusokat kb. nagyságuknak megfelelő közök választják el egymástól. Ez pedig felveti a kérdést, hogy mennyiben lehet szó szorosabb csomagolást okozó külső kényszerről, ha ilyen nagy szabad tér látható az egyes vírusok között?

Ezzel a kérdéssel kapcsolatban álljon itt még a 16. ábra, mely 300 000 x-es nagyításban mutat egy látszólag rendezetlen vírus-tömeget (Turnip (répa) yellow mosaic virus), amelyben az egyes egyedek egymástól saját átmérőjüknel nagyobb távolságra vannak. Gondosabb tanulmányozáskor kiderül, hogy (2 merőleges tengelyen kívül két másik tengely hegyes- ill. tompaszöveget zár be, szóval) ez a kép is a 7. b. ábra értelmében a szorosabb elrendezettséget mutatja. Egyrészt a szorosabb rendezettség, másrészt a nagy térközök ismét olyan ellentétet jelentenek, hogy a szerzők is felvetik a kérdést, vajon nem metodikai hiányosság láttatja-e ezeket a nagy közöket. Szerzők szerint az egyes vírusok a valóságban érintik egymást, az ellenkező képet az okozná, hogy csak részben merültek bele a vírusok a beágyazó phosphorwolframsavba. Talán emellett szólna aránylag igen kis méretük is ($\sim 200 \text{ \AA}$). E probléma keretében lássuk a 17. ábra *a* képét, amely egy kristálykezdeményt mutat, mégpedig 74 000 x-es nagyításban, a vírusok kb. 1000 \AA nagyságúak. Teljesen szabályos képet látunk, a 7. *a* ábra derékszögű elrendeződésének megfelelően, de közökkel a vírusok között. A *b* képen ugyanezen vírus kristályképzésének egyik előrehaladottabb stádiumát látjuk, az előbbihez képest kb. 1/3-nyi nagyításban, (több kristály látszik a kialakulás különböző stádiumában.)



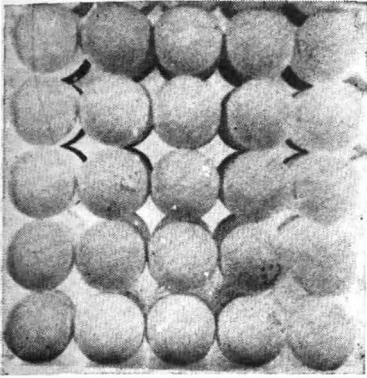
16. ábra.



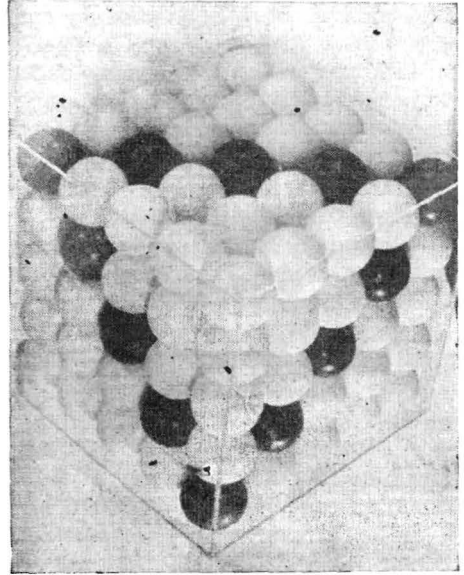
17. ábra. a

17. ábra. b

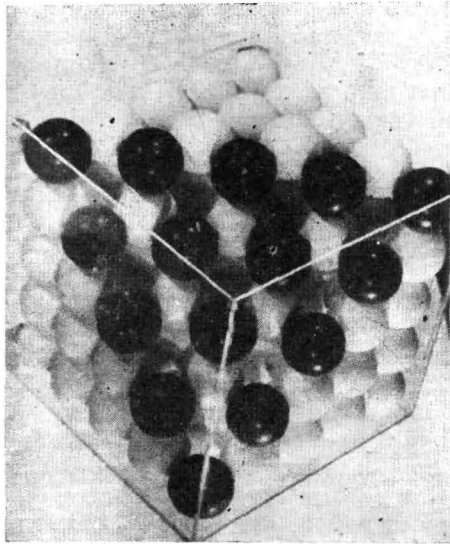
A vírus kristályalakok most vázolt problémájával kapcsolatban a korábban már jelzett struktúra-modelleken kívül folytattuk e modellvizsgálatokat más térbeli alakzatokra is, amennyiben ping-pong labdával építettünk fel bizonyos alakzatokat. A következő 3 ábra közül az *a* mutatja felül- és oldalnézetben, hogy a labdák elhelyezkedése a 7. *a* ábra derékszögű elrendezettségének felel meg és kb. hasonló, mint a 18. *a* ábra víruskristályában az egyes vírusoké. Ezzel a síkkal párhuzamos minden metszet hasonló rendezettséget mutatna. Ha azonban másirányú („metszetet”) vizsgálá-



18. ábra *a*



18. ábra *b*



18. ábra *c*

lunk, ahogyan ezt a *b* és *c* ábrák mutatják, egészen más elrendezésű és más tértávolságú egységelhelyezkedés mutatkozik. Persze nem tartom az elméleti modelleket általában biológiai valóságnak, másrésztől viszont a modell-tanulmányozás sem mellőzhető; hiszen jelen esetben megoldja a fentebbi nehézséget, amennyiben kideríti a használt metodika alapvető tulajdonságát, és pedig a metszési sík irányától való függést.

III. Előadásom befejező részében rátérnék néhány általános szempontra. Mindenekelőtt emlékeztetek arra, hogy az amikroszkópos fehérje helixen a gyökök elhelyezkedése matematikai formulával írható le, mégpedig a divergentia-értékek segítségével. Hasonló matematikai összefüggést találunk makroszkópos rendszerben is, és pedig a levelek ill. rügyek elhelyezkedésével kapcsolatban egy hajtáson (sarjon). Azért kapcsolom össze így e merőben különböző két objektumot, mert a levélzet rendezettségével kapcsolatban egy mostani, egyébként jó növénytani tankönyvben olyan kitételt találunk, hogy — idézem — „entsprechend der Anforderung möglichst günstiger Beleuchtung” („a lehető legelőnyösebb megvilágítás követelményének megfelelően”, vagyis lecsúszik a könyv a célszerűségi szemlélet nivójára. Persze bizonyos szemlélet számára megnyugtatóan hathat az a magyarázat, hogy a levélzet állása célszerű, de hova jut evvel a célszerűségi magyarázattal a fehérje helixre vonatkozó, hasonló matematikai összefüggés esetében?

A méh-léppel kapcsolatban is felmerült bizonyos „gazdaságossági” szemlélet, amellyel szemben azonban a külső tér jelentőségének felismerésére már régen érvényesült. Az előzőekben említett modell-kísérleteink — azt hiszem — megvilágították a külső tényezők szerepét a struktúraképződés mechanikájában; általában kerülendő a biológiában olyan fogalmazás, mely nem egyezik a természettudományos kutatás mentalitásával.

De nem lennének igazságosak, ha kizárólag csak a biológia szemléleti hibájaként fognók fel a „gazdaságosság”, az ökonómia tételként való használatát. Persze, nem merészkedem betolakodni a szakfizikusok területére, de mi más lenne a *Mach* által hangoztatott „Denkökonomie” szerepe a fizikában? Vagy megemlítem a XVII. századból a zseniális matematikus *Fermat* által felállított elvet, — a fény időminimum alatt teszi meg útját — amely egyrészt nem ad újat, másrészt nem érvényes a geometriai optikán kívül. Nálam hivatottabbakra tartozik annak megvizsgálása is, hogy hasonló extremáltételek (a legkisebb hatás általános tétele: Euler-Maupertuis; legkisebb kényszer: Gauss; legkisebb hatás: Hamilton; legkisebb út: Hertz; hatás: Jacobi a XVII—XIX. században) egyike-másika mennyiben fejez ki új természettudományos megismerést, illetve mennyiben áll inkább az ún. Denkökonomie szolgálatában? Azt hiszem, folytathatnánk a fizika területén is az ilyen-irányú vizsgálódást .

Visszatérve a biológia berkeibe, remélem, hogy tudományunk egzakttá irányba való fejlődése folytán eltűnnek majd az olyan fogalmazások, amelyek nélkülözik a szilárd belső tartalmat és gátolják a haladást. Pl. a múlt századbéli *omnis cellula e cellula* és más hasonló dogmák mintájára az egyébként kiváló *Frey—Wissling* mostani, a biológiai struktúrát tárgyaló könyvében (1956) a valóságot kifejező alapelveként szögezi le: „*omnis structura e structura.*” E tétel szerint tehát a biológiai struktúra kialakulása feltételezi egy már előző hasonló biológiai struktúra meglétét, ami magya-

mul azt mondja, hogy ilyet pedig művi úton nem lehet létrehozni. Máris ott állnánk a vis vitalis küszöbén.

Ha viszont azt kívánjuk, hogy a biológia egzakt természettudománnyá váljék, akkor ehhez a legdöntőbb lépést azzal tesszük majd meg, hogy laboratóriumban állítunk elő élő anyagot. Ehhez pedig az kell, hogy a biológia a természettudományos kutatás mentalitásának megfelelően gondolkodjék. Egyszerű és tetszetős volt *Platon* elgondolása, mely szerint az égitestek pályája kör, mert az a legegyszerűbb idom, mégis *Kepler* megfigyelésen és mérésen alapuló ellentétes állítása vitte előre a természettudományt egészen a mai ürrepülésig. A természet megismerésének új korszakában a következő nagy lépés, élő anyag laboratóriumi előállítás, a biológiát illeti; ehhez az egyik első lépés a biológiai struktúrák mechanikájának egzakt kidolgozása. Hogy ehhez mennyire szükségünk van a szakfizikusok támogatására, azt ha más nem is, de előadásom hiányosságai bizonyára megmutatták.

Az ezután következő előadások többsége rövid, 10 perces előadás volt, mely konkrét kutatási eredményekről számolt be.

A következő kiselőadások hangzottak el. (Helyszűke miatt a beérkezett autoreferátumokat lerövidítettük.)

1. Györgyi Sándor — Gászó József:

(Budapesti OE. Orvosi Fizikai Intézete)

Sugárártalozó korai diagnózisa a vér alakos elemeinek rezisztenciaváltozása alapján.

Megvizsgálták az erythrocyták és thrombocyták rezisztenciáját patkányoknál 200 r-es egészttest besugárzás után néhány órával. Erythrocyták esetében nem találtak a normáltól eltérést. Szignifikáns, (mintegy 20—25%-os) rezisztenciacsökkenést találtak ultrahanggal szemben a besugárzott állatok thrombocytaínál, továbbá az alvadási idő már a besugárzás utáni első napokban rohamosan csökken és a hetedik napon a kiindulási érték 40%-ára esik le. A regeneráció kb. 3—4 hét alatt megy végbe.

Hozzászólók: Greguss P., Geszti O., Predmerszky T., Sztanyik L., Kerner J., Koczás Gy.

2. Sztanyik László — Geszti Olga:

(Magyar Néphadsereg Egészségügyi Szolgálatja és a „Frédéric Joliot-Curie” Központi Sugárbiológiai Kutató Intézet)

Adatok kevert hasadási-neutron és gamma sugárzás biológiai hatásához.

A neutronok biológiai hatásának fizikai fázisában végbemenő reakciók sokrétűbbek, mint más típusú ionizáló sugárzások esetében. Többek között bizonyos szövetelemekben indukált radioaktivitás is létrejön. Szerzők a

hazai kísérleti atomreaktor vízszintes csatornájában állatokat és modell-rendszereket sugároztak be termikus- és gyors neutronokkal, valamint gamma-sugarakkal. Megállapították, hogy a besugárzást követő 24 órán belül a minták aktivitása elsősorban a Cl^{38} , Na^{24} és K^{42} radioizotópoktól származik, míg a további periódusban egyre számottevőbb a P^{32} . Ezek ismeretében következtetni lehet a szövetekben absorbeált dózis nagyságára.

Hozzászóló: Tigyi J.

3. Zoltán Örs Tamás — Fischer János:

(I. Belgyógyászati Klinika, — Matematikai Kutató I. Biometriai Oszt.)

J^{131} -gyel jelzett subcutan beadott kristalloidok és kolloidok terjedésének és resorptiojának vizsgálata.

Módszert dolgoztak ki, amely lehetővé tette egyrészt jelzett anyagok diffuziojának vizsgálatát a bőralatti kötőszövetben, másrészt a resorptio tanulmányozását. Több korrekciós faktor figyelembevételével matematikai módszerrel megállapították, hogy a görbe exponentialisan superponált jellegű. Az egyenlet decrementumainak kiszámítását bemutatták.

4. Krasznai István — Földes János:

(I. Belgyógyászati Klinika)

J^{131} -izotóp therapiás alkalmazásának dozimetriai kérdései.

A J^{131} izotóp therapiás alkalmazásánál problémát jelent a meghatározott szövetdosis eléréséhez szükséges beadandó izotópmennyiség megállapítása. Ennek kiszámítására képletet vezettek le, — figyelembevételével a J^{131} fiz. és biol. tulajdonságait — amelynél olyan tényezőket is figyelembevettek (szélhatás, max. felvételig eltelt idő), amelyek a hasonló dosisszámítási képletekben nem szerepelnek. A pajzsmirigy súlyának in vivo meghatározására olyan metodikát dolgoztak ki, melynek pontossága $\pm 20\text{--}25\%$, és lényegében ez szabja meg az egész dosimetralás pontosságát.

Hozzászólók: Sztanyik L., Bozóky L., Faludi B.

5. Nagy János:

(Budapesti OE. Orvosi Fizikai Intézete)

A scintigrafia és radiocirkulografia problémái

A szerző az intézetben 1958-ban épített szcintigráf, illetve az ennek nyomán a Gamma Optikai Művek által forgalomba hozott Scinticart üzemeltetése közben szerzett tapasztalatokat ismerteti és rámutat a berendezés tökéletesítésével kapcsolatos problémákra. Beszámol továbbá a zárt csőrendszerekben áramló folyadékok jellemző áramlási adatainak (kerin-

gési idők, perctérfogatok, stb.) meghatározására végzett eddigi kísérleteiről. Hangsúlyozza e kísérletek orvostudományi jelentőségét (rádiokardiográfia) és utal az ipari zárt csőrendszerek vizsgálatával kapcsolatos lehetőségekre is.

Hozzászólók: Tigyi J., Orbán Gy.

6. Barabás Zoltán:

(MTA Mezőgazdasági Kutató Intézete, Martonvásár)

A mutációs genetika újabb eredményei.

A mutáció segítségével indukált variabilitás nemcsak a fajta és faj határait lépheti túl, hanem ivari viszonyait is megváltoztathatja. Röntgen, Co^{60} és colchicin mutagének segítségével hermafrodita (himnős, egylaki) *Sorghum vulgare*-ből (cirokból) kétlakít állított elő, vagyis olyan típust, amelyben már külön egyeden van a him és külön a nővirág. A kétlaki *Sorghum* előállításának a kísérletes evolúcióban betöltött elvi jelentőségén túl a hibrid (heterózis) hatás kiaknázásában praktikus értéke is van.

Hozzászólók: Horváth I., Orbán Gy., Faludi B.

7. Koczás Gyula — Dósay Károly:

(Országos Sugárfizikai Intézet.)

Az egyéni sugárvédelemmérés időszerű kérdései és hazai tapasztalatai.

Vizsgálat alá vették az összes sugárdózismérési lehetőséget és felhívták a figyelmet a gyors dózismegállapítás, a hosszabb időre nyúló összegező mérés és az objektív dokumentálás szükségességére és lehetőségeire, továbbá nagy dózisos (katasztrófa) mérésére. Beszámoltak a filmes védelemmérés hazai kísérleteiről és mintegy 4000 film értékelésének eredménye alapján szerzett tapasztalatokról.

Hozzászólók: Makrazsin, Sztanyik L., Orbán Gy., Veres Á., Bozóky L.

8. Bojtor Iván — Dósay Károly:

(Országos Sugárfizikai Intézet.)

Ionizációs dózismérők kamrafal-levegő ekvivalenciájának vizsgálata.

Besugárzási dózis ionizációs kamrával történő energia-független mérése a levegővel ekvivalens falú kamrával lehetséges. Intézetükben készült ionizációs kamrán végzett mérések alapján azt találták, hogy a kamra eleget tesz a levegőekvivalencia követelményének és jól megközelíti a Siemens-kamra minőségét.

Hozzászólók: Orbán Gy., Koczás Gy.

9. Bálint Árpád — Károlyi Géza — Nagy Jánosné:

(Debreceni OE. Orvosi Fizikai Intézete)

A vörösvérsejt hárttyája felület-egységkénti vezetőképességének meghatározása.

A vörös vérsejtek elektromos fajlagos ellenállásának a Maxwell—Ve-lick—Gorin-féle formula segítségével történő kiszámításához egy alaki tényező (f) ismerete szükséges. Ezen alaki tényező értékét kockaalakú elektrolit vezetőképességmérő edénybe helyezett, a vérsejtekhez geometriailag hasonló alakú szigetelő modell segítségével kísérletileg határozták meg. Az így kapott f érték ismeretében gömbalakú sejtek esetében kiszámítható a sejhártya felület-egységkénti ellenállása. A vörös vérsejtek alakjához közelebb áll egy b vastagságú a sugarú korong. Ezen felfogás alapján végzett számításait is ismertették.

10. Tamás Gyula — Rontó Györgyi:

(Budapesti OE. Orvosi Fizikai Intézete)

A diffúziós és penetrációs folyamatok befolyásolása ultrahanggal

A szerzők izolált békaizom Na-cseréjével kapcsolatban a deszorpciót vizsgálták. A Na-ion kiáramlásának időbeli lefolyását ábrázoló kísérleti görbe lineáris, nem extracelluláris Na-ra jellemző szakaszát két komponensre bontották. A felületre adszorbeált Na mennyiségét 40, az intracellulárisét pedig 60%-nak találták. A két komponens eltérő időkonstansokat mutatott. Kísérleti eredményeik szerint az UH-nak a deszorpcióra gyakorolt hatása különösen szembetűnő.

Hozzászóló: Tigyi J.

11. Garamvölgyi Miklós:

(Pécsi OE. Biofizikai Intézete)

Anorganikus anyagok lokalizációja az izomfibrillában.

Régebbi vizsgálatok folytatásaképpen a kérdést elektromikroszkóppal is megvizsgálták. Ép és elhamvasztott, másrészt megnyújtott rovárszárny-izomfibrillákat hasonlítottak össze. A megnyúlás során változik a Z- és M-csík hamutartalma, a hamu zöme az A-szakaszban helyezkedik el.

12. Bíró Gábor:

(Pécsi OE. Biofizikai Intézete)

Az izomkontrakció időbeli lefolyásának matematikai analízise.

Az izomműködés megismerésének szempontjából alapvetően fontos az izomkontrakció időbeli lefolyásának analízise. In situ m. gastrocnemiusok

fotoelektromos módszerrel nyert kontrakciógörbéinek matematikai elemzése segítségével megállapították, hogy az izomrövidülés jó közelítéssel sinus-függvénnyel írható le.

13. Tigyi József:

(Pécsi OE. Biofizikai Intézete)

A béta-sugárzás hatása az izomra.

Sr^{90} — Y^{90} β -sugárzásával 500—1000 r-nyi dózis hatására igen jelentős változást találtak az izom ingerlékenységében, a K és P-tartalom változásában, és a K és P-kicserélődés sebességében. A mért változásokat az ingeráram károsító hatásával és az ultrahang hatással analógiában elemezték.

Hozzászólók: Bedrossián P., Tarján I., Vödrös D., Bálint Á., Tamás Gy., Koczkás Gy.

14. Masszi György:

(Pécsi OE. Biofizikai Intézete)

Az izom kalium-tartalma és nagyfrekvenciás vezetőképessége.

Az izomban levő kötött K-ot a következő elgondolás segítségével mutatták ki: ha az izomban levő K nem ionos és megfelelő oldat átáramoltatásával kimossák ezt a K-ot az izomból, majd további átáramoltatással ionos K-ot visznek az izomba, a vezetőképességnek növekednie kell a friss izom vezetőképességéhez képest. A mérések a feltevés helyességét igazolták.

Hozzászólók: Oláh K., Lendvai, Romhányi Gy., Tigyi J.

15. Hajnal — Papp Mária:

(Pécsi OE. Biofizikai Intézete)

A kalium és foszfor elhelyezkedése az izomban.

K-dús Ringer oldattal békaizom preparátumot áramoltattak át. Az izom jelentős mennyiségű K-ot vesz fel. Utána az egyik alsó végtagot Ringer oldattal átáramoltatva az oldat a K jelentős részét kimossa. Az utólag normál Ringerrel átáramoltatott izmoknál a specifikus aktivitás értéke nagymértékben csökkent, ami a K nem egyenletes izombeli eloszlását látszik igazolni. A P^{32} -vel végzett hasonló kísérleteik megegyeznek a K-al kapott eredményekkel.

16. Juhász Mária:

(Pécsi OE. Biofizikai Intézete)

A nyosin kristályosodási hője.

Mikrokalorimetriás mérésekkel meghatározták a myosinköteg hőtermelését különböző időtartamú folyamatos és szakaszos feszítések esetén. Eredményeik alapján a hőtermelés végső értékének kialakításában nem annyira a feszítés időtartama, mint inkább a feszítések száma a lényeges. Egyidejűleg a myosinkötegek kettőtörésének kb. 50%-os növekedését mérték. Ez a két adat újabb bizonyítékot szolgáltat a myosinkristályosodási elmélet számára.

Hozzászólók: Oláh K., Tarján I., Greguss P.

17. Niedetzky Antal:

(Pécsi OE. Biofizikai Intézete)

Rádioaktivitás és szív működés.

A radioaktív sugárzásnak izolált békaszívek működésére gyakorolt hatását vizsgálták. 3% KCl tartalmú izotóniás oldattal a szívet megállították. Ugyanolyan kémiai összetételű, de radioaktív anyagot tartalmazó oldat hatására a szívek a kísérletek 42%-ában megindultak. A hatásos aktivitás küszöbértéke $0,5 \mu\text{C/ml}$ -nek adódott. A kísérleti eredményekben az utóbbi 2 évben mutatkozó bizonytalanság miatt, a nyomelemek szerepét is megvizsgálták. A sugárzás mellett még valami — egyelőre ismeretlen — tényező jelenléte is szükséges a szív megindításához.

Hozzászólók: Tarján I., Oláh K., Rontó Gy.

18. Vető Ferenc — Pócsik István:

(Pécsi OE. Biofizikai Intézete)

Thermoozmosis biológiai rendszerekben.

A korábban közölt modellkísérletek szerint magasabb hőmérséklet vizet képes áthajtani szemipermeábilis membránon keresztül alacsonyabb hőmérsékletű helyre még konc. esés ellenében is. Ugyanezt a hatást észlelték különböző növényi szöveteken végzett kísérleteikben. $0,5\text{—}3,0 \text{ }^\circ\text{C/mm}$ temperatúragradiens 1—90 órán át fenntartva szignifikáns eltolódást hozott létre a víztartalomban. A kísérletek szerint a hó szerepet játszhat az élő szövetbeni folyadék mobilizációban.

Hozzászólók: Homola L., Tarján I., Greguss P., Gyarmati I., Oláh K.

19. Mányi Piroska:

(Pécsi OE. Biofizikai Intézete)

Thermodiffúziós izotópszétválasztás.

Thermodiffúzió segítségével különböző izotópok oldatban való szétválasztását tanulmányozták. (K^{39} — K^{42} és Ca^{40} — Ca^{45}) A kísérletek egy részénél található specifikus aktivitás növekedés (Trenn-faktor) nagyobb mint 1. Az eredményeket az izotóp metodika használhatósága szempontjából értékelték.

Hozzászólók: Gyarmati I., Tarján I., Ladik J.

20. Belágyi József:

(Pécsi OE. Biofizikai Intézete)

K^{40} biológiai anyagokban.

Természetes fényben és sötétben fejlődött növények, továbbá állati ivarmirigyek hamuadatainak specifikus aktivitását hasonlították össze KCl specifikus aktivitásával Geiger-Müller csöves számláló berendezéssel. Ed-digi eredményeik szerint egyes csíraszövetekben mért specifikus aktivitás kb. 10⁰/₀-kal nagyobb a KCl specifikus aktivitásánál. A tapasztalt különbséget a K^{40} csíraszövetekben való feldúsulásának tulajdonítják.

21. Lakatos Tibor:

(Pécsi OE. Biofizikai Intézete)

Biológiai rendszerek félvezető tulajdonságainak vizsgálata.

Az ingerületkeletkezés és vezetés problémáival kapcsolatban jellegzetes félvezető effektusokat keresnek élő szervezetből származó szöveteken. Élő izom- és idegpreparátumon keletkező thermoelektromos erőt vizsgálták és azt találták, hogy az szoros összefüggésben van a szövet ingerelhetőségével. Sartoriuson 230 μ volt/C°, idegen 50 volt/C° thermofeszültséget mértek. Vizsgálták továbbá szárított izmok vezetőképességének nedvességtartalom- és hőmérsékletfüggését. A vezetőképesség logaritmus a hőmérséklet reciprokával fordítva arányos.

Hozzászólók: Ladik J., Tarnóczy T., Gyarmati I., Tarján I., Oláh K.

22. Hoffmann Tibor — Ladik János:

(Távközlési Kutató Intézet — Központi Kémiai Kutató Intézet)

.x.

Kvantummechanikai megfontolások a rák keletkezésével kapcsolatban.

Ismertették a desoxiribonucleinsav (DNS)-molekula szerkezetét, energiaviszonyait és a DNS-duplikáció Watson-Crick-féle hipotézisét, majd e hipotézist kiegészítve magyarázatot adtak a kettős hélix lecsavarodásának

megindulására. Megállapították, hogyha egy DNS-molekula π -elektron-vezetővé válik, majd elektromos térbe kerülve polarizálódik, a „töltött” végeken a két nukleotida-bázis közötti taszítás potenciális energiája elég a bázispár szétszakításához. Így a szerzők szerint a lecsavarodás megindulásához elég egyszerűen donor ill. akceptor (karcinogén) anyagok (vagy hatások) jelenléte, másrészt elektromos erőter. Következtetéseket vonnak le a rákosodással kapcsolatban; végül röviden ismertetik a kvantumkémiai számításaihoz alkalmazott matematikai módszert.

23. Gyarmati István:

(Bp. Műszaki Egyetem, Fizikai—Kémiai Tanszék)

Élő organizmusok irreverzibilis folyamatának néhány elvi kérdéséről.

Bertalanffy által élő organizmusokra megadott nyitott rendszermodell és kinetikus egyenletek kiegészíthetők az irreverzibilis termodinamika elveivel és apparátusával. Ezen a hármason egységes energetikai makromodell dolgozható ki egy organizmusra, mint környezetére nyitott rendszerre. A termodinamikai idő segítségével az élő organizmus „biológiai saját-ideje” értelmezhető. Egy organizmus élettartama ebben a skálában függetlennek mutatkozik a választott vonatkoztatási rendszer sebességétől. (V. ö. „ikerparadoxon”).

Hozzászólók: Ladik J., Szakelhausen M.

24. Oláh Károly:

(Bp. Műszaki Egyetem Fizikai—Kémiai Tanszék)

Stacionaritás rendjének megváltozása nyitott rendszerben.

Nyitott, stacionárius állapotban levő rendszerben egy kiválasztott kémiai komponens vizsgálata alá. A rendszerben nagyszámú komponens között számos kémiai reakció lehetséges; adott körülmények között elemzi a stabil stacionaritás, továbbá a stacionaritás instabillá válásának

feltételét. Ez utóbbi $\left(\frac{\delta\mu_k}{\delta n_k}\right) = 0$ a k -komponens kémiai potenciálja, n_k

móljainak száma.) Ilyen esetben a stacionaritás rendje megváltozik. Biológiai rendszerben ilyen változás lokális permanens anyagszerezavart eredményezhet.

A II. Biofizikai Vándorgyűlést 1962. augusztus 21—25-ig Debrecenben tartotta a Társaság, ismét együtt az Eötvös Lóránd Fizikai Társulat vándorgyűlésével.

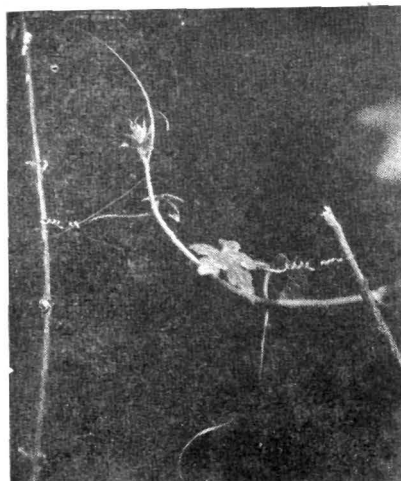
Tóth Lajos, a vándorgyűlés elnöke bevezető szavai után megkezdődött az ingerület-szimpozionum, amelyen a következő előadások hangzottak el.
(Az előadások teljes szövegét közöljük.)

AZ INGERÜLET KELETKEZÉSE ÉS VEZETÉSE NÖVÉNYEKBEN

Frenyó Vilmos

A Magyar Biofizikai Társaság Elnökségének tagja
(Eötvös Lóránd Tudomány Egyetem Növényélettani Intézete, Budapest)

Az ingerület a növényvilágban részben hasonló, részben eltérő az állati szervezetekben létrejövő ingerületi jelenségekhez képest. A növénynek nincsen idegrendszere és nincsenek izmai. Ennek ellenére például a kapaszkodó kacsok érzékenyen reagálhatnak, érintkezve a szilárd támasztekkel és jól megmérhető erővel görbülni kezdenek. (1. ábra) Érzékenysé-

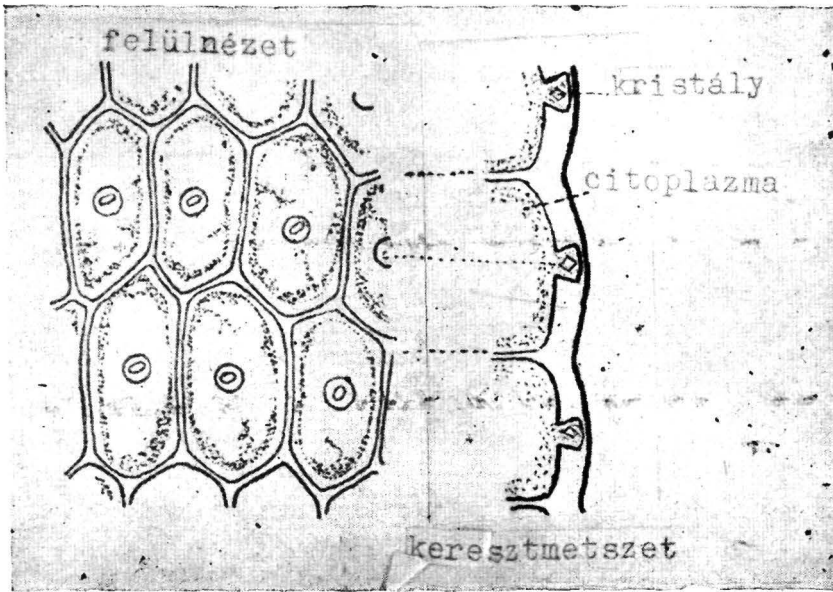


1. ábra. A földi tök (Bryonia alba) kapaszkodása görbülő kacsokkal.

gükre jellemző, hogy 0,1 mg súlyú vattaszál érintése és légáramlattal mozgatása már megindítja a görbülést.

A kacsok érzékenységére vonatkozó vizsgálatok során a múlt században felfedezték az érző gödörkéket, az epidermis sejtek külső falán lévő elvékonyodást. Itt a sejtfal igen kis mechanikai hatásra benyomható. E membrán mögött a sejtfalban 5—10 mikron átmérőjű üreg van, amely úgy képződött, hogy ezen a ponton a sejtfal nem vastagodott. Gyakran Ca-oxalát kristálykát láthatunk a gödörkében. (2. ábra) A gödörkét kívülről lezáró membrán érintésekor a kristály átviszi a nyomást a protoplazmára. Bonyolult reakció-láncolat során az auxin — töltésváltozás következtében

— egyenlőtlenül oszlik meg és a kacs érintett oldalán meglapátja, a túloldalon meggyorsítja a növekedést, a kacs tehát begömbül. Mindez csak akkor következik be, ha szilárd tárgy váltakozva ingerli a különböző ponto-



2. ábra. Érző gödörkék a kapaszkodó kacsok külső sejtfalában

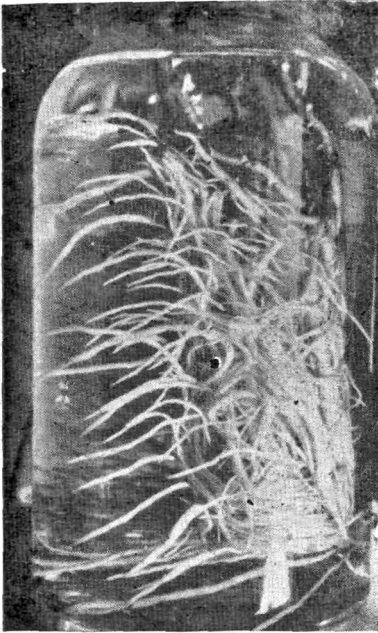
kat. Folyadék csepp, vagy zselatinos üvegpálca hatástalan, sőt hatástalan marad a szilárd test is, ha óvatosan úgy érintjük a kacsához, hogy ne dörzsölje.

Egyenlőtlen auxineloszlással magyarázzák a geotropos és a fototropos jelenségeket is. (3. ábra) Érdekes koncepció a *Holodnij, Went, Dolk és Brauner-féle*, amely geoelektromos effektussal magyarázza a szárak negatív és a gyökerek pozitív geotropos mozgásának megindítását. A vízszintesre helyezett növényrész földfelé néző oldala kismértékben pozitív töltésű lesz a túloldalhoz képest. Az anion jellegű auxin az alsó oldalon halmozódik, intenzívebben növesztve a szárnak ezt az oldalát, ezért a szár felfelé gömbül. A gyökér szövetei érzékenyebbek lévén, a nagyobb auxinkoncentráció már gátolja az alsó oldal növekedését, a vízszintesre helyezett gyökér lefelé gömbül.

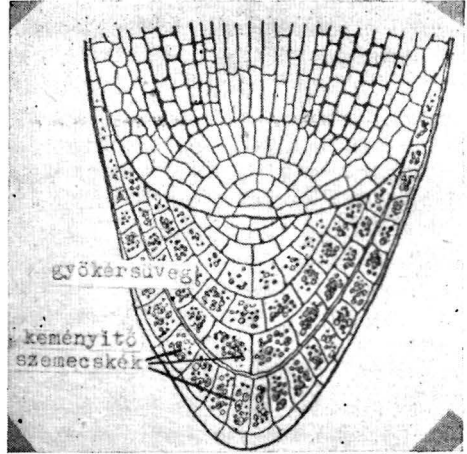
Ez a magyarázat nem elegendő a centrifugálással kapott reakció értelmezéséhez, úgyhogy némelyik szerző ma is figyelembe veszi a *Haberlandt—Němec* részéről kialakított régi statolit-keményítő elméletet, illetve annak változatait. (4. ábra)

Az elmondott példákban az ingerület keletkezése, vezetése és maga az effektus merőben más, mint az állati szervezetekben; a mozgást a két oldal egyenlőtlen növekedése okozta.

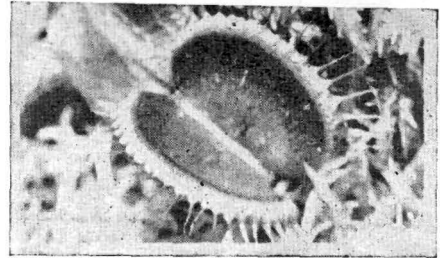
Ismerünk nagyon gyors növényi mozgásokat is; például a *Venus* légy-csapója (*Dionaea muscipula*) olyan gyorsan csapja össze két levélkarélyát, hogy csakugyan megfelel nevének. (5. 6. ábra)



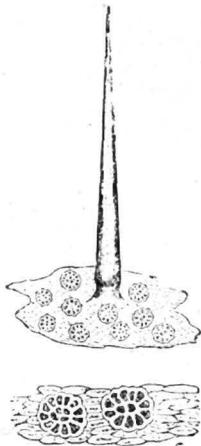
3. ábra. Gyökérgomolyag negatív fototropizmusa. Megvilágított térben a gyökérágak a fényforrással ellenkező irányba nőnek (Szabó Z. felvétele).



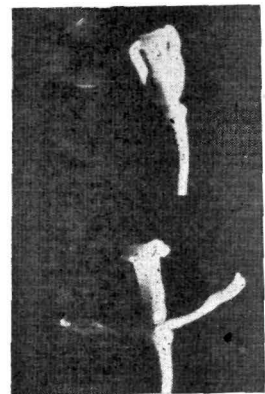
4. ábra. „Statolit” keményítő a gyökérsüvegben. Régi felfogás szerint ezek elmozdulása indítja meg a geotropos mozgást.



5. ábra. Dionaea levélkaréja. A levéllemezen látható az egyik ézőserte



6. ábra. Dionaea ézősertéje és emésztő mirigysejtjei

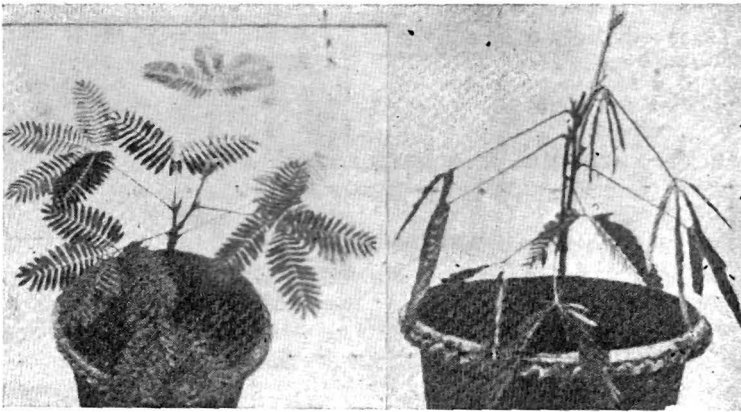


7. ábra. Berberis szét-szedett virága. A porzó kalapácmozgást végez az érintési inger hatására.

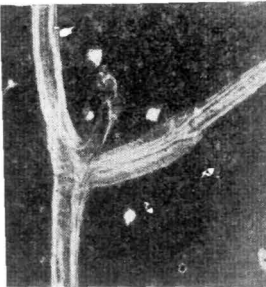
A *Berberis* porzója is, ha a tövét hajszállal érintjük, 0,04 mp alatt oda üt a bibe felé. (7. ábra)

A *Centaurea* portokcsöve átlag 8 mp alatt fejezi be mozgását. Ingerléskor kontrakciós áram fut végig a porzó-szálakon; azok megrövidülése mozgatja a portokcsövet. Ez a kontrakció azonban nem úgy történik, mint az izomfibrillumoké. A turgescens sejtek hirtelen vizet veszítenek, mert a plazmatömlő az ingerlés hatására átteresztőbbé válik. A felesleges víz az intercellulis járatokba vonul és a sejtek térfogata 20—30%-kal megkisebbedik.

Alapjában véve ugyanez a turgoros mechanizmus ismerhető fel a többi gyorsan lefolyó nasztiánál. (A nasztiák, ellentétben a tropizmusokkal, függetlenek az inger irányától; a mozgás pályáját a szerv struktúrája szabja meg.) Ez a helyzet a mimózánál is; a levélcukló alsó oldalán a sejtfeszeség (turgor) az ingerlés hatására megcsökken, 2—3 atm. nyomáskülönbség keletkezik a levélcukló két oldala között, ez okozza a mozgást. (8., 9. ábra) A turgorcsökkenés itt is annak a folyamán, hogy ingerlés hatására a sejtekben megnő a plazmatömlő permeabilitása. Maga az ingerület tehát a plazmalemma szerkezetében az inger hatására létesült elsődleges változás, amely a plazmaszerkezet kismérvű és könnyen helyreálló dezorganizációjával kapcsolatos. A rendszer viszonylagos stabilitását természetesen csak olyan ingerhatás bolygathatja meg, amely az ehhez szükséges küszöbérté-



8. ábra. Mimóza rendes és ingerelt állapotban (szeizmonasztia)



9. ábra. Levélcukló hosszmetsete. A szállítószövet centrális helyzetű, így nem akadályozza a levélnyel le-hajlását, ha a sejtek turgescenciája csökken

ket túllépi. Az inger intenzitása és a mozgási reakció egyébként nem arányos, a viszony nem „sztöchiometrikus”; mihelyt a plazma permeabilitása ugrásszerűen megnő, a turgorcsökkenés mozgást indít meg.

A mozgásreakció a gyors nasztiák esetében sem rokon az állatok mozgásjelenségeivel; még talán a tengeri sünök és a többi Echinodermata ún. ambulakrális lábai mozognak leginkább hasonló elv szerint, a hidrosztatikus nyomás változtatásával, amelyet sajátos vízédényrendszer vezérel. Ez a hasonlóság azonban egészen távoli.

Vajon van-e egyáltalán valami hasonló jellege a növényi ingerületnek az állatéhoz? Talán a gyors nasztiáknál tapasztalt akciósáram fellépése tekinthető ilyen közös jelenségnek. Itt azonban nincsenek idegpályák; pl. a mimóza levélgerincén, levélnyelén és internódiumain kb. 15 mm/mp sebességgel végig futó negatív töltés tulajdonképpen az edénynyalábrendszer mentén terjed, valószínűleg a hánocsban, ahol elsősorban a rosta-csövek protoplazmája lehet a legfőbb közvetítő. Az ingerületvezetés távolsága már függ az inger erősségétől; ha megpörköljük a mimóza valamelyik levélkéjét, az ingerület sokkal távolabb is mozgásreakciót vált ki, mint pusztán érintésre.

Megjegyzendő, hogy olyan növényeken is tapasztalható akciósáram, amelyek nem képesek gyors mozgásra, mert nem alakult ki rajtuk levélcsukló, vagy más olyan berendezés, amely az akciósárammal kapcsolatos turgorváltozást mozgássá alakíthatja. *Gunar, Szinjuhin* (1961) és mások a növények ingerelhetőségének elektrofiziológiai jellegzetességeit vizsgálva megállapítják, hogy az ingerelhetőség teljesen általános, csupán akkor nem észlelhető, ha a sejtek élettevékenysége csekély intenzitású, vagy éppen elhaló félben vannak. *Gorcsakov* vizsgálatai szerint (1961) az impulzusok az edénynyalábrendszer mentén bazipetális és akropetális irányban egyaránt terjedhetnek.

Az akciósáram nyilvánvalóan közös tüneménye a növényi és állati szervezetnek, még ha nem is alakult ki a növényeknél specifikus vezetőpálya. Éppen ezért a növényekben a 10—100 millivolt feszültségű akciósáram aránylag lassan halad (kb. 15 mm/sec.), a refrakter periódus pedig hosszú percekig, sokszor félóráig is eltart.

E. Bünnig (1953, 1959) az ingerelt növényrészekben keletkező akciósáramot a következően származtatja. Nyugalmi állapotban a plazmalemma rendszerint pozitív töltésű a mezoplazmához képest, mert egyes kationok, köztük a hidrogén ionok is, könnyebben kijutnak a felületre, mint az anionok. A fizikai, vagy kémiai ingerek közvetlen hatása a labilis struktúrát megbolygatja. Ezzel csökken a rendszer polarizáltsága és az érintett helyen anionok fokozott kivándorlása is lehetővé válik. Csökkent tehát a pozitívpotenciál, az afficált pont negatív jellegűvé válik. Ily módon különbség létesül az inger által közvetlenül érintett és az érintetlen helyek között, s ez a töltéskülönbség elektromos áramlással egyenlítődik ki.

Az ingerületi folyamat ezek szerint a plazma-felület depolarizálódásával kapcsolatosan eredményez működési áramot, amely nem a mozgás mellékterméke, hiszen mozdulatlan szövetekben is kimutatható, azonkívül az elektromos jelenségek megelőzik a szerv mozgását. Ezek az elektromos jelenségek az ingerkeltéstől az esetleges mozgás megindulásáig tartó latencia időbe esnek.

Bünning és többek által képviselt fizikai teória szerint a helyi működési áram azért terjed tova, mert ingerként hat a szomszédos részekre és ott is ingerületet kelt, melynek kapcsán a plazmafelület depolarizálódik, s a töltésváltozás újabb szerkezetváltozást okoz.

Ezzel a fizikai szemlélettel szemben *Soltys, Umrath* (1960) és mások a jelenség kémiai részét hangsúlyozzák. E szerint az ingerületvezetésben specifikus anyag képződése a lényeges, amely a plazmafelületen, de a szálítószövetben is terjed. Ilyen anyag létezését már évtizedekkel ezelőtt kimutatta *Fitting*; más kutatók is észlelték, hogy pl. a mimózában keltett ingerület átvágott részeken átjut, ha vízzel telt üvegcsővel kapcsoljuk össze a növény felső és alsó darabját. A folyadékban olyan anyagot sikerült kimutatni, amely mozgásreakciót váltott ki a mimózán. Ez az anyag más ingerelt növényből is előállítható.

A kémiai elemzések szerint a 300—450 mol. súlyú vegyület redukáló sajátosságú oxisav, *Hesse* szerint esetleg endiol, tehát telítetlen alkohol jellegű.

Vitatott kérdés, vajon az ingerületi anyag az ingerléskor keletkezik-e, vagy kötött állapotban jelen van és a plazmaszerkezet változásakor csupán szabaddá válik. Éterrel való gyors elöléskor kevesebb ingerületi anyag keletkezik, mint lassú elöléskor; ebből arra következtetnek, hogy ez az aktíváló anyag valószínűleg az ingerléskor jön létre prekursorokból.

Az eddigi vizsgálatok alapján még nem tudunk arra válaszolni, hogy a *Hesse* által megtalált fiziológiailag aktív anyag azonosítható-e az állati idegelemekben az ingerületáttevődésben feltételezett valamelyik mediátorral.

A fizikai, valamint a kémiai szemlélet között áll *Umrath* (1959, 1960) figyelemreméltó felfogása. Szerinte a plazmalemmában fellépő elektromos feszültséget részben az a körülmény is létrehozhatja, hogy elektromosan poláros molekulák orientáltan helyezkednek el. Az ingerület folyamán ezek a molekulák, vagy közülük egyesek kémiaiilag reagálhatnak, ezáltal a töltés csökkenhet — illetve eltűnhet. A plazmalemma szerkezete és polaritása azokon a helyeken megváltozik, ahol a kémiai reakciók bekövetkeztek s ez a permeabilitást növelheti. Amennyiben az akcióspotenciál keretében az elektromos feszültség csak részben tűnik el, úgy a megmaradó töltést vagy azok az elektromosan poláros molekulák okozzák, amelyek a reakcióban nem vettek részt, vagy olyan membránpotenciál okozza, amely azért áll fenn, mert a permeabilitás növekedése ellenére bizonyos mértékű szelektív kationpermeabilitás megmarad.

Egyébként a növényi ingerjelenségek kutatásában a tudomány még nem jutott olyan messzire, mint az állat- és emberélettan területén. Hazánkban ilyen jellegű önálló rendszeres kutatás egyenlőre nem folyik.

Összefoglalás

Helyhez kötött növény egyes részei a környezet felől jövő ingerekre aktív mozgással reagálhatnak. Izmok és idegek nélkül ez a következő módokon történik: 1. a szerv két oldalának eltérő sebességű növekedésével (tropizmusok és lassú nasztiák); 2. turgorváltozással (gyors nasztiák).

Amennyiben a percepció és a mozgási reakció helye nem esik egybe, az ingerület terjedése is belejátszik a folyamatba. Tropizmusok esetében auxin-vándorlással terjed az ingerület; gyors nasztiákkal kapcsolatban az ingerületvezetést fizikai és kémiai reakciókkal magyarázzák.

Maga az ingerület a plazmalemma szerkezetében az inger hatására létesült elsősleges változás, amely a plazmaszerkezet kismérvű dezorganizációjával kapcsolatos. Ez egyrészt a helyi elektromos potenciál megváltozásával akciós áramot kelt, másrészt a plazmatömlőt áteresztőbbé téve turgorsökkenést okoz.

Míthogy a gyors nasztiákat (mimózán, Berberis porzón, Centaurea portokcsövén, Mimulus bibéjén stb.) a plazma áteresztése miatt keletkezett turgorváltozás okozza, ezért érthető, hogy az inger intenzitása és a mozgási reakció közt nincs arányosság (minden, vagy semmi), továbbá az ingernek bizonyos küszöbértéket kell elérnie ahhoz, hogy megzavarja a plazma labilis egyensúlyát; csak ekkor indulhat meg az a folyamatsor, amely a mozgásreakciót eredményezi.

Az ingerületvezetés távolsága már függ az inger erősségétől és minőségétől; ha megpörköljük a mimóza valamelyik levélkéjét, az ingerület sokkal messzebbre terjed és vált ki mozgásreakciót, mint pusztá érintésre. Az ingerületvezetés részben az élő sejtek citoplazmáin terjedő akciós árammal, részben pedig közbeiktatott élettelen zónákon is átjutó kémiai mediatorokkal kapcsolatos.

Turgorváltozás és akciós áram akkor is keletkezik az ingerlés nyomán, ha a növényen nem alakult ki olyan berendezés, pl. levélcukló, amely a turgorváltozást mozgássá alakíthatná; a jelenség tehát általános.

Irodalom

1. *Bünning, E.* 1953: Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanze. Springer-Verlag, Berlin.
2. *Bünning, E.* 1959: Gesetze und Phänomene der pflanzlichen Bewegungsphysiologie. Handbuch d. Pflanzenphysiologie (Springer-Verlag, Berlin) 17, 8—23.
3. *Gorcsakov V. V.* 1961: O raszprosztranenii impulszov vozbuvszenija po szoszudisztoj sziszteme tükvü. Dokladi TSzHA. Agrochim, fiziol. rasztenij 70, 101—105.
4. *Gunar, I. I.—Szinjuhín, A. M.* 1961: Elektrofiziologicseszkaja harakterisztika razdrazsimoszti rasztenij. Izv. TSzHA. 2, 7—19.
5. *Umrath, K.* 1959: Der Erregungsvorgang. Handbuch d. Pflanzenphysiologie (Springer-Verlag, Berlin) 17, 24—110.
6. *Umrath, K.* 1960: Über die Rolle der Erregungssubstanz beim Geotropismus der Sprosse. Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellschaft 73, 380—385.

INGERÜLETTERMELŐ ÉS INGERÜLETVEZETŐ STRUKTÚRÁK AZ ÁLLATVILÁGBAN

Hámori József és Szentágothai János

(Orvostudományi Egyetem Anatómiai Intézete, Pécs.)

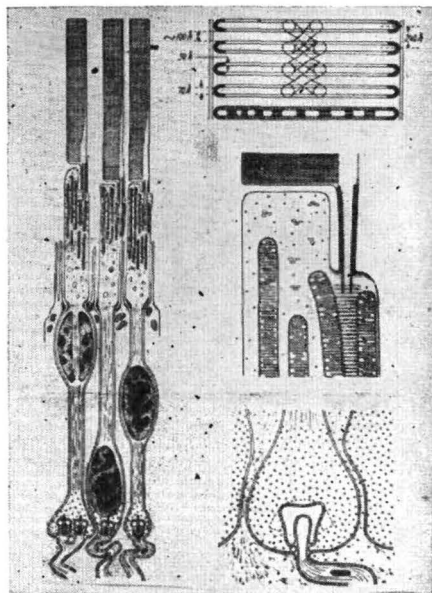
Ingerlékenység, ingerülettermelés és vezetés általános sejtéleti jelenségek. A különböző szövet- és sejtfeleségekből azonban már a filogenezis viszonylag igen korai szakaszában olyan sejtek és szövetek alakultak ki, melyekben az inger felvétele, vezetése, illetve átalakítása domináns szerepet kapott: az ideg és izomsejtek, illetve rostok. Előadásunkban ezen, az ingerület termelésére és vezetésére specializált sejtfeleségeknak néhány struktúrális sajátosságával szeretnénk foglalkozni. Az ezzel összefüggő kérdéseket 3 csoportba osztva tárgyaljuk.

1. Az inger felvételére és ingerületté való átalakítására szolgáló struktúrák (receptorok)
2. Az ingerületvezető struktúrák (idegrostok)
3. Az ingerületátvitel struktúrális alapjai.

Az ingerületfelvevő struktúrákra példaként nézzük az egyik legrészletesebben vizsgált receptort, a szemet. A szem lényegében a fény (mint inger) idegingerületté történő átalakítását végzi, vagyis egyfajta energiaátalakítást. Ez a folyamat lényegében a retinában megy végbe, akár Vertebrata, akár Invertebrata szemről van szó. Közelebbről, a gerinces retinában a csapok és pálcikák, a rovarok mozaik szemében az ún. retinula sejtek a fény átalakításának struktúrális bázisai. Gerinceseknél, mint az *Sjöstrand* (22) alapvető munkájából ismert, a csapok és pálcikák külső szegmentuma egészében többezer, a kondenzátor lemezeire emlékeztető korong található (1. ábra), melyeknek 2 fala 30 Å vastag, s a közbezárt tér cca. 70—80 Å. Ezek az adatok fajoként módosulhatnak, 40—160 Å között. A határoló membránok protein természetűek, a hozzájuk kapcsolódó lipid molekulák polarizációs optikai vizsgálatok (*Schmidt*) (20) szerint a pálcikák hossztengegyével párhuzamosak. E 30 Å vastag membrana fehérje rétegében lokalizálódik a „látóprotein”, az opsin, s hozzá kapcsolódik lipid komponensként az A—A₁ vitamin, vagy retin₁₋₂.

Mint hogy a csapok és pálcikák egymástól is különböző opsin fehérjéje egyaránt mindkét vitaminvariánssal kapcsolódhat („coneopsine”, „rhodopsine”), 4 féle látópigment alakulhat ki, melyeknek abszorpciós spektruma mind „in vitro” (*Wald*) (28), mint „in vivo” kísérletek szerint különbözik, más a pálcikák és csapok fényérzékenysége (*Granit*) (7), melynek elsősorban a színlátás szempontjából tulajdonítanak jelentőséget. Ami mármost a primér „elektrogén” folyamatot illeti, a biokémiai alapok részletezése

nélkül két alapvető teoriát kell említenünk. *Ingelstam* (12) kalkulációja szerint a külső szegmentum itt ismertetett lemezes szerkezete lényegében egy elektromágneses hullám-receptor antennaként fogható fel. *Wald* (28) a problémát tisztán fotokémiai szemszögből tárgyalja. Szerinte a folyamat lényege a rhodopsine, illetve coneopsine molekula foton hatására bekövetkező aktiválódása, ami a molekula kettéhasadásával (opszinra és egyben átalakult A-vitaminra), ezzel kapcsolatosan szabad-SH-gyökök képződése, illetve proton megkötése, ami a redoxpotenciál megváltozásával, illetve



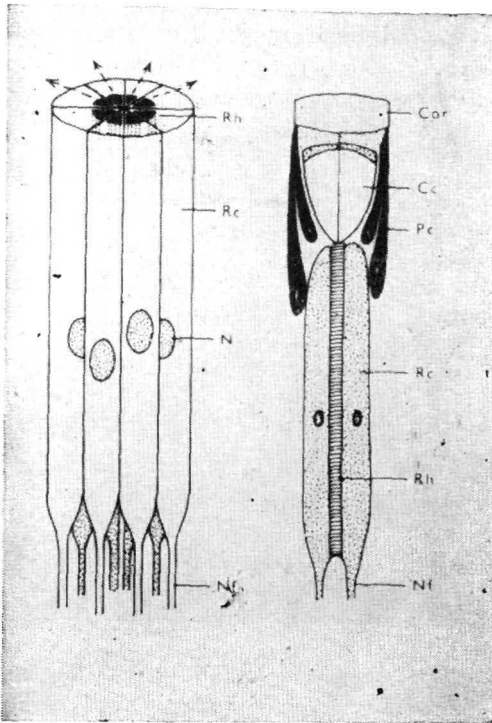
1. Retina receptorsejtek, sémásan ábrázolva. A fény a külső szegmentum haránt lemezrendszerére esik (jobbra-felül kinagyítva), az ingerület innen a belső szegmentumra tevődik át, melyben a mitokondriumok között ugyancsak látható egy haránt lemezrendszer, végül az ingerületet a bipoláris sejtek veszik át. (22).

ennek megfelelő áram indukciójával jár. Érdekes azonban, hogy pl. sötétre adaptált retina pálcikáját már 1 fénykvantum elnyelése ingerületbe képes hozni. Ez felveti az amplifikáció problémáját. Az amplifikáció magyarázataira ismét 2 lehetőség adódik:

a) A külső szegmentum lemezeit kondenzátor lemezként felfogva elégséges, ha egy lemezt határoló membranban keletkezik egy „lyuk” (rodopszin szétbomlás), így a vezetőrétegeket „szigetelő” membran „átlukasztása” kisüléssel, illetve az eredeti effektus sokszoros felerősítésével jár.

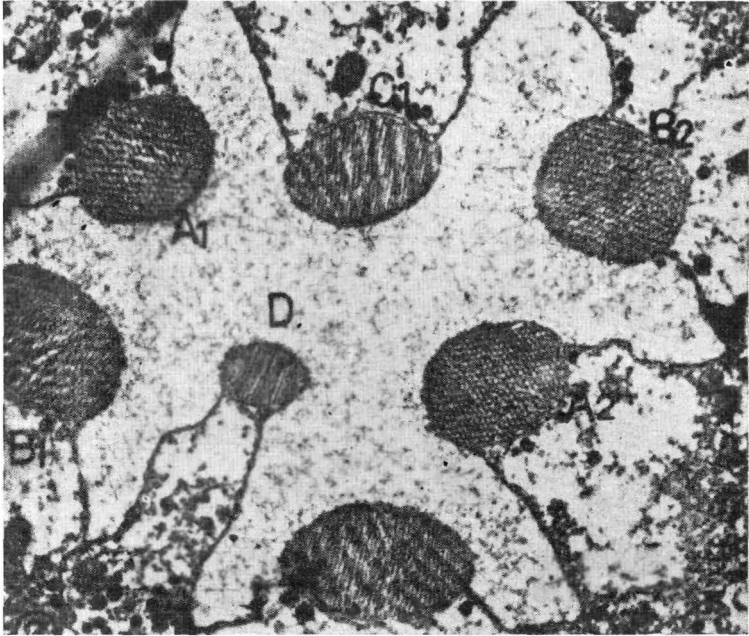
b) Másik lehetősége, hogy a fény a rodopszint katalizátorra alakítja át, s ez — mint pl. a fotolemezen — újabb molekulák átalakításán keresztül láncreakciót indukál. Ami mármost az amplifikáció struktúrális lokalizációját illeti, *Wald*, mint láttuk, a külső szegmentum lemezeire, míg pl. *Sjöstrand* a belső szegmentum hasonló elven felépülő struktúráira gondol. Az ily módon keletkezett és felerősített ingerület továbbterjedése a myelinhüvely nélküli csupasz rostokéhoz hasonlóan történik, míg a bipoláris sejtekre történő ingerület átadása ugyancsak a későbbiekben tárgyalandó struktúrális alapokra épül. — Némileg eltérő szerkezetet találunk a rovar mozaikszem esetében (*Fernandez—Morán*) (4) ahol a csapok-pálcikák külső

rétegének a retinula sejtek belsejében helyetfoglaló (2. ábra) rhabdonok felelnek meg, mely utóbbiak 7, vagy esetenként 8 rhabdomerből állanak, s a retinula sejtekhez kapcsolódnak (3. ábra). Első látásra ezek a gerinces retinához hasonlóan ugyancsak lemezekből állanak, de hosszszelvényük alapján jól látható (4. ábra), hogy tulajdonképpen tubulusok alkotják, me-

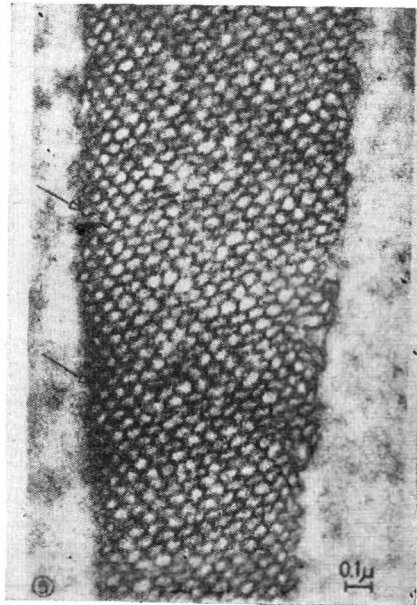


2. Ommatidium (rovar mozaikszem) hosszszelvényének sémás ábrája. *Rc*, retinula sejt; *Cor*, cornea-lencse; *Cc*, kristálykúp; *Pc*, pigment sejt; *Rh*, rhabdom; *N*, retinula sejt-mag; *Nf*, idegrost (4).

lyek diametere 400—1200 Å között van, egy húsz-harminc Å vastag, ozmiofil határoló membránnal, két ilyen membrán között levő kevésbé sűrű, 60 Å vastag réteggel. Ezen tubulusok a retinula sejttel speciálisan differenciált mikrovillusaiként foghatók fel. A látópigment, mely minden valószínűség szerint a gerinces retinához hasonlóan a 30 Å vastag membránra lokalizálható, érdekes módon csak egyféle, A₁-vitamin formájában fordul elő. A 60 Å vastag közti réteg lipoprotein természetű, míg a tubulusok belsejében folyadék áramlik. A színlátást itt elsősorban a rhabdomereket körülvevő ultratracheolák hihetetlenül sűrű hálózata segíti elő (ezeknek átmérője 200—300 Å között változik). A retinula sejtek lemezei és a közbeiktatott ultratracheolák, mint színszűrők szerepelnek, különösen ha figyelembe vesszük, hogy ezen ultratracheolák folyadékkal, oxigénnel, levegővel vagy széndioxidtal telítődhetnek (mitochondriumokkal: tehát enzimatikus folyamatokkal való szoros kontaktus!). A gáz-folyadék érintkezési felszín tetszőleges elmozdulása a tracheolákban az optikai tulajdonságok nagymértvű változékonyságával jár. A rhabdomert körülvevő igen gazdag tra-

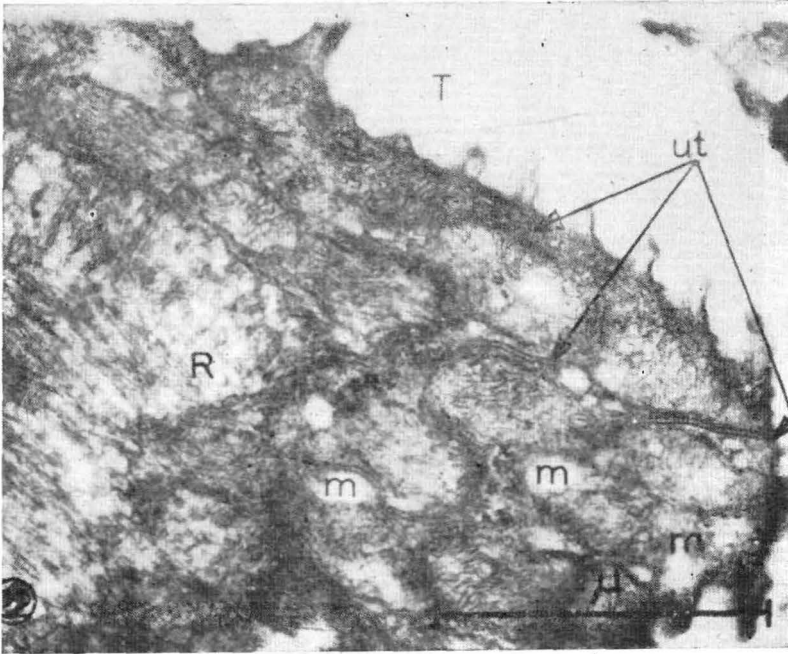


3. Házilégység reticulájának rabdómeje, ferde-keresztmetszet. A kisebb, centrális rabdómeget (D) 6 szimmetrikusan elhelyezkedő külső rabdómeget veszi körül (A₁, B₁, C₁, A₂, B₂, C₂) melyek 3, szembenfekvő rabdómegekből álló párba csoportosulnak. A rabdómegek a pigmentgazdag reticulasejtkei nyúlványain „ülnek”. Nagyítás 18 000x. (4)



4. Rabdómeget hosszmetsetének nagyfeloldású E. M. képe. Jól látható a tubulózus szerkezet 65 000x. (4)

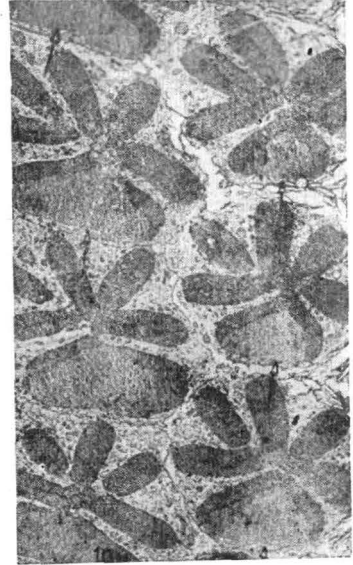
cheolizáltság és a rhabdonok tubuláris ultrastruktúrája (5. ábra) igen jól kiegészítik egymást: ugyanis a beeső fény a tracheolákban elnyelődhet vagy visszaverődhet, utóbbi esetben azonban a fény a tér mindhárom irányából éri a fotoszenzitív pigmentet (nem úgy, mint pl. a gerinces retiná-



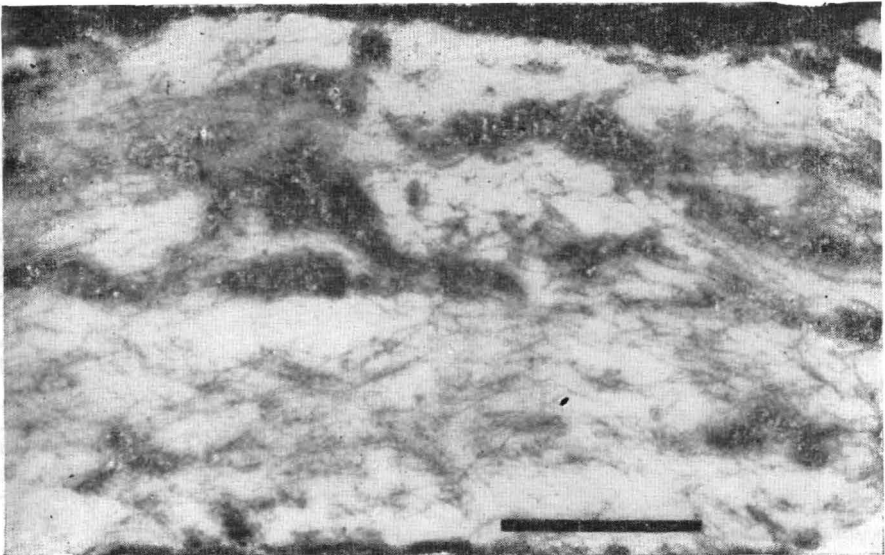
5. Retinula részlet nagyfeloldású képe. *ut.* ultratracheolák; *T*, kis trachea; *R*, rhabdomer; *m*, mitokondrium. 50 000x. (4)

ban), így a pigmentek kapacitásának megfelelő kihasználása csakis hengerfelszínen való elhelyezkedés esetében lehetséges. — Még egy érdekes jelenségről szólunk a rovar-szemnél: s ez a poláros fényt analizáló képessége. Ennek struktúrális megfelelőjét a 6. ábrán láthatjuk. Az egymással szembenlevő rhabdomerek tubulusainak azonos irányú elhelyezkedése, amelyben polarizációs optikai vizsgálatok (*Stockhammer*) (23) szerint ugyanazon orientáltságú kettősen törő lipid molekuláris rétegek vannak, megmagyarázná a különböző síkban polarizált fény analizálhatóságát. Ez annál is inkább valószínű, mivel nagyobb ommatidium csoport esetében is az azonos elhelyezkedésű rhabdomerek struktúrális irányítottága azonos. Így érthető, hogy a rovarok az égbolt különböző pontjairól, különböző napállás mellett érkező polarizált fényt iránytűként használhatják fel. Minthogy a retinula sejtek és a velük synaptizáló idegrostok 1 : 1 arányban kapcsolódnak, igen valószínű, hogy a retinán túlmenőleg a felsőbb idegi centrumban, azaz a lobus opticusban a beérkező információk további szétszortírozása és analízise egészen finom „fény-tájékozódást” tesz lehetővé. —

A következőkben áttérnénk az *ingerület-vezetés* néhány strukturális vonatkozásának megtárgyalására. Már a múlt század vége óta úgy képzeltek, hogy az idegingerületvezetés az úgynevezett neurofibrillákhoz kötött. Újabb elektronmikroszkópos adatok szerint (7. ábra) valóban létezik egy

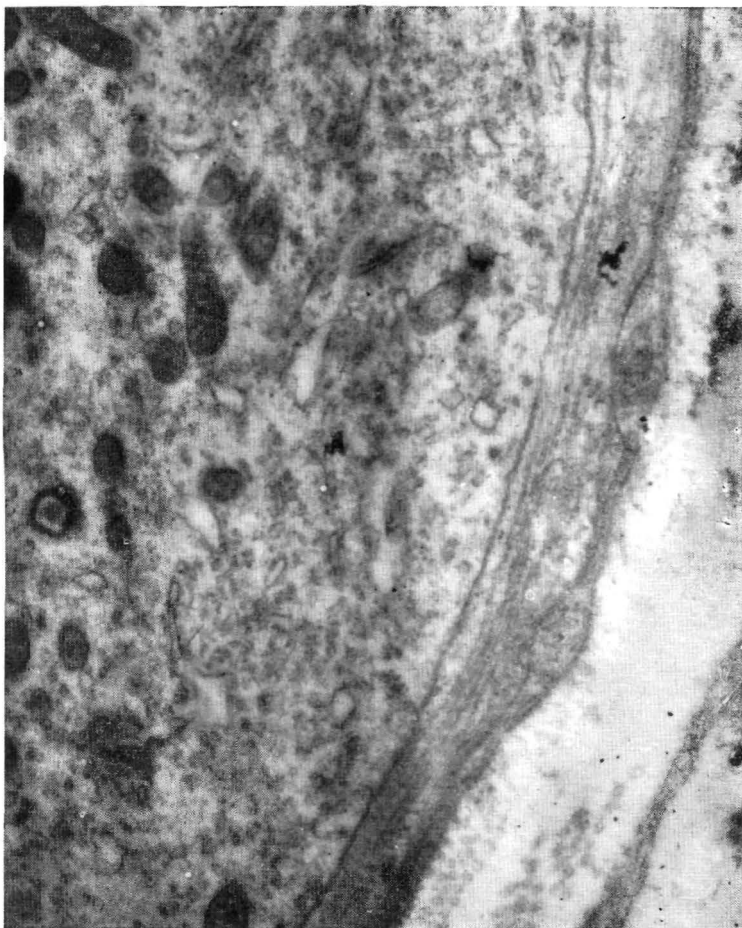


6. Retinula sejtsoport ferde-keresztmetszete, *Erebus* mozaikszeméből. A nyilakkal jelölt, nagyobb rabdomerekben különösen jól látható, hogy a tubulusok orientációja tökéletesen egyforma. 4000x (4)



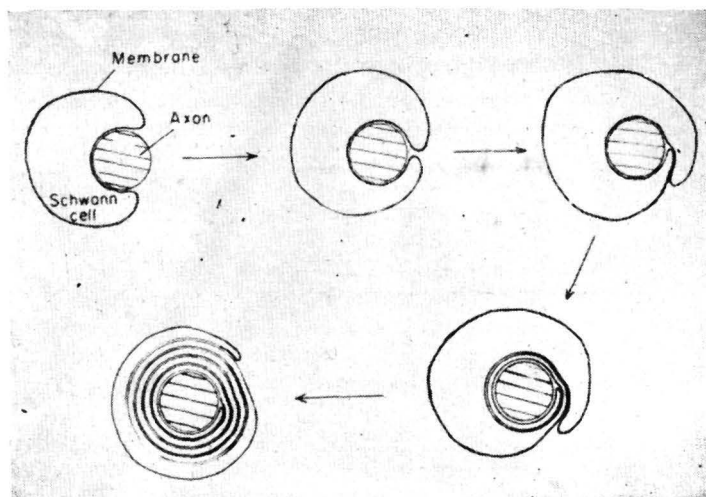
7. Axon neurofilamentumok hosszszelvényben. 22 000x.

filamentáris struktúra az idegrostokban, a neurofilamentum. Az impregnációs képen látott neurofibrillák lényegében ezek összecsapzódása révén jönnek létre. Mindazonáltal ma általában elvetik az ingerületvezetés neurofibrilláris koncepcióját, minthogy az eléggé kielégítően magyarázható a membrán elmélettel. — Az ingerület vezetésének gyorsasága, mint ismeretes, függvénye az idegrost átmérőjének. Ugyanakkor az is ismert, hogy a myelinhüvelyes rostok ingerületvezetése az azonos vastagságú csupasz rostokénál hasonlóképpen gyorsabb. Nézzük meg, mi lehet e jelenség struktúrális háttere. Tekintve, hogy az idegrostot borító membrán és plazma rendszereknek igen nagy szerepe van az ingerület tovaterjedésében, kezdjük mindjárt ezzel. Az idegrostot az ún. Schwann sejt, ill. ennek hárttyája fedi (periferia), vagy ennek központi idegrendszeri megfelelője (amit pl. az optikusrostoknál lehet igen jól megfigyelni), a glia sejtnyúlványok. Ez a „borítás” azonban rostonként különböző kvalitású lehet. Így *Schmitt* (21)

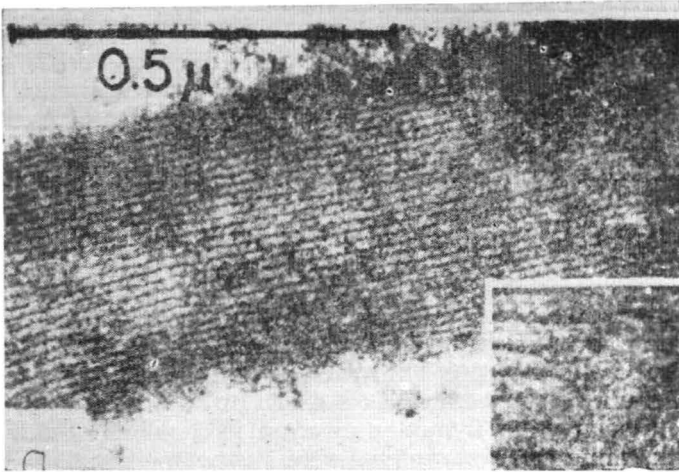


8. „Laza” — (loose) myelin, teknősbéka ganglion cervicale mediumából. A laza myelin a ganglionsejtet borítja. 22 000x.

nyomán a rostok négy nagy csoportba osztályozhatók: 1. myelotrop rostok, melyek valódi, ún. myelinhüvellyel bírnak, 2 metatrop rostok, melyekben a lipoid okozta kettöstörés jóval gyengébb, mint a myelotropnál, (pl. a legtöbb invertebrata idegrost), 3. proteotrop rostok, ahol már csak a protein okozta kettöstörés látható (pl. Remak-rostok), s végül 4. atrop rostok, kimutatható kettöstörés nélkül, valószínűleg az igen vékony hártályában a lipoid és protein komponensek egymást kioltó hatása miatt (ugyancsak sok invertebrata idegrost). Magának az axonnak a szerkezete — vastagságbeli eltérésektől eltekintve — mind a négy csoportnál nagyjából azonos, hosszanti, 100—150 Å vastag neurofilamentumok elszórta találhatók, melyek helyenként tubulusokba is átmehetnek, mitokondriumok csak igen ritkán láthatók. Az axolemma „unit-membran” természetű, 70 Å vastag, kb. 20 Å sűrűbb, s a közöttük elhelyezkedő 30 Å lazább szerkezetű rétegből áll. — Az ún. C, vagy csupasz rostoknál az axon csupán belefekszik a Schwann sejt hártályába, ilymódon az axon lényegében a Schwann sejten kívül fekszik, minthogy az axolemma és Schwann membran (mindkettő unit-membran) közötti 150—200 Å vastag térben folyékony közeg közlekedik közvetlenül az extracelluláris térrel. A myelinhüvelynél (melynek két formája, a laza és kompakt myelin ismeretes (8, 10. ábrák), a Geren (6) által először leírt és azóta sokszorosan igazolt teória szerint a Schwann sejt membran többszörösen, spirális vonalban „körültekeri” az axont (9. ábra). A myelinhüvely, elsősorban kompakt formációban (10. ábra), mint „szigetelő” fogható fel, mely hipotesist ultrastruktúrája is kielégítően igazol. A myelinhüvely radiális szerkezete két kettős rétegű Schwann sejt membran összefekvése, majd összeolvadása révén jön létre. Ennek pontosabb szerkezete *Finean* (5) röntgendiffractios és elektronmikroszkópos vizsgálatai szerint a következő (11. ábra); mint látható, a 171 Å vastag egység két 30/2 Å vastag ozmiofil, két cca. 55 Å vastag lipoidtartalmú és egy 31 Å vastag ún. difference (protein) faktorból tevődik össze. Külön érdekességként említeném meg, hogy a myelinhüvely igen erős ozmiofiliájáért nem a lipoidok,



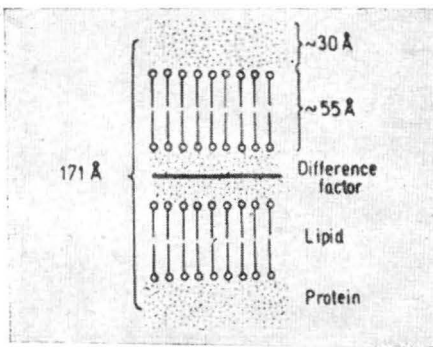
9. Myelinhüvely kialakulása Geren (6) szerint.



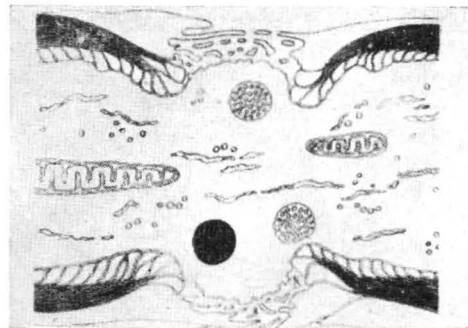
10. Myelinhüvely E. M. képe. a) 100 000x, kinagyítás: 260 000x. (5)

hanem a protein rétegek a felelősek. E vastag, igen sok szabályszerűen ismétlődő s szoros molekuláris kontaktusban levő lipoprotein hártýából álló képződmény valóban ideális szigetelő, annál is inkább, mert a kompakt formánál esetleges, az ionvándorlás szolgálatában álló, a myelinhüvelyt merőlegesen áttörő kanalikulus rendszert nem találtak. A myelinhüvely szigetelő jellegét bizonyítja az ilyen rostok vezetésének „saltatorikus” jellege, vagyis a nodusról-nodusra való tovaterjedés. A laza myelinhüvely már könnyebben átjárható ionok részére, minthogy a „borítás” nagyobb részét itt a Schwann plazma alkotja, azonban az ingerületvezetéshez szükséges gyors ionvándorlás ez esetben is igen korlátozott.

Myelinhüvelyes rostok esetében a vezetés szempontjából kiemelt fontosságú képződmények a Ranvier-féle befűzódések illetve nodusok. A myelinhüvely rétegei az axolemma felé fordulva azon végzödnek, s így az axon $0,5 \mu - 2,5 \mu$ hosszúságban myelinhüvellyel nem borított (12. ábra);

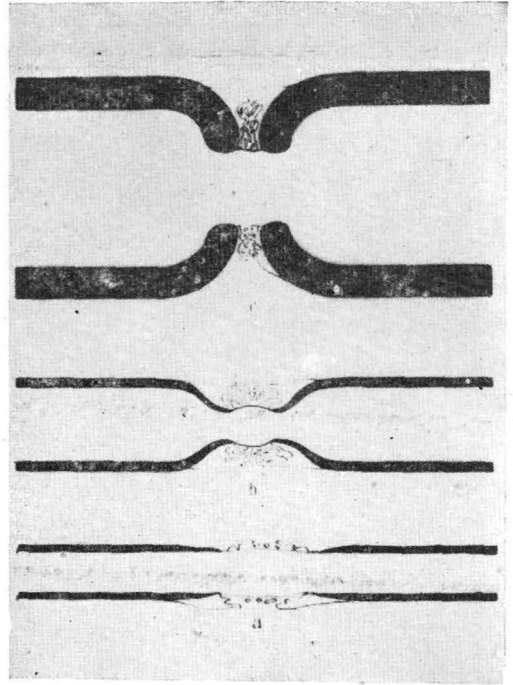


11. Myelinhüvely molekuláris organizációja, sémásan (5)



12. Ranvier-befűzódés E. M. képe, sémásan. (18)

Robertson (18) vizsgálataiból tudjuk, hogy minél vékonyabb a rost, (és a myelinhüvely) annál hosszabb a nodus, és megfordítva, a vastagság növekedésével együtt csökken a myelinhüvellyel nem fedett axonhossz. Az axont azonban a Schwann sejt pseudopodium-szerű nyúlványaival továbbra is befedi. A Schwann membrán és axolemma közötti rés általában 150—250 Å vastag, helyenként ez a rés kontinuous az extracelluláris térrel. A vékony rostoknál az axonfelszín viszonylag nagyobb része közlekedik az extracelluláris térrel (13. ábra), mint vastagabb rostoknál. Az axon struktúrája is



13. Velőshüvely vastagság és az internodális axolemmafelszín nagysága közötti összefüggés. a, b, c, különböző vastagságú myelinhüvelyes rostok hosszszelvényei. Minél vékonyabb a myelinhüvely, annál nagyobb a „szabad” axolemma-felszín. (18)

specializált a nodusoknál, a plasma axonfilamentumokban, tubuláris endoplasmikus reticulumban, mitokondriumokban jóval gazdagabb, mint az internodális axoplasma. Ezen kívül a nodális plasmában még a sinaptikus vezikulákra emlékeztető, hólyagokkal telt képződmények is láthatók. A nodalis ioncsere domináns szerepét látszik igazolni az is, hogy normál idegrostokban a hisztokémiailag lokalizálható K csaknem kizárólag a nodusokban található (*Csillik, Sávay*) (1). — Elektrofiziológiai adatokból jól ismert, hogy a vékony rostoknak elektromos ingerlésnél magasabb a küszöbértékük, mint a vastagoknak. E küszöbérték-különbséget úgy magyarázták eddig, hogy a vastagabb rostok, már nagyobb felületüknél fogva is nagyobb vezetőképességgel rendelkeznek, mint a vékonyabbak. Meglepető azonban, hogy a vastag rostok nodus (tehát myelinnel nem borított) felszíne abszolúte is kisebb, mint a vékony rostoké. Így az áramsűrűség a nodális membránon keresztül jóval magasabb kell legyen, mint a vékonyaknál. Ez igen fontos kiegészítő tényező lehet a küszöbértékdifferenciák létrejöttében, és a vezetés gyorsaságát is befolyásolhatja. *Rosenbluth* és *Palay*

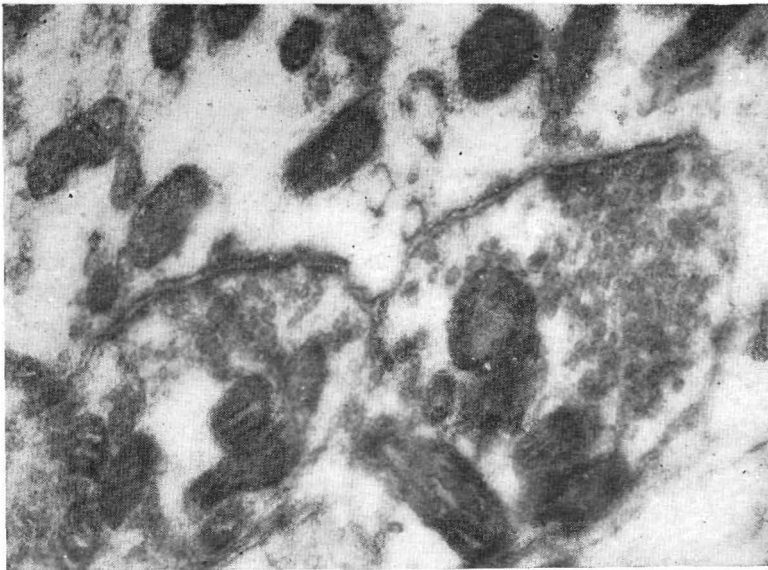
(19) szerint laza és kompakt myelinhüvely közötti strukturális különbség ugyancsak a vezetési gyorsaság különbségének előidézője lehet, melynek az egyes érzőrostok kvalitás-különbségének meghatározásában lehet esetlegesen szerepe.

Még röviden pár szót ismét a neurofilamentumokról. Újabb (Müller) (14) vizsgálatok szerint az axoplazmában longitudinálisan polarizált strukturának kell lennie, mely különösen erős iongyűjtő kapacitással rendelkezik, s az ún. prolongált polarizációs ellenáram keletkezéséért felelős. Mint-hogy a neurofilamentumok eddigi tudásunk szerint az egyedüli hosszanti strukturái az axoplazmának, nem nehéz az azonosítás. Tehát a neurofilamentumok, ha nem is az eredeti elképzelés szerint, valamelyes indirekt szerepet játszhatnak az ingerület tovaterjedésében. —

S végül — de nem utolsósorban — az ingerületátvitel néhány strukturális jellegetességéről. A synapsisok fő alkotórészei:

- a) prészinaptikus plazma és alkotóelemei,
- b) prészinaptikus membrán,
- c) szinaptikus rés,
- d) posztszinaptikus membrán és
- e) posztszinaptikus plazma

ad a) A prészinaptikus plazma fő alkotóelemei a szinaptikus hólyagcsák. Míg régebben csak a 200—600 Å nagyságú szinaptikus vezikulákat (14. áb-



14. 2 axoszomatikus szinapszis E. M. képe patkány n. nervi abducentis-éből. A 2 prészinaptikus axon tele van szinaptikus vezikulákkal, mitokondriumokkal. A prészinaptikus és posztszinaptikus hártya egyforma megvastagodást mutat („B” típusú szinapszis). A szinaptikus vezikulák főleg a prészinaptikus hártymegvastagodás alatt koncentrálnak. 34 000x. (Palay, S. L. 1958., Exptl. Cell. Res., Suppl. 5, 275).

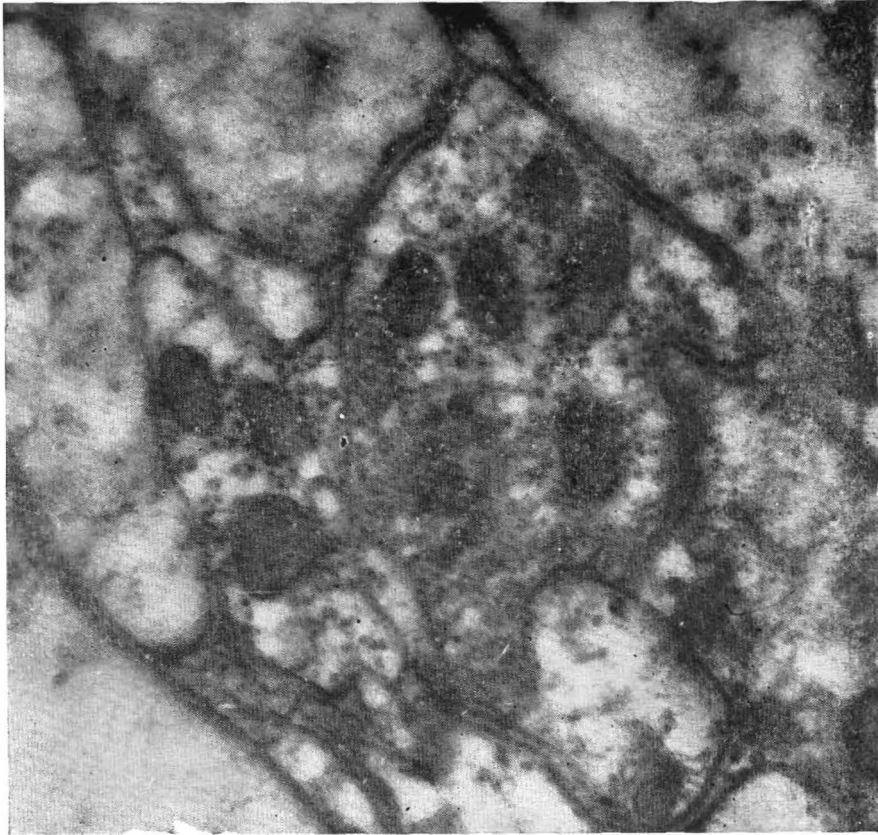
ra) tekintették az egyedüli típusnak, újabban már több más típusú, ozmi-
ummal rendszerint erősebben festődő (pl. „densecore” vesicle, 15. ábra)
és eltérő nagyságú típusokat is találnak. Az acetilkolinnak a szinaptikus
vezikulákhoz való kötődése — mely elgondolás a kísérleti tényekkel jó



15. Prészinaptikus elhelyezkedésű „dense-core” vezikulák. Patkány n. arcuatus.
40 000x.

összhangban állt, — *de Robertis* (17) legújabb vizsgálatai szerint csak rész-
ben igazolható; agyszövet differenciál-centrifugálással való szétfrakcioná-
lása után az egyes frakciók biokémiai vizsgálatát követően ugyanazon frak-
ciókat elektronmikroszkóposan is identifika. Az addig „cholinerg” szinap-
tikus vezikuláknak hitt struktúráknak csak kisebb része volt acetilkolin-
ban gazdag, nagyobb hányada alig, vagy egyáltalán nem tartalmazott ace-
tilkolint. Ugyanakkor *Richardson* (15) H_3 -adrenalin elektronmikroszkópos
radioautografiás módszerrel kimutatta a „densecore” vezikulák adrenalin-
kötőképességét. Ugyancsak ide sorolhatók az ún. neuroszekrénum szemcsék
is, melyek nemcsak a vérpályán keresztül, hanem az axonban is vándorol-

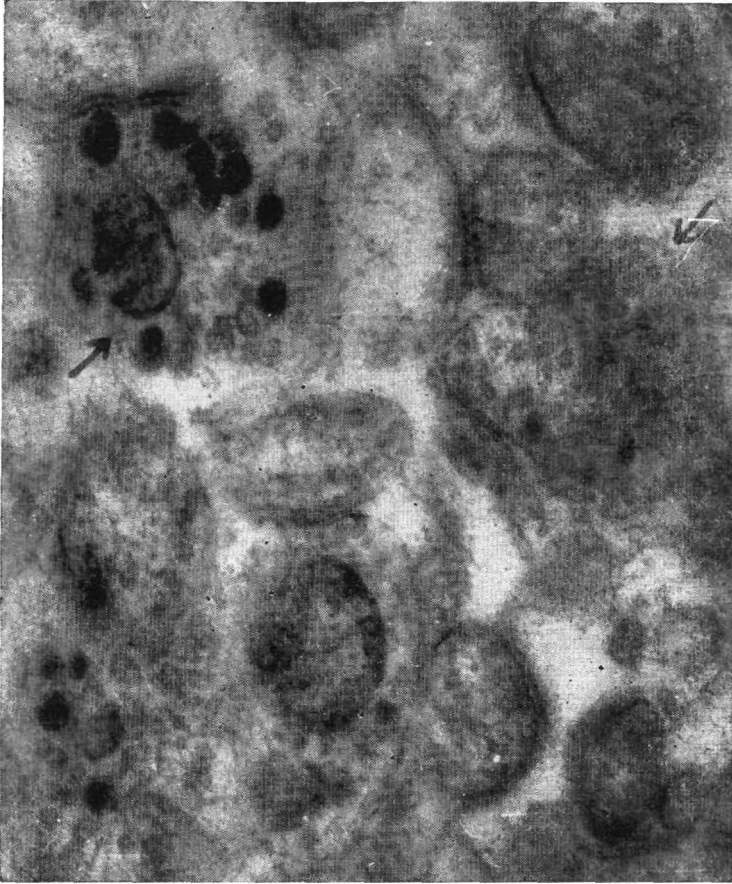
hatnak a végződésig: azonban utóbbi jelentősége a kémiai mediáció szempontjából még korántsem tisztázott. Mindenesetre érdekes (16. ábra), hogy pl. rovar ganglion szinapszisaiban gyakran keverten jelentkeznek ezen preszinaptikus struktúrák: a bemutatott ábrán normál vezikulák mellett neu-



16. Szinapszis E. M. képe rovar (*Dytiscus marginalis*) metatorakális ganglionjának neuropiljéből. 35 000x.

roszokrétum szemcsék és kis granulás organelumok láthatók. Ilyen struktúrákat emlősökben is elég gyakran találunk (17. ábra), ami márcsak azért is érdekes, mert a nem kolinergiás szinapszisokban történő ingerületátvitel sokoldalú farmakológiai elemzése alapján *Koelle* (13) úgy véli, hogy az első mozzanat acetilkolin felszabadulása a preszinaptikus végződésből. Ez a továbbiakban, visszahatva magára a végződésre, második lépésben váltaná ki a tulajdonképpeni mediátor felszabadítását. Ugyancsak fontos képződményei a preszinaptikus plazmának a nagy számban előforduló mitokondriumok (18. ábra). Mint látható, a preszinaptikus mitokondriumok jóval üreesebbek, mint a posztzinaptikusak, legalábbis a corpus geniculatum la-

terale-ban végződő optikus rostok esetében. Ennek érdekessége abból adódik, hogy újabb biokémiai kalkulációk (*Waelisch*) (27) alapján nem látják megnyugtatóan bizonyítva a neuroplazma folyamatos áramlását az axonban és csupán — az elmélet szerint — maguk a mitokondriumok vándorol-

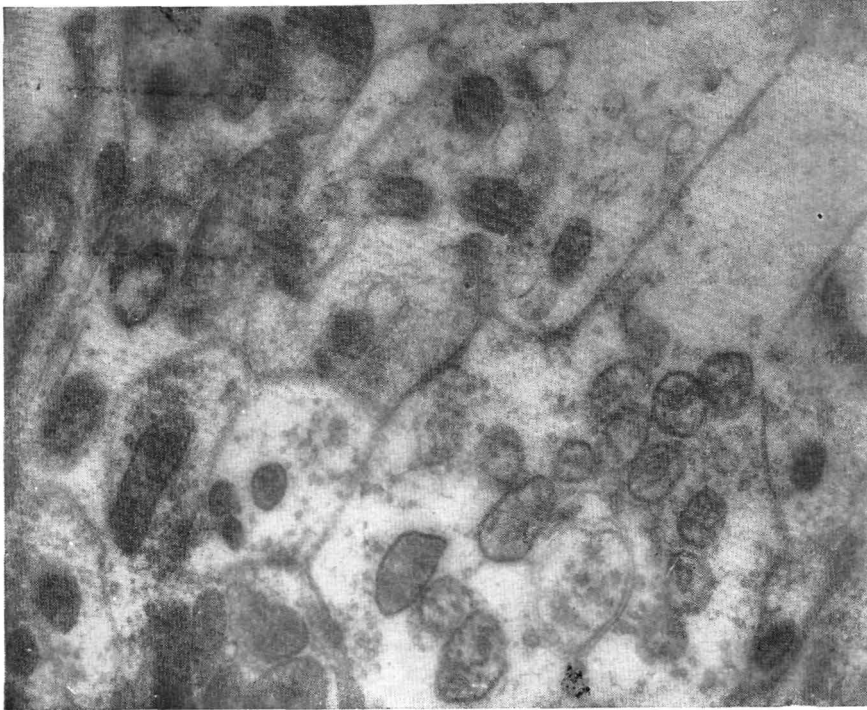


17. 2 féle szinaptikus vezikula (300—600 Å), üres és „dense-core” ugyanazon végződésben. Patkány n. arcuatus, 40 000x.

nának le a végződésbe. Így a viszonylag üres mitokondriumok a leépülés egy stádiumát jeleznék. Elképzelhető persze *Green* (10) alapján az is, hogy ezen „üres” mitokondriumok fokozott fehérjeszintézissel állanak kapcsolatban, ellentétben a „sűrű” krisztás mitokondriumok dominánsan oxidatív funkciójával. Fermenthisztokémiai kutatások (*Szentágothai*) (24) valóban a szinaptikus mitokondriumok más mitokondriumoktól eltérő tulajdonságaira utalnak. —

ad b) A prészinaptikus membrana egység-membrán („unit-membrane”) két 20 Å vastag sűrű és egy 35 Å-nyi kevésbé sűrű rétegből áll (19. ábra).

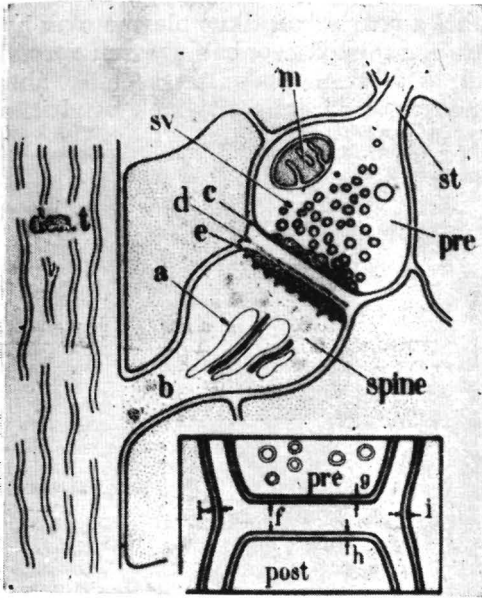
Osmium fixálás után megvastagodást mutathat, bár ez nem obligát, mert pl. a harántcsíkos izomvégződés axon membránmegvastagodással nem bír. Az a korábbi elképzelés (*de Robertis*) (16), hogy a preszinaptikus AcCh, mely elsősorban a vezikulákhoz kötődve a preszinaptikus membrán „át-



18. Glomerulus részlet E. M. képe macska corpus geniculatum laterale-ból. A nagy, bunkószerűen kiszélesedő látóidegrost végződésben a mitokondriumok világosak, néhány cristae mitochondriales-szel, míg a posztszinaptikus dendritekben erős festődésű, sűrű cristá-s mitokondriumok találhatóak. A szinaptikus vezikulák elsősorban a prészinaptikus hártya alatt koncentrálnak. 36 000x.

szakítása” révén a vezikulák felbomlásával kerülne a szinaptikus részbe, túlságosan mechanisztikus, s azóta sem nyert megerősítést. Ez ellen szól a szinaptikus rés újabban leírt igen differenciált struktúráltsága is. Sokkal valószínűbb, hogy az acetilkolin molekuláris formában kerül a szinaptikus részbe, illetve a posztszinaptikus membránára. Mindamellet érdekes, hogy *Gray* (8) és mások véleménye szerint is valódi prészinaptikus membrán csakis ott található, ahol szinaptikus vezikula konglomerátum is van; ezt saját preparátumainkon is láthattuk.

ad c) A szinaptikus rés 200, vagy speciális esetekben 300 Å vastag (19. ábra), (8). A pré- és posztszinaptikus membránok között (*de Robertis*) (17) egy interfilamentáris összekötő rendszer van; a posztszinaptikus membránához közelebb egy ún. intermedier zóna fekszik (20. ábra), mely azonban permanganát fixálás után nem látható.

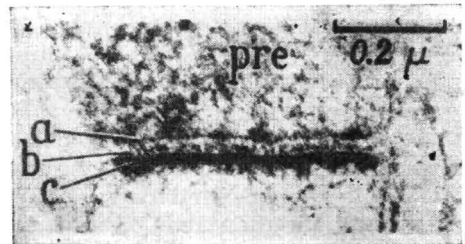


19. Tüske-szinapszis sémás képe patkány nagyagykérgéből. Spine, dendrittüske; a, tüske-apparátus; pre, prészinapszis; post, posztzinapszis; c, prészinaptikus hártya; e, posztzinaptikus hártya; d, intermedier zóna; sv, szinaptikus vezikulák; m, mitokondriumok; dent., dendritikus tubulusok; g, h, i „unit” membrán. (8)

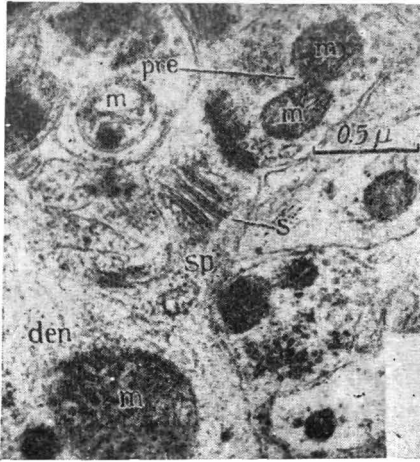
ad d) A posztzinaptikus membran megvastagodás rendszerint erősebb mint a prészinaptikus. Igen nagy feloldású képeken (20. ábra) a megvastagodás a hártýára merőleges csíkoltságot mutat. A megvastagodás jellege alapján Gray (8) a szinapszisokat 2 típusba sorolja, a) legtöbb axodendritikus szinapszis a cortex-ben, ahol a posztzinaptikus hártya erős megvastagodást mutat, és b) axosomatikus és sok axodendritikus szinapszis, ahol a megvastagodás nem ilyen kifejezett. Érdekes módon a kisagy Purkinje sejttestén végződő, feltehetőleg gátló szinapszisok vizsgálataink szerint a „b” típusúhoz sorolhatók, éppúgy, mint a nagyagykéreg axosomatikus szinapszissai.

ad e) A posztzinaptikus plazma organizációja némileg bonyolultabb, mint a prészinaptikusé. Mitokondriumok, szemcsék, dendritikus tubulusok, aposzinaptikus vezikulák sokfélesége, specializált, vagy egyszerűbb endoplazmás reticulum jellemző e struktúrára. Eddig a szinapszis ezen alkotó elemére kevesebb figyelmet fordítottak (az interkaláris szinapszisoknál), ugyanis az ingerület tovaterjedése magyarázatára elegendőnek látszott az a feltételezés (melyet elektrofiziológiai vizsgálatok igazolnak), hogy a posztzinaptikus potenciál az idegsejt membran további részein

20. Pré- és posztzinaptikus hártýák és a szinaptikus rész nagyfeloldású E. M. képe. a, prészinaptikus hártya; b, intermedier zóna; c, posztzinaptikus hártya, jól látható, hogy a posztzinaptikus hártya jóval erősebben megvastagodott, mint a prészinaptikus („A” típusú szinapszis). 100 000x. (8)



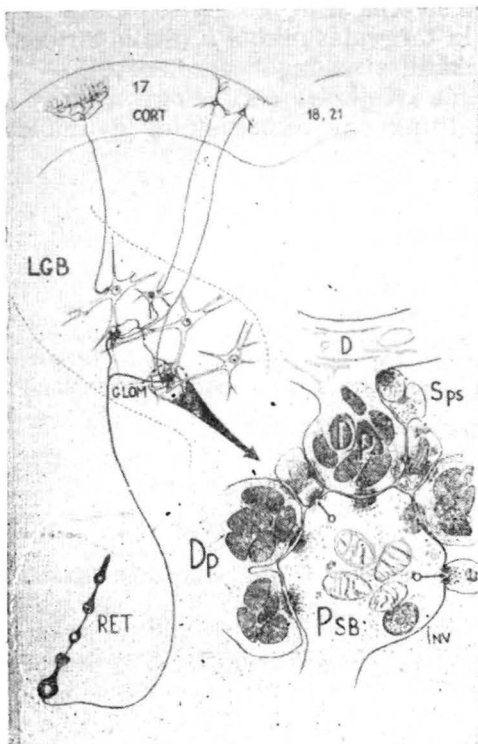
terjed tovább, ily módon e szempontból a posztszinaptikus plazma csak harmadlagos jelentőségű lehet. — Újabb vizsgálatok azonban egészen specializált posztszinaptikus plazmastruktúrákról számolnak be (19, 21. ábra). Gray (8), Hamlyn (11) az emlősök neocortex piramisisejtjeinek dendritikus



21. Tüske-szinapszis E. M. képe patkány cortex-éből: Sp, tüske; s, tüskeapparátus; pre, prészinapszis; den, dendrit; m, mitokondrium. 52 000x. (8)

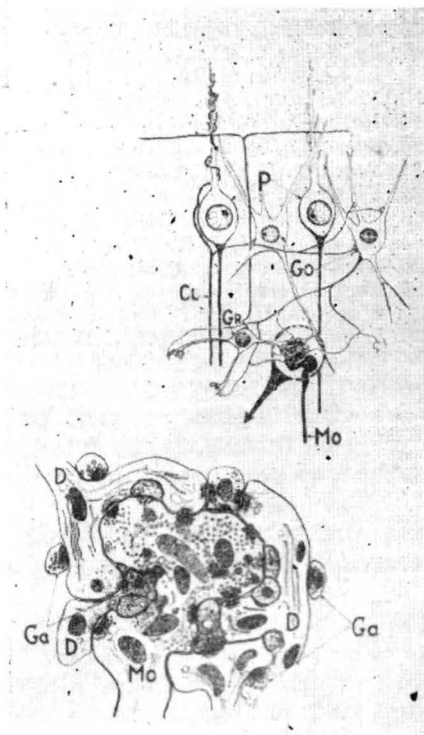
tüskéiben ún. tüske-apparatust találtak, Taxi (26) béka vegetatív ganglionban más jellegű, de ugyancsak posztszinaptikus „formation soussynaptique”-t talált. Ezek jelentősége azonban még egyáltalában nem ismert, csupán fantáziálásnak tűnik Hamlyn azon elképzelése, hogy a tüskeapparátus, (minthogy csak a legfejlettebb emlősök neocortexében található meg) a memóriával, illetve tanulással függene össze. — A harántcsíkos izomra történő ingerületátvitel esetében, a miofibrilla Ernst és Garamvölgyi (3) bizonyította, reversibilis elektromos ingerelhetősége azzal a természetes igénynyel lép fel, hogy keressük az ingerületnek a véglemezről a fibrillákra való átvitelének strukturális szubsztatumát. Vizsgálataink szerint a rovarok röpizmában ilyen struktúra lenne a posztszinaptikus „rete szinaptikum”-ot elsősorban a Z-membránnal összekötő tubulozus szerkezet.

Utoljára egy igen lényeges problémát említenénk röviden. Hogyan képzelhető el strukturális szemszögből a gátlás jelensége? Ennek két módja képzelhető el: a) a posztszinaptikus idegelem gátlása egy gátló szinaptikus idegvégződés által, az excitatorikus szinapszistól eltérő mediáció révén, b) prészinaptikus gátlás. Ennek strukturális alapja kétféleképpen képzelhető el. Egyik az volna, hogy az izgalmat átvivő szinaptikus idegvégződésen egy gátló szinaptikus idegvégződés helyezkedik el: tehát „synapsis a synapsison”. E gátló végződés mintegy „lefogja” az excitatorikus szinapszist és ezért ez nem tudja ingerületét átvinni a posztszinaptikus idegelemre. Ilyen típusú idegvégződést Gray (9) a gerincvelőben írt le, intézetünkben pedig a corpus geniculatum lateraleban találtunk (25) (22. ábra). Másik lehetőség az volna, hogy az érintkező nagyobb felszínű és az excitatorikus ingerületátvitelt szolgáló két érintkező idegelem közé ékelődik a gátló elem: tehát közbeiktatott vagy „sandwich” szinapszis. Ilyeneket mi észleltünk a teknős szimpatikus ganglionjában, illetve a kisagy glomerulusaiban is (23. ábra).



22. Corpus geniculatum szinapszis struktúrájának sémája. *Ret*, retina; *PSB*, prészinaptikus bunkó; *Dp*, Geniculatumsejt dendritprotuziója; *Inv*, $0 \rightarrow$ axo-axonikus szinapszis és invagináció; *sps*, másodlagos prészinaptikus végződés (nem optikus-rostok) (25)

23. Kisagy glomerulus-szinapszis sémája, *P*, Purkinje-sejt; *Go*, Golgi-sejt; *Gr*, szemcsesejt; *Mo*, moharost; *D*, dendrit; *Ga*, Golgi axonvégződés (25)



Nem szóltunk a neuromusculáris app. ultrastruktúrájáról — ennek ismertetése még hosszadalmasabbá tette volna az egyébként is hosszú referátumot. Ugyanilyen okokból maradt ki tárgyalásunkból a gliális struktúrák kapcsolata az ingervezető struktúrákkal, s az inger vezetésével. — Legvégül annak a reménynek szeretnénk kifejezést adni, hogy néhány szerény gondolattal mi is hozzájárulhattunk egy remélhetőleg gyümölcsöző vita légkörének megteremtéséhez.

Irodalom

1. Csillik, B. und Gy. Sávoy (1958) Acta Morphol. Hung. 8. 1.
2. Eccles, J. C. (1961) Ergebn. Physiol., 51, 299.
3. Ernst, J. (1958) Die Muskeltätigkeiten, Akad. Kiadó, Bp. 46. o.
4. Fernández—Morán, H. (1958) Exptl. Cell. Res., Suppl. 5, 586.
5. Finean, J. B. (1957) 2nd Internat. Neurochem. Symp. Aarhus, Pergamon Press, London.
6. Geren, B. B. (1954) Exptl. Cell. Res., 7, 558.
7. Granit, R. (1957) Studium Generale, 10, 244.
8. Gray, E. G. (1959) J. Anatomy, 93, 420.
9. Gray, E. G. (1962) Nature, Lond., 193, 82.
10. Green, B. (1961) Nemzetközi Biokémiai Kongr., Moszkva.
11. Hamlyn, L. H. (1962) J. Anatomy, 96, 112.
12. Ingelstam, E. (1955) Proc. Meeting Problems in Contemporary Optics, Florence.
13. Koelle, G. B. (1962) Journ. of Pharm. and Pharmacol., 14, 65.
14. Müller, P. (1958) Exptl. Cell. Res., Suppl. 5, 118.
15. Richardson, K. C. (1962) Acta Neuroveg. Congress, Marseille.
16. de Robertis, E. (1958) Exptl. Cell. Res., Suppl. 5, 347.
17. de Robertis, E., A. Pellegrino de Iraldi, G. Rodriguez de Lores Arnaiz and L. Salganicoff (1962) J. Neurochem. 9, 23.
18. Robertson, J. D. (1959) Z. Zellsorsch., 50, 553.
19. Rosenbluth, J. and S. L. Palay (1961) J. Biophysic. and Biochem. Cytol., 9, 853.
20. Schmidt, W. J. (1934) Z. Zellforsch u. mikroskop. Anat., 22, 485.
21. Schmitt, F. O. (1958) Exptl. Cell. Res., Suppl. 5, 33.
22. Sjöstrand, F. S. (1953) J. Cellular Comp. Physiol. 42, 15.
23. Stockhammer, K. (1956) Z. vergleich. Physiol.,
24. Szentágothai, J. (1957) Acta Anat., 30, 827.
25. Szentágothai, J. (1962) Internat. Congr. of Physiol. Leiden, in press.
26. Taxi, J. (1957) Compt. Rend. de l'Acad. Dc., 245, 564.
27. Waelsch, H. (1962) szóbeli közlés.
28. Wald, G. (1958) Exptl. Cell. Res. Suppl. 5, 389.

AZ INGERÜLETET KÍSÉRŐ ELEKTROMOS JELENSÉGEK ANALÍZISE I.

Garamvölgyi Miklós és Lakatos Tibor

(Pécsi Orvostudományi Egyetem Biofizikai Intézete)

Az ingerülettel járó elektromos jelenségeket széles körben a membrán-elmélet alapján magyarázzák. A membránelmélet a semipermeabilis membrán fogalmára épült. A membrán lenne felelős a sejt belseje és környezete közötti koncentrációkülönbségekért és a membrán permeabilitásának megváltozása okozná az ingerületi elektromos jelenségeket. Ebben az előadásban a membránnal foglalkozunk. Első részben tárgyaljuk a membránkérdés strukturális vonatkozásait, a második részben pedig az elektromos sajátságokat. Az előadás első részében három fő kérdést tárgyalunk: 1. Milyen anyagok építik fel a membránt? 2. Passzív, vagy aktív membrán? 3. Hogyan épül fel a membrán és milyen cytológiai struktúrának felel meg?

1. A semipermeabilitás vizsgálata biológiai kérdésekkel kapcsolatban került a fizikába. *Pfeffer*, *De Vries* és *Van't Hoff* ozmométeres kísérleteikkel növényfiziológiai kérdést kívántak megközelíteni. A biológiai semipermeabilitás és a selectív permeabilitás magyarázatára számos elméletet és modellt konstruáltak. Mivel mind a sejttartalom, mind a környező folyadék vizes oldat, kézenfekvő volt *Overton* feltételezése, hogy a két vizes oldat keveredését lipoidhártya akadályozza meg, tehát a sejtmembránt lipoidok alkotják. *Overton* kiterjedt kísérleteket végzett és adataival jól magyarázta pl. egyes narcoticumoknak a sejtbe történő behatolását. Elméletével azonban nem sikerült magyarázatot találni a biológiailag úgyszólván legfontosabb anyagok, pl. a szervesetlen sók, a cukrok, vagy az aminosavak felvételére. Ezért már *Overton* kénytelen volt segédhipotézisként a sejtmembrán aktív, „adenoid” működését feltételezni. Ugyancsak az *Overton-féle lipoidelmélet* fogyatékoságainak kiküszöbölése céljából állította fel *Nathansohn* az úgynevezett „mozaik”-elméletet, mely szerint a poláros és apoláros karakterű molekulák felvétele a sejtmembrán más és más területein menne végbe.

A lipodteóriától eltérő *Heilbrunn* álláspontja, aki tengerisün-petéken végzett kísérletek alapján megalkotta a koagulált fehérjéből álló membrán koncepcióját.

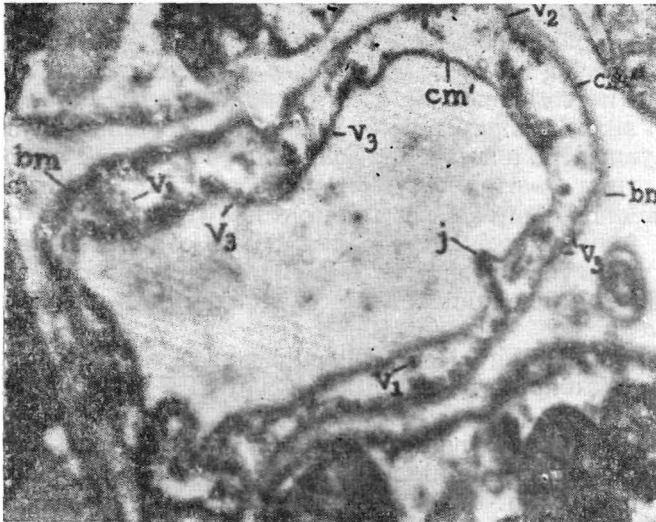
Langmuir és *Adam* monomolekuláris hártákkal végzett kísérletei irányították rá a figyelmet a felületre merőlegesen orientált, poláros és apoláros csoportokat egyaránt tartalmazó molekulák szerepére. *Harvey* és *Danielli*, valamint *Höber* szerint a membránt fehérje-lipoid komplex építi fel. *Harvey* és *Danielli* modellje szerint két sor lipoidmolekula poláros csoportjai fehérjerétegek felé, hydrophob végei pedig egymás felé fordulnak és így

két fehérjeréteg közé zárt kettős lipoidréteg jön létre. A fehérje-lipoid membrán koncepciójának alátámasztására még más membránmodelleket is konstruáltak, ezek részletes tárgyalására azonban nem térhetünk ki.

2. Milyen mechanizmus alapján folyik az anyagfelvétel, illetve leadás a membránon át? A régebbi elméletek kizárólag passzív szerepet tulajdonítottak a membránnak. *Overton* a víz- és lipoidfázis közötti megoszlással magyarázta. Később *Ruhland* ultraszűrő teóriája vált elfogadottá. Az ultraszűrőelmélet szerint csak a pórusnagyságnál kisebb molekulák hatolhatnak át a membránon, ennél nagyobb részecskéket a membrán nem bocsáj át. *Michaelis* szárított kolloidum-membránokon végzett kísérletei alapján olyan értelemben módosította az ultraszűrőelméletet, hogy tekintetbe vette a membrán töltéseit. Szerinte a kationok és anionok külön-külön pórusokon keresztül juthatnak át. *Theorell* és *Meyer* szerint a membrán igen sok vegyértékű, polyvalens hálózatnak felel meg, melynek töltései és ezáltal a permeabilitási viszonyok a pH változásainak megfelelően változnak, a membrán hol mint kation, hol mint anion szerepel.

Lundegårdh szerint az ionok a membrán megfelelő töltésű csoportjaihoz kötődnek és az utóbbiak hőmozgásuk következtében, tengelyük körül elfordulva a membrán ellentétes oldalára juttatják, ahol desorbeálódnak. *Krogh* a K^+ és a Na^+ közötti asszimmetrikus ioneloszlás magyarázatára a membrán aktív „pumpa-mechanizmusát” feltételezi, mely az anyagcsere-energia rovására működne. Meg kell említeni *Nasszonov* és *Trosin* szorbciós elméletét is, akik szerint a membrán nem rendelkezik semipermeabilis sajátságokkal és az asszimmetrikus ioneloszlást a sejtplazma ionmegkötő képességének váltoásaival magyarázzák.

Mint láttuk, *Theorell*, *Lundegårdh* és *Krogh* modelljei bizonyos szabályozó működést tulajdonítanak a membránnak. Újabban egyre inkább a „pumpa-mechanizmusokra” terelődik a figyelem. A permeabilitás-különb-

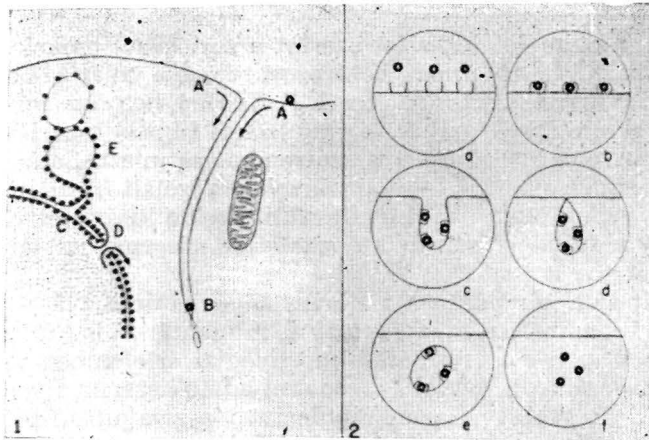


1. ábra: Membranvesiculatio endothelsejtben. Patkány myocardiumban futó capilláris keresztmetszete. (Palade, 1956.)

ségeket nem pusztán semipermeabilitással, hanem aktív membránműködéssel magyarázzák, melyet a membránban lokalizált enzimrendszerek irányítanak. Izomműködés szempontjából pl. nagyon érdekes, ilyentermészetű munkáról számoltak be *MacColleston* és *Randle* a stockholmi Nemzetközi Biofizikai Kongresszuson, akik izomrostok sarcolemmáját nagy mennyiségben izolálták és abban egész sor enzim lokalizációját mutatták ki.

Az elektronmikroszkópos vizsgálatok eredményei is azt mutatják, hogy a semipermeabilitás nem az egyetlen módja a membránon át történő anyagcserélődésnek. *Porter* és *Palade*, *Palade*, valamint *Bennett* munkái szerint kimutathatók a membrán vesiculatioi, valamint a sejt lumenébe történő mély behúzódásai (membrane-flow). Ezeket a jelenségeket az aktív membránműködéssel hozzák kapcsolatba.

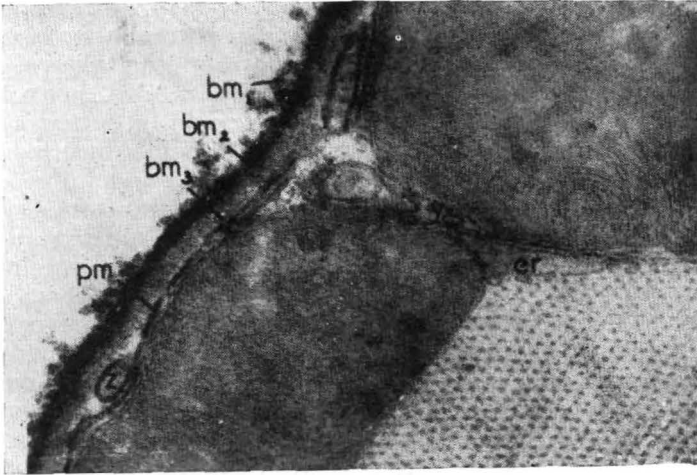
3. Most nézzük meg, mi valósult meg eddig a membránkonceptióból, vagyis mit tudunk ma a membránok felépítéséről. Az elektronmikroszkóp előtti időben a szubmikroszkópos kutatás legfontosabb eszköze a polarizációs mikroszkóp volt. Polarizációs mikroszkóp segítségével állapította meg *W. J. Schmidt*, idegrost nyelinhüvelyét vizsgálva, hogy két pozitív kettős törésű, feltehetően fehérjeréteg között negatív kettős törésű lipidréteg helyezkedik el, ez utóbbinak orientációja a felszínre merőleges. Az újabb, elektronmikroszkópos vizsgálatok szerint is osmiophil és kevésbé osmiophil rétegek alkotják a membránokat, ami valószínűsíti, hogy fehérjék és lipidok is tartalmaznak. A membrán szerkezetek elektronmikroszkópos kutatói közül különösen *Sjöstrandot* és *Robertson* kell kiemelni. Az elektronmikroszkópos vizsgálatok egyértelműen azt mutatják, hogy a biológiai membránok általában többrétegűek, leggyakoribb az úgynevezett „kettős-membrán”, mely összesen három rétegből áll, két felületi és egy közbezárt rétegből. Nagyon érdekes a „kettős-membránok” esetleges funkciója szempontjából *Homolának* a mi intézetünkben végzett modellkísérlete, mely szerint két, különböző permeabilitású membránnal ellátott kettős oszométeren át vízvándorlás indul meg. A két membrán és az általuk közbezárt, makromolekulákat tartalmazó folyadéktér együttesen olyan rendszert



2. ábra: Membránáramlás (membrane flow) és membránvesiculatio vázlatos elve (*Bennett*, 1956)

képez, melynek felépítése elvileg azonos a „kettős-membrán” három rétegével.

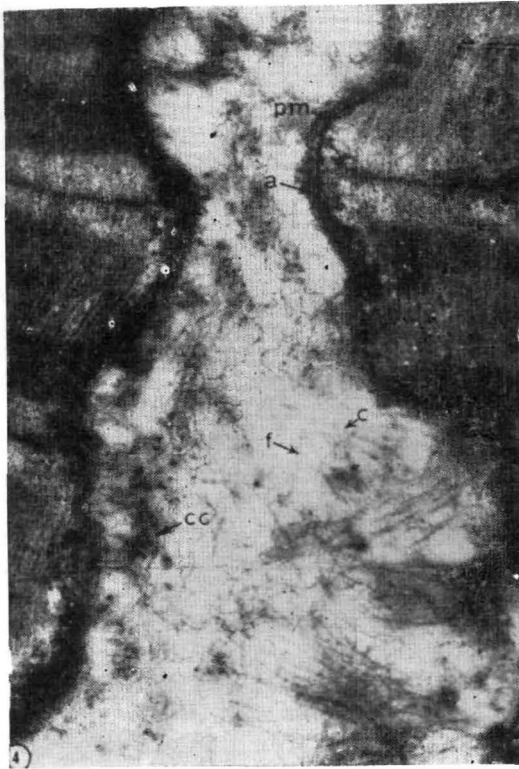
A többrétegű membránok összetett szerkezetével kapcsolatban felvetődik a kérdés, melyik réteg, vagy melyik konkrét cytológiai membránféleség játssza a polarizálható membrán szerepét? A fiziológusok egy része eleve elutasítja, hogy a membrán-funkciót egy adott struktúraképlethez lehessen kapcsolni. Mások a sejt- illetve rostmembránt tekintik elektromosan polarizálható membránnak. Ha megvizsgáljuk pl. a harántcsíkolt izomrost membránját, azt találjuk, hogy számos rétegből tevődik össze. A plazmamembrán fehérjelipoid „kettős-membrán”, ezen kívül helyezkedik el a különböző densitású, részben amorf, részben rostos szerkezetű „basement membrán”.



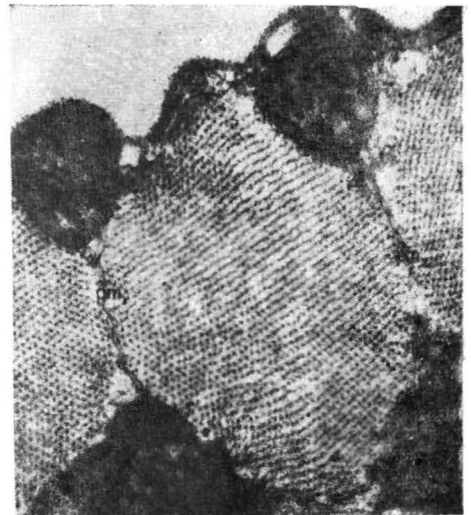
3. ábra: Rovarizomrost membránjának szerkezete. pm: plazmamembrán, $bm_1, 2, 3$: basement membrán egyes rétegei (Smith, 1961).

A membránelmélet feltevése szerint a sejt (rost) határfelületi membránjának közelebről meg nem határozott rétege a polarizálható membrán. Erre nézve bizonyítékként hozza fel *A. F. Huxley*, hogy az izolált, ép membránnal rendelkező rost ingerelhető, míg izolált fibrilla ingerlése nem lehetséges, nyilvánvalóan a rosthártya szétrombolása miatt. Saját kísérleteinkben ezzel szemben sikerült — méh szárnyizom izolált fibrilláit ingerelve — reverzibilis, gyors rángásokat megfigyelni. Ezek a kísérletek ellene szólnak annak, hogy a sejtmembrán nélkülözhetetlen szerepet játszana az ingerületben.

Indokolt az a kérdés, nem a fibrilla saját határhártyája-e a polarizálható membrán, amint azt már *Conway* és munkatársai is feltételezték. Kérdéses azonban, van-e a fibrillának morfológiai értelemben vett határhártyája? Elektronmikroszkóppal az irodalmi adatok szerint ilyen hártya nem mutatható ki. Régebbi, mikromanipulációs vizsgálataink fibrillahártya létezésére mutattak, mindazonáltal ezt a kérdést még tovább kell vizsgálni. Ilyen vonatkozásban igen figyelemreméltóak *Smith* elektronmikroszkópos képei.



4. ábra: Békaizom-rost sarcolemmája (Mauro és Adams, 1961).

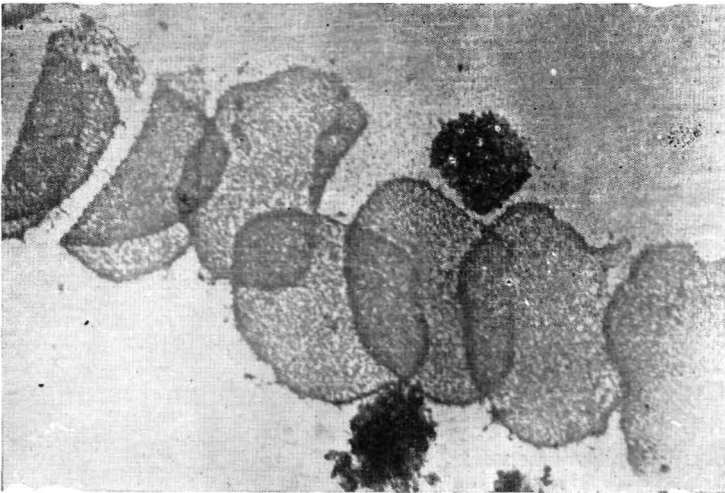


5. ábra: A plasmamembrán betüremkedései körülveszik az egyes fibrillákat (Smith, 1961).

Smith szerint a rovarizomrost plazmamembránja mélyen betüremkedik a rost lumenébe és a fibrillákat hártyszerűen beburkolja.

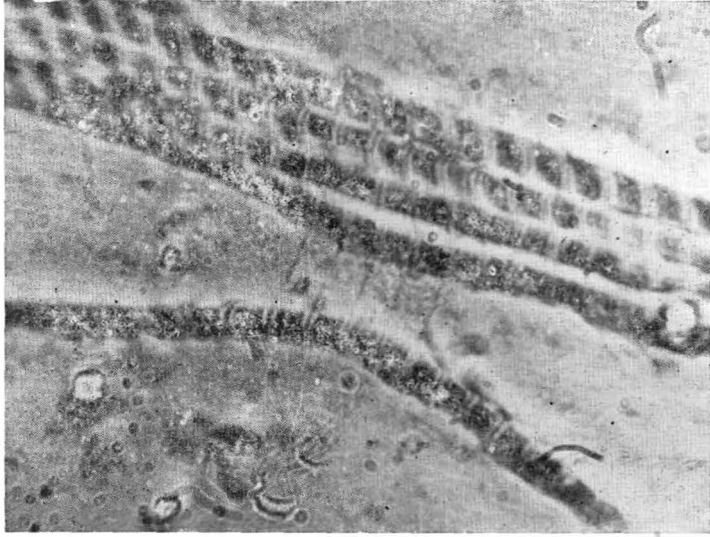
Más sejtsztruktúrákat is szoktak polarizálhatónak tekinteni. Ma széleskörűen elterjedt az a nézet, hogy a sarcoplasmaticus reticulum és a Z-csíkok alkotnák az izomrost sejtenbelüli ingerületvezető rendszerét (pl. *Huxley és Taylor, Edwards, Ruska és Caesar, Peachy és Porter, Simpson és Oertel*). A sarcoplasmaticus reticulummal (endoplasmás reticulummal, vagy sarcotubuláris rendszerrel) kiterjedt elektronmikroszkópos irodalom foglalkozik, ennek ismertetése túlmenne az előadás keretein. Végeredményben azt láthatjuk, hogy a sarcoplasmaticus reticulum functionális, ingerületvezető szerepére nincsen elegendő kísérleti bizonyíték, rendkívül változatos megjelenése azt mutatja, hogy nem feltétlenül tekinthető változatlan, preformált struktúrának. Az ok, amiért a sarcoplasmaticus reticulumnak ma ilyen jelentős szerepet tulajdonítanak az, hogy egyes izomféleségekben a Z-csík magasságában halmozódik fel. A Z-csíkról viszont már *Tiegs*, később *Barer* feltételezte, hogy részt vesz az ingerület vezetésében.

Mikromanipulációs, extractiós és elektronmikroszkópos vizsgálatainkban mi behatóan foglalkoztunk a Z-képlet szerkezetével. Leírtuk, hogy a Z-rendszer intra- és interfibrilláris részekből áll. Az intrafibrilláris rész hálózatos szerkezetű, kerek lemezekre, mely áthalad a fibrilla egész keresztmetszetén. E lemezeket sikerült izoláltan előállítanunk (6. ábra). A szomszédos fibrillák egy magasságban fekvő Z-csíkjai között specifikusan Z-csíktól Z-csíkgig terjedő összekötő képletet mutattunk ki (7. ábra), sőt később sikerült intrafibrilláris lemezekből és az őket összekapcsoló haránthidakból álló egész, hálózatos Z-rendszereket is izolálnunk (8. ábra). Ez azt mutatja, hogy a Z-csík magasságában található interfibrilláris struktúrák nem sarcoplasmaticus jellegűek, hanem az intrafibrilláris Z-képletekkel együtt összefüggő, a rost egész keresztmetszetén áthaladó rendszer tagjai. Nincs okunk tehát a sarcoplasmaticus reticulumnak csupán sejtenbelüli elhelyezkedése miatt ingerületvezető szerepet tulajdonítani, hiszen létezik

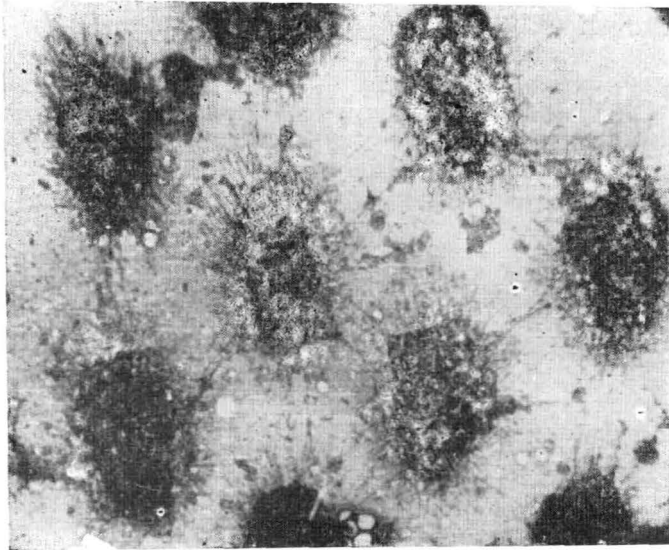


6. ábra: Izolált intrafibrilláris Z-lemezek. Méh szárnyizom.

másik, lényegesen állandóbb összekötő rendszer is. Ami a Z-képlet esetleges functionális szerepét illeti, legyen szabad megemlíteni elektronmikroszkópos mikroincinerációs vizsgálatainkat, melyek során kimutattuk, hogy az intrafibrilláris Z-képlet anorganikus-anyag tartalma feszített és nem feszített fibrillák esetén eltérő, ezért a Z-képletek működésükbeni töltésváltozásait nem tartjuk lehetetlennek.



7. ábra: Interfibrilláris Z-hidak. Méh szárnyizom. FK.



8. ábra: Izolált intra-interfibrilláris Z-rendszer részlete. Méh szárnyizom.

Az elmondottakból láthatjuk, hogy a klasszikus membránelmélet leegyszerűsítette a sejtet, membránnal határolt homogén vizes oldatnak fogván fel, melyben az ionok eloszlása egyenletes. A sejt komplikált szubmikroszkópos szerkezete azonban azt mutatja, hogy a sejtenbelüli anyageloszlás egyáltalán nem egyenletes. Így pl. az izomkálium tekintélyes része a fibrillákban, illetve ezeknek is anizotrop szakaszában lokalizálódik, több százszorosan nagyobb koncentrációban, mint a környezetében. Nem állíthatjuk, hogy kizárólag a membrán volna felelős az elektromos jelenségek létrejöttéért, abban a sejt más struktúrái is szerepet játszhatnak.

AZ INGERÜLETTEL JÁRÓ ELEKTROMOS FOLYAMATOK ANALÍZISE II.

Garamvölgyi Miklós és Lakatos Tibor

(Orvostudományi Egyetem Biofizikai Intézete, Pécs)

Az előadás második részében azt vizsgáljuk meg, hogy milyen elméleti magyarázat adható az ingerületet kísérő elektromos változások — az akciós potenciál — keletkezésére vonatkozóan. Tekintettel azonban arra, hogy ez a problémakör rendkívül kiterjedt, csak egyetlen kérdés tárgyalására szorítkozunk.

Az ingerelhető szövetek sejtjeinek belső tere és az intersticiális folyadék között nem-polarizálódó elektródákkal potenciálkülönbség mérhető, amelyet nyugalmi potenciálnak neveznek. Ennek értéke pl. békaizom esetén 90—100 mV. (A továbbiak során mindig békaizomrosttal foglalkozunk, hogy határozott adatokat használhassunk.) Az ingerületi folyamat során a rost ingerületben lévő szakaszán ez a potenciálkülönbség ellenkező előjelre fordul, majd az ingerület tovahaladása után az eredeti helyzet áll vissza. A jelenség lefolyása általában millisekundum nagyságrendű időt igényel. Ezt a gyors változást nevezzük akciós-potenciálnak. A nyugvó és az ingerületben lévő helyek között a potenciálkülönbség békaizom esetén mintegy 120 mV-t tesz ki. Nyugalmi állapotban kívülről pozitív, ingerületi állapotban kívülről negatív az izomrost felülete. Az itt megadott nyugalmi és akcióspotenciál értékektől eltérő — kisebb — adatokkal is találkozhatunk az irodalomban, elsősorban régebbi mérések eredményeként. A korábban, meglehetősen vastag elektródákkal végzett méréseknél a keletkezett nagy sérülés következményeképp mérték a kisebb értékeket. Gondosabb metodikával és finomabb elektródával végzett mérések elég kis szórással az említett adatokat eredményezik.

Tehát ezen jelenségek magyarázatát keressük. Vegyük sorra, hogy az adott helyzetben milyen fizikai, illetve fizika-kémiai viszonyok vagy folyamatok hozhatnak létre potenciálkülönbséget.

Első pillantásra koncentrációs potenciállal kísérrelhetjük meg azonosítani a nyugalmi potenciált, hiszen, mint később részletezzük, a rost és az intersticium anorganikus sótartalma különböző. A koncentrációs elem elektromotoros erejét mindig módosítja a diffúziós potenciál. Ezt a hatást is beleszámítva a koncentrációs potenciál értékét a következő összefüggés szabja meg:

$$E = \frac{2 n R T}{z F} \cdot \ln \frac{C_1}{C_2}$$

ahol n az anion-átviteli szám, R a gázállandó, T az abszolút hőmérséklet, F a Faraday féle szám, c_1 és c_2 a sókoncentrációk, z a vegyérték. A nagyobb koncentrációjú oldatba merülő elektróda lesz pozitív. Ez az ún. *Nernst-féle* formula, amelynek alkalmazásával tankönyvekben is gyakran találkozunk, itt nem használható, mert csak egyfajta só két különböző koncentrációjú, egymással érintkező oldatára vonatkozik. Az izomrost esetén a viszonyok bonyolultabbak. Ugyancsak nem kielégítő eredményre vezet, ha a mért potenciálkülönbséget a Donnan-egyensúly esetén létrejövő membránpotenciállal kívánjuk azonosítani. A keletkező elektromotoros erő nagyságát egyetlen oldott anorganikus só — amely számára a membrán teljesen permeabilis — és egyfajta nagyméretű szerves anion — amely számára a membrán egyáltalán nem permeabilis — esetén ugyanolyan formula írja le, mint a koncentrációs potenciált. A képletben c_1 és c_2 a diffúzibilis só koncentrációit jelenti. Az izomban uralkodó viszonyokat ez a konstrukció sem közelíti meg. Az izomban található ionterek eloszlása ui. a következő: az intersticiális térben (békaizom esetén) 110 mM/1 Na^+ , 2,6 mM/1 K^+ , 77 mM/1 Cl^- ion van. Vagyis a klorid-koncentráció nem elég az elektroneutralitás biztosítására, a hiányzó töltést főként hidrokarbonátionok és szerves savmaradékok szolgáltatják. A sejt belsejében kb. 10 mM/1 Na^+ , 1 mM/1 Cl^- és nagymennyiségű K (130 mM/1) van, tehát 50-szer több, mint az intersticiumban. A kevés klorid, hidrokarbonát, és szulfát-anion mellett immobilis szerves anionok biztosítják az elektroneutralitást. A feltevés szerint a két teret egymástól membrán választja el, amelynek permeabilitása a különböző ionokra más és más. Ilyen viszonyokra *Goldman* 1943-ban a következő formulát vezette le:

$$E = \frac{R \cdot T}{F} \cdot \ln \frac{P_K [K]_b + P_{Na} [Na]_b + P_{Cl} [Cl]_k}{P_K [K]_k + P_{Na} [Na]_k + P_{Cl} [Cl]_b}$$

Itt P_K , P_{Na} és P_{Cl} a permeabilitási együttható kálium, nátrium és a klorid-ionokra vonatkozóan. A zárójelben levő betűk a K^+ , Na^+ és Cl^- ionok koncentrációit jelölik. A permeabilitási együttható értelmezése a következő:

$$P = b \cdot u \frac{R T}{d F} \text{ cm/sec.}$$

ahol u az ionmozgékonyosság, d a membrán vastagsága, és b arányossági tényező, amely azt mutatja meg, hogy a membrán felületén lévő ionkoncentráció hogyan aránylik az oldatban lévő ionkoncentrációhoz (ugyanis az elmélet egyik alapfeltevése szerint ez a két érték arányos egymással). A formula alkalmazásához nem kell a permeabilitási együtthatók abszolút értékét, hanem elég csak az arányát ismernünk. Ha izomrost esetén valóban membránpotenciálról van szó, akkor ez a formula helyesen kell, hogy leírja a nyugalmi és akciós potenciál értékét. Az ionkoncentráció adatokat az előbb felsoroltuk, külön kell szólnunk azonban a rost belsejében található K -ról. Az itt helyetfoglaló K -nak ui. kísérletes adatok szerint csak kis hányada — kb. 1/50 része — van szabad, diffúzibilis állapotban, a többi immobilis, kötött állapotban van jelen, és pedig a sejt belsejében sem egyenletes eloszlásban, hanem kizárólag az anizotrop szakaszban; koncentrációja többszázszorosa a környezetének. A tényleges szabad, diffúzibilis K^+ koncentráció a sejt belsejében sem nagyobb, mint az intersticiumban. A per-

meabilitási együtthatók viszonyát *Hodgkin és Katz (1949)* szerint nyugalmi állapotban a

$$P_K : P_{Na} : P_{Cl} = 1 : 0,04 : 0,45$$

arányhármas mutatja. Az idézett szerzők ezt az arányhármaszt matematikai módszerrel, próbálgatással történő megközelítés segítségével nyerték. Helyesnek fogadva el ezen értékeket, helyettesítsük a Goldman-egyenletbe:

$$\begin{aligned} E &= 0,058 \cdot \log \frac{1 \cdot 2,6 + 10 \cdot 4 \cdot 10^{-2} + 4,5 \cdot 77 \cdot 10^{-1}}{1 \cdot 2,6 + 4 \cdot 110 \cdot 10^{-2} + 1 \cdot 4,5 \cdot 10^{-1}} V = \\ &= 58 \log \frac{37,65}{7,45} \text{ mV} = \underline{\underline{43,5 \text{ mV}}} \end{aligned}$$

ez fele a békaizomban mért nyugalmi potenciálnak. Eszerint azt kell mondanunk, hogy vagy az elmélet kiindulópontja nem helyes, vagy a használt adatok nem felelnek meg a valóságnak. A koncentrációértékek elfogadottak és jól ellenőrizhetők. Szóvá kell azonban tennünk a permeabilitási együtthatók arányának meghatározására használt metódust. Itt egyrészt elektromos vezetőképességmérésről van szó. Mérték tintahal óriás axonjának impedanciáját, és annak változásait a külső anorganikus sótartalom függvényében. Az eredményekből azonban nem következik egyértelműen a használt permeabilitás-arány. Másrészt az említett matematikai módszer lényege a következő: konstruálunk elméleti úton egy egyenletet — ez a Goldman egyenlet — amelynek *eredménye* ismeretes, együtthatói ismeretlenek. Megkeressük — számolással — azokat az együtthatókat, amelyek használatával helyes eredményt kapunk — tehát a permeabilitási együtthatókat. Most alkalmazzuk ezeket a kiindulási egyenletünkben és megállapítjuk, hogy az eredmény helyes. Ezzel a kör bezárult. Így *nem* ellenőrizhetjük az egyenlet helyességét, csak úgy, ha más, egzakt úton meghatározzuk a permeabilitási együtthatókat.

A koncentrációs potenciál, membránpotenciál, vagy más felületi érintkezési potenciál nem képes tartósan energiát szolgáltatni. A fizika ismer olyan konstrukciókat, amelyek alkalmasak tartós elektromos energiaszolgáltatásra. Ezeknek közös alapvető jellegzetességük az, hogy két különböző vezetési típusú anyag (pl. n és p típusú félvezető) érintkezik. Az érintkezési felületen elektromos kettős réteg alakul ki, amely potenciálkülönbségnek felel meg; ez azonban természetesen energiaszolgáltatásra nem alkalmas. Ha azonban az érintkezési hellyel folyamatosan energiát közlünk, — hőelemnél melegítés, fényelemnél fotonok, vagy esetleg radioaktív sugárzás formájában — akkor az illető két érintkező anyagra jellemző potenciálkülönbség keletkezik, amely fennáll és energiaszolgáltatásra alkalmas mindaddig, amíg a gerjesztő energia hat. Hasonló helyzet előtt állunk az izom esetén is. Két, különböző elektromos tulajdonságokkal rendelkező anyag érintkezik, az intersticiális folyadék és az izomrost struktúrált tömege. Az energiaszolgáltató folyamatot itt elsősorban az anyagcsere oxidációs és redukciós jelenségei képviselik. Az elválasztó felületen elektromos kettősréteg fog keletkezni, ennek megfelelően potenciálkülönbség, amelynek oka többféle lehet: határfelületi potenciál, koncentrációs poten-

ciál, membránpotenciál, redoxpotenciál (Lund, 1928). A tapasztalt potenciálkülönbség kialakulásában valószínűleg egyszerre több tényező játszik szerepet.

Az eddig felsoroltakon kívül még egy tényező szóba jöhet a bioelektromos potenciálok kialakulásánál: éspedig közvetlen elektronfolyamatok, tehát félvezetőre jellemző jelenségek. Saját kísérleti adataink, amelyekről a vándorgyűlés során beszámolunk, arra utalnak, hogy izomszövetekben ilyen elektronfolyamatok nem kizártak. Ahhoz azonban, hogy ezen elektronfolyamatok befolyását kvantitatív módon értékelhessük, széleskörű kísérletes munkára van szükség, pontosan meg kell ismernünk az izom molekuláris és elektronstruktúráját és a benne lejátszódó fizikai-kémiai folyamatokat. Csak ezután vállalkozhatunk a bioelektromos potenciálok kvantitatív leírására.

Vizsgáljuk meg, hogy mi a helyzet az ingerületi állapot tartama alatt! Hodgkin és Katz szerint (1949) a permeabilitási együtthatók aránya változik meg döntő mértékben:

$$P_K : P_{Na} : P_{Cl} = 1 : 20 : 0,45$$

lesz, vagyis a Na^+ permeabilitás 500-szorosára növekszik, míg P_K és P_{Cl} változatlan marad. Ennek következménye Na^+ -beáramlás és K^+ -kiáramlás, valamint a Goldman-egyenlet szerint a nyugalmi potenciál előjelének megfordulása és ezzel akcióspotenciál keletkezése kell legyen. Azonban a Na permeabilitás ilyen mértékű megváltozásának bekövetkezése fiziológias körülmények között nem bizonyított, ui. az erre vonatkozó kísérleteket direkt ingerléssel végezték; a direkt ingerlés viszont károsítja az izomrostot. Indirekt ingerlés esetén nem figyelhető meg ilyen permeabilitás-növekedés. Másrészt Cole és Curtis 1938-ban úgy találták, hogy az akciós áram tartama alatt impedanciacsökkenés lép fel, és ebből a permeabilitás megváltozására következtettek. Viszont az akciós áram megelőzi az izmon megfigyelhető impedanciacsökkenést. Ha az akciós áram a permeabilitás-viszonyok megváltozásának a következménye lenne, akkor az impedancia-csökkenés és az akciós áram megjelenése szinkron kellene hogy lejátszódjék. Még egy oldalról megközelítve a kérdést: a permeabilitás megváltozása nem eredményezhet $K^+ - Na^+$ cserét akkor, ha a K kötött állapotban van. Ha az ingerületi folyamat során K válik szabaddá, — vagyis K ionizáció következik be — akkor, mivel az izomsejt belsejében nagyobbá vált a K^+ koncentráció, mint az intersticiumban, a permeabilitás-viszonyok megváltozása nélkül is K kiáramlás indul meg, amelyet Na beáramlás kompenzál.

Ha az ingerület alatt keletkezett K^+ koncentráció-növekedést a rost belsejében figyelembe vesszük és a kapott értéket a Goldman formulába helyettesítjük, azonnal látható, hogy helytelen eredményt kapunk, mert nem változik meg a potenciálkülönbség előjele. Így ezt a formulát az akciós potenciál kiszámítására nem alkalmazhatjuk. A mennyiségi viszonyok tehát azt követelik, hogy a membránpotenciál jelenlétén kívül más potenciálkülönbség-forrást is feltételezzünk. Mint mondtuk, a K^+ felszabadulás ionizációs folyamat, amelynek során a K atom elektront ad le — ez oxidációnak felel meg. Tehát az ingerület tartama alatt a K felszabadulás miatt redoxpotenciál, vagy ahhoz hasonló, a K -ionizációnál lezajló elektronfolyamat következtében fellépő potenciál keletkezését tételezhetjük fel. Az így keletkező potenciálkülönbség — ha redoxpotenciálnak te-

kintjük — azon az oldalon pozitív, ahol az oxidált alak (K^+) nagyobb koncentrációban található, vagyis a sejt belsejében. Ennek alapján érthető az, hogy a sejt belseje pozitívvá válik az interstíciumhoz képest. Quantitatív értéket ezen feltételezés alapján csak akkor adhatnánk meg, ha pontosan ismernénk az ingerület alatt lejátszódó folyamatokat.

Szeretném még megjegyezni, hogy vannak olyan kísérletes adatok, amelyek arra mutatnak, hogy a külső K^+ koncentráció megváltoztatása a nyugalmi potenciál, a külső Na^+ koncentráció megváltoztatása pedig az akciós potenciál nagyságát befolyásolja, de mindegyik esetben csak részben, sőt olyan kísérlet is ismeretes, hogy a külső Na^+ koncentráció megváltoztatása egyáltalán nem befolyásolja az akciós potenciált (rákizmon *Fatt és Katz* 1953). Tehát nem jelenthetjük ki egyértelműen, hogy a nyugalmi potenciál K^+ -potenciál, az akciós potenciál pedig Na^+ -potenciál. Ezek a tények, az előadásban elhangzott más szempontokkal is összevetve, arra mutatnak, hogy a nyugalmi és az akciós potenciál nem egyszerűen egy koncentrációs elem potenciálja, vagy membránpotenciál, hanem bonyolult, összetett jelenség, amelyben a már előbb felsorolt tényezők kombinációi játszhatnak szerepet.

Az ingerület-kérdést követő vita után került sor a többi beszámoló megtartására. Ezek rövid, 10 perces referátumok voltak. (Csak az előadások kivonata került közlésre.)

1a. Tóth Lajos:

(Orvostudományi Egyetem, Fizikai Int. Debrecen)

Új eljárás a sztalagmométeres mérések pontosságának növelésére.

A biológiában és biofizikában egyaránt fontos a felületi feszültség meghatározása. Erre a célra gyakran használjuk a sztalagmométeres eljárást, bár 1—2% nagyságrendű hibát is ejthetünk a folyadéksepp beszűkülése miatt. E hiányosságokon nem segít a Rayleigh—Kohlrausch-féle elvileg helyes eljárás sem, mivel a felületi feszültség értékét csak hosszadalmass megközelítéssel nyerhetjük.

Ezért feladatul tűztük magunk elé olyan táblázat megállapítását, amelyből a mérési adatok segítségével közvetlenül kiírhatjuk a beszűkülést jellemző φ -szorzót. Ezzel a mérési hibát legfeljebb néhánytized %-ra csökkentettük, ami megfelel a legtöbb felületi feszültségmérő eljárásban elérhető hibahatárnak.

Az extrapolálás kiküszöbölése céljából további táblázatokat is számoltunk ki. Ezek segítségével az új mérőeljárást könnyen és gyorsan végrehajthatóvá tettük. Rutin vizsgálatokban is alkalmazhatjuk.

Hozzászólók: Evva F., Frenyó V.

1b. Tóth Lajos:

(Orvostudományi Egyetem, Fizikai Int. Debrecen)

Az izom Young-modulusáról.

A kísérleti tapasztalatok szerint az izom hosszúságváltozása növekvő terhelés esetén nem lineáris, ezért a Young-modulus (E) nem lehet állandó. Az összetartozó erő — hosszúság (P, l) értékpárokat grafikonon tüntethetjük fel és a görbe minden pontjában kiszámíthatjuk a pont környezetében érvényes E értéket.

Felvetődik az a kérdés, nem lehetne-e olyan állandó E értéket, vagy néhány paramétert megállapítani, amellyel tág intervallumban is jellemezni tudjuk az izom viselkedését?

Dimenzióelméleti megfontolással könnyen levezethetünk olyan összefüggést, amely egy állandó E mellett az izom megnyúlására jellemző függvényt is tartalmaz. A nyert kifejezés általánosítása a lineáris testek rugalmas megnyújtásakor nyerhető összefüggésnek. U. i. abban a függvény állandó, értéke 1.

Hasonlóan célt érhetünk a kísérleti adatok alapján megállapítható (P, l) görbével is.

Ha a tárgyalás nem kezdeti l_0 , hanem a mindenkori l hosszra vonatkoztatjuk, állandó E mellett, akkor az izom hosszára exponenciális kifejezést állapíthatunk meg, amely a grafikon egy részét helyesen írja le.
Hozzászóló: Tigyi J.

2. Varga—Mányi Piroska:

(Orvostudományi Egyetem Biofizikai Intézet, Pécs)

A víztartalom változás szerepe az izomrövidülésben.

Kísérleteinkben azt a kérdést vizsgáltuk meg, hogy hogyan befolyásolja az izomműködést az izomban létrejövő relatív víztartalom változás. Kísérleteinkben Läden—Trendelenburg békapreparátumot áramoltattunk át hipertóniás ($4x$ n Ringer) és hypotóniás ($1/4$ n Ringer) Ringer oldattal. Az elektromos és mechanikus tevékenységet (mechanoelektromos átalakító segítségével) egy kétsugaras katódoszillográfon regisztráltuk. Azt találtuk, hogy hipertóniás oldat esetén, amikor az izomállományban a relatív víztartalom csökken, az oldat átáramoltatása után bizonyos idő múlva előbb eltűnik az izomrövidülés. Hypotóniás oldattal történő átáramoltatásnál, amikor a relatív víztartalom növekedése következtében az izom ionkoncentrációja csökken, egyes inger esetén tetanuszos izomrövidülést kapunk. A relatív víztartalom változás következtében az akciós potenciál és az izomrövidülés egymástól elválasztható.

3. Lakatos Tibor:

(Orvostudományi Egyetem Biofizikai Intézet, Pécs)

Mn-szennyezés befolyása szárított békaizom vezetőképességére.

Szárított békaizmon végzett vezetőképességvizsgálataink folytatásaképp a békát preparálás előtt $0,01\%$ Mn-t tartalmazó Ringeroldattal átáramoltattuk. Kontrollként tiszta Ringeroldattal áramoltatott békák izmai szolgáltak. A Mn szennyezés jelentősen emelte a vezetőképességet, de nem változtatta meg a vezetőképesség hőmérsékletfüggését. A kísérleti adatokból elektronvezetés jelenlétére következtetünk.

Hozzászólók: Sztanyik L., Csillik B., Niedetzky A.

4. Garamvölgyi Miklós:

(Orvostudományi Egyetem Biofizikai Intézet, Pécs)

Interferenciamikroszkópos mérések harántcsíkkolt izomfibrillán.

Ismeretes, hogy az izomfibrilla harántcsíkkolata a megrövidülés és megnyúlás fokától függően igen változatos képet mutat. A harántcsíkkolat különböző típusait vizsgálva, interferenciamikroszkóp segítségével megmér-

tük a harántcsikolat egyes csikjainak szárazanyagtartalmát különböző sarcomerhosszúságú (meg nem nyújtott és különböző mértékben megnyújtott) méh-szárnyizom fibrillákon. A sarcomerhossz 3 és 8,5 μ között változik, ezen belül kb. 5,5 μ sarcomerhosszúságig az A-szakasz hossza és szárazanyag tartalma változatlan. Ennél nagyobb mértékű megnyúlásnál az A-szakasz több csikra, ill. szakaszra bomlik, melyek együttes szárazanyag tartalma megegyezik a kevésbé nyújtott fibrilla egységes A-szakaszának szárazanyag tartalmával. A Z-csik szárazanyag tartalmát vizsgálva azt találtuk, hogy az a különböző mértékben nyújtott fibrillákban a sarcomerhossztól nem függ, ezzel szemben a nem nyújtott (valószínűleg rövidült) fibrilla Z-csikjainak anyag tartalma kb. 50%-kal magasabb. Kísérleti eredményeink összhangban vannak intézetünk egyes régebbi adataival, de nem magyarázhatók a Huxley és Hanson által felállított „sliding”-hipotézissel.

5. Csillik Bertalan — Sávay Gyula:

(Orvostudományi Egyetem Anatómiai Intézet, Szeged)

Supramaximális ingerlés hatása a nyoneurális junctio histokémiai és submikroszkópos szerkezetére.

Patkány vázizmainak indirekt supramaximális ingerlése után szerzők vizsgálták a subneurális apparátus submikroszkópos szerkezetét (polarizációs mikroszkóppal végzett imbibitiós analysis segítségével, isotóniás ólom-nitrát-oldatban történt rögzítés után), valamint az ionizált calcium localisatioját (alizarinvörös festéssel, alkohol rögzítés után). Kitűnt, hogy 60 perces, 50 Hz frequentiájú, tetanizáló négyszöglingerek hatására a subneurális apparatus lipoproteid membranjában részleges fehérje-desorientatio és jelentős lipid-átrendeződés következik be; ugyanakkor a véglemezt környező telogliaális Schwann-sejtek protoplasmájában histokémiailag kimutatható Ca^{++} jelenik meg, mely hosszabb ingerlés esetén fokozatosan a subneurális apparatusra localisálódik. Vizsgálataik alapján úgy vélik, hogy az ingerületátadás alkalmával a post-synaptikus membranban bekövetkező molekuláris átrendeződés teszi lehetővé az akciós potenciálhoz vezető fokozott ionáramlást. A Ca^{++} és Na^{+} ionok megközelítő méretazonossága alapján felvetik annak lehetőségét, hogy a halmozott impulsusátadás folytán desorganisálódó post-synaptikus membran további functióképességét az ingerlés során felszabaduló (eredetileg kötött) calcium-ionoknak a subneurális apparatusba való ideiglenes beépülése (s ilymódon értelmezett „tömítő” hatása) biztosítja.

Hozzászóló: Tigyi József.

6. Belágyi József — Bíró Gábor:

(Orvostudományi Egyetem Biofizikai Intézet, Pécs)

A feszüléssel járó és feszülésmentes kontrakció időbeli lefolyásának vizsgálata.

Az izom kontrakciós mechanizmusának vizsgálata szempontjából alapvetően fontos az izom viselkedésének tanulmányozása kinematikai és di-

namikai szempontból. A szerzők kísérleti módszert dolgoztak ki az izom feszüléssel járó (izometriás) és feszülésmentes (izotóniás) kontrakciójának egyidejű tanulmányozására. A feszüléssel járó kontrakció vizsgálata piezo-effektus segítségével történt. Alkalmas foglalatba elhelyezett Seignette kristály az izom feszülése folytán deformálódik. A deformáció során keletkező feszültség időbeli változását kétcsatornás oszcilloszkóp egyik csatornája erősíti. A feszülésmentes kontrakció időbeli lefolyásának vizsgálata fotoelektromos átalakítóval történt. A kapott jelet az oszcilloszkóp másik csatornája erősíti. A felerősített jeleket a képernyőről fotografikus úton regisztrálták. A kísérleteket *R. esculenta* m. *gastrocnemius*-án végezték nyugalmi izomhossz mellett. Az ingerlés direkt történt szupermaximális négy-szögimpulzussal. A két típusú kontrakció időbeli lefolyása közötti különbség analízise folyamatban van a nagyított felvételek alapján.

7. Harsányi Györgyné — Guba Ferenc:

(MTA Kémiai-Szerkezeti Kutató Laboratóriuma)

Szerkezeti fehérjék lokalizációja a miofibrillumban.

Megvizsgálták a nyúl m. *psosas*-ának elektronmikroszkópos szerkezetével kapcsolatban a fehérjék elhelyezkedését nyugvó és rigoros állapotban. Megállapították, hogy a miofibrillumban a teljes szarkoméren végigfutó protofibrilláris szerkezet van, amelyet egy eddig kevésbé ismert fehérje épít fel. A fehérjét izolálták, fibrillinnek nevezték, kémiai sajátosságait megvizsgálták. A fibrillin protofibrilláris szerkezetében az A-szegmentumban az eddig ismert ún. kontraktilis fehérjék — a miozin és aktin helyezkednek el: a miozin a fibrillin fonalaival és egyben a miofibrillum hossz tengelyével párhuzamosan, az aktin arra merőlegesen, úgyhogy az A-szegmentum két H részének két oldalán összekapcsolja a fibrillint és miozint. Ez a kapcsolat reverzibilisen felbomlik: nyugvó izomban nincs jelen, rigoros izomban igen stabilis.

A kontrakcióval kapcsolatos fehérje-vizsgálataik folyamatban vannak.

Hozzászólók: Garamvölgyi M., Tigyí J., Csillik B.

8. Pócsik István:

(Orvostudományi Egyetem Biofizikai Intézet, Pécs)

Vízvándorlás fehérjehártyán keresztül.

Kísérleteinkben arra a kérdésre kívántunk választ kapni, van-e különbség fehérjehártyát tartalmazó, illetve hártyátlan agyaghengereken átmenő vízmennyiségek temperatúrakoefficiensei között. Ebből a célból mértük az agyaghengereken 30' alatt átment víz mennyiségét állandó nyomásokon a hőmérséklet függvényében. Ezt követően az agyaghengerekbe fehérjehártyát készítettünk és mérésorozatunkat megismételtük. Méréseinkben különbséget találtunk a hártyás és hártya nélküli hengereken át-

ment vízmennyiségek temperatúrakoefficiensei között. Ezekből a kísérleti adatokból kiszámítható a Q^* transzport hő értéke, melyből következtetni lehet arra, hogy a víz folyékony vagy gőz állapotban vándorol-e át a membránon.

9. Homola László:

(Orvostudományi Egyetem Biofizikai Intézet, Pécs)

Vízmobilizálás kettős ozmóméterrel.

Kétféle, a vizet különböző mértékben áteresztő hártya közé oldatot zárunk, amelynek oldott molekulái egyik hártván sem mehetnek át. Mindkét hártya külső oldalára deszt. vizet töltünk felül nyitott térbe. Víz mobilizálódik egyik víztérből a másikba. A mobilizálás iránya a hártvák vízátteresztőképességének különbözőségén kívül a közéjük zárt oldat hidrosztatikai nyomásától is függ. A rendszer elvileg két egyhártvás ozmóméter összeépítéséből adódik, ahol az oldat-tér közös. Ezért kettős ozmóméternek is nevezhetjük. A vízáramlási jelenségek értelmezhetőek a felépítési elv figyelembevételével. Kísérletileg elválasztható a hártvából az oldatba vizet mobilizáló ozmózis erőhatás a hidrosztatikai nyomás vizet kipréselő, ellentétes irányú hatásától. Szobahőmérsékleten azonos idő alatt kb. hatszor annyi víz mobilizálódik, mint fagyponthoz közelében. Biológiai vonatkozásban megoldhatónak látszik a víz koncentráció- és hőmérsékleti differencia hatása nélküli mobilizálásának kérdése. Az „aktív sejtműködés”-nek tulajdonított vízmobilizáció is magyarázható.

10. Nagy Jánosné — Bálint Árpád:

(Orvostudományi Egyetem Fizikai Intézet, Debrecen)

Co^{60} γ sugár hatása lipid hártvára.

Az élő szervezetet érő atommagsugárzások hatására bekövetkező károsodásban szerepet játszanak a sejt hártvák funkcionális változásai. A vizsgálatokban a fellépő nehézségek kiküszöbölése céljából az idevonatkozó kutatásokat részben modellkísérletek segítségével lehet megoldani.

Előadásunkban azokról a vizsgálatokról számolunk be, amelyeket *adepts lanae* anhydricumból készült modellhártvákra Co^{60} γ besugárzással végeztünk.

A kísérleteinkben 0,1, 1, illetve 10 r sugárdózist alkalmaztunk. A hártvák permeabilitásában nem sikerült változást kimutatni, ezért Graul és Damminger nyomán azok ultrahang resistenciájának változását vizsgáltuk. Kísérleteink eredményeként megállapítottuk, hogy ennek értéke növekedett.

Hozzászólók: Tigyi József, Pócsik István, Sztanyik László.

11. Tamás Gyula:

(Orvostudományi Egyetem Orvosi Fizikai Intézet, Budapest)

Túlélő békabőr áteresztő képességének vizsgálata és befolyásolása ultrahanggal.

Túlélő békabőr jelzett K és Na-áteresztő képességét vizsgáltuk. A Na transzportja aktív folyamat. A kívülről történő beáramlást kb. ötször nagyobbnak találtuk, mint a belülről kifelé történő áramlást. Az ion-áramlás mértékét kvantitatíve is kiszámítottuk. Mértük ezenkívül a bőr két oldala között fellépő potenciálkülönbséget, amely a Na-ion kívülről befelé irányuló aktív transzportjával van összefüggésben.

Kálium esetében a transzport passzív, a be- és kifelé irányuló áramlás nagysága azonos. Ultrahang hatására a Na, illetőleg K transzport megnő, a bőr két oldala között mérhető potenciál nagyobb.

Hozzászóló: Tigyi József.

12. Sztanyik László — Titte Géza:

(Magyar Néphadsereg Egészségügyi Szolgálat — „F. Joliot-Curie” Központi Sugárbiológiai Intézet, Budapest)

A szövetekben indukált radioaktivitás gamma-spektroszkopiás vizsgálata.

Korábbi vizsgálatainkban a kísérleti atomreaktor csatornájában besugárzott állatok vérében és egyéb testszöveteiben létrejövő indukált radioaktivitás felezési ideje alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a besugárzást követő korai periódusban az aktivitásért elsősorban a Cl^{38} , Na^{24} és K^{42} radioizotópok a felelősek.

Ezt a feltételezésünket jelenlegi kísérleteinkben gamma-spektroszkopiás vizsgálatokkal megerősítettük. A besugárzott állatok vérében és vérplazmájában a fenti módszerrel mindhárom izotóp jelenléte jól kimutatható. A kvantitatív viszonyok értékelése alapján a Na^{24} izotóp aktivitásmérése látszik legalkalmasabbnak a szövetekben adsorbeált dózis meghatározására neutron-, illetve ismert összetételű, kevert neutron—gamma besugárzás esetén.

Hozzászólók: Tigyi József, Fehér I., Puppín Gy.

13. Damjanovich S. — Szabolcs M. — Csongor J. — Szatai I. — Dolhai A.

(Orvostudományi Egyetem Kórélettani Intézete — Központi Laboratóriuma — I. sz. Sebészeti Klinika Röntgen Intézete, Debrecen)

Parachlormercuribenzoat (PCMB) röntgensugár-fokozó hatása human serumalbuminra.

Vizsgáltuk a tisztított human serumalbumin híg oldatának sugárkárosodását PCMB jelenlétében és anélkül. A károsodás mértékét az ultraibo-

lya absorptió spektrum megváltozásán Unicam spektrofotometeren mértük le. Mértük a PCMB jelenlétében és anélkül besugárzott human serum-albumin sedimentatioját és viscositását is.

Megállapítottuk, hogy a PCMB a használt koncentrációban fokozza a fehérje sugárkárosodását. Következtetéseket vontunk le a polipeptidlán-cokban sugárzás hatására létrejövő változásokkal kapcsolatban.

Hozzászóló: Tigyi J.

14. Sztanyik László — Geszti Olga — Mándi Erika:

(Magyar Néphadsereg Egészségügyi Szolgálat — „F. Joliot-Curie” Központi Sugárbiológiai Intézet, Budapest)

Röntgen-besugárzott és a kísérleti atomreaktor csatornájában besugárzott egerek összehasonlító vizsgálata.

Az atomreaktor kísérleti csatornájának kevert hasadási-neutron és gamma sugárzását az alábbi biológiai reakciók alapján hasonlítottuk össze a röntgensugárzás hatásával egereken: elhullás, átlagos túlélési idő, test-súly-változás az első és második héten, haematológiai indexek, vas-59 eltűnési félideje a plazmából, vasbeépülés a vörösvértestekbe, vasraktározódás a különböző szervekbe és szövettani elváltozások.

Megállapítottuk, hogy a csatornában észlelhető sugárzás neutron komponensének relatív biológiai aktivitása az említett reakciók többségében körülbelül kétszörös. További vizsgálatok szükségesek arra vonatkozóan, hogy a gyors neutron és termikus neutron-fluxus ebben a biológiai aktivitásban milyen arányban részesedik.

Hozzászóló: Hoffmann T.

15. Niedetzky Antal:

(Orvostudományi Egyetem Biofizikai Intézet, Pécs)

α -sugárzó szennyezés szerepe az ionizáló sugárzás szív-működésre gyakorolt hatásában.

Az elmúlt évi Biofizikai Vándorgyűlésen beszámoltunk a radioaktív sugárzásoknak KCl-al és acetylcholinral bénított szívekre gyakorolt hatásáról. A továbbiakban α -sugárzó szennyezés hatását vizsgáltuk meg ezen jelenség szempontjából. Izolált békaszíveket K-dús oldattal megállítottunk. α -sugárzó szennyezést tartalmazó, ugyanolyan összetételű oldat hatására a kísérletek egy részében a szív megindult. α -sugárzó szennyezésként Po-210-et használtunk, 02 μ C/ml mennyiségben. A kísérletsorozat eredményeit a kontrollcsoporttal összehasonlítva, χ^2 próbával szignifikáns eltérést kaptunk. Az α -sugárzó szennyezés hatásos, valószínűleg egyik faktora a szív megindító hatásnak. Ellenőrzésképpen ugyanolyan összetételű inaktív oldatokkal, azonos körülmények között megismételtük a kísérletsorozatot. 109 ilyen kísérletben egyszer sem észleltük a szív megindító hatást. Ézért hangsúlyozni kívánjuk az ionizáló sugárzás szerepét e hatás szempontjából.

Hozzászólók: Bujdosó, Fehér I., Tigyi J., Sztanyik L.

16. Vödrös Dániel:

(MTA Orvosi Radiológiai Kutató Csoport, Budapest)

Radioaktív anyagok a tejben.

A falloutból származó mesterséges sugárzó anyagok a talaj -növény-állat láncon át az emberi szervezetbe kerülnek. Ezek az egészségünket veszélyeztető anyagok diszkrimináltan jutnak az előző helyükről az utóbbira. A legveszélyesebb mesterséges izotóp a Sr-90, mely főleg a tejből jut szervezetünkbe.

1960. év folyamán minden héten mértem a kereskedelmi forgalomba kerülő tehéntej radioaktivitását. A mintákat elhamvasztás után, ólomtoronyban, végeablakos G. M. csővel mértem, aktivitásukat Sr-90 és Tl-204 etalonnal való összehasonlítással határoztam meg. A félév alatt összegyűlt mintákat egyesítettem és gamma spektrumot vettem fel. A spektrumból az derült ki, hogy a vizsgált időpontban a tej radioaktivitásának nagy része K-40.

Hozzászólók: Sztanyik L., Fehér I., Tigyi J.

17. Fényes Györgyné — Bozóky László:

(Országos Onkológiai Intézet, Budapest)

A szcintigráfias feltérképezés határai.

A szerzők vizsgálat tárgyává tették, hogy milyen nagyok azok az aktív gócok, illetve aktív közegben elhelyezkedő inaktív gócok, amelyek szcintigráfiával már biztonsággal kimutathatók. Siemens Nucleográf készülékekkel szcintigrammokat készítettek különböző nagyságú és különböző anyagú gócokról, melyeket az élő szervezetben fellépő viszonyok minél hűebb utánzása céljából különböző mélységekben helyeztek el a vízfantomban. A mérések alapján általános érvényű megállapításokat teszek a szcintigráfias módszerrel, optimális körülmények között még kimutatható gócok nagyságára vonatkozóan.

Hozzászóló: Sztanyik L.

18. Krasznai István — Földes János:

(I. sz. Belklinika, Budapest)

A pajzsmirigy J^{131} felvételi görbe meghatározásának fizikai problémái.

A pajzsmirigy funkció radiojód vizsgálata a legrégebb és legjobban elterjedt izotóp diagnosztikus vizsgálatok közé tartozik. A radiojód oldat megittatása után meghatározott időpontokban megméri a pajzsmirigy sugárzását, majd hasonló körülmények között a beadottal azonos aktivitású

fantom sugárzását is meghatározva, kiszámítható a pajzsmirigy százalékos J^{131} tartalma.

A két mérést azonos geometriai, anatómiai és sugárzási körülmények között kell elvégezni.

A pajzsmirigy százalékos J^{131} felvételének kiszámításánál fellépő korrekciós tényezők meghatározási lehetőségeivel az előadás részletesen foglalkozott. A szöveti visszaszóródás hatásának figyelmen kívül hagyása 15—20%-os hibát is okozhat.

A korrekciós faktorokkal történő számolás és a megfelelő mérési eljárások helyességének megállapítására kutyákon végeztek ellenőrző méréseket.

Vizsgálataik szerint legjobb eredmény vízbehelyezett fantommal érhető el megfelelő szűrő alkalmazásával (180 mg/cm² Pb), a korrekciós faktorokkal számolt értékek nem érik el ezt a pontosságot.

A humán pajzsmirigyek radiojód felvételének meghatározási pontossága lényegesen elmarad a kutyakísérletek eredményétől, azonban széleslátószögű kollimátor, megfelelő vízfantom és szűrő alkalmazásával $\pm 10\%$ -nál kisebb hibával lehetséges a meghatározás. Rutinvizsgálatok esetén a meghatározás pontossága nem jobb ± 10 — 15% -nál.

A kapott eredmények diagnosztikus értékelésénél figyelembe kell venni a lehetséges szórást, a vizsgálatokat csak a plazmaaktivitás együttes meghatározásával lehet biztonságosan értékelni.

19. Dósay Károly — Bojtor Iván:

(Országos Röntgen és Sugárfizikai Intézet, Budapest)

Mérések az egyéni filmes dózismérés hitelesítő filmjeinek besugárzási feltételeire vonatkozóan.

A filmes dózismérés standard filmsorozatának besugárzásánál a sugárzás összetételének tekintetében nem egységes az álláspont. A vélemények a direkt nyalábbal (levegődózisú), illetve szórtugárral történő besugárzás között oszlanak meg. A probléma alternatív jellegének kísérletileg alátámasztható megszüntetését a gyakorlathoz igen közelálló tulajdonsága indokolja. A kérdés ilyen exponálása azért fontos, mert az egyéni filmdoziméterek testfelületen mért bőrdózisa és a standard filmek besugárzásánál általánosan alkalmazott légdózis a filmen nem azonos feketedésben jelentkezik. E körülménnyel, mint esetleges hibaforrással lehet számolni a kiértékelésnél. Célszerű tehát az összefüggés megállapítása — egy azon sugárqualitásoknál — a direkt nyaláb levegő- és visszaszóró anyag jelenlétében leadott dózisa, illetve a szórtugárzás által leadott dózis filmen okozott feketedése között. A kísérletileg nyert dózis-feketedés görbék összevetése útján a filmdoziméter használatának gyakorlati körülményeihez hasonló standard- besugárzási feltételek kialakításához juthatunk közel.

Hozzászólók: Deme S., Bozóky L., Bakra Zs., Fehér I., Koczkás Gy.

20. Bojtor Iván — Kiss István:

(Országos Röntgen és Sugárfizikai Intézet — Forte Fotokémia Ipar Kutató Laboratóriuma, Budapest)

Gamma-sugárzás nagy- és katasztrófa dózisaiknak mérése filmes módszerrel.

Bizonyos sugárveszélyes helyeken, a (10 r-es, 100 r-es nagyságrendbe eső) nagy gamma-dózisok mérése is szükségessé válhat. Az egyéni dózismérés mai, fejlett módja tehát nem nélkülözheti az esetleges katasztrófális esetben — de az ennél enyhébb minőségű helyzetnél sem — a fellépő dózisterhelés mérését és rögzítését. A nagy dózisok mérésére kínálkozó, nem túl sok lehetőség közül a kísérletek során előnyben részesítettük a filmes módszert, amellyel történő dózismérés a gamma-sugárzás tartományában energia-függetlenné tehető és biztosítja a regisztrált dózis dokumentálását. Az utóbbi körülmény nagy (katasztrófa) sugárdózissal terhelt személyeknél igen jelentős, a sugárártalom kezelése, vagy az egyéb következmények számításba vétele szempontjából. A nagy gamma-dózisok mérésére alkalmas filmdoziméterünk méréshatára a közel letális dózsig terjedő tartományt öleli fel és kielégítő energiafüggetlen mérőtulajdonsággal rendelkezik.

Hozzászóló: Fehér I.

21. Masszi György — Örkényi János:

(Orvostudományi Egyetem Biofizikai Intézet, Pécs)

Kolloid rendszerek nagyfrekvenciás vezetőképessége.

1935-ben Ernst és Koczás kimutatták, hogy a gelatina oldat nagyfrekvenciás vezetőképessége jelentős mértékben függ egyrészt az oldat iontartalmától, másrészt a gelatina koncentrációjától. Jelen kísérleteinkben azt vizsgáltuk, hogy a kolloid koncentráció milyen összefüggésben van a nagyfrekvenciás vezetőképességgel. Tojásfehérje és gelatina-sol, valamint géldoldaton végzett mérésekből arra is következtetünk, hogy a struktúra megváltoztatja a vezetőképességet. Különböző koncentrációjú, de azonos anorganikus anyagtartalmú oldatokon végzett mérések pedig a kolloid koncentráció és nagyfrekvenciás vezetőképesség közötti összefüggést mutatják.

Hozzászólók: Evva F., Ernst J.

22. Királyfalvi László:

(Orvostudományi Egyetem Biofizikai Intézet, Pécs)

Megjegyzés a második főtétel axiomatikájához.

A második főtétel axiomatikájával kapcsolatban szokás megmutatni, hogy az entrópiatétel visszavezethető a Clausius-féle elvre, vagy más ha-

sonló egyszerű elvekre. Ennek során ezen elvek segítségével bebizonyítanak egy tételt a reverzibilis és irreverzibilis körfolyamatok hatásfokáról — de ennek a tételnek a bizonyítása hiányos, mert csak speciális esetekre szorítkozik. — Az előadás egy teljes bizonyítást mutat a körfolyamatok hatásfokáról szóló tételre, és pedig úgy, hogy az említett klasszikus elvek közül csak egyiket — a Clausius félélt — használja fel.

23. Horváth Imre — V. Fehér Ilona:

(Agrártudományi Egyetem Növénytani és Növényélettani Tanszék, Gödöllő)

A fény spektrális összetételének hatása a fotoszintetikus pigmentekre.

A szerzők általuk tervezett „fénytermosztát”-ban vizsgálták a fény spektrális összetételének a fotoszintetikus pigmentekre gyakorolt hatását. A termosztátban színes fénycsövekkel biztosították a különböző színeképi összetételű fényt. A megvilágítás erősségét F_2 -es fénycsőre vonatkoztatva 6000 Lux-ig lehetett növelni. A termosztátok hőmérsékletét vízhűtéssel, illetve fűtéssel szabályozták. Állandó szellőztetés azonos CO_2 koncentrációt és páratartalmat eredményezett.

A vizsgálati növény mustár (*Sinapis alba*) volt, melyet homok kultúrában neveltek. A fotoszintetikus pigmenteket levélhomogenizátumból acetonnal oldták ki, majd aether ad narcosimba vitték át. A pigmentkomplex fényabszorbcóját 410—710 millimikronos hullámtartományban 20 millimikrononként mérték. Az abszorbcios görbék egyezését vagy különbözőségét x^2 -próbával, az egyes hullámtartományokra eső fényabszorbciót variancia analízissel hasonlították össze. Figyelemmel kísérték a növekedés és fejlődés menetét is.

Megállapították, hogy a fotoszintetikus pigment-komplex a fény spektrális összetételével adequatan változik: különböző korú növények pigmentkomplexe az ontogenetikus ciklus középső szakaszában azonos fényben nem tér el egymástól. A mustár növények fejlődése kék színű sugarakat nagyobb mennyiségben tartalmazó fényben a leggyorsabb.

Hozzászóló: Frenyó V.

24. Précseyi István — Horváth Imre:

(Agrártudományi Egyetem Növénytani és Növényélettani Tanszék, Gödöllő)

Két tényező együtthatásának statisztikai értékelése.

A biológiában fontosak azok a vizsgálatok, melyek során több különböző szinten lévő tényező együtthatását analizálják. Az ilyen kísérletek faktoriális kísérlet néven ismeretesek a statisztikában, értékelési módszereik variancia- és regresszió analízis.

Az élő organizmusok egyes környezeti tényezőkkel kapcsolatos optimuma más tényezők hatására megváltozik: komplex hatás. Azok az együtthatási módszerek, melyekkel e változások meghatározhatók, érdeklődésre tarthatnak számot.

A szerzők előadásukban bemutatják különböző fényintenzitás és különböző nitrogén ellátottság együttthatásának elemzését a bab (*Phaseolus vulgaris*) fotoszintetikus pigmentjeire és néhány más tulajdonságára.

Hozzászóló: Frenyó V.

25. Nagy János — Györgyi Sándor — Gázsó József:

(Orvostudományi Egyetem Orvosi Fizikai Intézet, Budapest)

Adalékok a vér ionizáló sugárzások okozta elváltozásainak vizsgálatához.

Kísérleteikben mindkét nembeli kb. 200 g súlyú normál kosztot tartott albino patkányokat Co^{60} sugárforrásból kb. 10 r/perc dózisteljesítménnyel 25—500 r teljes testbesugárzással terheltek részben egyszeri, részben ismételt adagolásban.

A különböző időpontokban vett vérminták alvadási idejét kapilláris metodikával határozták meg. A besugárzás utáni napokban az alvadási idők viszonylag rohamos csökkenése lép fel. A mélypont elérése után regenerálódási szakaszok figyelhetők meg, 50 r-nél nagyobb dózisok esetén a regenerálódási szakasz viszonylag hosszabb.

Az 50 r, illetve 100 r-rel besugárzott állatokat a regenerálódás után 10 napig pihentették, majd újabb 50 ill. 100 r teljestest dózissal terhelték. Az alvadási idők görbéje az előzőekhez hasonló lefutást mutat; a változás mértéke és időtartama azonban kifejezettebb.

Az alkalmazott dózisoknál a thrombin inaktiválás sebességi állandójában változást nem találtak.

Megvizsgálták az S—35-tel jelzett methionin in vivo beépülésének mértékét és dóziszüggését. Eredményeik azt mutatták, hogy a thrombocytákhoz kötött aktivitás a dózis növelésével nő, az egyéb alakos elemeknél mérhető aktivitás pedig csökken.

BIOLÓGIAI ADATOK KVANTITATÍV KIÉRTÉKELÉSE

Juvancz Ireneusz a Magyar Tudomány 1962. 11. számában megjelent közleményének és a Magyar Tudományos Akadémián 1963. március 7-én megtartott előadásának rövidített szövege.

I.

A biológiai tudományok és a technika fejlődése egyre inkább szükségessé teszi, hogy ismereteink a biológia terén ne csak kvalitatívek, hanem kvantitatívek is legyenek. Ezt a célt a biometria segítségével igyekszünk elérni. A biometria feltétlenül biológiai tudomány, de ellentétben pl. a biofizikával, nincs sajátos, sui generis témája. A biometria metodológia. A biológiai tudományok bármely ága, bármely problémájának vizsgálatakor igénybe vehetjük a biometriai módszereket, de maga a biometria sohasem tűz ki biológiai problémákat; a problémák vagy genetikaiak, vagy zoológiaiak stb. A biometria nem tárgya miatt „választható el” az általánosabb, tágabb értelemben vett biológiától, hanem az alkalmazott metodológia miatt.

A biometriában alkalmazott matematikai módszerek közül elsősorban a statisztikaiak dominálnak a már „természetesnek” számító aritmetika után. A statisztika túlsúlya abból következik, hogy a biológiában az esetek döntő többségében sztochasztikus rendszerekkel dolgozunk és ezek vizsgálatához a statisztikai eljárások az adekvátak.

A biológiai tudományokban ugyanis azok az okok (körülmények), melyeket egy folyamat (kísérlet) analízisekor (tervezésekor) tekintetbe veszünk, nem határozzák meg egyértelműen a kísérlet kimenetelét, vagy ha kvalitatíve igen, de nem kvantitatíve. Látszólag „egyforma” rovaroknak az adott kontaktméreggel praktice egyidőben történő érintkezése esetén egyes rovarok elhullanak, mások nem (legalábbis a megfigyelés időpontjáig). Természetesen megvan az oka, hogy miért hullott el az egyik rovar és a másik nem, azonban mi ezt nem ismerjük. Esetleg egyáltalában nem ismerjük, más esetben ismerjük általában, de a konkrét esetben nem tudjuk, vagy esetleg tudnánk, de nem érdemes megállapítani. Ebben az esetben tehát az általunk figyelembe vett tényezők (a rovar fajtája, a törzs, a kontaktméreg fajtája és koncentrációja, az expozíciós idő, a megfigyelési idő, az évszak stb.) nem határozták meg egyértelműen, hogy mi lesz a kísérlet kimenetele: némelyik állat elhull, némelyik nem. Más esetben kvalitatíve ugyan egyértelmű a kimenetel, de kvantitatíve nem. Így pl. kellő adag inzulinra mindenkinek csökken a vércukor szintje, de különböző mértékben. Sztochasztikus modell esetén tehát nem tudjuk előre megmondani a kísérlet kimenetelét, de ismerhetjük az egyes lehetőségeket és azok relatív gyakoriságát. Pl. a takarmányozás adott javítására a tehének évi tejhozama leg-

alább 400 kg-mal nőtt a megfigyelték 10%-ában, 300—400 kg között a 38%-ában, s. i. t. Ezekből az adatokból számítjuk ki a statisztikai módszerek segítségével, hogy — tekintetbe véve a körülményeket — érdemes-e bevezetni az új takarmányozási módszert, vagy sem.

Azokat a tényezőket, amelyeket, bár befolyásolják a végeredményt, a kísérlet során nem veszünk tekintetbe, nevezzük „véletlen tényezőkné”. A véletlen törvényszerűségei objektívek és a valószínűségszámítás foglalja azokat össze. Viszont, hogy hol vonom meg a határt az adott esetben a szisztémás és a véletlen tényezők között, ez már szubjektív. Éppen ahhoz kell szakmai tudás és gyakorlat, hogy optimális helyen húzzuk meg ezt a határt.

Ki kell térnünk arra a téves felfogásra, hogy mivel a biológiában nincs olyan függvényszerű kapcsolat, mint pl. a klasszikus fizikában, tehát nem lehet a matematikát alkalmazni. Éppen az ellenkezője az igaz: a sztochasztikus kapcsolatokat csak akkor vizsgálhatjuk és értékelhetjük kellőképpen, ha sok, egyénenként igen különböző egyéni eredmény mögött — éppen a statisztika módszereinek alkalmazása révén — megtaláljuk a jellemzőt, a lényegeset. Így pl. lehetetlen, hogy egy tenyészbikát az egyes utódai hozama alapján megítéljünk, ha pl. nem számítjuk ki az utódok átlaghozamát. És ez még nem is elég, mert az értékeléskor tekintetbe kell vennünk még igen sok faktort (az anya hozama, a tenyészet átlagos hozama, a tartási viszonyok stb.) A biometriai módszerek segítenek ahhoz, hogy ezen faktoroknak az értékelést zavaró hatását csökkentjük, esetleg ki is küszöböljük.

Ezt egyes esetekben számítások révén (pl. alcsoportokra bontva történő analízis) érhetjük el, de még biztonságban, ha már a kísérlet tervezésekor gondolunk a zavaró hatások csökkentésére. Ez is egyik oka annak, hogy miért fejlődött az utóbbi évtizedekben — éppen a biometerek munkája révén — a kísérletek tervezésének módszertana. El kell azonban ismerünk, hogy a statisztikus nemcsak azzal teheti magát feleslegessé, hogy a biológusokat megtanítja a statisztikai módszerekre, hanem azzal is, hogy a statisztikai törvényszerűségek segítik hozzá a biológust ahhoz, hogy megállapítsa majd a függvényszerű kapcsolatokat is és így válják „feleslegessé” a statisztika. De ezzel viszont nem csökken, hanem nő a matematika szerepe, csak a statisztikai módszereké csökken majd a biometrián belül.

Van egy másik fontos szempont is, melyről gyakran megfeledekzenek: *kvantitatív analízist csak a kvalitatív után szabad végezünk.* Így pl. a dextrose kvantitatív meghatározását pl. polariméterrel csakis akkor végezhetjük, ha előre meggyőződünk, hogy nincs más optikailag aktív anyag, ill. ha lenne (pl. fehérje), ismerjük a mennyiségét és specifikus aktivitását.

A biometernek interpretálnia kell a statisztikai analízis eredményét. Ha nem is lenne más oka, az a körülmény, hogy a biológiai tudományok művelői — finoman szólva — nem igen értenek a statisztikai módszerekhez, már egymaga is feltétlenül szükségessé teszi, hogy a biometer ismerje az adott probléma szakmai oldalát.

Bradford Hill kifejtette, hogy orvosi statisztikához olyan statisztikusra van szükség, aki vagy maga is orvos, vagy alaposan „át van itatva” a medicinától. Az adott probléma szakmai hátterének alapos ismeretét hangsúlyozza A. N. Kolmogorov is. J. O. Irwin a biometrián a következő három fogalom összekapcsolását érti: élet, mérés, interpretáció. Márpedig biológiai jelenséget csak matematikai alapon nem lehet interpretálni. Termé-

szetesen nem követelhetjük meg a biometertől, hogy biológiai polihisztor legyen, ez teljesen lehetetlen. De meg kell annyit kívánnunk, hogy ismerje és jól alkalmazzza az adott szakma gondolkodásmódját, ismerje annyira a szaktudomány anyagát, hogy az adott problémát elfogadhatóan rövid magyarázat után teljesen megértse. A teljes megértéshez hozzá tartozik azonban a kísérleti módszerek megértése is és főleg az adott kísérleti hiba veszélyei. Pl. biokémiai munkában a fehérjék esetleges zavaró hatása.

G. Pickeringnek van egy sokat emlegetett mondása, hogy aki olyan adatokra alapoz, amelyeknek természetével nincs tisztában, megtette az első lépést ahhoz, hogy elveszítse az intellektuális becsületét. Ugyanígy veszélyezteti „az intellektuális becsületnek elvesztése” a statisztikust is, amikor statisztikai módszereit „ráhúzza” olyan adatokra, melyeknek természetét nem ismeri eléggé, és ha nem törődik azzal, hogy analizisének eredményét miképpen interpretálja majd a kutató és milyen következményei lesznek, ill. lehetnek az interpretációnak, ill. helytelen interpretációnak.

A biometria a biológiai jelenségek vizsgálatának olyan módszere, mely fokozottan alkalmazza a matematika módszereit is a biológiai kísérletek tervezésekor és az eredmények értékelésekor, interpretációjához.

II.

A biometriát először csak az értékeléskor alkalmazták, a „tervezés tudománya” jóval fiatalabb.

Fontos az általános „gazdaságosság” kérdése, és ez minden vizsgálatra vonatkozik, legyen az kutatómunka vagy rutin munka, avagy orvosi, vagy növénytermesztői stb. Az ökonómiai efficienciát nem jelent gazdasági szempontot, bár jelenthet azt is.

De jelentheti a vizsgálatához szükséges időt, vagy a kísérleti állatok számát, vagy a szükséges földterület nagyságát stb. Humán vizsgálatoknál mindenekelőtt a veszélyeztetést jelenti. A veszélyeztetést itt a szó legáltalánosabb értelmében használom: nemcsak a kifejezett ártalomra kell gondolnunk (direkt forma), hanem arra is, hogy a beteg nem kapja meg a lehető legjobb kezelést (indirekt forma). A tudományos munkánál, főképpen ha alapkutatásról van szó, nem lehet előre lemérni az „értékét”. Még akkor sem lehet, amikor kezünkben az eredmény és főként nem lehet lemérni az eredményt „anyagiakban”.

Az efficiencia szempontjából gondolnunk kell arra, hogy néha kevésbé finom eljárás bizonyos esetekben annyival kevesebb befektetést jelenthet, hogy még mindig kifizetődőbb több vizsgálatot végezni és így elérni a kívánt efficienciát, mint kevesebb, de egyenként nagyobb szaktudást igénylő, fáradságosabb, költségesebb stb. meghatározásokat végezni.

Az adatokból akkor tudunk legtöbb információt nyerni, ha már a tervezéskor gondolunk az analízis módjára. A tervezéskor arra törekszünk, hogy a zavaró faktorok hatását minél kisebbé tegyük. Mivel a rendszer sztochasztikus, minél több faktort „tartunk kézben”, vagy legalább is ismerjük hatását, annál biztosabb lesz az eredmény. Így pl. ha egy apaállat utódait különböző körülmények között tartjuk, akkor az utódok hozamában nagyobb lesz a változatosság, mintha közel egyforma körülmények között tartanánk őket. *Márpedig minél kisebb a szóródás, annál kevesebb megfi-*

gyelés kell a konkluzív eredmény eléréséhez. Az értékeléskor pedig már nem sokat tehetünk a szóródás csökkentésére, de annál többet a tervezéskor. A kísérlet elején úgy kell rendezzük a kísérletet, hogy pl. a környezeti hatások minél kevésbé zavarják az eredményt.

Természetesen nem mindig valósítható meg, hogy egyforma körülmények között tartsuk az egyedeket. Ilyenkor arra kell törekednünk, hogy a változó körülmények minél kevésbé zavarják az analízist. Ezt azzal érhetjük el, hogy pl. mindegyik csoportot egyformán éri a különböző környezeti hatások.

A kísérletek megtervezésekor tehát a „ceteris paribus” megvalósítására törekszünk: minden egyéb szempontból legyenek egyformák a megfigyelésre kerülő csoportok, csak éppen a vizsgálni kívánt tulajdonság szempontjából különbözzenek. Természetesen nem lehet elérni, hogy minden egyéb szempontból tökéletesen egyforma legyen minden egyén, csak arra törekszünk, hogy a fontosabb tulajdonságok szempontjából legyenek közel egyformák, és hogy a csoportok átlagai ne különbözzenek egymástól. Ezt az egyenlőséget a fontos faktorok szempontjából közvetlenül irányítjuk, pl. állatkísérletben előre megszabjuk, hogy mind a két csoportba 10 nőstény és 5 hím állat kerül.

A vizsgált tulajdonság szempontjából ugyan legtöbbször a van-nincs alapján különbözik a két csoport (kapja a kezelést, vagy sem), azonban igen gyakran fokozatokkal is dolgozunk, így pl. növénytermesztésben a műtrágya különböző mennyisége szerepel az egyes csoportokban.

A „ceteris paribus”-ra törekvés a homogenizáció egyik eszköze. Van azonban olyan esetek, amikor nem szabad erőltetnünk a homogenizációt. Minél homogénebb ugyanis a vizsgálati anyag, annál könnyebben nyerünk a kísérletből konkluzív eredményt, de annál kisebb csoportra érvényes a megfigyelésből nyert törvényszerűség. Sokszor az a helyes, ha nem törekszünk a további homogenitásra. Úgy kell megterveznünk a további kísérletet, hogy lehetőleg minél szélesebb skálát öleljen fel (nem, kor, tartási viszonyok stb.). De ilyenkor is nagyon kell ügyelnünk, hogy az összehasonlításhoz szükséges kiegyensúlyozást biztosítsuk (pl. egyforma sok legyen az egyes alcsoportokon belül kanból és nőtényből, idősebből, fiatalabból stb.)

Feltétlenül szükséges, hogy a biometer ismerje és megértse a kísérlet célkitűzését, ismerje az adott lehetőségeket. De fontos az is, hogy a kutató is ismerje, hogy a biometer javasolta eljárás mennyiben elégíti ki igényeit.

III.

Értékeléskor statisztikailag leggyakrabban a szignifikancia szempontjából döntünk. Szakmailag nem a szignifikancia a „fontos”, hanem hogy szakmailag jelentős-e az eltérés. Szignifikánsnak nevezzük az eltérést, ha a véletlen valószínű szerepét kellően kicsinynek tekinthetjük. Az ilyen fogalmazás azonban félreértést okoz. Ugyanis nem azt mérjük, számítjuk, becsüljük, hogy az eltérések milyen hányadát okozta véletlen, és milyen a szisztémás ok, csakis azt tudjuk vizsgálni, hogy ha nincs szisztémás ok, akkor milyen gyakran okoz csak a véletlen az észlelettel egyező vagy még nagyobb eltérést, vagyis csak a véletlen okozta eredmények előfordulá-

sának valószínűségét nézzük. Ha kicsinynek találjuk annak valószínűségét, hogy a véletlen ekkora vagy nagyobb eltérést okozzon, akkor feltesszük, hogy most nem a véletlen okozta, ha pedig nem a véletlen, akkor szisztémás ok. A szisztémás okok közül pedig elsősorban arra gondolunk, amelyet a kísérlet vizsgálni kívánt. Tehát pl. arra, hogy a vizsgált változat valóban több termést ad, nempedig, hogy — kísérlettervezési hiba miatt — jobb talajba kerültek ezek a magvak, és a talajkülönbség az a szisztémás ok, amely a szignifikáns eltérést okozta. Sajnos nem egyszer előfordult azonban, hogy az észlelt eltérés ilyen, szaknyelven „rejtett szisztémás ok” eredménye.

A tudományos vizsgálatok során általában „5%-os szinten minősítünk.” Azaz minden huszadik hatástalan beavatkozásra — tévesen — azt mondjuk, hogy hatásos. Az így elkövetett hibát nevezzük „első fajta hibának”. Ha lejjebb szállunk a „szinttel” pl. 1%-ra, akkor ritkábban követjük el ezt a hibát (1:100), de megnő annak a veszélye, hogy valóban hatásos eljárásokra is — tévesen — azt mondjuk, hogy hatástalan („második fajta hiba”). Ennek alapján, ha az első fajta hiba ellen kell fokozottan védekeznünk, akkor lejjebb szállunk a szinttel (pl. akut életmentő gyógyszer), ha a második ellen, akkor felemeljük (pl. toxicitás vizsgálat). Tehát a biometernek és kutatóknak együtt kell eldönteniök, hogy adott esetben el kell-e térni a szokásos 5%-os szinttől, avagy sem.

Ahhoz, hogy két csoport átlagának különbsége szignifikáns legyen, az kell, hogy a differencia és a megfigyelések száma relatíve nagy legyen, a szórás pedig relatíve kicsiny. Tehát bármely kicsiny eltérés szignifikánssá lehet, ha nagyon sok megfigyelést végzünk. A szignifikancia-vizsgálat nem ad információt az eltérés nagyságáról. Márpedig szakmai szempontból mindig megkívánunk egy minimális eltérést, hogy azt szakmailag jelentősnek minősítsük. Hogy mit tekintünk jelentősnek, az szakmai (biológiai, orvosi, stb.) kérdés, és nem statisztikai. Így pl. az az altatószer, mely az alvási időt átlag 1/4 órával meghosszabbítja, a gyakorlat szempontjából nem jelentős hatású, bármennyire is szignifikáns ez az 1/4 óras különbség. Sajnos igen sokan összetévesztik a *szignifikáns* és *jelentős* fogalmát.

Fordított tévedés is gyakran előfordul: „Nem szignifikáns az eltérés, tehát nincs hatás.” Pedig lehet, hogy csak azért nem sikerült szignifikáns eltérést demonstrálni, mert 1. vagy nem volt elég nagy az adag, 2. vagy nem volt elegendő a megfigyelések száma, 3. vagy túl nagy volt a szórás (nem volt pl. eléggé homogén vagy kiegyensúlyozott a vizsgálati anyag), 4. vagy a II. fajta hibát követtük el. Tehát nem-szignifikáns eredmény egymaga nem jelenti, hogy nincs eltérés, éppen úgy, ahogy a szignifikáns eredmény egymaga nem jelentette azt, hogy szakmailag jelentős az eltérés.

Az értékeléskor azonban azt is figyelembe kell venni, hogy az ítélet csak valószínűségi ítélet, és soha sem „biztos”, még akkor sem, ha minden zavaró hatást (pl. rejtett szisztémás hatások) sikerült is kiküszöbölnünk.

Az értékeléskor a biometer modellekkel dolgozik, és a modellen végzett számítások eredményeit vonatkoztatja az adott kísérletre. Ha nem jól választotta meg a modellt, akkor rossz eredményt kap. A modell megválasztásakor azonban nemcsak azt kell tudni, hogy milyen feltételekhez van kötve a modell használata, és azok megvalósulnak-e a konkrét kísérletben. Pedig már ehhez is szoros együttműködés és egymás szakmájának ismerete szükséges. A legnagyobb nehézséget azonban az jelenti, hogy a valóság és

a modell sohasem teljesen egyforma. Így pl. az eloszlás sohasem követi teljesen a normális (Gauss) eloszlást, márpedig a statisztikai elemző eljárások nagy része éppen erre az eloszlásra van kidolgozva. Milyen mértékben torzítja el a „kapott” eredményt, hogy a modell nem teljesen egyező a valósággal? Erre a kérdésre sohasem tudunk pontos feleletet adni, mert nem tudjuk pontosan, hogy mennyi az eltérés. De több-kevesebb biztonsággal itt is állást foglalhatunk, ha kellően ismerjük a modellt, ha kellően ismerjük a kísérleti adatokat, és ha kellő gyakorlatunk van hasonló esetek elbírálásában. Ehhez azonban megint az kell, hogy a biometer kellően ismerje a vizsgálati anyagot (tehát kellően érthesse), és kellően nagy gyakorlata is legyen a hasonló szakmai problémákkal kapcsolatban.

IV.

A statisztikai adatokat mindig többé-kevésbé nagyszámú megfigyelés révén nyerjük. Ezek az egyéni adatok áttekinthetetlen tömeget jelentenek, és ezért ki kell keresnünk egy-két jellemző adatot, amellyel az „egészet” jól leírhatjuk. A legfontosabb ilyen adat, amelyik a közepet jellemzi, a másik pedig az, amely a tömörülést, illetve szétszórtságot.

A közép leggyakrabban használt és a legtöbb esetben valóban a legadekvátabb jellemzője a számtani átlag. De az átlagnak is megvannak a hibái. Elsősorban az, hogy mivel igen jól kiemeli azt, ami közös, emiatt elfedi azt, ami különböző a vizsgált csoporton belül. Erre a körülményre Lenin óta (Zemsztvo statisztikák) igen sokan felhívták a figyelmet. A biometriában ezenkívül van még egy másik fontos szempont is. Ugyanis amikor egy biometriai adatot megállapítunk, két okból nem kapunk azonos értéket a különböző egyedeken. Egyrészt, mert valóban különbözőek az értékek, másrészt mert eredményeinket mérési hibák is torzítják. A biológiai tudományokban pedig mindkettő igen nagy szokott lenni. Így pl. a vércukorszint éhgyomornál egészséges embereken is igen széles határok között változhat, és meghatározása is nagy hibaszázalékkal terhelt. Ezen felül a vércukorszint nemcsak az egyének között különböző, hanem ugyanazon egyénen belül is napról napra változhat. Ha pl. a fizikus egy gáz nyomását megméri és a pontosság fokozására parallel méréseket is végez, akkor joggal mondja, hogy a paralelek átlaga valóban a gáz aktuális nyomását jelenti, tekintetbe véve a szükséges korrekciós faktorokat (pl. hőmérséklet). Tehát az átlag egy valódi, konkrétan létező ténytet regisztrált. De mit jelent az, hogy a férfiak átlag testmagassága 170 cm? Nincs olyan ember, aki pont 170 cm magas lenne, és mindig annyi lenne. És ha egy tulajdonság szempontjából meg is közelíti az átlagot, akkor is sok más tulajdonság szempontjából nem. Nincs az a minden szempontból „átlagos” ember, aki Quietlet elképzeléseiben szerepelt. Tehát az átlag a biometriában csak absztraktum, nem konkrétum, és más a jelentése, mint pl. a klasszikus fizikában. Éppen ez is egyik oka annak, hogy a biometriában súlyos hiba csak az átlagokkal törődni. A biometriában arra is fel kell figyelnünk, hogy melyek azok az alcsoportok, melyek másként viselkednek, mint a többiek. Így pl. melyek az egyes antibiotikumokkal szemben rezisztens törzsek, a terápiás eljárásokkal szemben rezisztens kórformák, stb.

Mindenki tudja, hogy minél több megfigyelést végzünk, annál megbízhatóbb a nyert átlag. De a statisztika azt is megmondja, hogy ez a meg-

bizhatóság a megfigyelési esetek négyzetgyökével arányosan nő. Ezen túlmenően arra is lehetőséget ad, hogy al csoportok képzésével mind kvalitatíve, mind kvantitatíve megbízhatóbbá tehesük a kapott átlagot.

A kísérlet szakmai és matematikai modelljének, lefolyásának logikai tanulmányozása és egyeztetése nélkülözhetetlen. Egész pontosan meg kell szabni a kísérlet célját, körülményeit, végrehajtásának módját, a regisztráció módjait, az értékelés formáját. Ezt pl. a gyógyszerkipróbálások kapcsán tapasztalhatjuk a legfrappánsabban, ahol a biometriai módszerek bevezetése óta törekszenek csak a „kínos” pontosságra. A biometer munkája során vetődnek fel legtöbbször azok a kérdések, hogy mit mérjünk és milyen mértékkel.

V.

A biometria tehát nemcsak, hogy a biológiai tudományok terén felmerülő problémák pontosabb tisztázását segíti elő, nemcsak ahhoz járul hozzá, hogy problémáinkat, tételeinket szabatosan fogalmazzuk meg; módszerei pedig mind biológiaiak, mind matematikaiak, mind logikaiak.

Célkitűzései és módszerei közül mindig a legfontosabbat kell hangsúlyozni. A fontosságot pedig nemcsak az „abszolút” értelemben vett fontosság dönti el, hanem az is, hogy az adott időben és az adott helyen mennyi figyelmet szentelnek az egyes szempontoknak. Ez a magyarázata annak, hogy ebben a fejtegetésben a matematikáról csak röviden szoltam, és matematikai példát nem is említettem. De ez így van most világszerte; az ezzel a témával foglalkozó előadások, közlemények zöme is így tesz, és csak részletes tárgyaláskor, könyvekben van bővebben szó a matematikai szempontokról. Ennek oka, hogy a matematika szükségességét a biometriában mindenki elismeri. Viszont a biológiai szempontok fontosságát a matematikai beállítottságúak egy része lebecsüli, de ugyanígy tesz az is, aki nem ért a matematikához, és azt hiszi, hogy „matematikailag így jött ki”, tehát „igaz”. Logikai részének szerepéről pedig igen kevés szó esik, legtöbbször nem is gondolnak rá. Eppen ezért kellett a biometriai munkának ezeket az oldalait részletesebben megvilágítanom.

A biometria világszerte, nálunk is egyre gyorsabban fejlődik, egyre szélesebb körben és egyre megfelelőbb módon alkalmazzák. Az érdeklődés fokozódása mind a biológiai tudományok művelői, mind a matematikusok között észlelhető. Nálunk jóval később kezdődött a biometria művelése, mint pl. Angliában, és még nem is hoztuk be hátrányunkat. Túlzás nélkül állíthatjuk azonban, hogy pl. kontinentális viszonylatban már az elsők között vagyunk. További fejlődésünk érdekében sok tudományos, szervezési és rutin munka elvégzése vár még ránk. De hogy milyen lehetőségeink vannak, azt jól megmutatta az 1959-ben Budapesten rendezett biometriai szimpozium iránt megnyilvánult nagy érdeklődés és a gyűlés lefolyása is.

Ha tudományos távlati tervünket tanulmányozzuk; ott is lépten-nyomon találunk olyan problémákat, melyek megoldásához a biometria nélkülözhetetlen. Így gyógyszerek kutatása, mezőgazdasági hozam növelése, öröklődés kérdései, népbetegségek leküzdése stb. Úgy véljük, hogy a munkát nagyban elősegítené, ha mi is megalakítanánk biometriai társaságunkat úgy, ahogy az már világszerte igen sok országban régebben vagy mostanában meg is alakult. A társaság megalakulása bizonyára nagyon gyors

bizhatóság a megfigyelési esetek négyzetgyökével arányosan nő. Ezen túlmenően arra is lehetőséget ad, hogy al csoportok képzésével mind kvalitatíve, mind kvantitatíve megbízhatóbbá tehesük a kapott átlagot.

A kísérlet szakmai és matematikai modelljének, lefolyásának logikai tanulmányozása és egyeztetése nélkülözhetetlen. Egész pontosan meg kell szabni a kísérlet célját, körülményeit, végrehajtásának módját, a regisztráció módjait, az értékelés formáját. Ezt pl. a gyógyszerkipróbálások kapcsán tapasztalhatjuk a legfrappánsabban, ahol a biometriai módszerek bevezetése óta törekszenek csak a „kínos” pontosságra. A biometer munkája során vetődnek fel legtöbbször azok a kérdések, hogy mit mérjünk és milyen mértékkel.

V.

A biometria tehát nemcsak, hogy a biológiai tudományok terén felmerülő problémák pontosabb tisztázását segíti elő, nemcsak ahhoz járul hozzá, hogy problémáinkat, tételeinket szabatosan fogalmazzuk meg; módszerei pedig mind biológiaiak, mind matematikaiak, mind logikaiak.

Célkitűzései és módszerei közül mindig a legfontosabbat kell hangsúlyozni. A fontosságot pedig nemcsak az „abszolút” értelemben vett fontosság dönti el, hanem az is, hogy az adott időben és az adott helyen mennyi figyelmet szentelnek az egyes szempontoknak. Ez a magyarázata annak, hogy ebben a fejtegetésben a matematikáról csak röviden szóltam, és matematikai példát nem is említettem. De ez így van most világszerte; az ezzel a témával foglalkozó előadások, közlemények zöme is így tesz, és csak részletes tárgyaláskor, könyvekben van bővebben szó a matematikai szempontokról. Ennek oka, hogy a matematika szükségességét a biometriában mindenki elismeri. Viszont a biológiai szempontok fontosságát a matematikai beállítottságúak egy része lebecsüli, de ugyanígy tesz az is, aki nem ért a matematikához, és azt hiszi, hogy „matematikailag így jött ki”, tehát „igaz”. Logikai részének szerepéről pedig igen kevés szó esik, legtöbbször nem is gondolnak rá. Éppen ezért kellett a biometriai munkának ezeket az oldalait részletesebben megvilágítanom.

A biometria világszerte, nálunk is egyre gyorsabban fejlődik, egyre szélesebb körben és egyre megfelelőbb módon alkalmazzák. Az érdeklődés fokozódása mind a biológiai tudományok művelői, mind a matematikusok között észlelhető. Nálunk jóval később kezdődött a biometria művelése, mint pl. Angliában, és még nem is hoztuk be hátrányunkat. Túlzás nélkül állíthatjuk azonban, hogy pl. kontinentális viszonylatban már az elsők között vagyunk. További fejlődésünk érdekében sok tudományos, szervezési és rutin munka elvégzése vár még ránk. De hogy milyen lehetőségeink vannak, azt jól megmutatta az 1959-ben Budapesten rendezett biometriai szimpozion iránt megnyilvánult nagy érdeklődés és a gyűlés lefolyása is.

Ha tudományos távlati tervünket tanulmányozzuk; ott is lépten-nyomon találunk olyan problémákat, melyek megoldásához a biometria nélkülözhetetlen. Így gyógyszerek kutatása, mezőgazdasági hozam növelése, öröklődés kérdései, népbetegségek leküzdése stb. Úgy véljük, hogy a munkát nagyban elősegítené, ha mi is megalakítanánk biometriai társaságunkat úgy, ahogy az már világszerte igen sok országban régebben vagy mostanában meg is alakult. A társaság megalakulása bizonyára nagyon gyors-

sítani fogja, hogy a gyakorlat emberei és a teoretikusok, a biológiai tudományok művelői és a matematikusok jobban megismerjék egymás problémáit, módszereit, kívánalmait, és tovább erősödjék a fejlődéshez feltétlenül szükséges együttműködés.

Az előadást élénk vita követte, melynek lerövidített jegyzőkönyvét itt ismertetjük.

Straub F. Brunó elnök: Ahhoz a kérdéshez szólok, hogy a biometriának van-e saját problémája.

Véleményem szerint minden tudománynak van és a biometria csak akkor igényelheti a „tudomány” jelzót, ha van saját problémája. A Kísérleti Állattenyésztő Telep építése folyamatban van. Most volt február elején második konferenciájuk és ezzel kapcsolatosan felmerült egy érdekes dolog, hogy éppen a bőrátültetésekkel kapcsolatban milyen nagy előnye van a tiszta tenyészeteknek és hangsúlyozták azt, hogy az állattenyésztéssel és a növénytenyésztéssel szemben ennek a kísérleti állattenyésztőnek az a főfeladata, hogy tiszta tenyészeteket produkáljon.

Néhány évvel ezelőtt zajlott le a vita, hogy az F_1 hibrid sokkal eredményesebb, mint a tiszta tenyészet. Azt hiszem ebből is látható, hogy ennek a tudományágnak igenis vannak saját problémái.

Ernst Jenő: Az első szó az kell legyen, hogyha későn is, de meg kellett egyszer már kezdeni ezt a témát.

Egyetértek azzal, hogy a különböző centrumokban szakértőket kellene kinevelni. Mi szeretnénk úgy látni a dolgot, hogy a matematikusokkal való együttműködésünk zavartalan legyen. Intézetünkben az egyik matematikus-fizikus kollégával már meg is kezdtük az ilyenirányú munkát, remélem minden segítséget meg fog kapni a szakbiometerektől, hogy megfelelően kiképezhesse magát. Egyetértek a szakmán belül a specializálódással, hiszen ki van zárva, hogy egy biometer az egész kérdést felölelhesse tudásban, vagy a gyakorlatban.

Az egész problémakörnek csak egy részét kívánom érinteni és ez a biológiai experimentum kivitelezésének és kiértékelésének a problémája. Ebben benne van az instrumentáció tudományszaka is. Abból a szempontból, amit efficienciának nevezett az előadó, hogy ti. milyen a biológiai experimentum hatásossága, kiemelném, hogy ez elsősorban nem attól függ, hogy milyen drága és milyen komplikált módszereket használ valaki, hanem attól, hogy adekvát módszert. Itt szeretnék bekapcsolódni abba a pontba, amely a cikkben benne van, de jelenleg az előadásban nem hallottunk róla, és ez az, hogy véleményem szerint minden biológiai munkának a fontos feladata kellene legyen a kvantitatív kiértékelést megelőzően a kvalitatív megfontolás,

Ebben a tekintetben látok igen nagy hiányosságot és azt hiszem, hogy lényeges lenne erről a kérdésről beszélni. Említette az előadó pl. az információ-elmélettel kapcsolatos kvantitatív kiértékelést. Az irodalomban folyik a vita a petesejtrel kapcsolatban, vajon 10^4 és 10^{10} bit. az információ-tartalom; Pickering kijelentése aktuálissá válhat, különösen akkor, mikor kvantitatíve formuláznak olyan kérdést, amelynek lényegét még nem ismerjük. De nemcsak arról van szó, hogy az illető intellektuális megbízhatóságát vesztí el ily módon, hanem a saját és munkatársainak az idejét és

azt a rengeteg fáradságot és költséget is elvesztheti, amit olyan kérdésre fordított, amelynek kvalitatív értelmezése sem tekinthető lezártnak.

Helyeselném, ha konkrét példákon megbeszelnénk többek között azt is, hogy mi az, amit abszolúte nem szabad csinálni. Ismeretes pl. hogy a biológia területén a mechanikus hatásfokról különböző adatok szerepeltek, és pedig attól függően, hogy oxidációban, vagy anélkül történik-e a folyamat, 18—20%, illetőleg 40—45%-nak írták meg. De magának a mechanizmus hatásfoknak a használata ezekben a cikkekben nem fedi a fizikai fogalmat, a mechanikus hatásfokot. Tehát a kvantitatív kiértékelés, a kvantitatív adatok közlése, a kvalitatív fogalmazás helytelensége miatt nemcsak hogy nem hasznos, hanem kifejezetten árt. Azt a látszatot kelti, hogy már ismerjük a kérdést annyira, hogy kvantitatív pontossággal meg tudjuk határozni, de kiderül, hogy a kvantitatív adatok elfedték azt aényt, hogy kvalitatíve sem értették a kérdést.

A specializálódás folytán — legalábbis a biológiában — a szigorúan vett experimentális alap kutatásnak, a bioexperimentum elvi kérdéseinek kidolgozása véleményem szerint még hátra van. Feladataink egyik része lenne ennek feldolgozása, a másik része a megfelelő modellkészítés és a megfelelő istrumentáció kérdése, hogy ti. az istrumentációs felszerelés a feladott problémához kvalitatíve adekvát legyen.

Tarján Imre: Az előadást megelőzően felmerült az az általánosabb jellegű kérdés, hogy milyen a biológia és a matematika egymáshoz való viszonya. Ez a meglehetősen általánosabb jellegű kérdés mai megbeszélésünkkel szoros összefüggésben van. Véleményem szerint a biometria semmi esetben sem fejezheti ki a biológia és a matematika viszonyát, ezek együttműködésében csak részterületnek tekinthető.

A hangsúly tehát a kísérletek tervezésén, kiértékelésén, interpretációján van. Márpedig a biológiai kísérletben sok egyéb matematikai jellegű probléma is felmerül, sőt vége hossza sincs ezek felsorolásának. Gondolhatunk most itt azokra a problémákra, amelyek az ionizáló sugárzások és a szövetek és az anyag kölcsönhatásában felmerülnek, vagy akár a molekuláris biológiának arra a részére, amely kvantummechanikai módszereket vesz igénybe. Tehát a matematika legkülönbözőbb területei kezdenek egyre inkább érdekesek lenni a biológiai kutatás szempontjából, és feltételezhető, hogy a jövőben ez a kölcsönhatás és kooperáció egyre szélesedni fog.

Nemrégiben beszéltünk külön kísérleti és külön elméleti fizikáról és meg is különböztettük a kísérleti és az elméleti fizikusokat. Ma más a helyzet. Beszélünk fizikai problémáról és ezt több oldalról lehet, sőt kell is vizsgálnunk. Nem tisztán kísérleti oldalról, hanem megfelelő matematikai apparátus igénybevételével elméleti oldalról is. A biológiában eddig elsősorban a kísérleti metodikák uralkodtak, de valószínűleg egyre nagyobb szerepet fognak kapni az elméleti jellegű és egyre nagyobb matematikai apparátussal dolgozó metodikák is. Hogy a fizikában mégis beszélünk — még ma is — kísérleti és elméleti fizikáról, ez csupán arra utal, hogy az alkalmazott módszerek közül mégis melyik a hangsúlyozottabb és melyik van inkább háttérben.

Előadása elején a jelenségeket két nagy csoportra osztotta az előadó. Az egyikhez tartoznak azok, amelyeknek lefolyását a feltételek egyértelműen megszabják. Példaként a szabadesést hozta fel. A másik csoportba

tartoznak azok a jelenségek, amelyeknek lefolyását a feltételek egyértelműen nem szabják meg.

Ez a fogalmazás így nem egészen helyes. Inkább arról beszélhetünk, hogy vannak olyan jelenségek, amelyekkel kapcsolatban ki tudunk emelni igazán döntően fontos feltételeket és ezek számbavételével tudjuk a jelenséget leírni, és a tapasztalatokat matematikai formába önteni. Más esetben viszont túl sok a lényegesnek tartható feltétel. Helyes lenne, ha a jövőben a biometria vonalán olyan tanfolyam indulna, amelyen az érdeklődők részt vehetnének és elsajátíthatnák a biometria elemeit, amelyek a kísérleti munkához feltétlenül szükségesek.

Vincze István: Az eddig vitatott kérdések közül alapvető, hogy a biometria csupán módszertan-e, vagy pedig annál több. Úgy gondolom, hogyha valaki ma biometria könyvet ír, annak nagy része matematikai statisztika lesz. A biometriában alkalmazott sajátos módszer egy kis része a sztochasztikus folyamatok, populációk növekedésével, szaporulatával stb. kapcsolatos dolgok. De el tudom képzelni ezt a rövidebb fejezetet a differenciál egyenletnél is, ahol a biológia problémáit úgy tárgyalják, hogy tegyük fel, hogyha nagyon sok véletlen tényező nem hatna, akkor hogyan folya le az a bizonyos jelenség, ami tulajdonképpen egy jelenség lefolyásának a lényege.

Tulajdonképpen mi az, amit úgy kell tekintenünk, hogy a módszereken túl megy a biometriában?

Ez a tudományos modell, a biológiai jelenségek matematikai oldalának a megalkotása.

A modell-képzés nem kizárólag biológus feladat, és ha a biológus nem biometer, hanem matematikus és együtt dolgoznak, akkor a matematikai oldal, ill. modell megalkotása nem sikerülhet. Ez tipikusan a biometria feladata és olyan probléma, amit a metodológia fölé emeli a biometria tudományát, vagy tudományágát.

Kovács Arisztid: Nekem is az a véleményem, hogy nem is statisztikai a fő probléma. Azt sokkal könnyebben el tudják sajátítani az orvosok is. Én ott látom a problémát, hogy a matematikának és az egzaktabb tudományoknak a fizikán-kémián keresztül való alkalmazása az orvostudomány problémáinak megoldásában jelen pillanatban nélkülözhetetlenné vált. Itt nem lehet arról szó, hogy egy orvos, vagy bármilyen ágban dolgozó alkalmazott kutató, értsen a matematika, fizika, biofizika és biokémia problémáihoz, amikor egy-egy orvosi problémához nyúl.

Nem lenne helyes orvosokat úgy átképezni, hogy ugyanúgy értsenek a matematikához, mint a biofizikusok, és egészségesebb az, ha e helyett együttműködés alakul ki. A kérdés nagy jelentősége folytán sokkal több alkalmazott matematikusra, ill. biometerre lenne szükség, mert egész új problémakörök vetődtek fel a logikai elméletekkel kapcsolatban és egész sor problémakört lehetne említeni, ahol matematikusok alkalmazására feltétlenül szükség van.

Simon Sándor: Mint farmakológus azt kell mondjam, hogy szinte naponta kell biológiai méréseket végezni. Egyrészt rutinban, másrészt mint kutató is ilyen irányban elég sokat foglalkozom a dolgokkal és nemcsak a magam eredményeit látom, hanem a kollégáimét is, a szomszéd intézetekét is és azt kell mondanom, hogy messze vagyunk attól, hogy olyan szinten tudnánk dolgozni, mint pl. egy angol vagy egy amerikai értékmérő dolgo-

zik. Szerintem nem annyira az orvostanhallgatók részére kellene egy megfelelő tanfolyam, hanem azok részére, akik gyógyszerekkel foglalkoznak, egyrészt mint farmakológusok, másrészt mint vegyészek és gyógyszerészek az iparban, vagy egyéb intézetekben vannak alkalmazásban. Azt hiszem, hogy ilyen természetű tanfolyam nagyon fontos volna.

Kovács Ervin: A biológusok matematikai igényével kapcsolatban szeretnék néhány problémát felvetni. Ugyanis azt hiszem, hogy a biológusok legnagyobb részében az a felfogás uralkodik, hogy azt mondják: ha én különbséget látok két jelenség vagy két kísérletsorozat között, akkor azt elfogadom, ha pedig nem látok, akkor hiába mutatják azt ki statisztikailag, hiába megbízható ilyen szempontból, ha nem látszik jól, akkor sem fogadom el.

Ez a felfogás elég általános. Valamikor ezt vallottam én is és a sors úgy hozta, hogy vizsgálataink során igen sok statisztikai értékelést kellett végeznem és korrelációkat számolnom és a végén rájöttem arra, hogy tulajdonképpen nem is az a lényeg az egészben, hogy kimutassam azt a különbséget, hanem az, hogy kvantitatív értékeit ismerjem és ha két jelenséget összehasonlítok, akkor azt mennyiségileg tudjam megtenni.

Valóban meg kellene szervezni ezt a többek által szóbahozott tanfolyamot, valahogy úgy, hogy a biometriának és a matematikának a biológiában való alkalmazási területeiről röviden előadások keretében hallanának a résztvevők, és az ott felmerülő problémákat rögtön a helyszínen meg lehetne beszélni.

A matematika szükségessége végeredményben nem merül ki az egyes adatok kvantitatív értékelésében és a megbízhatósági próbák elvégzésében, ám a biológia legnagyobb részét a gyakorlati kutatóknál nagyon fontos lenne ez.

Juvancz kollégával teljes mértékben egyetérték abban, hogy a számítások elvégzését az egyes kísérleti intézetekben és részlegekben meg lehetne oldani. Felmerülnek azonban olyan problémák, amikor nem elég csak a statisztikai kiértékelést megvalósítani; gondolok itt pl. a genetikai vizsgálatok nagy részére, ahol bizonyos öröklésmenettel kapcsolatban bizonyos genetikai modellt kell megszerkeszteni, vagy a populációs genetikai vonatkozásban a gén frekvencia eltolódási kísérletekre. Ahhoz, hogy ezt a problémakört és ezt az egész jelenséget átlássa valaki, annak a szakmában, nem a matematikában, hanem a biológiai szakmában nagyon benne kell lennie.

A biológiában igen nagy jelentősége van az információs-elmélet alkalmazásának és ha az ember információs elméletéről hall, akkor modern genetikai problémákra gondol. Az információs elmélet genetikai alkalmazásánál mindig a kódolási problémával kapcsolatos dolgok merülnek fel, míg matematikai szempontból ez statisztikus fogalom és a bizonytalanságok számszerű kifejezésével foglalkozik. Tehát, hogy egyes tudományágakat jobban művelhessünk, szükség lenne ilyen tanfolyam megrendezésére.

Barsy Gyula: Itt felmerültek kérdések a biometria fogalmát, annak önálló tudományjellegét illetően; Juvancz dr. szerint a biometria a matematikai eljárások fokozott alkalmazása a biológiai kutatásban. A biometria egyike ama metriáknak, amelyek tulajdonképpen a múlt században születtek meg. Az első ilyen metria a szociometria volt, a szociális fizika. Akkor, amikor társadalmi jelenségekre nézve tudott vagy vélt törvényszerűségeket megállapítani.

Gyakorlatilag egyszerűen arról volt szó, hogy a tudományos megismerés, új eljárások után kutatva mérhetővé tudott tenni olyan jelenségeket, amelyek korábban nem voltak mérhetőek. E tudományok közül a biometria egyike volt a legtermékenyebbeknek. Szorosabb kölcsönhatásban állt magának az általános statisztikának az elméletével is: felvetett újabb és újabb kérdéseket, amelyekre az általános statisztikai elmélet igyekezett választ adni. A döntő lépés mindenesetre a kisminták felfedezése volt, amelyek segítségével ezek a mérési módszerek be tudtak vonulni a laboratórium mindennapi gyakorlatába és alkalmazhatókká váltak.

A biometriai eljárásokban iskolázatlan kutatóknak a biometriával való találkozása rendszerint az, hogy rosszul organizált kísérletek semmitmondó adataival keresik fel végső kétségbeesésükben a biometert, hogy próbáljon tudományos értelmet lehelni abba, ami alapvetően értelmetlen. A biometria nem erre vonatkozik, hanem arra való, hogy éppen ellenkezőleg, jól elrendezett és logikusan véghezvitt kísérleti eljárásokra nézve is megmondja azt, hogy az, ami ott látszik, az valószínűleg is felvethető-e, vagy pedig csak látszat.

Juvancz doktor dolgozatának egy másik állítása a szignifikanciának a kérdését és jelenségét vetette fel és ezzel a szakmai elbírálást állítja szembe. Az igazság az, hogy a szakmai elbírálás nyilvánvalóan egy későbbi lépés. A szignifikancia egész egyszerűen csak annyit jelent, hogy valami értékelhető-e. Ha tehát valamilyen különbségről megállapíthatjuk azt, hogy az az eltérés bizonyos valószínűségi szinten szignifikáns, akkor csak annyit mondunk, hogy valószínűleg van eltérés. A biológusnak és a biometriának a kapcsolata az egész kísérleti munka során rendkívül szoros.

A biometriai módszerekkel a biológiai kutatóknak igen alapvetően meg kellene ismerkedniük. A legutóbbi idők tudományos fejlődése éppen azt eredményezte, hogy a tudományok rendkívül nagymértékben specializálódnak, és az egyes specializált területeken a kutatás rendkívül eltérő. Egy-egy tudományos kérdést viszont nem egy, hanem több szempont szerint kell megközelíteni és ez az oka annak, hogy bizonyos eredményes kutatások ma már általában nem egy személyhez fűződnek. Kétségtelen, hogy a biológiának, vagy a biológiai kutatóknak bizonyos biometriai alapterveltséggel kell rendelkezni.

Ilyen szempontból döntő hiány egy jó magyar kézikönyv, amelynek megírása most már égetően szükséges volna. A külföldi piacokon tömegével találunk jól megírt, közérthető és színvonalas munkákat is. Ha a biometriai kutatásokat a jövőben tovább akarjuk fejleszteni, akkor nem tanfolyamokat kell rendezni, mert ezekkel az embernek általában nagyon rossz tapasztalatai vannak. Ha azonban egy jó kézikönyv rendelkezésre áll, akkor mindjárt más a helyzet, és egy ilyen megszerkesztése volna az első lépés arra, hogy a biometriai metodikát a biológiai kutatásokban nagyobb hatásokkal tudjuk alkalmazni.

Farkas Elek: A mikrobiológia terén több mint tíz éven keresztül foglalkoztam az Acta Biologica szerkesztésével és ezzel kapcsolatban igen sok, nagyon különböző tárgyú cikk került a kezembe, s ezek közül sok metodológiai igen kitűnően elvégzett munka volt, ellenben durva, alapvető statisztikai, illetve biometriai hibák voltak bennük. Ezek igen sokszor mikrobiológiai szempontból megfelelő helyről jöttek és én, aki nem értek a biológiához, ezeket a hibákat könnyen észrevettem. Mégis kiküldtem a cikket

a szaklektorhoz és csak a legkritikább esetben fordult az elő, hogy a szaklektor ezeket észrevette volna. Ezzel valahogy fel tudom becsülni azt, hogy a szaklektorok sokszor tudományos fokozattal rendelkező kutatók, nem is matematikai és matematikai metodológiai kérdésekhez nem értő emberekről van szó, hanem a mennyiségi gondolkodástól alapvetően távoleső emberekről. A mi korosztályunk neveléséből még majdnem hiányzott ez a szempont.

Juvancz doktor munkája igen sokat lendített ezen a kérdéson és ma már az elmúlt tíz évhez képest sokkal több olyan cikket kapunk, amelynek matematikai kiértékelése valóban egészen jó. Azonban azt gondolom, hogy addig, amíg az intézetek vezetői és azok, akiket komoly szaklektoroknak lehet felkérni, az alapvető kérdésekkel nincsenek tisztában, számos olyan hiba csúszik be, aminek azután a tudomány további fejlesztésében komoly hátráltató szerepe van. Ma már van valakihez fordulni, nevezetesen Juvancz doktorhoz, nemcsak egyszerű számtani adatokat kapunk, hanem azokat el is magyarázzák nekünk, megmutatják tévedéseinket. Azonban a kandidátusi képesítéshez kellene valami alapvető biometriai tudást is megkívánni, mert enélkül a tanítványokba nem vihetjük át ezt a követelményt.

Thoma Andor: Az a nehéz kérdés, hogy a biológus és a matematikus megértsék egymás nyelvét, egészen egyszerűen megoldható lenne. Oda kellene hatni, hogy a természettudományi karon a hallgatók a biológiai szak mellett matematikával is foglalkozzanak. Így lenne egy tartalékselege a biológiának. Szükség esetén a legjobbakból egészen kevés utánpótlással rendelkezésre állnának a kész biometrikusok.

Straub F. Brunó: Én is azt hiszem, hogy a tanfolyamnál hatékonyabb lenne az a biometriai tankönyv, amelyet követelünk és ezt azon a fokon kellene megvalósítani, amire az aspiránsoknak szükségük van, ez a legkívánatosabb. Azt javaslom, hogy a Biofizikai Társaság vitassa meg ezt és tegyen javaslatot.

A vita menetét illetően az volt az érzésem, hogy nagyon orvosi szempontból beszéltünk és az orvosi statisztika rányomta bélyegét mai megbeszélésünkre; kevés szó esett a mezőgazdaságról.

Hallottam a rádióban, hogy egy gépi számolási intézetet állítanak fel az FM-ben. Nyilvánvalóan ott az ökonómiai dolgok fognak előtérbe kerülni. De ez lehetőséget ad arra, hogy a Biofizikai Társaság biometerei programozásokat végezzenek, ami azután egy jövőben rendelkezésünkre álló gép esetére a kiképzést megvalósítja. Általánosságban szeretném felhívni a figyelmet arra, hogy a biometriának a mezőgazdasággal való kapcsolatát feltétlenül meg kell valósítani.

Juvancz Ireneusz: A hozzászólók világosabban, érthetőbben és precízebben mondták el azt, amit én akartam, illetve próbáltam elmondani. Példa erre Tarján professzor és Kovách Arisztid felfedezése. Röviden említettem, de a hozzászólók egész világosan kifejtették, hogy a biometria az egész kérdésnek csak egyik igen fontos oldalát képezi.

Most csak két kérdésre reflektálok, az egyik a tanfolyamok, a másik pedig a könyv kérdése. Kezdjük a könyvnél. Öt év óta vajúdik egy könyv. Mi, akik gondoltuk, hogy megírjuk, azt mondtuk, hogy ilyen igényű könyvet általában 600 oldalon tudunk elképzelni. Erre azt mondta az Orvosi Osztály, hogy csak 100 oldalt kaptak rá. 100 oldalon pedig erre nem állalkozunk. Így vajúdik ez öt év óta. A Biológiai Osztályhoz fogunk fordulni.

Ha lenne továbbképzés, mi ennek nagyon örülnénk. Amint Farkas Elek említette, a Szovjetunióban egy időben a kandidátusok döntő többségétől megkövetelték a biometriai alapokat, azután jött Liszenko és ez megszűnt. Amikor kint voltam, megkérdeztem, hogy most mi lesz? Kitérő választ kaptam. De azt hiszem, újból be fogják vezetni.

Kovács Ervin szavaihoz még egy kiegészítést mondanék. Finney hoz fel nagyon jó példát arra, hogy a gyakorlati emberek azt mondják sokszor, hogy 15 éves tapasztalatuk van. De ha a P érték 0,05, azaz 1 : 20, ez kb. azt jelenti, hogy olyan eseményről van szó, amit általában minden húszadik szezonban lát a növénytermesztő.

Straub F. Brunó: A cikk megírásával szélesebb közvéleményt ingerelt fel az előadó és azt hiszem, hogy a konferencia bizonyos mértékben hozzájárult ahhoz, hogy a biometria terén egyenletesen elinduljunk, hogy annak egész területét tényleg művelhessük. Kérem a Biofizikai Társaságot, hogy ezekután foglalkozzék a felszólalásokkal és tegyen javaslatot.

A Magyar Biofizikai Társaság alapszabályai

1. §.

A Társaság címe.

Magyar Biofizikai Társaság. A Magyar Biofizikai Társaság a MTA, közvetlenül pedig a Biológiai Osztály felügyelete alá tartozik. A Társaság szoros kapcsolatot tart az Eötvös Lóránd Fizikai Társulattal, amely a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségének tagegyesülete. A Társaság neve oroszul: Vengerszkoje biofizicseszkoje obszcsesztvo.

Angolul: Hungarian Biophysical Society.

Franciául: Société Hongroise de Biophysique.

Németül: Ungarische Biophysikalische Gesellschaft.

A Társaság székhelye: Budapest.

Működési területe a Magyar Népköztársaság, hivatalos nyelve magyar.

Pecsetje köriratban: Magyar Biofizikai Társaság. Budapest. 1961.

2. §.

A Társaság célja.

A Társaság a magyar biofizikusok és a határterületi tudományokkal foglalkozók önkéntes egyesülése, amelynek célja a biofizikai művelődés előbbrevitele társadalmi úton szocializmust építő hazánkban.

a) a biofizikai kutatás ápolása és fejlesztése

b) a biofizikai oktatás előmozdítása

c) a biofizika alkalmazásának előmozdítása

d) a feladatokat érintő elvi szervezési és világnézeti kérdések figyelemmel kísérése, illetőleg propagálása.

e) a biofizikus hivatás erkölcsi és anyagi megbecsülésének előmozdítása.

3. §.

A Társaság vagyona, jövedelme.

A Társaság jövedelmét a következők biztosítják:

a) rendes és pártoló tagok fizetendő tagsági díja

b) akadémiai támogatás

c) egyéb adományok

A rendes tag tagsági díja évi 60 Ft., amelyet a közgyűlés megváltoztathat.

A Társaság megszűnése esetén vagyonáról a közgyűlés, illetve a MTA dönt.

4. §.

A Társaság működése

A 2. §-ban megadott célok megvalósítása érdekében a következő rendezvényeket szervezi:

- a) Előadások, tudományos beszámolók, vitaestek.
- b) Kollokviumok a biofizika egyes ágaiban elért eredmények ismertetése illetve megbeszélése céljából.
- c) Vándorgyűlés a tagok munkásságának ismertetése és a munkaterületen dolgozó tagtársak kapcsolatának elősegítése, valamint a legutóbbi hazai és külföldi fejlődés áttekintése céljából.
- d) Kongresszus hazai, illetőleg külföldi résztvevőkkel, a legjelentősebb új eredmények megbeszélése.
- e) Anketók: állásfoglalás a szakmát érintő valamennyi szakkérdésben, továbbá kapcsolat tartása az Eötvös Lóránd Fizikai Társulattal, ezenkívül a magyar biológiai társaságokkal.

5. §

A Társaság tagjai.

a) Rendes tagok, olyan, a biofizikának, illetve határterületnek művelésében tevékenyen résztvevő magyar állampolgár szakemberek, akik a Társaság alapszabályait kötelezőnek elismerik magukra nézve és akiket a Társaság tagjai körébe felvesz. Megalakulás után új tagot 2 tag javasolhat az elnökségnek taggá való felvételre.

b) Tiszteletbeli tagok olyan hazai vagy külföldi állampolgárok, akiket az elnökség egyszerű többségének ajánlása alapján a közgyűlés megválaszt.

c) Pártoló tagok olyan jogi és természetes személyek, akik a biofizikának hazánkban való előbbrevitele céljából csatlakozni kívánnak és akiket az elnökség pártoló tagul felvesz és akik a pártoló tagsági díjat fizetik.

6. §.

A rendes tagok jogai.

a) a közgyűlésen véleménynyilvánítás bármilyen, a Társaságot érintő kérdésben.

b) javaslattétel

c) a választás és megválaszthatóság, valamint a közgyűlésen a szavazás

d) a Társaság által nyújtott kedvezményekben való részesedés.

7. §.

A rendes tagok kötelességei:

- a) saját munkaterületének művelése
- b) a Társaság határozatainak végrehajtása
- c) a tagsági díj fizetése.

8. §.

A tagság megszűnése.

- A tagság megszűnik
- a) halál (jogi személyeknél megszűnés)
 - b) kilépés
 - c) törlés
 - d) kizárás esetén

A tag kilépési szándékát írásban kell közölni az elnökséggel; a tagság megszűnése utáni hónap kezdetével megszűnik a tagdíj fizetésének kötelezettsége is. Elveszti tagságát az elnökség határozata alapján az a tag, aki félèves, vagy annál nagyobb tagsági díj hátralékát ismételt felszólításra sem rendezi. Kizárható az a tag, aki megsérti a Társaság alapszabályait, vagy akinek ténykedése ellentétbe kerül a Társaság célkitűzéseivel. Kizárható az a tag, aki népi demokrácia-ellenes magatartást tanúsít, illetőleg a Magyar Népköztársaság törvényeinek megsértése miatt jogerősen elítéltezt. A kizárásról a kiküldött bizottság által lefolytatott tárgyalás után az elnökség dönt 2/3 szótöbbséggel. A kizárt tag a közgyűléshez fellebbezhet, de ennek nincs halasztó hatálya.

9. §.

A Magyar Biofizikai Társaság intéző szervei:

- a) a közgyűlés és
- b) az elnökség

10. §.

A közgyűlés.

A Társaság rendes és pártoló tagjaiból tevődik össze. A közgyűlés a társasági élet elvi irányításának, az elnökség munkájának és az ellenőrzésnek legfőbb szerve. A rendes közgyűlést kétévénként kell összehívni, össze kell hívni ezenkívül, ha az elnökség fele, vagy a rendes tagok legalább $\frac{1}{3}$ -a kéri. Szavazati joguk a rendes és pártoló tagoknak van. A közgyűlésen az elnök, vagy ennek megbízásából az elnökség egyik tagja elnököl.

A közgyűlés feladatai:

- a) a Társaság alapszabályainak megállapítása vagy módosítása, a jelenlévő, szavazati joggal rendelkező tagok 2/3-os többsége alapján.

b) Jelölő Bizottság javaslata alapján az elnökség tagjainak a 11. §. szerinti megnevezésben történő megválasztása vagy újraválasztása egyszerű szótöbbséggel.

c) Az elnökség által benyújtott, az elmúlt időszakról szóló beszámoló elfogadása és felmentés megadása.

d) Olyan indítványok tárgyalása, amelyek legalább 3 nappal a közgyűlés előtt megérkeztek a Társaság első titkárához.

e) A közgyűlés összehívása a kitűzött időpont előtt 15 nappal a tagokhoz kiküldött értesítés alapján történik. A közgyűlésről értesítést kap a Társaság felügyeleti szerve is. A közgyűlés határozatképes, ha a tagoknak több mint 50⁰%-a megjelent, vagy a tagok számára való tekintet nélkül abban az esetben, ha a közgyűlés megnyitásának időpontjáig az összes tagok 15⁰%-a nem emelt kifogást a közgyűlés megtartása ellen.

f) A közgyűlésről szabályszerűen hitelesített, a jelenlévőket név szerint feltüntető jegyzőkönyvet kell vezetni.

11. §.

Az elnökség.

Az elnökség tagjai: az elnök, az első és második titkár, valamint 11 elnökségi tag, összesen tizennégyen. Az elnökség határozatát nyílt szavazással, szótöbbséggel hozza; szavazategyenlőség esetén az elnök dönt.

Az elnökség feladatai:

a) két közgyűlés között a Társaság minden ügyének intézése,

b) az elnökségi ülések között az ügyek intézése az elnökre és a két titkárra hárul, akik tevékenységükről kötelesek beszámolni a legközelebbi elnökségi ülésen.

c) Elnökségi ülés szükség szerint hívandó össze, de össze kell hívni, ha az elnökség tagjainak fele kéri.

12. §.

A pénztáros.

a pénztárost az elnökség választja.

A pénztáros feladatai:

a) a tagok névsorának nyilvántartása

b) minden fizetést okmányyszerűen igazol

c) az év végén zárszámadást készít.

13. §.

Az ellenőr.

Az ellenőrt az elnökség tagjai közül az elnökség választja. A Társaság vagyongazdálkodásáért a pénztárossal együtt egyetemlegesen anyagilag felelős.

14. §.

A közgyűlés által elfogadott alapszabályok, illetőleg alapszabálymódosítás a Magyar Tudományos Akadémia elnökének jóváhagyásával válik érvényessé.

15. §.

Ha a Társaság működése eltér az alapszabálytól, vagy általában nem felel meg a közérdeknek, akkor a Magyar Tudományos Akadémia vizsgálatot rendelhet el ellene és felfüggesztheti működését.

A Magyar Biofizikai Társaság tagjainak névsora

A) Alapító tagok

1. Andik István docens
 2. Aujezsky László igazgató
 3. Árky László tud. mtárs
 4. Balog Józsefné adjunktus
 5. Barabás Zoltán tud. mtárs
 6. Barna Péter tud. kutató
 7. Bauman Miklós tud. mtárs
 8. Bálint Árpád adjunktus
 9. Bedrossián Péter tud. mtárs
 10. Belágyi József tud. mtárs
 11. Benedeczy István tud. mtárs
 12. Benedek Jánosné tud. mtárs
 13. Benkő Károly laborvezető
 14. Bojtor Iván tud. mtárs
 15. Bor Istvánné tud. mtárs
 16. Boros János egyet. tanár
 17. Bozóky László oszt. vezető
 18. Csillik Bertalan adjunktus
 19. Csuzi Sándor tanársegéd
 20. Czuppon Alfréd tud. mtárs
 21. Dalos Béla oszt. vezető
 22. Donhoffer Szilárd egyet. tanár
 23. Dósay Károly tud. mtárs
 24. Ernst Jenő akadémikus
 25. Éder Sándor osztályvezető
 26. Faludi Béla egyet. tanár
 27. Farády László vezérőrnagy
 28. Farkas György tanársegéd
 29. Farnady Ferencné tud. mtárs
 30. Fiam Béla o. t. kand.
 31. Frenyó Vilmos egyet. tanár
 32. Garamvölgyi Miklós adjunktus
 33. Gazsó József tanársegéd
 34. Geszti Olga o. alezredes
 35. Gólián Béláné tanársegéd
- Pécs, Kossuth tér 2. OTE Kórélettani Int.
Bp. Orsz. Meteorológiai Int. Kitabel P. u. 1.
Bp. KOKI.
- Pécs, Rákóczi út 80. OTE Biofizikai Int.
Martonvásár MTA K. I.
Bp. Optikai K. I.
- Debrecen, Bem tér 18/b. OTE Orvosi Fiz. Int.
Bp. KFKI.
- Pécs, Rákóczi út 80. Biofizikai Int. OTE.
Pécs, Rákóczi út 80. OTE. Közp. Labor.
Gödöllő, Agrártud. Egyetem Izotóp Labor.
Debrecen, OTE Közp. Kutatólaboratórium
Bp. F. J. Curie Orsz. Sugárbiol. és Sugáreü.
Int. XXII., Pentz K. u. 5.
Bp. XXII. Pentz K. u. 5. F. J. Curie Orsz. Su-
gárbiol. és Sugáreü. Int.
ÉKMÖE Fizikai Intézet
Bp. XII. Ráth. Gy. u. 5. Orsz. Onkológiai Int.
Szeged, Kossuth L. sugárút 40. OTE Anatómiai
Int.
Bp. Orvosi Vegytani Int.
Bp. VIII., Puskin u. 11. MÜFKI.
Bp. XXII. Pentz K. u. 5. F. J. Curie Orsz. Su-
gárbiol. és Sugáreü. Int.
Pécs, Kossuth tér 2. OTE Kórélettani Int.
Bp. VIII., Kállai Éva u. 20. Orsz. Sugárfizikai
Labor.
Pécs, Rákóczi út 80. OTE Biofizikai Int.
Bp. F. J. Curie Orsz. Sugárbiológiai és Sugár-
eü. Int. XXII. Pentz K. u. 5.
Bp. VIII. Múzeum krt. 4/a. ELTE Szárm. Örök-
léttani Int.
Bp. Honv. Min. Eü. Csoportfőnök
Bp. Gamma O. M.
Pécs, Rákóczi út 80. OTE Közp. Labor.
Bp. Közp. Katonai Kórház
Bp. VIII. Múzeum krt. 4/a. ELTE Növényélet-
tani Int.
Pécs, Rákóczi út 80. OTE Biofizikai Int.
Bp. VIII. Puskin u. 9. OTE Orvosi Fiz. Int.
Bp. XXII. Pentz K. u. 5. Közp. Sugárbiol. Ku-
tató Int.
Bp. VIII. Puskin u. 9. OTE Orvosi Fiz. Int.

36. Götze Árpád főorvos
 37. Guba Ferenc. biol. t. kand.
 38. Györgyi Sándor tanársegéd
 39. Gyulai Zoltán akadémikus
 40. Hahn Emil tud. kutató
 41. Hámori József tud. mtárs
 42. Hoffmann Tibor oszt. vezető
 43. Horváth Imre biol. tud. kand.
 44. Horváth László tud. mtárs
45. Jánossy Lajos akadémikus
 46. Járai István tanársegéd
 47. Jobst Kázmér adjunktus
 48. Juhász Mária tud. s. mtárs
 49. Juvancz Iréneusz oszt. vezető
 50. Kamocsay Dezső tanársegéd
 51. Kálmán Erzsébet tud. f. mtárs
52. Károlyi Géza tanársegéd
 53. Kelényi Gábor adjunktus
 54. Kertész László tud. mtárs
55. Kesztyűs Lóránd egyet. tanár
 56. Királyfalvi László tud. s. mtárs
 57. Koczás Gyula oszt. vezető
58. Kovács Pál tud. mtárs
 59. Kovács Sándor adjunktus
 60. Lakatos Tibor tanársegéd
 61. Láng Istvánné főorvos
 62. Lovas Béla tud. mtárs
 63. Mannhardtné, Kutas Vera tud. mtárs
 64. Masszi György tanársegéd
 65. Mányi Piroska tanársegéd
 66. Mess Béla adjunktus
 67. Mészáros Magda tud. mtárs
 68. Nagy János adjunktus
 69. Nagy Jánosné tanársegéd
 70. Nagy Zoltán tanársegéd
 71. Nickl István tud. mtárs
72. Niedetzky Antal tanársegéd
 73. Novobátzky Károly akadémikus
 74. Örkényi János tud. mtárs
 75. Pál Imre tanársegéd
 76. Pártay Géza tud. mtárs
 77. Pócsik István tanársegéd
 78. Predmerszky Tibor oszt. vezető
79. Réti László tud. mtárs
80. Romhányi György egyet. tanár.
 81. Rontó Györgyi tanársegéd
 82. Róka Ottó tud. mtárs
83. Salkovits Endre tud. mtárs
 84. Straub F. Brunó akadémikus
 85. Szabó Zoltán egyet. tanár
 86. Szegvári Gyula adjunktus
 87. Szenes Tibor egyet. tanár
- Bp. XI. Budafoki út 4—6. Műegyetemi Közp. Orvosi Rendelő
 Bp. VIII. Puskin u. 11. MÜFKI.
 Bp. VIII. Puskin u. 9. OTE Orvosi Fiz. Int.
 Bp. Műszaki Egyetem Fizikai Int.
 Bp. Optikai Kutató Intézet
 Pécs, Dischka Gy. u. 5. OTE Anatómiai Int.
 Bp. TÁKI.
 Bp. V. Nádor u. 7. MTA Biol. Csoport
 Bp. VIII. Baross tér 7. MÁV Pályaalkalmasságvizsgáló Int.
 Bp. ELTE.
 Pécs, OTE Gyermekeklinika
 Pécs, Dischka Gy. u. 5. OTE Kórbonctani Int.
 Pécs, Rákóczi út 80. OTE Biofizikai Int.
 Bp. MTA Matematikai Kutató Intézet
 Bp. VIII. Baross u. 27. I. sz. Női klin.
 Bp. XXII. Pentz K. u. 5. Közp. Sugárbiol. Kutató Intézet
 Debrecen, Bem tér 18/b. OTE Orv. Fizikai Int.
 Pécs, Dischka Gy. u. 5. OTE Kórbonctani Int.
 Debrecen, Bem tér 18/c. MTA Atommag Kutató Intézet
 Debrecen, OTE Kóréletani Intézet
 Pécs, Rákóczi út 80. OTE Biofizikai Int.
 Bp. XXII. Pentz K. u. 5. F. J. Curie Orsz. Sugárbiol. és Sugáreü. Intézet
 Bp. VIII. Puskin u. 11. MÜFKI.
 Pécs, Rákóczi út 80. OTE Élettani Int.
 Pécs, Rákóczi út 80. OTE Biofizikai Int.
 Bp. VI. Csengery u. 25. Otoneurológiai Int.
 Bp. VIII. Puskin u. 11. MÜFKI
 Bp. XXII. Pentz K. u. 5. Közp. Sugárbiol. Kutató Intézet
 Pécs, Rákóczi út 80. OTE Biofizikai Int.
 Pécs, Rákóczi út 80. OTE Biofizikai Int.
 Pécs, Dischka Gy. u. 5. OTE Anatómiai Int.
 Bp. VIII. Puskin u. 11. MÜFKI
 Bp. VIII. Puskin u. 9. OTE Orv. Fiz. Int.
 Debrecen, Bem tér 18/b. OTE Orv. Fiz. Int.
 Debrecen, Bem tér 18/b. OTE Orv. Fiz. Int.
 Bp. XXII. Pentz K. u. 5. F. J. Curie Orsz. Sugárbiol. és Sugáreü. Intézet
 Pécs, Rákóczi út 80. OTE Biofizikai Int.
 Bp. ELTE VIII. Puskin u. 5/7.
 Pécs, Rákóczi út 80. OTE Biofizikai Int.
 Bp. VIII. Puskin u. 9. OTE Orv. Fizikai Int.
 Bp. VIII. Puskin u. 11. MÜFKI.
 Pécs, Rákóczi út 80. OTE Biofizikai Int.
 Bp. IX. Nagyvárad tér 2. Orsz. Munkaegészségügyi Intézet
 Bp. VIII. Baross tér 7. MÁV Pályaalkalmasságvizsgáló Int.
 Pécs, Dischka Gy. u. 5. OTE Kórbonctani Int.
 Bp. VIII. Puskin u. 9. OTE Orv. Fiz. Int.
 Bp. XXII. Pentz K. u. 5. F. J. Curie Orsz. Sugárbiol. és Sugáreü. Intézet
 Szeged, Dóm tér 10. OTE Központi Labor.
 Bp. VIII. Puskin u. 9. OTE Orv. Vegytani I.
 Bp.
 Pécs, Kossuth tér 2. OTE Kóréletani Int.
 Szeged, Röntgen Klinika

88. Szentágothai János
MTA levelező tagja
89. Székely György adjunktus
90. Szigeti György akadémikus
91. Szőgyi Mária tanársegéd
92. Sztanyik László o. őrnagy
93. Tamás Gyula docens
94. Tarján Imre egyet. tanár
95. Tarnóczy Tamás kand.
96. Tigyi András docens
97. Tigyi József docens
98. Tigyi Józsefné tud. mtárs
99. Titte Géza tud. mtárs
100. Toperczer Johanna tud. mtárs
101. Tóth Lajos egyet. tanár
102. Tóth Lajosné főorvos
103. Török János adjunktus
104. Turchányi György docens
105. Unger Emil tud. mtárs
106. Varga László tud. mtárs
107. Várterész Vilmos int. ig.
108. Vető Ferenc tud. mtárs
109. Vittay Pál tud. mtárs
110. Voszka Rudolf adjunktus
111. Vödrös Dániel tud. kutató
- Pécs, Dischka Gy. u. 5. OTE Anatómiai Int.
- Pécs, Dischka Gy. u. 5. OTE Anatómiai Int.
Bp. VIII. Puskin u. 11. MŰFKI
Bp. VIII. Puskin u. 9. OTE Orv. Fiz. Int.
Bp. XXII. Pentz K. u. 5. Közp. Sugárbiol. Kutató Intézet
Bp. VIII. Puskin u. 9. OTE Orv. Fiz. Int.
Bp. VIII. Puskin u. 9. OTE Orv. Fiz. Int.
Bp. VIII. Puskin u. 5—7.
Pécs, Rákóczi út. 80. OTE Élettani Int.
Pécs, Rákóczi út 80. OTE Biofizikai Int.
Pécs, Rákóczi út 80. OTE Biofizikai Int.
Bp. XXII. Pentz K. u. 5. F. J. Curie Orsz. Sugárbiol. és Sugáreü. Intézet
Bp. XII. Ráth Gy. u. 5. Orsz. Onkológiai Int.
Debrecen, Bem tér 18/b. OTE Orv. Fiz. Int.
Bp. II. Eötvös J. u. 1. SZOT Munkavédelmi Tud. Kut. Int.
Debrecen, Bem tér 18/b. OTE Orv. Fiz. Int.
Bp. VIII. Puskin u. 9. OTE Orv. Fiz. Int.
Bp. XXII. Pentz K. u. 5. F. J. Curie Orsz. Sugárbiol. és Sugáreü. Int.
Bp. XXII. Pentz K. u. 5. F. J. Curie Orsz. Sugárbiol. és Sugáreü. Int.
Bp. XXII. Pentz K. u. 5. F. J. Curie Orsz. Sugárbiol. és Sugáreü. Int.
Pécs, Rákóczi út 80. OTE Biofizikai Int.
Bp. Orsz. RTG Int. Szabolcs u.
Bp. VIII. Puskin u. 9. OTE Orv. Fiz. Int.
Bp. I. sz. Sebészeti Klinika

B) Tagok

1. Bíró Gábor gyakornok
2. Fischer János tud. kutató
3. Homola László tud. mtárs
4. Krasznai István
5. Ladik János tud. mtárs
6. Zoltán Órs Tamás
- Pécs, Rákóczi út 80. OTE Biofizikai Int.
Bp. V. Reáltanoda u. 13/15. MTA Mat. Kut. Int.
Pécs, Rákóczi út 80. OTE Biofizikai Int.
Bp. VIII. Korányi S. u. 2/a. I. Belklinika
Bp. XIV. Hungária krt. 114. Közp. Kémiai Kutató Intézet
Bp. VIII. Korányi S. u. 2/a. I. Belklinika

A Magyar Biofizikai Társaság Vezetősége

<i>Tiszteletbeli elnökök:</i>	Gyulai Zoltán Jánossy Lajos Novobátzky Károly Szigeti György
<i>Elnök:</i>	Ernst Jenő
<i>Első titkár:</i>	Tigyi József
<i>Titkár:</i>	Horváth Imre
<i>Elnökség tagjai:</i>	Bozóky László Faludi Béla Frenyó Vilmos Guba Ferenc Hoffmann Tibor Juvancz Ireneusz Straub F. Brunó Sztanyik László Tarján Imre Tarnóczy Tamás Tóth Lajos

Pályázati felhívás

A Magyar Biofizikai Társaság Elnöksége pályázatot hirdet:

„A biofizika története”
című munkára.

A jelíges pályadolgozat beadásának határideje: 1964. december 31.

A pályadíj összege: 10 000 forint.

A pályamű a biofizika nemzetközi történetét írja meg, nem direktívákat kívánunk előírni, hanem tájékoztatásul közöljük, hogy a biológiai folyamatok fizikai elemzése az, ami elsősorban tartozik a biofizikára. A kémiai analízis céljára, tehát tisztán vegytani problémák megoldására szolgáló „fizikai” készülék még nem biofizikai anyag. Az X-sugár általános biológiai jelentőségével szemben egyes orvosi alkalmazási területek már nem a biofizikára, hanem az ún. orvosi fizikára tartoznak stb.

A pályaműveket két példányban a Magyar Biofizikai Társaság titkárának (Dr. Tigyi József, Pécsi Orvostudományi Egyetem Biofizikai Intézete) kell megküldeni.

Budapest, 1962. április 25.

Ernst Jenő

akadémikus sk.

a Magyar Biofizikai Társaság
elnöke

A határidő eredetileg 1963. szeptember 30-a volt, az 1963. január 30-i elnökségi ülés változtatta 1964. december 31-re.

Névmutató

- Adam, W. E.* 69
Adams 73
Andik, I. 114
Aujeszky, L. 114
Árky, I. 114

Bakra, Zs. 91
Balog, J.-né 114
Barabás, Z. 37, 114
Barer, R. 74
Barna, P. 114
Barsy, Gy. 105
Bauman, M. 114
Bálint, Á. 38, 39, 87, 114
Bedrossián, P. 39, 114
Beier, W. 19
Belágyi, J. 41, 85, 114
Benedeczky, I. 114
Benedek, J.-né 114
Benkő, K. 114
Bennett, H. S. 71
Bertalanffy, L. 42
Bíró, G. 38, 85, 116
Bojtor, I. 37, 91, 114
Bor, I.-né 114
Borelli, A. 5
Boros, J. 114
Bozóky, L. 8, 9, 36, 37, 90, 91, 114, 117
Böhlau, E. 19
Böhlau, V. 19
Brauner, L. 44
Bujdosó 89
Bünning, E. 47, 48, 49

Caesar 74
Clausius, R. E. 92
Cole, K. S. 80
Conway, E. J. 72
Crick, F. H. C. 41
Csillik, B. 59, 68, 84, 85, 86, 114
Csongor, J. 88
Csuzy, S. 114
Curtis, H. J. 80
Czuppon, A. 114

Dalos, B. 114
Damjanovich, S. 88
Dammingger, 87
Danielli, J. F. 69
Deme, S. 91
Dolhai, A. 88
Dolk, H. E. 44
Donhoffer, Sz. 114
Dósay, K. 37, 91, 114
Dörner, E. 19

Eccles, J. C. 68

Edwards, G. A. 74
Ernst, J. 3, 6, 8, 19, 20, 66, 68, 92, 102, 114, 117, 118
Euler, L. 34
Evva, F. 83, 92

Éder, S. 114

Faludi, B. 8, 36, 37, 114, 117
Farády, L. 114
Farkas, E. 106, 108
Farkas, Gy. 114
Farnady, F.-né 114
Fatt, P. 81
Fehér, I. 88, 89, 90, 91, 92
Fermat, P. 34
Fernandez-Morán, H. 51, 68
Fényes, Gy.-né 90
Fiam, B. 114
Finean, J. B. 57, 68
Finney, D. J. 108
Fischer, J. 36, 82, 116
Fitting, H. 48
Földes, J. 36, 90
Frenyó, V. 8, 43, 83, 93, 94, 114, 117
Frey-Wissling, A. 34

Garamvölgyi, M. 38, 66, 68, 69, 84, 86, 114
Gauss, K. F. 34
Gazsó, J. 35, 94, 114
Geren, B. B. 57, 68
Gesztli, O. 35, 89, 114
Glasser, O. 19
Goldman, D. 78, 79, 80
Gólián, B. 114
Gorcsakov, V. V. 47, 49
Gorin 38
Götze, Á. 115
Granit, R. 50, 68
Graul 87
Gray, E. G. 65, 66, 68
Green, B. 63, 68
Greguss, P. 35, 40
Guba, F. 8, 86, 115, 117
Gunar, I. I. 47, 49
Gyarmati, I. 40, 41, 42
Györgyi, S. 35, 94, 115
Gyulai, Z. 115, 117

Haberlandt, G. 44
Hahn, E. 115
Hajnal, J.-né Papp Mária 39

Hamilton, W. R. 34
Hamlyn, L. H. 66, 68
Hanson, J. 85
Harsányi, Gy.-né 86
Harvey, A. M. 69
Hámori, J. 50, 115
Heilbrunn, L. V. 69
Hercik, F. 19
Hertz, G. 34
Hesse, G. 48
Heupke, W. 19
Hill, B. 96
Hodgkin, A. L. 79, 80
Hoff, van't, J. H. 69
Hoffmann, T. 8, 19, 41, 89, 115, 117
Holodnij 47
Holtkusen, H. 19
Homola, L. 40, 71, 87, 116
Horváth I. 1, 8, 37, 93, 115, 117
Horváth, L. 115
Höber, R. 69
Huxley, A. F. 72, 74, 85

Ingelstam, E. 51, 68
Irwin, J. O. 96

Jacobi, K. G. J. 34
Jánossy, L. 115, 117
Járai, I. 115
Jobst, K. 115
Juhász, M. 40, 115
Juvancz, I. 8, 82, 95, 105, 106, 107, 115, 117

Kamocsay, D. 115
Katz, B. 79, 80, 81
Kálmán, E. 115
Károlyi, G. 38, 115
Kelényi, G. 115
Keppler, J. 35
Kerner, J. 35
Kertész, L. 115
Kesztyűs, L. 115
Királyfalvi, L. 92, 115
Kiss, I. 92
Koczkás, Gy. 35, 37, 39, 91, 115
Koelle, G. B. 62, 68
Kohlrausch, F. 83
Kolmogorov, A. N. 96
Korányi, S. 5
Kovács, A. 104, 107
Kovács, E. 105, 108
Kovács, P. 115
Kovács, S. 115
Krasznai, I. 36, 90, 116
Krogh, A. 70

- Krompecher, I. 20
Kühnau, J. 19
- Ladik, J. 19, 41, 42, 116
Lakatos, T. 41, 69, 77, 84, 115
Langendorff, H. 19
Langmuir, I. 69
Láng, I.-né 115
Lendvai 39
Lenin, V. I. 100
Liszenko, T. D. 108
Lovas, B. 115
Lucas, R. 29
Lund, E. Z. 80
Lundegårdh, H. 70
- Mach, E. 34
Makrazsin 37
Mannhardtné, Kutas Vera 115
Maróti, M. 8
Masszi. Gy. 39, 92, 115
Maupertuis, P. L. M. 34
Mauro, A. 73
Maxwell, J. Cl. 38
Mándi, E. 89
Mányi, P. 41, 115
McColleston, D. L. 71
Mess, B. 115
Meyer, H. 19
Meyer, K. H. 70
Mészáros, M. 115
Michaelis, L. 70
Mórocz, I.-né Juhász Mária 2
Müller, P. 60, 68
- Nagy, J. 36, 94, 115
Nagy J.-né 38, 87, 115
Nagy, Z. 115
Nasszonov, D. N. 70
Nathansohn 69
Némec, B. 44
Nernst, W. 78
Nickl, I. 115
Niedetzky, A. 40, 84, 89, 115
Novobátzky, K. 117
- Oertel 74
Oláh, K. 40, 41, 42
Orbán, Gy. 37
Overton, E. 69, 70
- Örkényi, J. 92, 115
- Palade, G. E. 70, 71
Palay, S. L. 59, 60, 68
Pál, I. 115
Pártay, G. 115
Peachy 74
- Pellegrino de Iraldi 68
Pfeffer, W. 69
Pickering, G. 97, 102
Platon 35
Pócsik, I. 40, 86, 87, 115
Porter, K. R. 71, 74
Predmerszky, T. 35, 115
Précsényi, I. 93
Puppín, Gy. 88
- Quetelet, L. A. J. 100
- Rajewsky, D. 19
Randle, P. J. 71
Rayleigh, Lord 83
Réti, L. 115
Rhorer, L. 5
Richardson, K. C. 61
Robertis, de, E. 61, 64, 68
Robertson, J. D. 59, 68, 71
Rodriguez de Lores Arnaiz, G. 68
Róka, O. 115
Romhányi, Gy. 39, 115
Rontó, Gy. 38, 40, 115
Rosenbluth, J. 59, 68
Roux, Le 20
Ruhland, W. 70
Ruska, D. H. 74
- Salganicoff, L. 68
Salkovits, E. 115
Sávay, Gy. 59, 68, 85
Schinz, H. R. 19
Schliephake, E. 19
Schmidt, W. J. 50, 68, 71
Schmitt, F. O. 56, 68
Schwiegl, H. 19
Seitz, E. O. 19
Simon, S. 104
Simpson 74
Sjöstrand, F. S. 50, 51, 68, 71
Smith 72, 73
Soltys, A. 48
Sommermeyer, K. 19
Stockhammer, K. 54, 68
Straub, F. B. 8, 102, 107, 108, 115, 117
- Szabó, Z. 45, 115
Szabolcs, M. 88
Szakelhausen, M. 42
Szatai, I. 88
Szegvári, Gy. 115
Szenes, T. 116
Szentágothai, J. 28, 51, 63, 68, 116
Székely, Gy. 28, 116
- Szigeti, Gy. 3, 8, 116, 117
Szinjuhin, A. M. 47, 49
Szógyi, M. 216
Sztanyik, L. 8, 35, 36, 37, 84, 87, 88, 89, 90, 116, 117
- Tamás Gy. 38, 39, 88, 116
Tanl, F. 5
Tarján, I. 8, 9, 11, 39, 40, 1, 103, 107, 116, 117
Tarnóczy T. 8, 41, 116, 117
Taxi, J. 66, 68
Taylor, R. E. 74
Theorell, T. 70
Thoma, A. 107
Tiegs, O. W. 74
Tigyi, A. 116
Tigyi, J. 1, 3, 7, 8, 9, 36, 37, 38, 39, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 116, 117, 118
Tigyi, J.-né 116
Titte, G. 88, 116
Toperczer, J. 116
Tóth, L. 8, 9, 43, 83, 116, 117
Tóth, L.-né 116
Török, J. 116
Trosin, A. S. 70
Turchányi, Gy. 116
- Umrath, K. 48, 49
Unger, E. 116
Varga, J.-né Mányi Piroska 84
Varga, L. 116
Várterész, V. 116
Velick 38
Veres, A. 37
Vető, F. 40, 116
V. Fehér Ilona 93
Vincze, I. 104
Vittay, P. 116
Voszka, R. 116
Vödrös, D. 39, 90, 116
Vries, de H. 69
- Waelsch, H. 63, 68
Wald, G. 50, 51, 68
Watson, J. D. 41
Weiss, P. 20
Went, F. 44
- Young, T. 83
- Zoltán, Ö. T. 36, 116
Zsebök, Z. 9

Tartalomjegyzék

1. <i>Szigeti György</i> : Az Eötvös Lóránd Fizikai Társulat üdvözlőlevele — — — — —	3
2. <i>Ernst Jenő</i> : Bevezetés — — — — —	5
3. <i>Tigyi József</i> : A Magyar Biofizikai Társaság megalakulása, működése és tervei — — — — —	7
4. <i>Tarján Imre</i> : A biofizika időszerű kérdései — — — — —	11
5. A Magyar Biofizikai Társaság I. vándorgyűlése — — — — —	20
<i>Ernst Jenő</i> : A biostruktúra mechanikája — — — — —	20
<i>Györgyi Sándor—Gazsó József</i> : Sugárártalom korai diagnózisa a vér alakos elemeinek rezisztenciaváltozása alapján — — — — —	35
<i>Sztanyik László—Gesztli Olga</i> : Adatok kevert hasadási neutron és gamma sugárzás biológiai hatásához — — — — —	35
<i>Zoltán Örs Tamás—Fischer János</i> : J^{131} -gyel jelzett subcutan beadott kristalloidok és kolloidok terjedésének és resorptiójának vizsgálata	36
<i>Krasznai István—Földes János</i> : J^{131} -izotóp therápiás alkalmazásának dosimetriai kérdései — — — — —	36
<i>Nagy János</i> : A scintigrafia és radiocirkulográfia problémái — — — — —	36
<i>Barabás Zoltán</i> : A mutációs genetika újabb eredményei — — — — —	37
<i>Koczás Gyula—Dósay Károly</i> : Az egyéni sugárvédelemmérés időszerű kérdései és hazai tapasztalatai — — — — —	37
<i>Bojtor Iván—Dósay Károly</i> : Ionizációs dózismérők kamrafal—levegő ekvivalenciájának vizsgálata — — — — —	37
<i>Bálint Árpád—Károlyi Géza—Nagy Jánosné</i> : A vörösvérsejt hártájaja felület-egységenkénti vezetőképességének meghatározása — — — — —	38
<i>Tamás Gyula—Rontó Györgyi</i> : A diffúziós és penetrációs folyamatok befolyásolása ultrahanggal — — — — —	38
<i>Garamvölgyi Miklós</i> : Anorganikus anyagok lokalizációja az izomfibrillában — — — — —	38
<i>Biró Gábor</i> : Az izomkontrakció időbeli lefolyásának matematikai analízise — — — — —	38
<i>Tigyi József</i> : A béta-sugárzás hatása az izomra — — — — —	39
<i>Masszi György</i> : Az izom kalium-tartalma és nagyfrekvenciás vezetőképessége — — — — —	39
<i>Hajnal—Papp Mária</i> : A kalium és foszfor elhelyezkedése az izomban — — — — —	39
<i>Juhász Mária</i> : A myosin kristályosodási hője — — — — —	40
<i>Niedetzky Antal</i> : Radioaktivitás és szív működés — — — — —	40
<i>Vető Ferenc—Pócsik István</i> : Thermoozmózis biológiai rendszerekben — — — — —	40
<i>Mányi Piroška</i> : Thermodiffúziós izotópszétválasztás — — — — —	41
<i>Belágyi József</i> : K^{40} biológiai anyagokban — — — — —	41
<i>Lakatos Tibor</i> : Biológiai rendszerek félvezető tulajdonságainak vizsgálata — — — — —	41
<i>Hoffmann Tibor—Ladik János</i> : Kvantummechanikai megfontolások a rák keletkezésével kapcsolatban — — — — —	41
<i>Gyarmati István</i> : Élő organizmusok irreverzibilis folyamatának néhány elvi kérdéséről — — — — —	42
<i>Oláh Károly</i> : Stacionaritás rendjének megváltozása nyitott rendszerben — — — — —	42
6. A Magyar Biofizikai Társaság II. vándorgyűlése — — — — —	43

<i>Frenyó Vilmos</i> : Az ingerület keletkezése és vezetése növényekben —	43
<i>Hámori József—Szentágothai János</i> : Ingerülettermelő és ingerületve-	
zető struktúrák az állatvilágban —	50
<i>Garamvölgyi Miklós—Lakatos Tibor</i> : Az ingerületet kísérő elektromos	
jelenségek analízise I. — — — — —	69
<i>Garamvölgyi Miklós—Lakatos Tibor</i> : Az ingerülettel járó elektromos	
folyamatok analízise II. — — — — —	77
<i>Juvancz Ireneusz—Fischer János</i> : Kvantitatív adatok értékelésének és	
interpretációjának néhány problémája — — — — —	82
<i>Tóth Lajos</i> : Új eljárás a szialagmométeres mérések pontosságának nö-	
velésére — — — — —	83
<i>Tóth Lajos</i> : Az izom Ycung modulusáról — — — — —	83
<i>Varga—Mányi P.</i> : A víztartalom változás szerepe az izomrövidülésben	84
<i>Lakatos Tibor</i> : Mn-szennyezés befolyása szárított békaizom vezetőké-	
pességére — — — — —	84
<i>Garamvölgyi Miklós</i> : Interferenciamikroszkópos mérések harántcsikolt	
izomfibrillumban — — — — —	84
<i>Csillik Bertalan—Sávay Gyula</i> : Supramaximális ingerlés hatása a	
myoneurális junctio histokémiai és submikroszkópos szerkezetére	85
<i>Belágyi József—Bíró Gábor</i> : A feszüléssel járó és feszülésmentes	
kontrakció időbeli lefolyásának vizsgálata — — — — —	85
<i>Harsányi Györgyné—Guba Ferenc</i> : Szerkezeti fehérjék lokalizációja a	
miofibrillumumban — — — — —	86
<i>Pócsik István</i> : Vízvándorlás fehérjehártyán keresztül — — — — —	86
<i>Homola László</i> : Vízmobilizálás kettős ozmóméterrel — — — — —	87
<i>Nagy Jánosné—Bálint Árpád</i> : Co ⁶⁰ γ -sugár hatása lipoidhártyára —	87
<i>Tamás Gyula</i> : Túlélő békabőr átteresztőképességének vizsgálata és be-	
folyásolása ultrahanggal — — — — —	88
<i>Sztanyik László—Titte Géza</i> : A szövetelemekben indukált radioaktivi-	
tás gamma-spektroszkópiás vizsgálata — — — — —	88
<i>Damjanovich S.—Szabolcs M.—Csongor J.—Szatai I.—Dolhai A.</i> : Para-	
chlormercuribenzoat (PCMB) röntgensugárfokozó hatása humán	
serumalbuminra — — — — —	88
<i>Sztanyik László—Gesztli Olga—Mándi Erika</i> : Röntgenbesugárzott és a	
kísérleti atomreaktor csatornájában besugárzott egerek össze-	
hasonlító vizsgálata — — — — —	89
<i>Niedetzky Antal</i> : α -sugárzó szennyezés szerepe az ionizáló sugárzás	
szívműködésre gyakorolt hatásában — — — — —	89
<i>Vödrös Dániel</i> : Radioaktív anyagok a tejben — — — — —	90
<i>Fényes Györgyné—Bozóky László</i> : A scintigráfias feltérképezés ha-	
tárai — — — — —	90
<i>Krasznai István—Földes János</i> : A pajzsmirigy J ¹³¹ felvételi görbe meg-	
határozásának fizikai problémái. — — — — —	90
<i>Dósay Károly—Bojtor Iván</i> : Mérések az egyéni filmes dózismérés hite-	
lesítő filmjeinek besugárzási feltételeire vonatkozóan — — —	91
<i>Bojtor Iván—Kiss István</i> : Gamma-sugárzás nagy- és katasztrófa dózi-	
sainak mérése filmes módszerrel — — — — —	92
<i>Masszi György—Örkényi János</i> : Kolloid rendszerek nagyfrekvenciás	
vezetőképessége — — — — —	92
<i>Királyfalvi László</i> : Megjegyzés a második főtétel axiomatikájához —	92
<i>Horváth Imre—V. Fehér Ilona</i> : A fény spektrális összetételének ha-	
tása a fotoszintetikus pigmentekre — — — — —	93
<i>Précsényi István—Horváth Imre</i> : Két tényező együtt hatásának sta-	
tisztikai értékelése — — — — —	93
<i>Nagy János—Györgyi Sándor—Gazsó József</i> : Adalékok a vér ionizáló	
sugárzások okozta elváltozásainak vizsgálatához — — — —	94
7. <i>Juvancz Ireneusz</i> : Biológiai adatok kvantitatív kiértékelése — — —	95
8. A Magyar Biofizikai Társaság alapszabályzata — — — — —	109
9. A Magyar Biofizikai Társaság tagnévsora — — — — —	114
10. A Magyar Biofizikai Társaság Vezetősége — — — — —	117
11. Pályázati felhívás — — — — —	118
12. Névmutató — — — — —	119
13. Tartalomjegyzék — — — — —	121

Содержание.

1. Д. Сигети: Приветствие от Физического Общества имени „Лоранд Этвеш“.	— — — — —	3
2. Е. Эрнст: Введение	— — — — —	5
3. Й. Тиди: Образование, деятельность и планы Венгерского Биофизического Общества	— — — — —	7
4. И. Тарян: Современное проблемы биофизики	— —	11
5. I. Конгресс Венгерского Биофизического Общества	—	20
Е. Эрнст: Механика биоструктуры	— — — —	20
Ш. Дерди — Й. Гажо: Ранний диагноз лучевого повреждения на основании измерения резистенции форменных элементов крови	— — — — —	35
Л. Станик — О. Гести: Данные к биологическому влиянию нейтрона и γ — излучения	— — — —	35
Т. Золтан Ерш — Я. Фишер: Исследование распространения и ресорпции подкожно введенных J^{131} — меченных кристаллоидов и коллоидов.	— — —	36
И. Краснаи — Я. Фелдеш: Дозиметрические вопросы терапевтического применения изотопа J^{131}	— —	36
Я. Надь: Проблемы синциграфии и радиоциркулографии	—	36
З. Барабаш: Новые результаты мутационной генетики	—	37
Д. Коккаш — К. Дошай: Современные проблемы и отечественное опыты измерения индивидуальной лучевой защиты	— — — — —	37
И. Бойтор — К. Дошай: Исследование эквиваленции воздуха — стенки камеры ионизационных дозиметрий	—	37
А. Балинт — Г. Кароли — Г. Надь: Определение проводимости оболочки красного кровяного тельца по единицам поверхности.	— — — — —	38
Д. Тамаш — Д. Ронто: Влияние на диффузные и пенетрационные процессы с помощью ультразвука.	—	38
М. Гарамвельди: Локализация анорганических веществ в мышечном волокне.	— — — — —	38
Г. Биро: Математический анализ временного процесса мышечной контракции.	— — — — —	38
Й. Тиди: Влияние β — излучения на мышцу.	— —	39
Д. Масси: Содержание калия и высокофреквенциональная проводимость мышцы.	— — — — —	39

М. Хайнал: Расположение калия и фосфора в мышце.	39
М. Юхас: Кристаллизационная теплота миозина — —	40
А. Нидеcki: Радиоактивность и деятельность сердца.	40
Ф. Вето — И. Почик: Термоосмос в биологических структурах. — — — — —	40
П. Мани: Термодиффузное разделение изотопа. — —	41
Й. Белади: К ⁴⁰ в биологических веществах — —	41
Т. Лакатош: Исследование полупроводниковых свойств биологических структур. — — — — —	41
Т. Гоффманн — Я. Ладик: Квантомеханические обсуждения в связи возникновением рака. — — — — —	41
И. Дярмати: Несколько идейных вопросов о Ирреверзibilных процессах живых организмов. — — —	42
К. Одаг: Изменение стационарного порядка в открытой системе. — — — — —	42
6. II. конгресс Венгерского Биофизического Общества. —	43
В. Френье: Возникновение и проведение возбудимости в растениях. — — — — —	43
Й. Хамори — Я. Сентаготаи: Структуры производящие и проводящие возбуждение в животном мире. —	50
М. Гарамвельди — Т. Лакатош: Анализ электрических явлений сопровождающих возбуждение I. — — —	69
М. Гарамвельди — Т. Лакатош: Анализ электрических явлений сопровождающих возбуждение II. — —	77
Н. Юванц — Я. Фишер: Несколько проблем оценки и интерпретации квантитативных данных — — —	82
Л. Тот: Новый метод для повышения точности сталагмометровых измерений. — — — — —	83
Л. Тот: О модуле Юнга мышцы — — — — —	83
П. Варга: Роль изменения содержания воды в сокращении мышцы. — — — — —	84
Т. Лакатош: Влияние примеси марганца на проводимость сущенной лягушечьей мышцы — — — — —	84
М. Гарамвельди: Интерференция микроскопические измерения на поперечнополосатом мышечном волокне.	84
Б. Чиллик — Д. Шаваи: Влияние супрамаксимального раздражения на гистохимическую и субмикроскопическую структуру мионейуральной юнкции — —	85
Й. Белади — Г. Биро: Исследование временного протекания контракции с напряжением и без напряжения.	85
В. Харшани — Ф. Губа: Локализация структурных белков в миоволокне — — — — —	86
И. Почик: Блуждение воды через белковую оболочку.	86
Л. Хомола: Мобилизация воды двойным осмометром. —	87
Г. Надь — А. Балинт: Влияние γ — излучения Со ⁶⁰ на липоидную оболочку. — — — — —	87
Д. Тамаш: Исследование и влияние проницаемости переживающей кожи лягушки с помощью ультразвука.	88
Л. Станик — Г. Титте: γ — спектроскопическое исс-	

ледование индуцированной радиоактивности в тканевых элементах. — — — — —	88
Ш. Дамьянович — М. Сабольч — Е. Чонгор — И. Сатаи. — А. Дольхай: Повышающее влияние рентгеновского луча парахлормеркурибензоата на гуман сывороточный альбумин — — — — —	88
Л. Станик — О. Гести — Э. Манди: Сравнительное исследование мышечной ткани рентгено-облученных и необлученных в канале опытного атомного реактора. — —	89
А. Нидецки: Роль загрязнения от α — излучения в влиянии действия на деятельность сердца ионизирующего излучения. — — — — —	89
Д. Ведреш: Радиоактивные вещества в молоке. — —	90
Г. Фенеш — Л. Бозоки: Границы синциграфического картографирования. — — — — —	90
И. Краснаи — Я. Фелдеш: Физические проблемы определения приемной кривой щитовидной железы J^{131}	90
К. Дошай — И. Бойтор: Изменение в отношении условий облучения пробирных фильмов индивидуальной фильмомерной дозиметрии. — — — — —	91
И. Бойтор — И. Киши: Измерение больших и катастрофических доз γ — излучения с помощью фильмомерных методов. — — — — —	92
Г. Масси — Я. Оркени: Высокофрекенциональная проводимость коллоидных систем. — — — — —	92
Л. Киральфалви: Замечание к аксиоматике второго главного тезиса. — — — — —	92
И. Хорват — И. Фехер: Влияние спектрального состава света на фотосинтетические пигменты. — —	93
И. Пречени — И. Хорват: Статистическая оценка взаимодействия двух факторов. — — — — —	93
Я. Надь — Ш. Дерди — Й. Гажо: Данные к исследованию изменений вызванных ионизирующими излучениями крови. — — — — —	94
7. И. Юванц: Квантитативные оценки биологических данных — — — — —	95
8. Основной устав Венгерского Биофизического Общества.	109
9. Список членов Венгерского Биофизического Общества.	114
10. Руководство Венгерского Биофизического Общества. —	117
11. Обращение к участию в конкурсе. — — — — —	118
12. Именной указатель. — — — — —	119
13. Содержание. — — — — —	121

Contents

1. G. Szigeti: Greetings of the Eötvös Lóránd Physical Society — — —	3
2. E. Ernst: Introduction — — — — — — — — — — — — — — — — — —	5
3. J. Tigyi: Founding, activity, and plans of the Hungarian Biophysical Society — — — — — — — — — — — — — — — — — —	7
4. E. Tarján: Modern problems of biophysics — — — — — — — — — —	11
5. Ist Congress of the Hungarian Biophysical Society — — — — — — — — —	20
E. Ernst: Mechanics of biostructure — — — — — — — — — — — — — —	20
S. Györgyi—J. Gázsó: Early diagnosis of radiation damage on the basis of changes in the resistance of blood corpuscles — — — —	35
L. Sztanyik—O. Geszti: Data on the biological effect of splitting neutrons and gamma radiation — — — — — — — — — — — — — — — — — —	35
Ö. T. Zoltán—J. Fischer: Investigation into the spread and resorption of crystalloids and colloids labelled with J^{131} and administered subcutaneously — — — — — — — — — — — — — — — — — —	36
St. Krasznai—J. Földes: Dosimetric problems of the therapeutic application of the J^{131} isotope — — — — — — — — — — — — — — — — — —	36
J. Nagy: Problems of scintigraphy and radiocirculography — — — — —	37
Z. Barabás: New results in mutation-genetics — — — — — — — — — —	37
J. Koczkás—C. Dósay: Modern problems and national experiences of measuring individual radiation protection — — — — — — — — — — —	37
I. Bojtor—C. Dósay: Investigation into the air—equivalence of the chamber walls of ionizing dosimeters — — — — — — — — — — — — — —	37
A. Bálint—G. Károlyi—G. Nagy: Determination of the surface conductivity of the red blood corpuscle membrane — — — — — — — — — —	38
J. Tamás—G. Rontó: Diffusion- and penetration processes influenced by ultrasound — — — — — — — — — — — — — — — — — —	38
N. Garamvölgyi: The localization of inorganic substances in the muscle fibril — — — — — — — — — — — — — — — — — —	38
G. Biró: Mathematical analysis of the time course of muscle contraction — — — — — — — — — — — — — — — — — —	38
J. Tigyi: The effect of beta-radiation on muscle — — — — — — — — — —	39
G. Masszi: Potassium content and high frequency conductivity of the muscle — — — — — — — — — — — — — — — — — —	39
M. Hajnal—Papp: Localization of potassium and phosphorus in muscle	
M. Juhász: The crystallization — heat of myosin — — — — — — — — — —	40
A. Niedetzky: Radioactivity and heart activity — — — — — — — — — —	40
F. Vető—St. Pócsik: Thermoosmosis in biological systems — — — — —	40
P. Mányi: The separation of isotopes by thermodiffusion — — — — —	41
J. Belágyi: K^{40} in biological materials — — — — — — — — — — — — — —	41
T. Lakatos: Investigation of the semiconductor properties of biological systems — — — — — — — — — — — — — — — — — —	41
T. Hoffman—J. Ladik: Quantummechanical considerations about the origin of cancer — — — — — — — — — — — — — — — — — —	41

St. Gyarmati: Some essential problems about the irreversible processes of living organisms — — — — —	42
C. Oláh: Change of order of stationarity in open systems — — —	42
6. IInd Congress of the Hungarian Biophysical Society — — — —	43
W. Frenyó: Origin and conduction of excitation in plants — — —	43
J. Hámosi—J. Szentágothai: Excitation-generating and excitation-conducting structures in animals — — — — —	50
N. Garamvölgyi—T. Lakatos: Analysis of the electrical phenomena accompanied by excitation, I. — — — — —	69
N. Garamvölgyi—T. Lakatos: Analysis of the electrical phenomena accompanied by excitation, II. — — — — —	77
I. Juvancz—J. Fischer: Some problems of the estimation and interpretation of quantitative data — — — — —	82
L. Tóth: A new method to increase the accuracy of stalagmometric measurements — — — — —	83
L. Tóth: About the Young modulus of the muscle — — — — —	83
P. Varga—Mányi: The role of the change of water content in muscle shortening — — — — —	84
T. Lakatos: Influence of Mn impurity on the conductivity of dried frog muscle — — — — —	84
N. Garamvölgyi: Interference microscopy measurements on cross striated muscle fibril — — — — —	84
B. Csillik—J. Sávai: Effect of supramaximal stimulation on the histochemical and submicroscopic structure of the myoneural junction	85
J. Belágyi—G. Bíró: Investigation of the time course in muscle contraction with- and without tension — — — — —	85
V. Harsányi—F. Guba: Localization of structure proteins in the myofibril — — — — —	86
St. Pócsik: Water migration across protein membranes — — — —	86
L. Homola: Water mobilization with double osmometer — — — —	87
G. Nagy—A. Bálint: The effect of Co ⁶⁰ gamma radiation on lipid membranes — — — — —	87
J. Tamás: The permeability of surviving frog skin influenced by ultrasound — — — — —	88
L. Sztanyik—G. Titte: Gamma spectroscopical investigations of radioactivity induced in tissue elements — — — — —	88
J. Damjanovich—M. Szabolcs—J. Csongor—I. Szatai—A. Dolhai: X-ray's raising effect of parachlormercurybenzoat (PCMB) on the human serum albumine — — — — —	88
L. Sztanyik—O. Geszti—E. Mándi: Comparative investigation of mice irradiated by X-ray and in the channel of the experimental atomic reactor — — — — —	89
A. Niedetzky: The role of alpha radiation impurity in the effect of ionizing radiation on heart activity — — — — —	89
D. Vödrös: Radioactive substances in milk — — — — —	90
G. Fényes—L. Bozóky: The limits of scintigraphic localization — — —	90
St. Krasznai—J. Földes: The physical problems of the determination of the J ¹³¹ uptake curve in the thyroid gland — — — — —	90
C. Dósay—I. Bojtor: Measurements concerning the irradiation condition of calibration films in individual film dosimetry — — —	91
I. Bojtor—St. Kiss: Measurement of large and catastrophic doses of gamma radiation by the film method — — — — —	92
G. Masszi—J. Örkényi: High frequency conductivity of colloid systems — — — — —	92
L. Királyfalvi: Comments on the axiomatics of IInd law of thermodynamics — — — — —	92
E. Horváth—I. V. Fehér: The effect of the spectral composition of light on photosynthetic pigments — — — — —	93
St. Précésényi—E. Horváth: Simultaneous effect of two factors statistically estimated — — — — —	93
J. Nagy—S. Györgyi—J. Gászó: Data on the investigation of the effects due to ionizing radiation of the blood — — — — —	94

7. <i>I. Juvancz</i> : Quantitative evaluation of biological data — —	95
8. The statute of the Hungarian Biophysical Society — — — —	109
9. List of the members of the Hungarian Biophysical Society — — —	114
10. Presidium of the Hungarian Biophysical Society — — — — —	117
11. Announcement of a competition — — — — — — — — — —	118
12. Name index — — — — — — — — — — — — — — — — —	119
13. Contents — — — — — — — — — — — — — — — — —	121

63-2958 Pécsi Szikra Nyomda

