

1966. március 28-án a Magyar Biofizikai Társaság klubestet rendezett Budapesten, a Magyar Tudományos Akadémián.

A programban Tigyi József alább közölt élménybeszámolója, a májusban tartandó IV. Vándorgyűlés problémái és a 2. Nemzetközi Biofizikus kongresszuson való részvétel megbeszélése szerepelt.

A BIOFIZIKA HELYZETE AZ USA-BAN

TIGYI JÓZSEF

(Biofizikai Intézet, Pécs)

A biofizika az Egyesült Államokban rendkívül divatos tudományág, egyike a legnagyobb ütemben fejlődő szakmáknak. A fejlődés ezen nagy üteme okai után kutatva a következő tényezők szerepe látszik kiemelkedőnek:

1. A magfizika fejlődésével az atomenergia tudományos és ipari alkalmazásával felmerülő biológiai és dozimetriai problémák egyrészt szükségessé tették az ilyen irányú munka végzését, másrészt nagyságrendekkel nagyobb anyagi támogatást teremtettek a munka számára.

2. A molekuláris biológia fejlődése nyilvánvalóvá tette, hogy az életfolyamatok molekuláris szinten való követése egyre több fizikai mérőmódszert követel. Még a kémiai jellegű változások gyors mérése is egyre több fizikai módszert alkalmaz.

3. Az elektronika, az információelmélet és kibernetika fejlettsége lehetővé tette sok komponensű és bonyolult biológiai problémák egzakt tárgyalását és kutatását.

4. Az úrkutatás számos új biofizikai problémát vetett fel, egyben újabb bőséges anyagi erőforrásokat bocsátott a biofizikusok rendelkezésére. Ha az amerikai biofizika kialakulásának gyökereit és fő forrásait akarjuk áttekinteni, akkor az alábbi kép tárul elénk:

1. Az orvosfizikai és fiziológiai vonal, mely elsősorban a Medical School-okban képezte a biofizika alapját, pl. a Harvard, vagy a Berkeley-i egyetemek.

2. Jól kirajzolódik a radiológus vonal az ország számos egyetemén és kutatóintézetben (Zirkle, Pollard, Tobias).

3. Erőteljes kialakulási forrása az amerikai biofizikának a biokémiai vonal, melyben kutatók biokémiai problémából kiindulva fizikai, illetve biofizikai területen kötöttek ki. Pl. M. Calvin, A. Rich, és Kendrew).

4. Erősen motíválja az amerikai biofizikát az elektronika, a műszergyártó ipar hatása, mely kétségtelenül igen magas fokon áll, pl. az Engineering in Medicine Társaság 1965-ben Cleveland-ban már a 17. országos konferenciáját tartotta.

A biofizika szervezése

Bár a biofizikai tudomány fejlődése a második világháború után közvetlenül gyors léptekkel megindult, az Am. Biophysical Society csak 1957-ben alakult meg. A Társaságnak 1961-ben még csak 1100, de 1964-ben már több mint 2000 tagja volt. A végrehajtó bizottság elnöke jelenleg Thomas Anderson, a helyettes és utód A. Burton, a titkár W. Sleator.

Az elnökök helyettesként 1 évig, majd elnökként további 1 évig működnek, a titkár 4 éves periódusban. A Bizottság 21 tagú, 3 évre választják, de nem egyszerre, hanem úgy, hogy évente 7 régi tag lelép és 7 új megkezdí funkcióját. A Társaság mintegy 10 bizottsággal dolgozik, évente rendszeresen vándorgyűlést tart (1966-ban a 10. vándorgyűlés volt), hivatalos folyóirata a Biophysical Journal kéthavonta jelenik meg.

Az ország igen nagy kiterjedése, a tudományok szervezetlensége, majdnem anarchiája még egy amerikai számára is szinte áttekinthetetlené teszi az amerikai biofizikát. Mégis egy vándorgyűlés alapján bizonyos információt nyerhetünk a tudomány legfontosabb fejezeteiről. Teljesen önkényes felosztás és csoportosítás alapján, de a publikációk számának arányában az alábbi sorrendet állapíthatjuk meg az amerikai biofizika főbb ágait illetően:

1. membrán-transport

A kalium-natrium-csere vizsgálata különböző szervezetekben igen gyakori probléma. A békabőr permeabilitás vizsgálata vezető helyen van a többi kísérleti objektumokhoz viszonyítva. Sok képviselője van az aktív transport vizsgálataknak. Érdekesnek látszik pl. az a megállapítás a Na-transporttal kapcsolatban, mely szerint egy O₂ molekula hasznosítása 16—20 Na ion transportját eredményezi. A klasszikus membrán felfogással szemben fejlődést jelent az az irányzat, mely a membrán változásai és a permeabilitás közti összefüggést vizsgálja, pl. a membrán duzzadásának szerepét. A víztransport kérdése is sokakat foglalkoztat.

2. fotoszintézis.

E kutatások vezető csoportja Berkeley-ben a Calvin-féle intézet, mely gyakorlatilag biofizikai irányban halad a chloroplast félvezető tulajdonságai és a fotoszintézisben megjelenő szabad gyökök számának mérésével. Érdekes új irányzat a Laser sugar felhasználása fényforrásként a fotoszintézis vizsgálatában. A fotobiológiai kutatások perspektivikus vonala az izolált és átáramoltatott békaretinán történő vizsgálatok végzése. Pl. a National Institute of Health a retina söréteffektusát vizsgálja. Ugyancsak értékesek a mikrospektrofotométerrel végzett vizsgálatok, melyek már fél mikron átmérőjű sejtfelületről is tudnak spektroszkópiai információt szerezni (F. Snell Buffalo).

3. nukleinsavkutatás

Egyik irányzat a phag DNA kivonása lehetőleg a molekula károsítása nélkül. A másik a DNA tisztítása különböző fizikokémiai eljárásokkal, pl. higanykötés után gradiens centrifugálás stb. Érdekes és a hazai ilyen irányú vizsgálatokkal rokon a Berkeley egyetemen O'Konski vizsgálata, a DNS elektromos térben való struktúra változása. 10 000 V/cm télerősség hatására reverzibilis kettőtörésváltozás mutatható ki. A mesterséges nukleoproteinek felhasználása igen kiterjedt.

4. sugárbiológia.

Legdivatosabb szabad gyökök ESR-rel való mérése, lehetőleg egyszerű biológiai anyagokban különböző besugárzások hatására. Forrásként legszélesebb energiaspektrumú és kvalitású sugárforrásokat használnak a lassú elektronoktól a lineáris gyorsítóval gyorsított argon ionig. Figyelemreméltóak az Oak Ridge-i kutatócsoportnak a sugárkárosodás és az enzimaktivitás összekapcsolásával végzett vizsgálatai. Eszerint az enzimaktivitás a sugárkárosított helyen kezdődik. Sok kutatóintézet foglalkozik a tritium sugárbiológiai hatásával, érdekes az a megállapítás pl., hogy a DNA-ba beépült thimin következtében itt

2,6-szer nagyobb a károsodás, mint a fehérjében. Az ionizáló sugárhatás kutatása mellett az uv és látható fényhatások vizsgálata sincs elhanyagolva.

5. struktúrmolekulák vizsgálata.

Számos jó iskola állt rá a biológiailag fontos molekulák röntgensugár diffrakciójának vizsgálatára, de emellett a fluoreszcens fény polarizálásával, dielektromos tulajdonságok vizsgálatával, polarizációs mikroszkópiai vizsgálatokkal is számos munkahely foglalkozik. Különösen a kollagén, myosin, fibrinogén kutatása van előtérben.

6. Izomkutatás.

E téren a sarcoplasmaticus reticulum vizsgálata a legnépszerűbb. Sokan foglalkoznak természetesen a membrán hipotézis igazolásával. Véleményem szerint a membrán-elmélethez való tapadás olyan nagymértékű, hogy kultúrtörténeti érdekességként vetődik fel. Pl. Podolsky és Constantini az izolált egyes izomrost membránjának a lefejtése és eltávolítása után a rost ezen csupasz szakaszát ingerelni tudták. Ezen ragyogó kísérletből nem azt a következtetést vonják le, hogy valami baj van a membrán-hipotézis körül, hanem azt, hogy ebben az esetben a belső membrán (internal membrane), mely az ingerületvezetésben részt vesz. A Huxley-féle sliding-hipotézis már nem általánosan elfogadott, inkább az alakult ki, hogy csak izotóniás (megterhelés nélküli) körülmények között magyarázza meg az izom struktúraváltozásait. Kiterjedt vizsgálatok folynak az izom térfogatváltozásait illetően is Baskin University of Davis munkacsoportjában, igen fejlett elektronikával és computeres kiértékeléssel, de az alapvető feltételek gyakran figyelmen kívül maradnak, pl. buborék a térfogatmérőben. Ugyancsak kiemelkedő azon kutatók száma, akik az ingerület és a kontrakció kapcsolatát kutatják különös tekintettel a calcium szerepére (Sandow). Az izomkutatásnak jelentős részarányát képezi a szívizom-kutatás. Pl. Mommaerts laboratóriumában Brady igen finom transducer- és elektronika-rendszert dolgozott ki a kapilláris izmok mechanikai tulajdonságainak vizsgálatára. Figyelemre méltó a myosin szerkezetének vizsgálata circular dicroizmus alapján. (Mommaerts).

Nem kívánom tovább részletezni a főbb kutatási irányokat, de közvetlenül a fent felsoroltak nagyságrendjében művelik még a kibernetikát, a biofizikai kémiát, a vírusok biofizikáját, és jelentős számú munkahely foglalkozik theoretikus biofizikával is.

Biofizikusképzés.

A biofizikusképzés mintegy évtizede rendszeresen megszervezett disciplina az egyetemeken. A biophysicist PHD fokozat a Graduate School rendszeres szaka. Az amerikai élet és az oktatási formák sokszínűségéből következően a tanmenetben számos variáció fordul elő, de mégis felrajzolható a vezető egyetemek tanmenetei alapján bizonyos séma, és így össze lehet hasonlítani a hazai helyzettel: Igen alapos matematika modern szinten, a computer használatával együtt kötelező tárgy. Alapos fizikai oktatás után a biofizika főleg speciálkollégiumok keretében áll a hallgatóság rendelkezésére. Ki kell emelni a jó elméleti fizikai előkészítést, az elméleti kémia és a kolloidtan kihangsúlyozását. Példaként összeállítottam a Berkeley-i biofizikai oktatás és a jelenlegi hazai tematika összehasonlítását.

	az össz. kötelező órák százalékában.	
	magyar	USA
matematika	8%	20%
fizika	14%	27%
kémia	30%	33%
biológia	48%	20%

Szembetűnő a matematika és fizika relatíve magas részaránya.

A hallgatók mindvégig az egyetemi kutatóintézetekben externistaként dolgoznak, nyáron és a szünetekben egész nap, aránylag alacsony a kötelező órák száma, így lényegesen több idő marad az elmélyült kutatómunkára. Figyelemre méltó a magas szintű tanítás az egyes kollégiumokban. Nagyon ritkán ad le egyetlen személy valamely fő kollégiumot, a legtöbbször 4–5 szakember bevonásával folyik az oktatás, így biztosítható az, hogy az anyagot mindig szakember és a napi kutatási szinten tárja a hallgatók elé. A hallgatók minősítése is figyelemre méltó módszerrel történik. A minősítés három faktorból tevődik össze: 1. az órákon való szereplés közbeszólások, viták formájában, 2. egy kiadott téma írásbeli feldolgozása, 3. szóbeli vizsga.

Ismét szeretném kihangsúlyozni, hogy — mint a fentiekben már említettem — nagyon sok egyetemen a biofizikai tanszék a Medical School-hoz kapcsolódik és ez látja el a természettudományi karok biofizikus képzését is. Ezen felül nagyon gyakori, hogy fiziológiai, belgyógyászati és sebészeti intézet biofizika-professzorral rendelkezik, aki a tudományos szakon belül sokszor kiemelkedő biofizikai kutatócsoportot vezet. A biofizikai intézetekben a szakbiofizikusok mellett gyakran találunk matematikusokat, theoretikus fizikusokat, mérnököket, kémikusokat.

Műszerezettség.

Az amerikai biofizikának az egyik legjellemzőbb vonása a magas fokú műszerezettsége. Ez könnyen érthető, hiszen a magas technikai színvonal, a nagy ipari vetélkedés miatt rövid idő alatt képesek jó típusú műszerek sorozatait piacra dobni. A kutatóintézetekben a számológépek használata szinte általános, az automatizálás igen magas fokú és ezzel igen sok technikai segéderőt takarítanak meg (pl. a Harvard Medical School Biophysical Laboratory-ban 20 kutató mellett 4 asszisztens dolgozott). Szembetűnő a regisztrálási technika praktikussága, a különféle transducerek igen bő választéka. Nem elhanyagolható előny az amerikai biofizikai kutatásnak a kitűnő vegyszer- és jelzett vegyület-ellátás, mely lehetővé teszi a felvetődött ötletek haladék nélküli kísérleti realizálását. Szembetűnő az ipar és a kutatóintézetek szoros együttműködése új műszertípusok kidolgozására. Természetesen ezt az együttműködést az ipari társaságok szorgalmazzák, de igen hasznos a kutatók számára is. Bár az iparral való közvetlen kollaboráció bizonyos mértékig feleslegessé teszi az intézeti műhelyeket, mégis a valóban új metodikát termelő intézetek jelentős részlege a modernül felszerelt és jól fizetett szakemberekkel és mérnökökkel ellátott intézeti műhely. A tudományos kongresszusok egy igen jelentős szektora mindig a műszerkiállítás, ahol számos cég ügynöke mutatja be és kínálja megvételre a legújabb kidolgozott műszertípusokat és látja el a kutatókat jól áttekinthető műszer-, vegyszer-katalógussal és árjegyzékkel.

Mint említettem, igen nehéz áttekinteni az amerikai biofizika helyzetét, az azonban kétségtelenül szembetűnő, hogy igen erőteljes növekedésben van, és

egyre több kutató terjeszti ki munkáját biofizikai irányba. Példaként hadd említsem meg két hazánkfiát, Szentgyörgyi Albertet és Szilárd Leót, akik mindketten biofizikai területen tevékenykedtek az utóbbi években. A nagymértékű anyagi támogatás sok visszasságot is teremt. A kutatás támogatására adott grant-et, akár vezet az eredményre, akár nem, mindig egy-két beszámoló cikk vagy előadás követi. Ezért a publikációk, kongresszusok, meetingek, szimpóziumok áradatában jelentős fáradságba kerül a kevés, valóban kiemelkedő és új eredmény kiszűrése.

Örömmel kell megállapítanunk azt a tényt, hogy az amerikai biofizikus kollégák igen nagy érdeklődéssel követik és jól ismerik a hazai biofizika eredményeit és a maguk módján igyekeznek a kapcsolatot elmélyíteni és kiszélesíteni. A magyar származású biofizikusok közül sokan, pl. C. Tobias, Barnóthy, Forró stb. őszinte és igen meleg érdeklődéssel fordulnak a hazai biofizika eredményei felé.