

ZÁVODSZKY PÉTER

(MTA SZBK Enzimológiai I. Bp.)

Oxford (Nagy-Britannia) 1977/1978.

Az 1977/78-as akadémiai évet az Oxfordi Egyetem Biokémiai Intézetében töltöttem. Kiutazásomat a Kulturális Kapcsolatok Intézete szervezte és a „Wellcome Trust” biztosította anyagi fedezetét. Ennek az egy évnek szakmai és személyes élményeiről szól ez a beszámoló. A kiutazásomat megelőző baráti és munkakapcsolat, valamint az egyetem által felajánlott vendégprofesszori státusz nagyon megkönnyítette beilleszkedésemet az oxfordi társadalmi életbe és a munkába, mely két dolog itt szorosan összefonódik. Talán érdemes néhány szót ejteni az *oxfordi egyetem szervezetéről* és életéről. Ez az egyetem valóban „Egyetem” a szó klasszikus értelmében, egyesítve a tudományok minden ágát.

Az egyetem a *tanszékekre* és a *kollégiumokra* épül – ez a fajta szerkezet Angliában is csak Oxford és Cambridge sajátja. A tanszékek az egyes szakterületeken belül fogják össze a tudományos és oktatói tevékenységet. A kollégiumok a hallgatók nevelésének, valamint az interdiszciplináris és társadalmi kapcsolatoknak fórumai. Ezt a kétféle, formailag független hálózatot az oktatók és hallgatók személye foglalja egységbe. Minden hallgató (akkor is, ha nem lakik kollégiumban) és gyakorlatilag minden oktató valamelyik „college”-hoz tartozik.

A kollégiumok fontos szerepe a különböző területeken dolgozó, eltérő érdeklődési körű és műveltségű emberek rendszeres kapcsolatának és véleménycseréjének biztosítása. A kollégiumi ebédek, de különösen a vacsorák és a vacsora utáni desszert elfogyasztása ad ezeknek a beszélgetéseknek és eszmecsereeknek rendszeres és kellemes keretet. Engem az a megtiszteltetés ért, hogy a XIII. században alapított „Exeter college” tagjává választott, s így a közös étkezéseknek is rendszeres résztvevője lehettem. A régi alapítású kollégiumok többsége gondosan ügyel a formai hagyományok fenntartására, s a sokszor ötszáz éves falak között a bútorok, a teríték és a szertartások is az elmúlt századok hangulatát idézik. A formaságokat sokan anakronisztikusnak érzik, de ebben a környezetben nekem inkább megőrzésre méltó értéknek tündek.

Az *előadások, gyakorlatok* és a *kutatómunka* – legalábbis, ami a természettudományokat illeti – a tanszékeken folyik. A tanszék élén a professzor áll, őt követik a hierarchiában az előadók (lecturer). De vegyük példaként a biokémiai tanszéket. Élén Sir Peters és Sir Hans Krebs utódként ma Rodney R. Porter áll, aki az immunoglobulinok kémiai szerkezetének felderítése terén végzett munkájáért kapta az orvosi Nobel-díjat 1972-ben. A biokémiai tanszék új toronyépülete, melynek legfelső emeletéről a könyvtár ablakaiból csodálatos kilátás nyílik a gótikus Oxfordra, az egyetemi laboratóriumok mellett

helyet ad a „Medical Research Council” immunokémiai egységének. A tanszéket és a kutatócsoportot Porter személye fogja egybe. A tanszéken 10 lekturer és így tíz független laboratórium van. Szinte mindegyik más irányzatot és tudományterületet képvisel, de állandó a kapcsolat, mindennaposak a közös teázások és beszélgetések. Az egyes laboratóriumok metodikai tárháza is kiegészíti egymást, bár a fontosabb műszerek a „Medical Research Council” által finanszírozott „Oxford Enzyme Group” tulajdonát képezik. Ez az interdiszciplináris alapon, a különböző tanszékek vezető kutatóiból szervezett és eléggé bőkezűen finanszírozott csoport rendszeres keddi esti szemináriumokon jön össze, ahol egy-egy téma részletes ismertetése mellett mód nyílik a legújabb eredmények, frissen szerzett információk kicserélésére. Találkozik itt a krisztallográfus az NMR-szakemberrel, az immunológus az enzimológussal vagy a nukleinsavkutatóval, a szerves kémikus az orvossal, fizikussal stb. A gazdag műszerparkot közösen üzemeltetik és használják, összehangolják a beszerzéseket, könyvirást, konferenciaszervezést. Ez a laza, az egész természet-tudományi kart átszövő szervezet, igen eredményesen működik.

A *biokémiai tanszéken* a csoportok létszáma, tudományos súlya nem egyforma. A hely mindenütt kevés, és az eredményes laboratóriumokba könnyen áramlanak az ösztöndíjak és alapítványok (grant), sok a vendég. Az állandó egyetemi státus ritka, még technikusra sem mindenhol futja, de ott vannak a doktoranduszok, akik éjjel-nappal dolgoznak és a „piszkos munkát” is zokszó nélkül elvégzik. A doktoranduszokat a kutatómunkán kívül intenzíven bevonják az alsóévesek oktatásába, gyakorlatvezetésbe, és az oktatás egyéni foglalkozásainak vezetésébe (tutorial). Ez terhet vesz le az előadók válláról és önálló búvárkodásra szoktatja a doktoranduszokat, ami egyébként is az oxfordi képzés egyik fő sajátossága és erénye.

Magam az *antigén-antitest-komplement kölcsönhatások molekulaszervezeti alapjainak* kutatásában lévén érdekelt, elsősorban az intézetben folyó immunológiai és fehérje fizikai-kémiai munkákkal ismerkedtem meg közelebből. Az oxfordi egyetem biokémiai tanszéke tematikai szempontból a komplement kutatásban és az immunoglobulinok kötőhelyeinek feltérképezésében, metodikai szempontból pedig a magmáneses rezonancia és a riporter csoportok fehérje-kémiai alkalmazása területén vívott ki vezető helyet magának a világban. Mielőtt a tanszéken folyó munkáról és az érdekesebb eredményekről beszélnék, talán essen pár szó a tanszék és az „Oxford Enzyme Group” metodikai lehetőségeiről. Van 129 MHz foszfor NMR, 270 MHz proton NMR, ott-tartózkodásom alatt készült el a saját építésű 460 MHz proton NMR-készülék, rendelkezésre áll fotoelektromos kiértékelővel felszerelt Beckman analitikai ultracentrifuga, nanosecundum spektrofluoriméter, fluoreszcencia életidőmérő, fluoreszcencia spektrofotométer, CD spektrofotométer, ESR-készülék, gázkromatográf, stopped flow berendezés, röntgen diffrakciós készülékek (biofizika) és jók a számítógépes lehetőségek.

Ami a *tudományos eredményeket* illeti, az intézet ma a komplement-rendszer kutatásának központja és az itt végzett munka alapvetően hozzájárult a komplement aktiválás klasszikus és alternatív útjának felderítéséhez. Ezek az eredmények R. R. Porter és K. B. M. Reid nevéhez fűződnek. Nem kell az immunoglobulinok második konstans doménjének komplement-kötő aktivitását demonstráló Facb-fragmentum előállításának jelentőségét sem hangsúlyozni. Paramáneses próbák, spin-jelek és nagy-felbontású NMR technika alkalmazásával, antitestek haptén kötőhelyének pontos, a röntgenkrisztallográfiás vizs-

gálatokat kiegészítő feltérképezését végezték el Raymond Dwek csoportjában. Speciális NMR pulzusteknikákat dolgoztak ki I. D. Campbell laboratóriumában, fehérjék aromás oldalláncai intramolekuláris mobilitásának kimutatására. E technikák segítségével mód nyílt kisebb molekulásúlyú fehérjék (pl. lizozim, szénsav anhidrát) oldatbeli és kristályos állapotbeli szerkezetének összevetésére, a különbségek pontos számbavételére.

Az intézet tematikájában megtalálható még az enzimkinetika (Keith Dalziel), a kromatinkutatás (Ian Walker), az enzimszerkezet-kutatás és az in vivo biokémia (Radda György), az izomban történő anaerób energiafelszabadtatás enzimológiájának – glikolízis, citrát kör – kutatása (E. A. Newsholme). Margery Ord és Lloyd A. Stocken a nukleoszómákon való transzkripció iniciálásának mechanizmusával foglalkozik, J. S. Knowland, P. C. Newell és D. S. Parsons érdeklődési területe a differenciálódás és az embrionális szövetek anyagcseréje. Dr. Acheson pedig az akridin-származékok szintézisével és terápiás felhasználásának lehetőségeivel foglalkozik. A munkák színvonala legalább olyan széles skálán mozog, mint amilyen a tematikai választék.

Egységesebb a zoológiai épületben lévő *Molekuláris Biofizikai Tanszék* tevékenysége. Itt David C. Phillips a professzor és az egész tanszék röntgenkristallográfiás szerkezetvizsgálattal és számítógépes modellépítéssel foglalkozik. Louise N. Johnson csoportja a foszforiláz B enzim térszerkezetét határozta meg 2,5 Å felbontással, ami igen figyelemre méltó eredmény, ha tekintetbe vesszük, hogy a foszforiláz alegységének molekulásúlya 100 000 dalton. Jelenleg az alacsony hőmérsékleten „befagyasztott” enzimszubsztrát komplexek összehasonlító szerkezetvizsgálatát végzik, az allosztérikus mechanizmus térszerkezeti hátterének felderítése céljából. D. C. Phillips munkatársaival a lizozim után most az immunoglobulin molekula F_o és F_v fragmentumainak szerkezetén dolgozik.

A Szervetlen Kémiai Tanszéken Robert J. P. Williams és munkatársai fehérjék, membránok és biológiailag aktív vegyületek (hormonok, drogok) térszerkezetének, kölcsönhatásainak és működésének dinamikus vonatkozásaival foglalkoznak. Speciális NMR és ESR módszereket fejlesztettek ki a különböző csoportok gyors mozgásának megfigyelésére.

Ott-tartózkodásom célja az volt, hogy paramágneses és fluoreszcens próbák, nagyfelbontású proton NMR és fluoreszcenciás mérések segítségével tovább jussak itthon elkezdett munkámban, mely az antigén és komplement-kötő immunoglobulin domének közötti információátadás mechanizmusának felderítésére irányult. Ennek során homogén nyúl IgG-vel, térkitöltő poliszacharid antigénekkkel és a komplement-rendszer első komponensének, a C1q-nak kölcsönhatásaival foglalkoztam. Az első feladat a C1q kötőhelynek a CH₂ doménen belüli behatárolása és feltérképezése volt. Ezt a doménhez kapcsolódó cukor-lánc spinjelölésével, a CH₃ doménhez meghatározott helyen köthető Gd III paramágneses próba segítségével, nem kovalens fluoreszcens inhibitor alkalmazásával úgy értük el, hogy kombináltuk a modell-építést, a nagyfelbontású proton NMR és a kémiai módosítások által szolgáltatott információkat a paramágneses és fluoreszcens próbákkal kapott távolság-adatokkal. A nagyfelbontású NMR vizsgálatokhoz a molekulaméret csökkentésére volt szükség, e célból megkíséreltük a nyúl IgG intakt és biológiailag aktív CH₂ doménjének izolálását. Ez a próbálkozásunk sikerre vezetett és ez jelentősen megkönnyíti a további munkát.

Kombinálva a proton NMR, az izotóp-kicserélődés és a mikrokalorimetria

adta lehetőségeket, összehasonlítottuk a nyúl IgG antigénfelismerő és komplemenktötő, a térszerkezet vázában igen hasonló domenjeinek szerkezeti stabilitását és mobilitását. Arra az eredményre jutottunk, hogy a hasonló felépítésű globuláris domének dinamikus sajátágaikban jelentősen különböznek. Az elsődleges, felismerő kötőhelyet tartalmazó domén merev, a másodlagos, komplemenktötőhelyet tartalmazó domén meglehetősen motilis szerkezettel rendelkezik. E munkákat Raymond Dwek laboratóriumában végeztük, szoros kapcsolatban R. R. Porter, R. J. P. Williams (szervetlen kémia), D. C. Phillips (biofizika) professzorokkal s azok munkatársaival.

A jó felszerelés és a különleges kvalitású emberek nagy koncentrációja mellett még egy nagy előnye van az oxfordi életnek, az, hogy nem kell utazni. Mindenki, aki érdekes lehet, „házhoz jön”. Ott-tartózkodásom alatt Ch. Tanford vendégprofesszoroskodott és tartott előadásokat az intézetben. H. K. Sachmann töltött ott két hónapot, Serge Timascheff, David Givol, Henry Metzger, – és még sorolhatnám hosszasan a neveket – tartottak szemináriumot. Ez időben avatták az egyetem díszdoktorává Szentágothai Jánost és Herbert von Karajant. Hazai látogatókban sem volt hiány, csak intézetünkéből töltöttek ott négyen hosszabb-rövidebb időt. És mindenki, aki jön, hoz valamiféle friss információt: ki mit csinál, mire jutott, mit tervez. – A szemináriumokban is bőven lehet válogatni. A helyi biokémiai társaság ifjúsági tagozata hetente hív meg nevezetesebb előadókat más egyetemekről, ipari kutatóintézetekből. A kedd déli szeminárium elsősorban intézeti munkabeszámolókból áll össze. Rendszeresen még a D. C. Phillips által szervezett molekuláris biológiai szemináriumok, melyek egy-egy területről adnak átfogó képet. Ezekhez járulnak még az alkalmi látogatók által (heti átlagban két alkalommal) tartott előadások és a már említett „Oxford Enzyme Group” szemináriumok, bár ezt csak a meghívottak látogathatják. Választékban tehát nincs hiány, mindenki mindig megtalálhatja, ami érdekli. Érdekes, hogy a sok szeminárium nem fullad részvétlenségbe. Mindig jelen van 10–60 ember, de csak azok, akiket a téma valóban érdekel és a vita sokszor 1–2 órán át is elhúzódik, sokszor szinte a gombaság határát súrolja, természetesen angol mérték szerint. A vendégeket kihasználják, kifaggatják, igyekeznek megtanulni tőlük mindent, amit lehet, akkor is, ha nem „sztárokról” van szó.

Egy másik különlegesség, amit eleinte nem értettem, hogy éppen a legaktívabb és legtájékozottabb emberek látszólag nem olvasnak, a könyvtárban zömmel csak diákokat és doktori dolgozaton kinlódó ifjakat lát az ember. A dolog megfejtése az, hogy ami nyomtatásban megjelenik, az már nem érdekes. A kéziratok, preprintek és a személyes vagy telefonbeszélgetések képezik a legfőbb információforrást. Sokan szerkesztők valahol, vagy benne vannak valamelyik szervezet bíráló bizottságában, ahol az ösztöndíjakról és egyéb pénzekről döntenek, így saját területén tökéletesen tudja, ki mit tervez és mire jutott. Így a kísérletek programja is naponta hozzáigazítható az aktuális helyzethez. Pl. Huber a nap, amikor megkapta az emberi IgG Fc fragmentumának atomi koordinátáit, megletelezte Münchenből és másnap már az átépített modell alapján interpretálhattuk az NMR kísérleteket. Hasonlóan, amikor a komplemenktötés kompetitív inhibitorára akadtunk, már néhány nap múlva megindult az Fc fragmentum inhibitor komplex kristályosítása D. C. Phillips laboratóriumában. Porter professzor nem mulasztotta el, hogy liftben, vagy a lépcsőházban naponta meg ne kérdezzen, mire jutottunk előző nap, s gondolom, mással is ezt tette. Ha eszébe jutott valami, vagy számomra érdekes

dolgot hallott, lesétált és két mondatban elmondta. Ugyanezt tapasztaltam legtöbb kollégám részéről, meglepett, mennyire tudják, mivel foglalkozom és mi az, ami esetleg érdekelhet.

A közös munka hazatérésem óta is folytatódik és a „Wellcome Trust” is érdemesnek találta a témát további finánciális támogatásra. A közös munka keretében az oxfordi intézetből már négyen jártak az MTA SZBK Enzimológiai Intézetében néhány hónapos tanulmányúton. 1980-ban magam ismét hat hetet töltöttem Oxfordban, hogy NMR és komplement kötési kísérleteket végezzek, s összehangoljuk a további kísérleti munkát.

Számunkra igen hasznos ez a kapcsolat. Az itthon hozzáférhetetlen metodikai lehetőségeken túl gyorsan juthatunk hozzá új preparátumokhoz és vegyszerekhez, s ami talán a legfontosabb, a legfrissebb információkhoz.

SZÓKEFALVI-NAGY ZOLTÁN
(MTA, KFKI)

Namur (Belgium) 1977. november—1978. november.

1977 novemberétől egy évet töltöttem a belgiumi Namurbán a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség ösztöndíjával. Tanulmányutamnak az volt a célja, hogy megismerjem egy olyan laboratórium munkáját, mely alapvető szerepet játszott több modern nukleáris analitikai eljárás kifejlesztésében.

A laboratóriumot, melyet egyszerűen csak LARN néven emlegettek, a Laboratoire d'Analyses par Réactions Nucléaires hivatalos elnevezés rövidítéseként, mintegy tíz évvel ezelőtt hozta létre Gaston Deconninck professzor, majd alig egy évvel a megnyitás után már itt rendezték meg az első olyan nemzetközi konferenciát, melynek kizárólagos témája a töltött részecske-bombázással történő kémiai analízis volt. A LARN név azóta is igen jól cseng a témával kapcsolatban álló tudományos körökben.

A laboratórium fő berendezése egy 3 MV-os Van de Graaf részecskegyorsító és természetesen jól felszerelték megfelelő nukleáris detektorokkal, elektronikával, illetve adatfeldolgozó és értékelő rendszerekkel. Ha ehhez még hozzátesszük, hogy a laboratórium létszáma titkárnövel, diplomamunkásokkal együtt is alig haladja meg a tízet, mindjárt láthatjuk, hogy milyen nagyszerű lehetőségek nyílnak az alapos és sokoldalú kísérleti munkához.

Néhány hetes ismerkedés után több ponton kapcsolódtam be a labor munkájába. Fő feladatomban a könnyű elemek (O, F, Na) által kibocsájtott röntgensugárzások tulajdonságainak tanulmányozása volt. A röntgensugarakat 1–2 MeV energiájú proton, illetve alfarészecske nyalábbal gerjesztettük és kristályspektrométerrel detektáltuk. A spektrométer nagy felbontóképessége lehetővé tette a röntgenvonalak alakjának vizsgálatát is. Mivel ezeknek a vizsgálatoknak közvetlenül nem voltak biológiai, biofizikai vonatkozásaik, az eredményeket itt most nem részletezem. Annál érdekesebbek lehetnek viszont azok a mérések, melyek a LARN egyik „specialitásán”, az atmoszférára kihozott bombázó nyalábon alapultak. Miről is van itt szó tulajdonképpen? A gyorsítóban a részecskék erősen légritkított térben kell hogy haladjanak, különben a gyakori ütközések lefékeznek, szétszórják a bombázó nyalábot. Ebből viszont az is következik, hogy a vizsgálandó mintát is a vákuumtérben kell elhelyezni,

ami biológiai mintáknál gyakran kivitelezhetetlen, nem is beszélve esetleges in vivo vizsgálatokról. Gyökeresen megváltozik a helyzet azonban, ha a bombázó nyalábot egy vékony fólián keresztül kihozzuk a gyorsító vákuumteréből és úgy irányítjuk a vizsgálandó mintára! (A fólia vastagságát úgy kell megválasztani, hogy elég vastag legyen ahhoz, hogy a külső légnyomás hatására ne szakadjon be, ugyanakkor elég vékony ahhoz, hogy ne fékezze jelentősen a bombázó részecskéket. A LARN-ban néhány mikrométer vastag Ta vagy Zr fóliát használtunk „ablaknak”.) Ily módon praktikusán bármit, akár folyadékseppeket is, analizálni lehet, például a bombázó részecskék keltette karakterisztikus röntgensugárzás detektálásával, vagy az esetlegesen létrejövő magreakciók termékeinek mérésével. Számos ilyen jellegű mérésben vettem részt, ezek közül a számomra legérdekesebb a fogzománc fluórtartalmának in vivo vizsgálata volt!

A kísérleti magspektroszkópusok „kedvenc” izotópja a ^{19}F , mely protonokkal bombázva a $^{19}\text{F}/p,p',\gamma)^{19}\text{F}$ magreakció jóvoltából ontja a 110 keV, illetve 196 keV energiájú gamma sugarakat. Elég, ha nyomnyi mennyiség kerül belőle a gyorsítóba, tolakodó sugárzásával megkeserítheti a másra kíváncsi magfizikus életét. A fogorvosok viszont régóta fontos szerepet tulajdonítanak a fogzománcban lévő fluor mennyiségének. Analizálták is, hogy milyen fogban, hol, mennyi a fluor, de ehhez előbb a fogat sajnos ki kellett húzni és az analízis eredménye a volt tulajdonost már aligha vigasztalta. A LARN kutatói egy louvain-i fogorvos professzorral összefogva változtattak ezen a helyzeten. A vállalkozó szellemű paciensek – a labor dolgozói, beleértve odavetődött ösztöndíjast is, no meg jobb jegyben reménykedő fogorvoshallgatók – metszőfogaihoz speciális, testre szabott maszkok készültek, melyek segítségével könnyen és reprodukálható módon „szájba lehetett venni” a gyorsító végét, úgy,



hogy a Ta fólián kilépő protonok mindig ugyanott találják el ugyanazt a fogat. A fent említett hozamdús magreakció gamma sugarainak mérésével azután kb. egy perc alatt már néhány százalék pontossággal meg lehetett állapítani a vizsgált fogzománcrész fluortartalmát. Ott-tartózkodásom alatt különböző fluortartalmú szerekkel történő kezelés hatását tanulmányoztuk. A mellékelt illusztráción a szerző látható, amint bátran szembenéz a fogainak „rontó” protonok seregével. (A rutinjellegű méréseket természetesen körültekintő és alapos vizsgálat előzte meg, melyben fantomfejben elhelyezett doziméterekkel mérték ki a fluormérések során fellépő sugárzási szintet.)

A tanulmányút minden vonatkozásban beváltotta a hozzáfűzött reményeket, kedves barátokat szerevve és a sok tudományos tapasztalattal gazdagodva tértem haza az év elteltével.

HÍDVÉGI EGON

(Országos „FRÉDÉRIC Joliot-Curie” Sugárbiológiai és Sugár-egészségügyi Kutató Intézet)

Madison (USA) 1977. december—1979. július.

1977. decemberétől 1979. júliusáig dolgoztam az Egészségügyi Minisztérium engedélyével Madisonban (Egyesült Államok), a Wisconsini Egyetem Humán Onkológiai Intézetében, mint vendégprofesszor.

A *wisconsini egyetem* állami egyetem, mintegy 90 000 hallgatóval, nagyobb részük két városban található: a 150 000 lakosú Madisonban, amely egyben az állam fővárosa és a félmillió iparvárosban, Milwaukee-ben. (Az ország másfélszer nagyobb hazánknál és kb. 5 millió lakosa van. Világhírű a mezőgazdasága, tejipara, cellulózipara, energiája jelentős részét atomerőművekből kapja.) Orvosi fakultás csak az említett két városban van, összesen mintegy 400 hallgatóval évfolyamonként. Az orvosi oktatás színvonalát a legjobb 5–10 egyetem között tartják számon az Egyesült Államokban. Mégis sokkal híresebb a wisconsini egyetem biológiai és agrárképzése, amely az első három között van. A mai korszerű mezőgazdasági termelést éppen Madisonból indították el. A Wisconsin Egyetem madisoni része egyébként még megőrizte a híres egyetemi campusok szellemét és hangulatát. Ezt segíti, hogy a városban kizárólag adminisztrációs hivatalok vannak, ipara jelentéktelen, számos kulturális és sportlétesítménnyel rendelkezik. Madisont és a campust gyönyörű erdők és tavak veszik körül.

A McARDLE Rákkutató Laboratórium eredményei révén vált világhírűvé. 1938-ban Harold P. Rusch alapította, aki kiváló szervező tevékenységével nemcsak a McArdle-t lendítette fel, hanem befolyásolta az egész Nemzeti Rákkutató Intézet (NCI, amely része a NIH-nak) működését. Sőt, ezen túlmenően kisugározva – ösztöndíjakkal, adományokkal és a náluk tanulmányutast kutatók tevékenységével – más intézetekben és országokban is hatással volt a rákkutatásra. Így pl. a Heidelbergi Német Rákkutató Központot az ő korábbi tanulmányutastais alapították és a McARDLE mintájára szervezték. A napjainkban világszerte fellendült kémiai karcinogenezis program is tőlük indult el. Rusch alapította és három és fél évtizeden át szerkesztője volt a Cancer Research folyóiratnak.

A legfontosabb kutatócsoportok a következők: V. R. Potteré, aki – a később róla elnevezett sejthomogenizálással – először jellemezte biokémiaiilag a sejthomogenátumból differenciál ultracentrifugálással elválasztott sejtfrakciókat. Miller házaspár a kémiai karcinogenezisben elért eredményei nyomán vált világhírűvé. A co-carcinogéneket G. Maeller fedezte fel. A DNS-ben található timin analógjaként Ch. Heidelberger szintetizálta az 5-fluoro-uracilt, amelyet daganatellenes kemoterápeutikumként használnak. A mikrobiológus Szybalski a fágok genetikájában vált a molekuláris biológia egyik megalapítójává. H. Temin 1970-ben bizonyította a reverse transcriptase enzim létezését s ezzel magyarázatot adott az RNS tumor vírusoknak a keletkezésére és az információnak a génbe történő insertálódására. Ezt az enzimet ma széleskörűen használják a nukleinsavak szerkezetének vizsgálatában. Így Temin egy általános érvényű – nemcsak az RNS-tumorvírusokra helytálló – folyamatot fedezett fel és kapott érte Nobel-díjat. Felfedezése érvényességi körére szorította vissza a Crick-fél dogmát (információátvitel egyirányúan: DNS–RNS–fehérje), amely már akadályozta a fejlődést.

A Mc Ardle intézetből éppen érkezésem idején fejlesztették ki a *Wisconsini Klinikai Rák-Dentrumot* (Wisconsin Clinical Cancer Center, WCCC). Ez a központ ellátja az orvostanhallgatók onkológiai képzését is – több intézet munkájának összehangolásával: belgyógyászat, sebészet, radioterápia, nuclear medicine. Bár az intézetek önállóan működnek, a betegfelvételt és kezelést központilag irányítják. A diagnózis felállításához a legmodernebb eljárásokat is gyorsan bevezetik és alkalmazzák. Így pl. a jelenlegi igazgató, P. Carbone jelentős eredményeket ért el W. L. McGuire-vel az ösztrogen receptor kutatásában. Nemzetközi felmérés alapján az az elvet követik, hogy pozitív ösztrogén-progeszteron receptor esetében kb. 60%-ban várható eredmény a hormonkezeléstől, így alkalmazzák a módszert. Negatív receptor eredmény esetében viszont csak 5–10%-ban remélhető siker, így a terápiának nem lehet ez a döntő láncszeme. Az emlőrák adjuváns kezelésére egyébként Carbone a magyar DBD-t (dibromdulcit) használja és eredményeikről most jelentettek meg egy nagyobb összefoglaló tanulmányt.

Az erősen centralizált klinikai vezetést és a kutatással intenzíven foglalkozó tanárok együttműködését jól segíti elő az, hogy valamennyi intézetet egy tömbben helyezték el és a kutatás egyetlen központi alapítványból fedezik. A legmélyebb benyomást az tette rám, hogy a daganatok kombinált (komplex) kezelését széleskörűen és hatásosan alkalmazzák. Az igazi kombinációt a különböző modalitások – besugárzás, kemoterápeutikumok, hipoxiás sejt-szenzitorok, hipertermia, immunterápia stb. – megfelelő kombinálása jelenti. Például a sarcomák besugárzással történő kezelésével eddig általában 20–25%-os 5 éves túlélést értek el. A Radiotherapy Centerben A. Wiley nukleáris medicinális technikák alkalmazásával megkeresi a daganatot ellátó véreret és abba infúzióval actinomycin D-t visz be és besugározza: az 5 éves túlélési adatok 70%-os eredményt (!) mutatnak. Külön érdekessége ennek, hogy a reménykeltő actinomycin D daganatellenes szerként való alkalmazása toxikus volta miatt hiúsult meg. A helyileg bevitt hatóanyag azonban túlnyomórészt a daganatszövetben marad és átfejtje ki citotoxikus hatását. Hasonlóan eredményesnek bizonyult A. Wiley kezében az 5-fluorouracil direkt infúziójának kombinálása besugárzással.

A Radiotherapy Center 3 lineáris elektrongyorsítóval rendelkezik. A besugárzásoknál alkalmazzák a legújabb (pl. RO-07-0582) hipoxiás sejt szenzi-

torokat. A magas LET-értékű besugárzások közül az egyetem gyors neutron forrásával kezelnek pácienseket. Kollaborációban kísérleteket végeznek negatív pi-mezon és nehéz-ion besugárzó forrásokkal. Ott-tartózkodásom ideje alatt kezdtek el alkalmazni a mikrohullámú hipertermia kezelést – másodikként az USA-ban. Az egyik legérdekesebb és különlegesen kombinált terápiát Hiroshi Hatanaka professzor szemináriumán hallottam. Az elemi bórról ismert, hogy képes befogni a lassú neutronokat. Hatanaka 150 bőrvegyület között talált egyet (merkaptó-undekahidro-duodekaborát), amely nem toxikus, gyorsan kiürül, jól kezelhető, a máj- és agytumorban koncentrálnak s ugyanakkor kevésbé található meg az agy nem daganatos részében. Ezt a bőrvegyületet glyoblastomás pácienseknek adta be és lassú-neutronbesugárzást végzett („boron-capture neutron therapy”). A lassú neutronokhoz 100 KeV nagyságrendű sugárforrás elegendő és az expozíciót altatással – 2–3 órán át végzik. Ezzel az eljárással már a kezdeti szakaszban – 1968–1974 – 22 hónapra emelkedett az egyébként terminális szakaszban lévő betegek túlélése – szemben Co-gamma besugárzottak 6,7 hónapjával. A sebészi beavatkozást követő boron neutronbefogási terápiával 40 betegnek a túlélése háromszorosa volt a másfajta besugárzásokhoz képest. Ez arra a meglepő tényre utal, hogy a lassú neutron energialeadása a szövet mélyében sokkal jobb, mint a gamma sugárzása. H. Hatanaka, aki a Tokyo melletti Teikyo Egyetem idegsebész professzora, porc- és csontsarcomás esetekben is jó eredményeket ért el eljárásával.

A McArdle Laboratóriummal és a Klinikai Rák Központtal szorosan együttműködik a Madisoni Egyetem több intézete. Így Khorana professzor, a Nobel-díjas génszerkezet kutató, Green, a mitokondrium kutató és Nomura, a ribosoma kémiai szerkezetének felderítője.

Oktatás

Meghívásom kettős céllal történt: egyrészt vendégprofesszorként előadásokat kellett tartanom, másrészt pedig kutatnom. Az előadásokat a laboratórium igazgatója, K. H. Clifton osztotta el négy professzor között. Egy évben párhuzamosan három előadássorozatunk volt, mindegyik heti két órában. A sugárbiológiai alapfogalmakat mindhárom sorozatban elmondtuk – alkalmazkodva a hallgatók ismereteihez és érdeklődéséhez – hol szűkítve, hol bővítve. Az orvostanhallgatók több sugárbiokémiát, sugárbiológiát és nukleáris orvosi előadást kaptak. Előadtuk a sugárzás késői hatásait, így a genetikai változásokat, valamint az atombombák és a baleseti sugársérülések következményeit: a nem specifikus életrövidítő hatásokat és a carcinogenezist. Egy másik kurzuson főleg nem orvostanhallgatók vettek részt: fizikusok, kémikusok, biológusok. Itt több fizikát, radiokémiát, dozimetriát adtunk elő és részletesen a hatásmechanizmust. A harmadik kurzust már végzett orvosoknak tartottuk, akik – mintegy húszan – a Radiotherapy Center-ben dolgoztak négy évig – az onkoradiológus szakképesítés megszerzése céljából. Eközben szerveznek részükre sugárfizikai, sugárbiológiai stb. kurzusokat. Számukra részletesen ismertettük a megaelektronvolt forrásokat, a magas LET besugárzásokat, a neutron-, valamint a legújabb negatív pi-meson és nehéz-ion besugárzást; több előadásban foglalkoztunk az oxigén effektussal és a hipoxiás sejtszenzitorokkal. A daganatok hipertermiás kezeléséről is több előadást kaptak: az elméleti alapokat részletesen, majd a szisztémás, mikrohullámú és ultrahangos hipertermia eddigi eredményeit. Mindhárom terület csatlakozott a Radiotherapy Center-ben használt eljárásokhoz. Mindezekon kívül részletesen tárgyaltuk az egyes szervek és szövetek sugárpatológiáját.

Kutatás

Az Országos Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutatóintézet biokémiai osztályán a besugárzás és daganatellenes kemoterapeutikumok hatását eddig külön-külön tanulmányoztuk. Hatásosabb terápiás eljárás kimunkálása céljából azonban mindig izgatott bennünket a kombinált kezelés biokémiai alapjainak vizsgálata. A hatásmechanizmust nukleinsavakon és fehérjéken tanulmányoztuk, mert a nukleinsavak a támadáspontjai mind a besugárzásnak, mind a jó kemoterapeutikumoknak. Madisonban lehetőségem nyílt a kombinált modalitású daganat-terápia legújabb eljárásaival megismerkedni és új módszereket elsajátítani a lipidekkel és membránokkal kapcsolatban.

A laboratóriumban Yatvin a hipertermia hatásmechanizmusát kutatta. (Ő igazolta először sugárstimulációs eredményeinket a gén transcriptio szintjén.) Yatvin olyan baktériummutánst használt (*E. coli* K1060), amely nem képes zsírsavat szintetizálni, így csak olyan zsírsavat épít be membránjába, amelyet a tápfolyadékkal nyújtunk. Ha abban telepített zsírsavak vannak túlsúlyban, akkor a membrán is azokból épül fel és így rigidebb lesz; ha viszont a telítetlen zsírsavak dominálnak, akkor folyékonyabb. Yatvin kísérletei szerint a telítetlen zsírsavakon szaporított baktériumok a hőmérséklet emelésére gyorsabban pusztulnak el, mint a telített zsírsavakon szaporítottak; membránjuk hőre könnyebben szétesik. Ennek alapján feltételezhető, hogy a membrán támadáspontja lehet a hipertermiás kezelésnek és sérülése a sejt pusztulásában feltehetőleg nagyobb szerepét játszhat, mint pl. a DNS reparáció bénítása, a sejtmag fehérjeinek megváltoztatása vagy a nukleoláris-RNS szintézis gátlása. *Saját munkám célkitűzése* ennek a hipotézisnek kísérleti tumor rendszeren való igazolása volt.

Először szövetkultúra sejtekkel dolgoztam, ezek membránösszetételét azonban nehéz volt a közegbe adott zsírsavakkal megváltoztatni. Az ascites tumorokkal szerzett korábbi tapasztalataim alapján a későbbiekben ezt az *in vivo* rendszert választottam hipertermia kísérleteimhez. A kísérleti állatokat telített vagy telítetlen zsírsavakból álló diétán tartottam. A membránok lipid analízise, valamint fluiditás vizsgálat szerint a rájuk oltott ascites tumor jelentősen eltért egymástól. A sejtekkel *in vitro*, szövetkultúra körülmények között különböző hipertermiás kezelést végeztem és a hatást *in vivo* vizsgálatmal mértem, azaz azonos számú sejtet azonos törzsű recipiens állatba oltottam be és a tumor megeredését követtem.

Egy bizonyos kritikus hőmérséklet (42 °C) feletti kezelésre szignifikánsan nagyobb volt azoknak az állatoknak a túlélése, amelyekből az ascitest telítetlen zsírsavdiétán tartott egerekből nyertük. Ez arra utal, hogy fluidabb membránjuk a hőmérséklet emelésének hatására könnyebben szétesett, a tumor megeredése tehát kevesebb ép sejtből indulhatott el. Különösen nagy volt a különbség akkor, ha a hipertermiás kezelést membrán-fluidizáló anyaggal, pl. procainnal (novocainnal) kombináltam. Ebben az esetben a telített zsírsavdiétás egerekből származó ascites 80%-ban eredt meg, a telítetlen eredetűvel átoltott állatok viszont mind életben maradtak. Az ascites tumor morfológiájának scanning elektronmikroszkópos vizsgálatában nagy segítségemre volt feleségem, Hidvégi Éva dr. A morfológiai kép jó összhangban volt a „bioassay”-vel. A munka eredményeit nemzetközi folyóiratokban közöljük (*Oncology, Cancer Res.*)

Tanulmányutam ideje alatt több jelentős tudományos kongresszuson vettem részt. Tagja lettem a Radiation Research Society-nak és azóta lektorként

működöm a Radiation Research folyóiratnál. Tagja vagyok az Egyesült Államok Rákkutató Társaságának. Szemináriumokat tartottam különböző egyetemek intézeteiben, így pl. a rochesteri egyetemen, a Roswell Park Rákkutatóban, Buffalóban stb.

MARÓTI PÉTER

(JATE, Biofizikai Intézet)

Gif-sur-Yvette (Franciaország) 1978. február—1978. augusztus

1978. február 13-tól 1978. augusztus 17-ig Franciaországban tartózkodtam, ahol a Párizs melletti Gif-sur-Yvette Fotoszintézis Laboratóriumában végeztem kutató munkát. Az intézet vezetője dr. Jean Lavorel.

Az intézet PS 2 gyors reakcióinak vizsgálatával foglalkozó kutatócsoport munkájában vettem részt. Két fő területtel kerültem közelebbi kapcsolatba: az egyik a fluoreszcencia kioltó carotinoid-klorofill triplett állapotának vizsgálata a mikroszekundumos kinetikák tanulmányozása alapján, a másik a fluoreszcencia indukció lassú, nem fotokémiai emelkedésének vizsgálata a 0–60 μ s időtartományban. A második témakör keretében megvizsgáltuk, hogy változik különböző, a PS 2 reakciócentrumát módosító kezelések hatására. Igen nehéz problémának bizonyult annak felderítése, mi okozza ezt a nem fotokémiai fázist a fluoreszcencia határfok emelkedésében. Az a vélemény kristályosodott ki, hogy a PS 2 reakciócentrumának új modellje szükséges a jelenség értelmezésére: sorosan kötött, két primér akceptoros modell, amelyben a két primér akceptor közötti elektronátadás ideje (25 μ s) adja a termikus fázis felemelkedési idejét. A végzett munkáról Jean Lavorel-lel társszerzőségben egy publikáció jelent meg.

Eredményes fél évet töltöttem Franciaországban. Sok új mérési módszerrel tudtam megismerkedni, amelyek egy részét az itthoni munkámban azóta igyekszem megvalósítani (pl. fluoreszcencia indukció mérés a μ s-os időtartományban, oxigén polarográf szekvencia méréshez stb.).

GARAB GYÖZŐ

(MTA SZBK Növényélettani I.)

Párizs, 1978.

1978-ban magyar állami ösztöndíjjal 4 hónapot dolgoztam az Institut de Biologie Physico Chimique (Párizs) P. Joliot vezette fotoszintézis munkacsoportjában.

Az intézetben dolgozó fotoszintetikus munkacsoport összetétele: 8 kutató, 1 fejlesztéssel foglalkozó elektromérnök, 1 laboráns. Műszerezettségüket illetően elsősorban gyors (10 μ s–1 s) abszorpció fluoreszcencia és polarográfiás berendezéseik vannak. Ezeket jórészt maguk fejlesztették ki, természetesen felhasználva kereskedelemben kapható készülékeket is (mint pl. analizátorok, számítógép, flash-berendezések stb.). Többek között ennek a műszerezettség-

nek, no és az ott dolgozók széles körű tapasztalatának tudható be, hogy a munkacsoport a fotoszintézis kutatásban nemzetközileg elismert eredményeket mutathat fel. Ezek közül kiemelkedőknek tartom a fotoszintetikus O_2 fejlődés, az elektrokrom effektus és az elektron-transzportlánc vizsgálatában elért eredményeiket.

Közös vizsgálatainkban annak tisztázását tűztük ki célul, hogy algákban villanófény gerjesztés után vannak-e fényszórás tranziensek, ezek milyen természetűek, ill. hogy viszonyulnak az elektrokrom abszorpciós változáshoz.

Megállapítottuk, hogy a gerjesztést követően az adott mérőberendezés időbeli felbontásán ($10 \mu s$) belül megjelenik egy fényszórás-változás, amely kb. 100–200 ms-ig együtt fut az abszorpcióváltozással, majd elválik attól. A megfelelő tranzien spektrumok és elméleti számításaink segítségével megállapítottuk, hogy míg az előbbi elektrokrom természetű szórás-változás, az utóbbi lassabb tranzien feltehetőleg konformációváltozásból ered.

Az intézet munkatársaival sikerült jó kollegális kapcsolatot kiépítenem.

DAMJANOVICH SÁNDOR
(DOTE, Biofizikai Intézet)

Japán, 1978. szeptember

A magyar egészségügyi kormányzat kedvező döntése lehetőséget biztosított számomra, hogy 1978 szeptemberében egy hónapos időtartamra Japánba látogassak. A látogatás célja számos Japán intézettel, ill. intézménnyel a kapcsolatok felvétele, ill. a kutatóhelyek minőségének a felmérése volt.

Japán valószínűleg nemcsak számomra, de a legtöbb magyar számára kicsit a csodák birodalma, ahova eljutni a várható tudományos élmények mellett, önmagában is kalandszámba megy. Utam időzítése annyiban nem sikerült, hogy az 1978. évi nemzetközi biofizikai kongresszust szinte csak napokkal kerültem el. Ennek a rossz időzítésnek a fő oka az volt, hogy közvetlenül a Japánban teendő látogatásom után az Egyesült Államokba szóló vendégprofesszori meghívásnak kellett eleget tennem, amelynek a kezdete egy előre meghatározott időpont volt. Azzal vigasztalhattam magam, hogy mivel Japánba a Szovjetunió keresztül utazom, onnan pedig az USA-ba és úgy haza, így legalább körülrepülöm a Földet. A nemzetközi biofizikai kongresszuson Tigyi József akadémikus, társaságunk elnöke és egyben akkor a Nemzetközi Biofizikai Unió vezetőségi tagja képviselte a magyar biofizikusokat, így a kongresszus nem maradt magyar résztvevő nélkül.

A japán út megtervezését a Kulturális Kapcsolatok Intézete rám bízta. Ez nagyon kellemes, sok szabadsági fokot biztosító, egyben viszont sok levelezéssel járó, szervezést igénylő feladat. Ennek lebonyolítása során néha „bejötték” olyan „titkárnő-effektusok” is, hogy a jónévű és általam is érdeklődésre számot tartó témát művelő fiziológus helyett, az ugyanazt a gyakori japán nevet viselő nagoyai Yamamoto professzor látogatását szervezték meg, aki a könnyűbúvárnők izzadásának kérdésével foglalkozott. Végül azonban ez a látogatás is érdekesnek bizonyult, mert az „elcserélt” Yamamoto révén jutottam el Japán egyik legkorszerűbb kutató centrumába.

De kezdjük az út elején. A Japánban teendő látogatások során az odaérkező külföldivel igen alapos, jól előkészített program szerint foglalkoznak. Az „írott” programot a „fővendéglátó” segít lebonyolítani. Ez vagy a Kulturális Kapcsolatok Intézetének a japán megfelelője által kijelölt személy, vagy, ha a látogatónak volt korábbi japán ismeretsége, akkor maga is kiválaszthatja látogatásának ezen igen fontos szereplőjét. Helyzetemet megkönnyítette, hogy közel két évtizeddel ezelőtti csehszlovákiai tanulmányutam során, a Csehszlovák Tudományos Akadémia Brunói Biofizikai Kutatóintézetében megismerkedtem Yori Ueno dr.-ral, akivel a levelezési barátságunk azóta is töretlenül fennáll. Yori Ueno időközben a kyotói egyetem professzora lett, aki kérésre örömmel elvállalta a fővendéglátó szerepét, és a továbbiakban ő szervezte meg számomra a különböző biofizikai ill. egyéb, de az érdeklődési körömbé tartozó kutatásokat végző intézetek látogatását és nem utolsósorban az ott tartandó előadásaimat.

Utam és megérkezésem eseménytelen volt. Tokyóban egy rövid napot töltöttem, és utána rögtön Kyotóba utaztam. A sok éve nem látott Yori Uenót könnyű volt felismerni, mert a japán expresszvonatok nemcsak 230 km/óra sebességgel száguldanak, de az utas ülőhelyét, ha előre megtelefonálják, akkor a peronon ki lehet keresni azt a helyet, ahol a megfelelő vasúti kocsi azon ablaka, ahol az utas ül, meg fog állni.

Kyotó – a régi főváros vagy nevének megfelelően a fővárosok fővárosa –, egyike a zsúfolt, ősi és modern részekkel egyaránt bővelkedő, sok milliós japán városoknak. Az első meglepetés az, hogy a gyakorlott utazó is csak nehezen tud tájékozódni, mert utcanevek vagy nincsenek, vagy csak japán kaligrafikával ellátott táblákon tüntetik fel őket, amelyek nem könnyítik meg az idegenek dolgát. Régi japán mondás, hogy a barátok tudják, hogy hol lakunk, az idegenek (feltehetően ellenségek), pedig nem baj, ha eltévednek.

A kyotói egyetem intézetei patinás múlttal rendelkeznek. A fizikai intézet alapítója és névadója a Nobel-díjas Hideki Yukawa professzor. Könyvtári ellátottságuk, műszerezettségük kitűnő. Számos, biofizikai, biokémiai, élettani intézet, továbbá a radiológiai klinika és egy belgyógyászati klinika meglátogatása után az a benyomásom alakult ki, hogy a felszerelés mellett, igen aktív, erős munkatempót diktáló főnökök irányítják a kutatást és a mindennapi munkát. A „főnök” szót nem véletlenül használom. Kicsit a számunkra szokatlanul erős szubordinációt szeretném vele érzékeltetni. Nemcsak a japán lakásokban vagy speciális japán vendéglőkben, de az intézetekben sem viselnek cipőt. Papucsok hada várja a belépőt, aki kiválasztja a lábának megfelelő méretű „csoszogót”, ami őszinte meglepetésemre, nem várt porfelhőt kavart, mert a takarítás (mint mondják kevés a munkaerő) nem erényük. Az éghajlat megköveteli a légkondicionálást és a felhőkben közlekedő moszkítókat (alapjában becsületes nagyságú szúnyogok) ellen füstölők égetését. Profán módon arra következtettem, hogy a megszámlálhatatlan buddhista és sintoista templomban is azért alkalmazzák a füstölőket, mert vakarózva nehéz elmélyülni vallásos gondolatokban.

Kyotótól nem messze (kb. 100 km-re) van a tokyói és a kyotói egyetemek közös atomreaktora. A sugárbiológus Yori Ueno elvitt a reaktorcentrumba, ahol viszonylag szabadon közlekedhettünk, bár az óvintézkedések – Japánban különösen érthető módon – igen szigorúak. A két egyetem bármely intézetének kutatói tervezhetnek olyan kísérleteket, amelyek elvégzése csak a reaktorcentrumban lehetséges. A kellemetlen csak az érzékeny anyaggal, pl.

élő sejtekkel történő autózás, mivel a rossz útviszonyok és amerikai mennyiségű autó miatt a 100 km-es utat négy óra alatt tettük meg.

Kyotót főhadiszállásnak használva meglátogattam Oszakában Sakamoto professzort, akinek közismerten sok a magyar kapcsolata (pl. dr. Hidvégi Egon és dr. Horváth István professzorok, hogy csak a fontosabbakat említsem). A jónevű rákkutató, Higashi professzorral közösen, nemcsak a molekuláris biofizikai módszereket is széles körben alkalmazó kutatóintézet irányítója, de egy klinikai részleget is vezet. Sakamoto professzor gavallériájának köszönhettem, hogy résztvehettem egy ott is igen drágának számító gésavacsorán. Tanulságul elmondhatom, hogy a nyers halat is meg lehet enni, csak előtte elegendő mennyiségű szakét (japán rizsbor, ami nem tévesztendő össze a hasonló nevű és igen rossz ízű rizspálinkával) kell inni.

Kyotó valóban Japán közepe, ahonnan könnyű volt ellátogatni Navába. A régi főváros híres buddhista és sintoista emlékei, templomai, kertjei, méltán világhíresek. Az őzparkban több mint ezer őz él szabadon. Roppant barátságosak, mivel a látogatók kedves kötelessége az etetésük. Ezt a rengeteg árus is elősegíti, akik mindenféle, az őzek által állítólag rendkívül kedvelt kekszet árulnak.

Nagoyában, miután meglátogattam a véletlen által nekem sorsolt Yamamoto professzort, hála az ő nagylelkűségének, eljutottam a híres Uchizono professzor által igazgatott és 1978-ban még csak félig felszerelt (még építés alatt álló) biológiai kutatócentrumba. Az intézmény talán a mi SZBK-unkhoz hasonlítható, csak pavilon rendszerű, nagyobb és hasonlíthatatlanul jobban felszerelt. A biofizikus linkább azt figyelte meg, hogy az optikai és rezonancia spektroszkópia módszerei azok, amelyeket a legszélesebb körben alkalmazunk. Egy ilyen rövid beszámoló keretében természetesen nem nyílik arra lehetőség, hogy érdembeli szakmai élményekre is kitérjen az ember, de azt bátran állíthatom, hogy nukleinsav, fehérje, izomélettani és ideglettani kutatások iránt érdeklődők Japánban magasszintű partnerekre találnak.

Látogatásom méltó befejezése volt a tokyói Nemzeti Rákkutató Laboratóriumok megtekintése, ahol Goro Cihara professzor tette lehetővé az érdembeli betekintést módszereikbe. Külön érdekességet jelentett számomra, hogy molekuláris farmakológiai, rákkutatás, de mondhatom általában a hatóanyagkutatás területén mennyire fontos helyet foglalnak el a természetes anyagok, növényi és állati kivonatok. A Japán tanulmányút után annyira feltöltődik az egyszerű európai a szép élményekkel (a Fuji hajlandó volt hősapkát tenni a fejére, amelyet nem csupán láthattam, de sikeresen le is fényképeztem), hogy úgy gondolja, most már kevés meglepetés érheti. Mégis, amikor egy péntek *délután* felszálltam a Narita repülőtérrel és tizórás út után *ugyanaznap délelőtt* megérkeztem Californiába, földrajzi ismeretek és zónaidők előzetes alapos tanulmányozása ellenére rögtön tudtam, hogy nincs annyi élmény, amennyi után ne jöhetne még több.

GREGUSS PÁL
(BME Alkalmazott Biofizikai T.)

Kína, 1978. szeptember és 1979. augusztus

Előzmények

1943-at irtunk, amikor egy napon Szent-Györgyi Albert professzor megkérdezte tőlem, hogy nem lenne-e kedvem egy svéd ismerősét németről magyarra tanítani. Johansson Arne úr lett ugyanis a svéd érdekeltségű szegedi gyufagyár egyik új vezetője, aki szeretett volna magyarul megtanulni, de a kívánsága az volt, hogy aki tanítja, vegyész is legyen. Szent-Györgyi rám gondolt, mivel tudta, hogy a vegyészet mellett a magyar nyelv és irodalom is érdekel s rendszeres hallgatója vagyok Sík Sándor irodalmi szemináriumainak. Elvállaltam. A hetente két-három alkalommal tartott esti nyelvórákat mind gyakrabban külföldi rádióadók hallgatása, különböző témákról való beszélgetés követte. Egyik alkalommal szóba került az akupunktúra, és amikor megemlítettem, hogy engem minden, ami a kínai kultúrával kapcsolatos, már középiskolás korom óta érdekel, megkérdezte, nem lenne-e kedvem több évet Kínában tölteni. A svéd gyufakonzernnek, amelynek ő képviselője, ugyanis több érdekeltsége van Kínában, és ha megszerzem a vegyész oklevelet, hozzá tudna segíteni ahhoz, hogy az egyik kínai üzemükben kezdjem el vegyész pályafutásomat. Egy ilyen lehetőség felcsillanása annyira fellelkesített, hogy pár nap múlva egy volt ferencrendi kínai misszionáriustól szereztem angol-kínai nyelvkönyvből elkezdtem kínaiul tanulni. A háború azonban közbeszólt és Johansson Arne úrral kapcsolatomban megszakadt, de a Kína és az akupunktúra iránti érdeklődésem változatlanul megmaradt. Amikor az 1950-es évek elején véletlenül összeismerkedtem egy Kínában élt magyar orvossal, akinek kínai felesége a budapesti egyetemen lektorként tanított, újból elkezdtem kínaiul tanulni, remélve, hogy mégiscsak eljutok egyszer Kínába. Ennek köszönhettem, hogy 1953-ban, amikor Budapesten rendezték meg a Tudományos Munkások Világszövetségének közgyűlését, a kínai delegációhoz kerültem tolmácsként. A delegáció orvos tagjaitól értesültem először azokról a próbálkozásokról, amelyek a hagyományos kínai gyógymódok tagadhatatlan eredményeit kívánták a modern (nyugati) orvosbiológiai alapokon értelmezni. Sajnos a történelem ismét közbeszólt, és ezekkel a kérdésekkel megint csak legfeljebb hobbyként foglalkozhattam.

Már több éve voltam a New York Medical College alkalmazott biofizika vendégprofesszora, amikor Nixon Kína felé „nyitott”, s ennek hatására a National Institutes of Health (NIH) munkacsoportot hívott életre a fentemlített problémakör tanulmányozására, s meghívást kapam, hogy vegyek részt annak munkájában. Részben az itt végzett tevékenységemnek és publikációimnak köszönhetően, hogy amikor 1978-ban a Kyotóban rendezett 6th International Biophysics Congressre utaztam, a Kínai Tudományos Akadémia meghívott, hogy Japánból hazafelé útban látogassak el Shanghaiba és Beijingbe (Peking), és tekintsek meg néhány kutatóintézetet, ahol engem érdeklő munka folyik. Ezt a rövid látogatást aztán 1979-ben egy hosszabb tanulmányút követte, amely alkalmat nyújtott arra, hogy ne csupán felületes képet kapjak a Kínában folyó lézer, ultrahang és biofizikai vonatkozású kutatásokról, hiszen a

Kínai Tudományos Akadémia 15, a Kínai Orvostudományi Akadémia 5 kutató-intézete mellett több kórház is megtekinthettem. Mivel a második látogatásom során azon intézményeket is újra meglátogattam, amelyekben egy évvel azelőtt jártam, bizonyos benyomást kaphattam a kulturális forradalom utáni fejlődés üteméről is. Természetesen egy ilyen korlátozott terjedelmű beszámolóban, mégha csak a szorosan vett szakmai benyomásokra kívánnék is szorítkozni – ami amúgy sem valószínű meg –, csupán mozaikszerűen és a teljesség igénye nélkül szólhatok az ott tapasztaltakról.

Lézerek és alkalmazásuk Kínában

Hogy elsőként a lézer vonatkozású tapasztalataimról számolok be, annak egyik fő oka, hogy tán sehol a világon – beleértve az Amerikai Egyesült Államokat is – nem foglalkoznak annyit a lézerek orvos-biológiai alkalmazhatóságának kérdésével, mint Kínában, és sehol sem lehet annyi lézerrel találkozni már a klinikai gyakorlatban, mint Kína nagyvárosainak kórházaiban. Ezen irányzat központja kétségtelenül Shanghai, s valószínűleg nem véletlenül, hiszen a kínai lézerkutatás egyik fellegrója a Shanghaitól 50 km-re lévő Katin városában van, a KTA Shanghai Optikai és Finommechanikai Kutatóintézete, valamint Shanghaiban található az elsősorban alkalmazástechnikával foglalkozó Shanghai Lézertechnikai Intézet.

A lézerek orvos-biológiai alkalmazása terén első helyen kétségtelenül a lézersebészet és a lézeres fotokoaguláció áll. Csupán Shanghaiban 30 kórházban van rendszeres használatban a lézerkés, és a Shanghai Orvosi Egyetemen gyakorlatilag minden lézertípus, amelynek orvosi alkalmazása szóba jöhet, megtalálható, s ezek a lézerek szinte kivétel nélkül kínai gyártmányúak.

Lézersebészetben leginkább a CO₂ lézert használják. Az egyik 55 W-os CO₂ lézerük üvegtechnikája és ablakmegoldása többek közt arról árulkodik, hogy olyan fejlett technológiával kell rendelkezniök, amely a lézertípus tömeggyártását lehetővé teszi. A neodymium-YAG lézerre alapozott berendezésük másodpercenként 20–100 200 mikroszekundumos impulzust ad le 20 MW csúcsteljesítménnyel, és a Q-kapcsolás egypercenként 60 000 fordulátú poli-gon prizmaival történi.

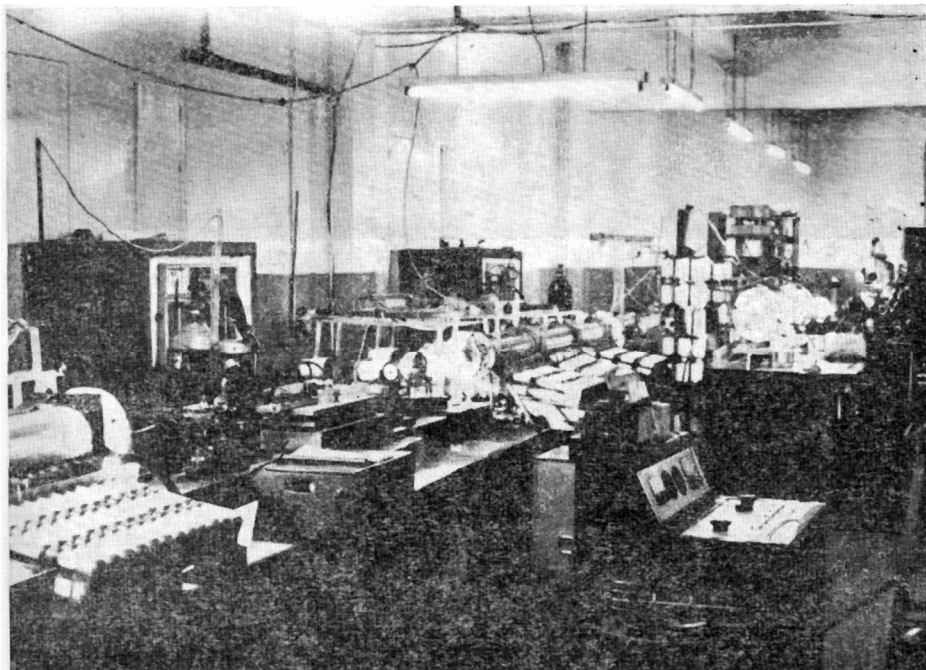
Lézerdiagnosztika céljára HeCd lézert fejlesztettek ki. Ezen diagnosztikai módszer lényege, hogy a nőbeteggel olyan festéket tartalmazó pirulát nyelnek le, amelynek festékanyaga a felszívódás után csak a rákos szövetben kötődik meg, és így a betegtől vett méhszájkenet HeCd lézerrel megvilágítva rákos sejtek jelenléte esetében fluoreszkál.

Részben hasonló célra kívánnak Guanzhouban (Kanton) az ottani Villamosipari Kutatóintézetben nitrogén-lézert kifejleszteni. Amikor a lézert, mely elég primitív kivitelű volt, látogatásomkor működés közben bemutatták, véletlenül megkérdeztem, hogy miért nincsenek kapcsolatban a shanghaiakkal, akik hasonló lézert lényegesen előrehaladottabb formában már kifejlesztettek. Nem tudtak róla, s igen hálásak voltak ezért az információért. Azért említem itt meg ezt az esetet, mert Kínában való tartózkodásom alatt nem egy hasonló esettel találkoztam, és azt hiszem, hogy az ilyen jellegű információhiány az egyik legnagyobb akadálya ma Kínában a korszerű technológiákon alapuló fejlődésnek, többek közt azért is, mivel feleslegesen köt le magasabb képzettségű szakembereket, akikben éppen igen nagy a hiány.

A nitrogén-lézer orvosi alkalmazásával kapcsolatban érdemes még megemlíteni azokat a kutatásokat, amelyeknek a célja, hogy nyaki nyirokcsomók

rosszindulatú daganatainak gyógyítására impulzusüzemű nitrogén-lézert használják. Bár e kísérletek még a kezdet kezdetén tartanak, igen kedvező eredményekről számoltak be a kutatók, de úgy vélem, kellő kritikával kell fogadni, ui. kontrollkísérleteket sohasem végeztek, mondván, hogy ez nem egyeztethető össze a kínai etikával, mivel „mindenkinek a lehető legjobb orvosi kezelést kell megadni”.

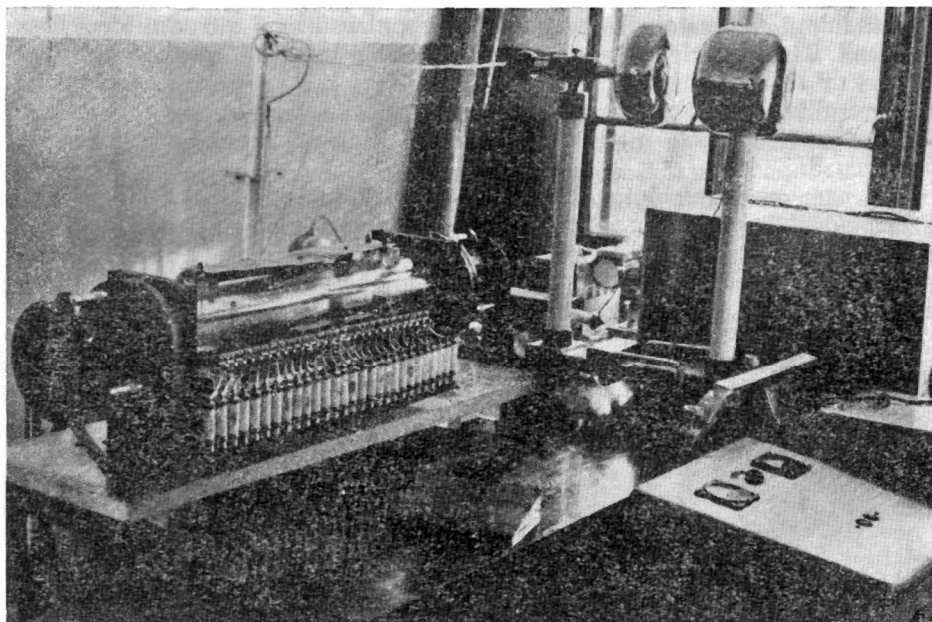
A nem orvosi-biológiai vonatkozású lézerkutatások közül elsőnek tán a *lézerfúzió*val kapcsolatos tevékenységet említeném meg, melynek központja a KTA Shanghai Optikai és Finommechanikai Kutatóintézete, de Beijingben, valamint az Anhu Optikai és Finommechanikai Kutatóintézetben is folynak ilyen vizsgálatok. Az 1. ábrán részletet láthatunk a KTA Shanghai Optikai és



1. ábra: Részlet a KTA Shanghai Optikai és Finommechanikai Kutató Intézet lézerfúziós laboratóriumából.

Finommechanikai Kutatóintézet azon laboratóriumából, ahol a háttérben a hatkarú 10^{12} W teljesítményt szolgáltató lézerrendszer és a target kamra van. Az intézet igazgatója, Gan Fuxi professzor elmondotta, hogy a 0,1 nanoszekundumos impulzusokkal végzett kísérletek eredményei igen jó egyezést mutattak az egydimenziós hidrodinamikai modell alapján számítógépes szimulációval nyert értékekkel.

Lézeres izotópszétválasztással kapcsolatos kutatások ugyancsak több kutatóintézetben folynak. A 2. ábrán egy erre a célra Shanghaiban kifejlesztett 0,2–0,5 joule impulzusú CO_2 lézert láthatunk.



2. ábra: A KTA Shanghai Optikai és Finommechanikai Kutató Intézetében kifejlesztett CO_2 lézer.

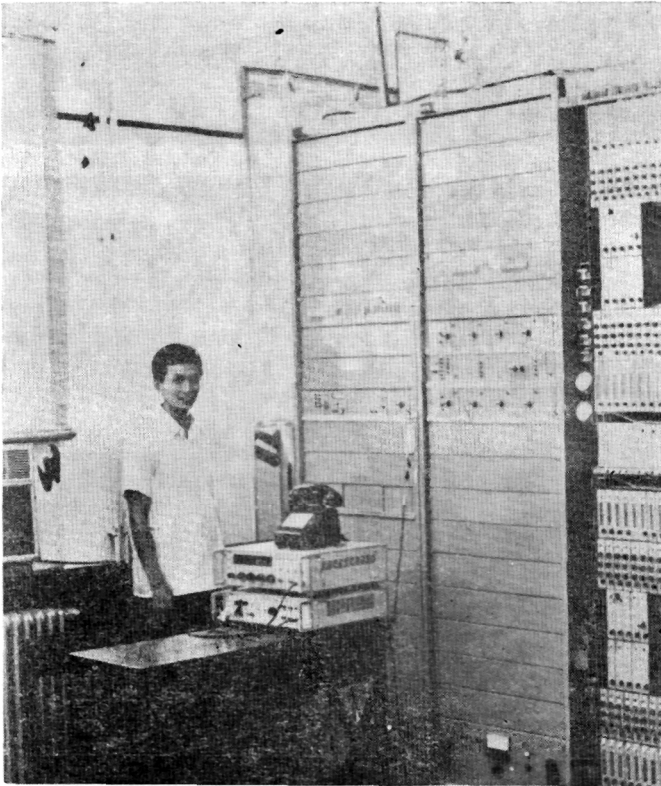


3. ábra: A KTA plazmafizikai Intézetében kidolgozott HCN lézer.

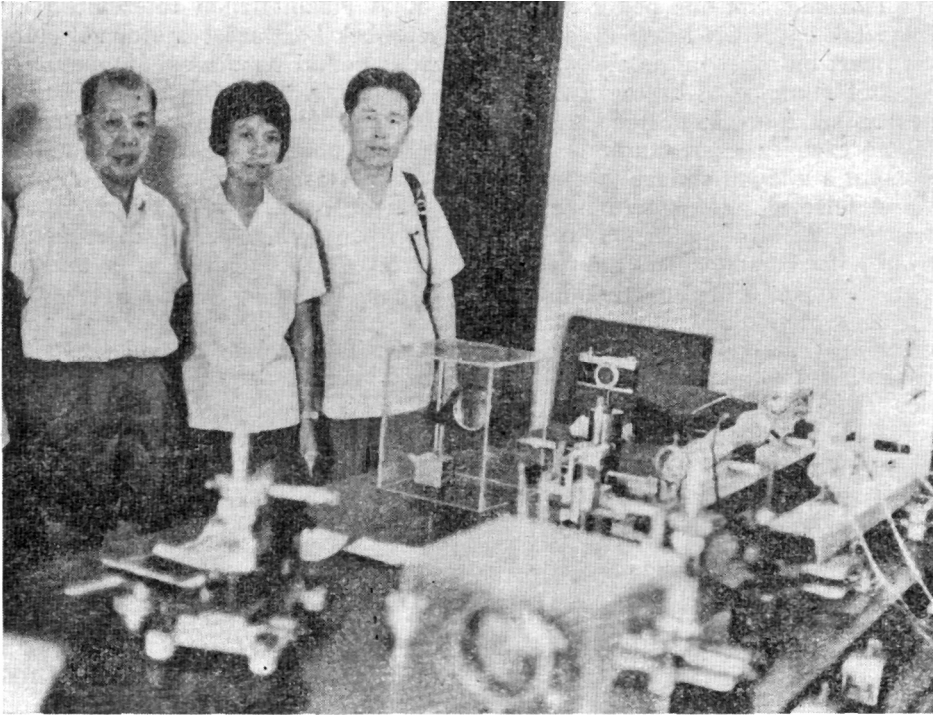
Plazmakutatáshoz pedig Hefeiben, a KTA Plazmafizikai Intézetében kidolgoztak egy HCN lézert (3. ábra), amely többek közt azért is érdemel említést, mert hidrogénátáramoltatással, szétszedés nélkül tisztítható. Ugyanakkor Hefeitől mintegy 20 km-re, a Zu-shan tó partján, a KTA Optikai és Finommechanikai Kutatóintézetében olyan, 20 nanoszekundumos impulzusokat szolgáltató excimer lézert mutattak, amellyel – mint ahogy a kutatók mondták – elsőként a világon sikerrel gerjesztették a 6348 Å-ös vonalat.

A felsorolt példák természetesen nem jelentik azt, hogy más lézervonatkozású kutatással nem találkoztam, de helyhiány miatt nem ismertethetek olyan jellegű kutatásokat, mint pl. a környezetvédelem szempontjából annyira fontos lidarok fejlesztését – melyek közül nem egy már üzemben is van –, a lézerek használatát földrengések előrejelzésére, nem is szólva azokról a kísérletekről, amelyek a fényvezetőszerű telefonhálózat kiépítésével kapcsolatosak. Néhány, holográfiával összefüggő munkáról azonban még okvetlenül meg kell emlékezniem.

Holografikus szűrők kutatásával, amelyek lehetővé teszik a bonyolult kínai írásjelek koherens-optikai úton történő automatikus felismerését, két helyen is találkoztam, elsőnek Shanghaiban, a Fudan Egyetem fizikai tanszéké-



4. ábra: A Shanghai Telefonközpont 519. sz. üzemében lévő, fényvezetőszerű telefonállomás, a rendszer kidolgozójával, Ho Yu-wei mérnökkel.



5. ábra: Részlet a Fudan Egyetem hologramlaboratóriumából. Balról jobbra: Shae Shi-tung professzor, Chen Shan-hua tanársegéd, Fu Zi-liang tolmács.

nek hologram laboratóriumában. Az 5. ábrán látható az egyik kísérleti összeállítás, amely első pillanatra talán túl primitívnek tűnik, hiszen a HeNe lézereken még borítás sincsen. Ezzel a „lézermegoldással” szinte mindenütt találkoztam, ahol kisteljesítményű, 5 mW körüli lézereket használnak. Így Guangzhouban a Villamosipari Kutatóintézet holográfiai laboratóriumában, ahol többek közt hasonló jellegű holografikus szűrők kifejlesztésén is dolgoztak. Kérdésekre, hogy miért nincsenek dobozban a lézerek, a kutatók elmondották, hogy ez így olcsóbb megoldás, és emellett véleményük szerint így könnyebb elkerülni a hőmérséklet-változásokból eredő azon deformációkat, amelyek a lézer instabilitásához vezethetnek.

Természetesen ahol a dobozolásra szükség van, mint pl. az ugyanebben a laboratóriumban kidolgozott, holografikus interferometrián alapuló, gumiabroncvizsgáló holokameránál, akkor – mint ahogyan a 6. ábrán láthatjuk – erre is sor kerül. A JQR típusú berendezést különben az egyik közeli gumiabroncsgyár részére fejlesztették ki. A 7. ábrán egy ezzel a berendezéssel, réteghibás gumiabroncsról készült felvételt láthatunk.

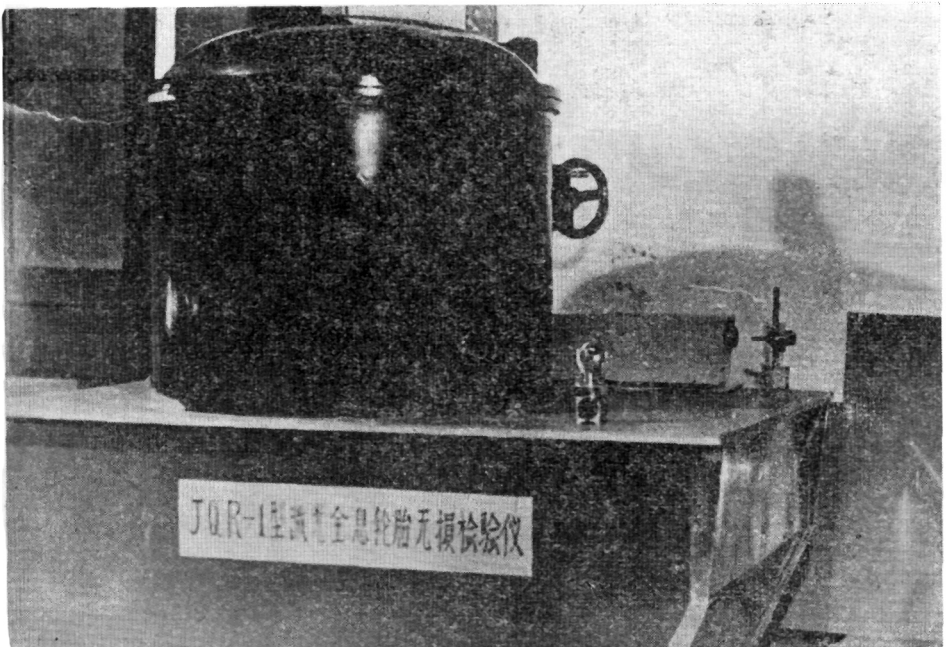
Egy másik – még hozzá hordozható kivitelű és rubinlézeres – holokamerával az Anhui Optikai és Finommechanikai Kutatóintézet hologram laboratóriumában találkoztam. Ez a holokamera már készen állt a sorozatgyártásra, és elsősorban különböző eredetű aeroszolok vizsgálatára szánták.

A kódolt apertúrás holográfia elvét felhasználva a Shanghai Optikai és Finommechanikai Kutatóintézet hologram laboratóriumában viszont olyan kvázi-holografikus interferometriát lehetővé tevő holokamera kidolgozásán fáradoztak, amely majd az intézetben folyó lézerfúziós kísérleteknél a plazma vizsgálatát teszi lehetővé. Az eljárás elvét Lin Li-ren kutató a 8. ábrán látható módon magyarázta el.

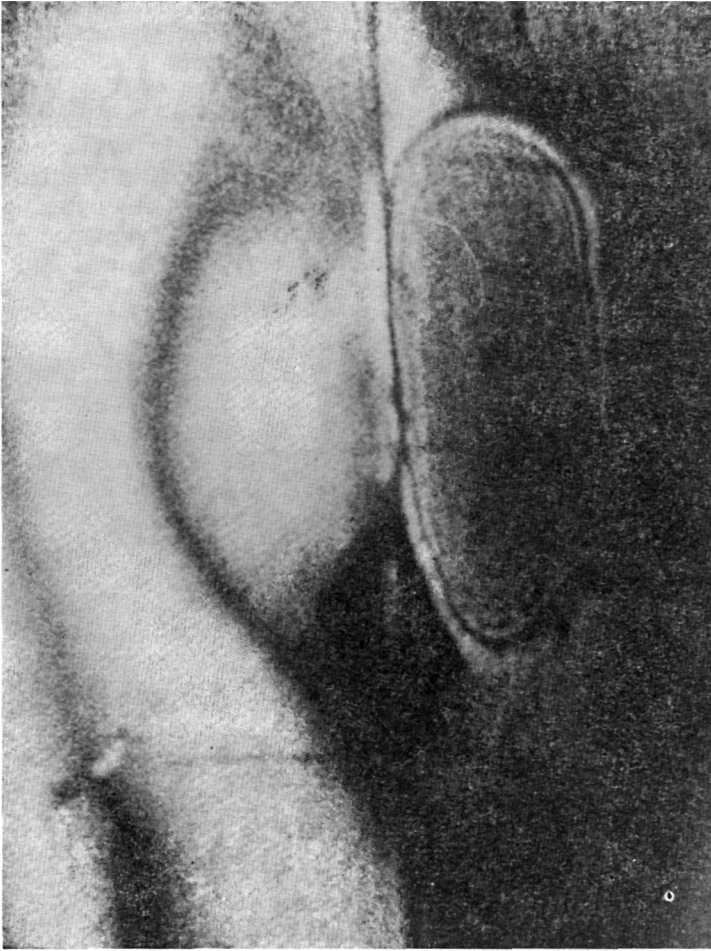
Végül még szeretném megemlíteni, hogy hologramlemezek és filmek iparszerű gyártása is folyik Kínában, de ezek minősége még nem éri el a nyugaton kaphatókét. Ugyanakkor azonban a KTA Fizikai Intézetében Pekingben kidolgozott termoplasztikus anyag minden tekintetben legalább olyan jó, mint a Kalle cég hasonló célra szolgáló terméke.

Témák az ultrahangok és akusztika köréből

Kínában a szív- és érrendszeri megbetegedések elleni küzdelemnek igen régi hagyományai vannak, és ezen a téren folytatott kutatások a múltban is a világ élvonalához tartoztak. Valószínűleg ez az egyik oka annak, hogy náluk most igen nagy súlyt helyeznek az echokardiográfiára, és szinte alig van olyan kórház, ahol ne használnának rutinszerűen kínai gyártmányú echokardiográfot. Sőt, ott-tartózkodásom alkalmával nem egyszer láttam olyan utcai plakátot, amely a CXZ-1 típusú hazai készüléket reklámozza, s így hívja a lakosságot szívszűrővizsgálatra (9. ábra).



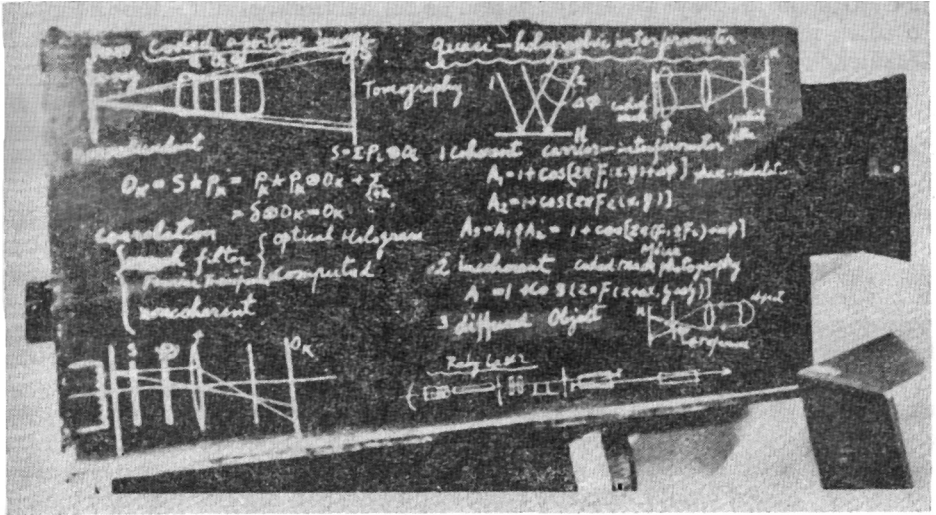
6. ábra: A JQR típusú holokamera gumiabroncsok vizsgálatára.



7. ábra: A JQR típusú holokamerával réteghibás gumiabroncsról készült felvétel.

A Doppler-készülékek mellett az alhasi és nőgyógyászati ultrahang-diagnosztikai készülékek használata is terjedőben van. Túlnyomó többségben itt is kínai gyártmányú készülékeket használnak, de a B-képet szolgáltatók műszaki színvonala – ellentétben az echokardiográfókéval – még nem éri el a világ-színvonalat. Ennek egyik fő oka tán az, hogy Kína ma még nem gyárt tároló-csőves oszcilloszkópokat, nem is beszélve a mikroprocesszorokról. Ezért a nagyobb kórházak japán vagy amerikai tároló oszcilloszkópokat szereznek be, és a kórház elektromérnökei illesztik ezeket a már meglévő kínai gyártmányú készülékekhez vagy – míg sajátjukat ki nem fejlesztették – főleg Japánból importálnak ilyen berendezéseket.

A különböző kórházakat látogatva megfigyelhető volt az az irányzat, hogy a készülékek jobb kihasználása érdekében, rendszerint a radiológiai osztály mellett (de volt ahol a fizioterápiával együtt!), központi ultrahangdiagnosztikai részleget hozzanak létre. A Shanghai Orvosegyetem Shun Shan Kórházá-



8. ábra: Az Anhui Optikai és Finommechanikai Kutató Intézet hologramlaboratóriumában lévő tábla, amely az ott kidolgozott kvázi holográfiás interferométert magyarázza.



9. ábra: A CXZ—1 típusú echokardiográfot reklámozó plakát Shanghai egyik utcasarkán.

nak ultrahang osztályán – amely három és fél helyiségből állt – több Doppler-készülék mellett három echokardiográfot és három B-készüléket láttam. A B-készülékeken egyaránt végeztek nőgyógyászati és alhasi vizsgálatokat, még-hozzá rendszerint ugyanaz az orvos. Ezen orvosok kiképzése – legalábbis Shanghaiban – központilag történik. Tankönyveik szakmailag semmiben sem maradnak el a nyugaton forgalomban lévő hasonló művektől, didaktikai szempontból pedig éppen példamutatónak mondhatók, ami az utóbbiakra nem mindig áll.

A *nem orvosi jellegű ultrahangkutató* igazi központja a KTA Akusztikai Kutatóintézete Pekingben, amely papírforma szerint csupán 1979. január 1. óta létezik, vagyis első kínai utam alkalmával még nem volt meg. Ez a lát-szólagos ellentmondás egyike azoknak, amelyekkel lépten-nyomon találkozhat az ember Kínában, és amelyek – ha nem is mindig, de rendszerint – az 1960-as évek közepétől az 1970-es évek elejéig dúló kulturális forradalomra vezethetők vissza. Így pl. az akusztikai és ultrahangkutató már az ötvenes években elkezdődött Pekingben a KTA Fizikai, majd Elektronikai Kutatóintézetében, és amikor 1964-re annyira fejlődött, hogy az addig osztályszinten dolgozó közösség önálló intézetté válhatott volna, jött a kulturális forradalom, és a pár hónapja működő Akusztikai Intézetet megszüntette, munkatársait Kína különböző helyeire szétszórta, ahol azok tudományos munkával egyáltalán nem foglalkozhattak. Az akusztikai és ultrahangkutató újjászervezése csupán 1976-ban kezdődött meg a KTA Fizikai Intézetének keretében, és hogy 1979-ben önálló intézet alakulhatott, az nagyrészt az intézet jelenlegi két igazgatóhelyettesének, a hazánkban is jól ismert Maa Dah-yon professzornak (1964-ben volt a Magyar Tudományos Akadémia vendége) és Ying Chongfu professzornak, akihez több évtizedes barátság fűz, köszönhető. Látogatásomkor az intézet mintegy 450 munkatársa közül 200 volt az, aki egyetemet végzett, számosan közülük a Szovjetunióban, Angliában és az USA-ban. Az intézet tiz laboratóriumában folyó kutatási munka ismertetése természetesen messze meghaladja e beszámoló kereteit, ezért inkább csak néhány jellemző példát ragadok ki.

Az egyik kutatócsoport pl. beszédvezérlésű robotok kidolgozásán fáradozik. Alkalmam volt az egyik – akkori állapotában 32 szót felismerő – berendezést kipróbálni, amelynek az volt az érdekessége, hogy „megtanulta” a „gazdának” a kiejtését. A készülék számára az alkalommal a feladat annál is nehezebb volt, mert az angol szavak kínai akcentusához „volt szokva”, és így, mikor kipróbáltam, figyelembe kellett vennie a kínaiak és az én akcentusom közti különbséget. Ennek ellenére mintegy háromszori ismétlés, azaz tanulás után 75%-os biztonsággal felismerte az általam kimondott szót, és azt az oszcilloszkóp képernyőjére kiírta.

Egy másik kutatócsoport földrengések és tájfunok előrejelzésének akusztikai módszereit kutatja. Így pl. megállapították, hogy a földrengéseket közismerten megelőző infrahangok vízzel telt mély kutakban jellegzetes spektrumú, a hallható tartományba eső hangokat is gerjesztenek. Alkalmam volt a nem sokkal látogatásom előtt Hoppei tartomány Tongshan körzetében bekövetkezett földrengés előtt 4 órával magnóra felvett hangspektrumot meghallgatni, amelyről a felvételnél már következtettek arra, hogy azon a környéken lehet földrengés, de azt nem sejtették, hogy ez néhány óra múlva be is következik. Jelenleg többek közt ezen az elven is alapuló mérőhálózat kiépítésén dolgoznak.

Az intézetben folyó ultrahang vonatkozású kutatások közül ki szeretném emelni a felületi hullámokkal kapcsolatosakat, ill. ezek optoakusztikai célokra való felhasználására irányulókat. Annak bemutatására, hogy kutatásaikban mennyire igyekeznek a legmodernebb módszereket felhasználni, példaképpen csak azt említeném meg, hogy ultrahangsugárzók kifejlesztésénél (amelyeknek anyagát is maguk állítják elő) és különösen víz alatti ultrahanggerjesztéshez szükséges szendvicstípusú sugárzók vizsgálatához holografikus interferometriás módszereket is felhasználnak.

A víz alatti ultrahangkutatás egy másik fellegvára a Wuhan Fizikai Intézet ultrahang osztálya. Látogatásom alkalmával éppen befejezés előtt állt egy 64×64 elemből álló kétdimenziós array rendszer, miután a 16×16 elemből állóval már 50 m-nél nagyobb távolságról is sikerült víz alatti tárgyakról elfogadható minőségű képeket kapni. A képalkotás holografikus elven történt, vagyis az array által felvett akusztikai tér intenzitás-eloszlásának megfelelő villamos jelekhez elektronikus úton adják hozzá a referencia hátteret. A nyert képek minősége olyan volt, hogy megindulhattak azok a vizsgálatok, amelyek választ adhatnak többek közt olyan kérdésekre, mint hogy milyen hatással van a láthatóvá tett ultrahangkép minősége a tárgy körüli környezet, azaz a képminőség mennyire függ attól, hogy a tárgy pl. iszapos, homokos vagy kavicsos talajon fekszik-e.

Találkoztam továbbá ultrahang-holográfiai kutatásokkal Shanghai-ban is, még hozzá a KTA Sejtbiológiai Kutatóintézetében. A Shae Shi-tung professzor által vezetett optoakusztikai laboratóriumban kidolgozott, folyadéklevitációs módszert alkalmazó, ultrahanghologramokat készítő berendezéssel nyert képeket alkalmam volt hasonló amerikai, NSZK-beli és szovjet berendezéseken készült képekkel összehasonlítani: Shae professzor képei semmiben sem maradtak el, sőt bizonyos tekintetben még felül is múlták a felsoroltakat. Különben amikor Shae professzor és munkatársai látogatásomat követően, 1979 őszén a Visegrádon tartott UBIOMED IV. a berendezésükkel készült filmet bemutatták, olyan sikerük volt, hogy közkívánatra újra le kellett vetíteni. Amit azonban még ennél is lényegesebbnek tartok, az az, hogy Shae professzorék felismerték: az ultrahangholográfia nem való orvosi diagnosztikai célokra, és éppen ezért mindazt, amit addig csináltak, csupán előtanumányának tekintik egy, a sejt- és rákkutatás számára kidolgozandó ultrahangmikroszkóp kifejlesztéséhez.

Biofizika-biológia

Pekingben a KTA 1958-ban létesített Biofizikai Intézete – amelynek igazgatója Pei Shih-chang professzor, akinek irányítása mellett 1961-ben a világon elsőnek szintetizáltak inzulint – kilenc osztályból áll. Ezek közül a legtöbbit csupán futólag tekintettem meg, és csak ott, ahol engemet közelebbről érdeklő témával foglalkoztak, tartózkodtam hosszabban. Így pl. sem a radiológiával, sem pedig a molekuláris biológiával kapcsolatos munkákról nem tudok beszámolni, érdeklődésemet elsősorban a „Fiziológiai receptorok biofizikája” elnevezésű osztályon folyó munkák ragadták meg.

Elsőként talán a *mechanikai receptorokkal* kapcsolatos kutatásokat említeném meg. Megállapították többek közt, hogy a csontokat felépítő sejtek közt vannak olyanok, amelyek a mechanikai rezgésekre *irányérzékenyek*, többé-kevésbé hasonlóan, mint ahogy a retinában is vannak irányérzékeny sejtek. Azt hiszem, nem kell külön hangsúlyozni, hogy milyen jelentősége van ezen felismerésnek pl. az űrbiológia szempontjából.

A galambok csüdjén található sörték némelyikéről is kiderült, hogy mikrorezgésekre érzékenyek, és valószínűleg ezek a felelősek a galamboknak ugyancsak a labor által 8 éven keresztül megfigyelt azon képességéért, hogy a földrengéseket előre megérzik és a magatartásukban bekövetkező változással nagy biztonsággal előrejelzik annak közeledtét.

Szisztematikus vizsgálatokat láttam továbbá elektromos halak receptorai-val kapcsolatban, mivel ezek egyes fajtái ugyancsak alkalmasnak tűnnek földrengések előrejelzésére.

Egy másik kutatócsoport a *látásfolyamatok*, elsősorban a mélységi információk feldolgozási mechanizmusának modellezésével foglalkozik. Igen jó érzés töltött el, amikor megtudtam, hogy az én általam az 1960-as évek közepén felvetett biohologram elvet használják, ill. fejlesztik tovább.

Ugyanezen az osztályon alakult meg nem sokkal látogatásom előtt egy új kutatócsoport, amely a KTA Akusztikai Intézetével, valamint a KTA wuhani Hidrobiológiai Intézetével együttműködve a Jangce folyóban élő édesvízi fehér delfinek echolokációkor használt receptorait kívánja tanulmányozni. Az utóbbi intézetet is alkalmam volt meglátogatni, és ami itt különösen lenyűgözően hatott rám, az a hatalmas halmúzeum volt, ahol Kína vizeiben élő 800 halfajta közül 750-et lehet látni, de jelentős a Kínával szomszédos országok haljaiból álló gyűjtemény is.

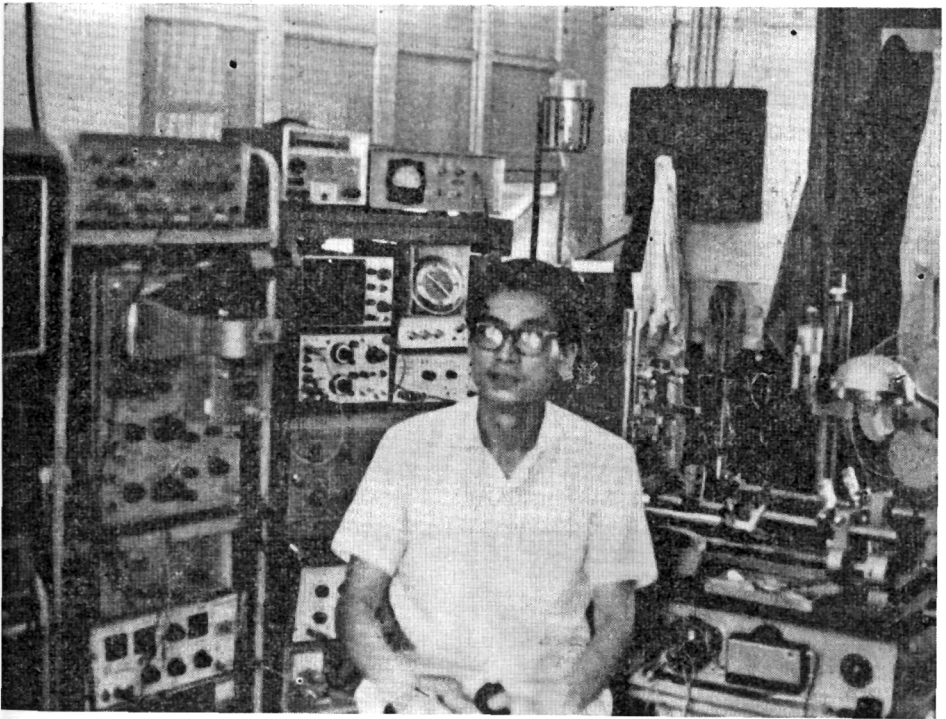
A KTA Genetikai Intézetében megérkezésemkor az intézet igazgatóhelyettese, Shao Qi-guan azzal fogadott, hogy az intézet „éppen az újjászervezés állapotában van”. Valóban, mindenütt a 40-es és 50-es évek légkörére emlékeztető helyiségekben kicsomagolásra váró műszerek voltak láthatók, és nyilvánvaló volt, hogy a kutatómunka is épp hogy csak folyik. Egy munkacsoport azonban, amely protoplaszt-kutatásokkal foglalkozik, igen aktívnak tűnt. Számomra ez a munka azért is volt érdekes, mert Li Shiang-hui, aki 1979 nyarán, közvetlenül Kínába való elutazásom előtt látogatta meg az Alkalmazott Biofizikai Laboratóriumot abból az alkalomból, hogy részt vett a szegedi protoplaszt nemzetközi konferencián, és munkatársa, Yen Chiu-sheng, a lézersugarak protoplasztra való hatását tanulmányozta. Árpa (*Hordeum vulgare* L.) mezofil protoplasztját másodpercenként kétszer sugározták be 10 percen keresztül 0,5 joule nitrogénlézer-impulzussal. Besugárzás után 17–20 °C hőmérsékleten elültették, és a 4–6 napos növényke leveleiből izolált protoplasztot a szokásos vizsgálatoknak vetették alá. Azt tapasztalták, hogy míg a lézerrel nem kezeltéknél 6 nap után a harmadik sejtosztódás csak 0,01–0,05%-ban következett be, addig, a besugárzottaknál 0,1–1%-ban. Ezeknek az eredményeknek – mondták – hibridizációs nemesítésnél lehet majd jelentőségük.

Mezőgazdasági növények lézeres besugárzásával kísérleteztek az Anhui Optikai és Finommechanikai Kutató Intézet egyes kutatói is. Csírázó eper-, rizs-, búza- és babmagot sugároztak be 10,6 és 1,6 μm hullámhosszon néhány másodpercig. Állításuk szerint a terméshozam a kontrollhoz képest 10%-kal megnőtt, függetlenül attól, hogy a besugárzást megismételték-e vagy sem. A kapott eredményen felbúzdulva egy közeli mezőgazdasági kutató intézettel közösen terveznek nagyobb szabású kísérleteket.

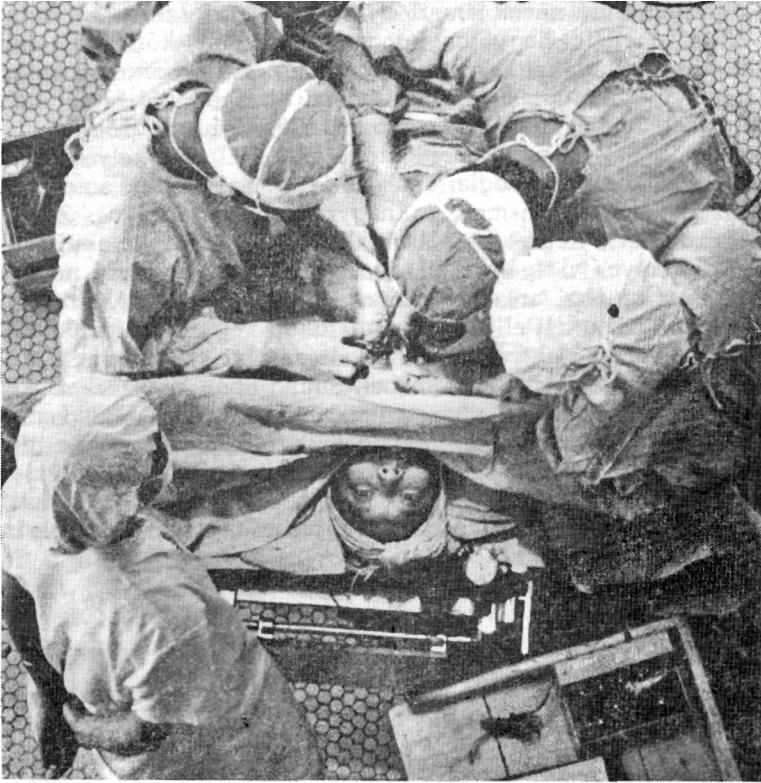
Hagyományos kínai gyógymódok

A hagyományos kínai gyógymódok két nagy csoportba oszthatók. Az egyik a természeti anyagok gyógyszerként való alkalmazása anélkül, hogy a tulajdonképpeni hatóanyagot különleges vegyi eljárással kivonnák belőlük,

a másik pedig az akupunktúra néven ismert eljárás. Abban a szerencsés helyzetben voltam, hogy amellet, hogy meglátogathattam több kórházat, ahol szinte csak ezeket a gyógymódokat használják, bepillantást nyerhettem azokba a kutatásokba is, amelyek a több ezer éves múltra visszatekintő, európaiak számára sokszor érthetetlennek tűnő gyógymódok korszerű eszközökkel történő tanulmányozását tűzték ki célul. Ezen utóbbiak közül első helyen talán a KTA Shanghaiban működő Fiziológiai Intézetét említeném meg, amelynek igazgatója a nemzetközileg is elismert és nagyrabecsült fiziológus, Zhang Xiang-tong professzor. Ezen intézet kutatásainak központjában az akupunktúrás anesztézia tudományos vizsgálata áll, és hogy milyen korszerű műszerezettséggel folyik ez a munka, arra szolgáljon például a 10. ábra, amelyen Wu Chieng-ping éppen azt meséli el, hogy az állatokon végzett akupunktúrás fájdalomcsillapításkor milyen elektrofiziológiai változásokat tapasztaltak. Módomban volt Shangai I. sz. Orvosi Egyetemének Shung Shan kórházában egy elektroakupunktúrás érzéstelenítéssel végzett pajzsmirigyműtéten részt venni. Meggyőződhettem arról, hogy a fiatal nő, akin a műtétet végezték, sem a műtét előtt, sem műtét közben semmiféle fájdalomcsillapítót nem kapott, és az egész műtét ideje alatt öntudatánál volt, sőt – mint ahogy a 11. ábrán látható – a neki feltett kérdésekre a szeme kinyitásával vagy becsukásával válaszolt is.



10. ábra: A KTA shangai Fiziológiai Kutató Intézetében Wu Chieng-ping az akupunktúrás anesztézia lehetséges hatásmechanizmusát értelmezi.



11. ábra: Elektroakupunktúrással érzéstelenítéssel végzett strumaműtét a Shanghai I. sz. Orvosegyetem Shung Shan kórházában.

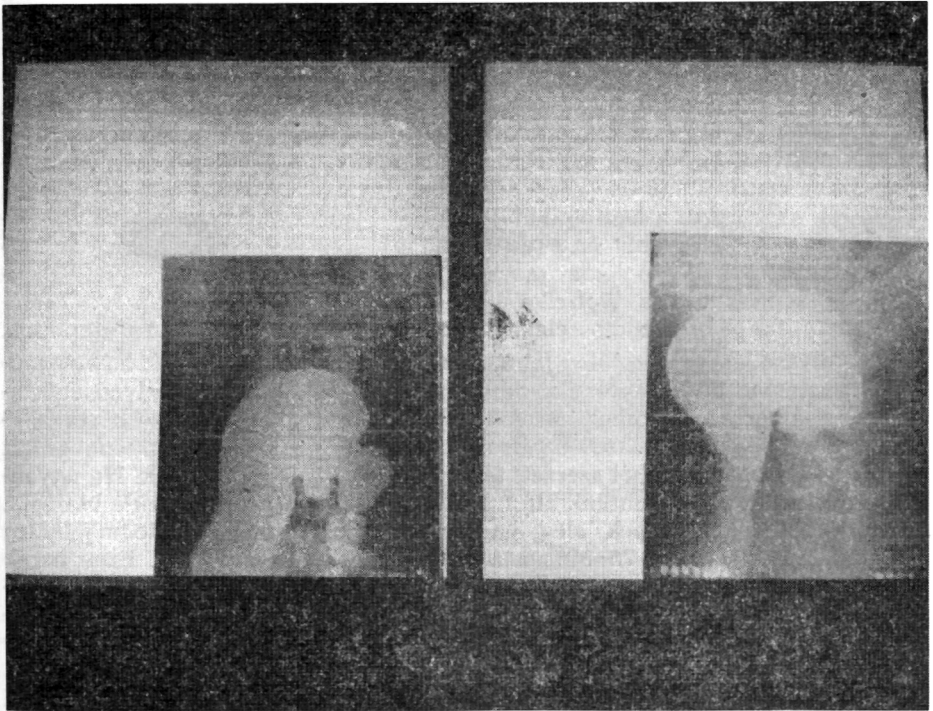
A Kínai Hagyományos Gyógyászati Tudományos Akadémiájának pekingi Akupunktúrát Kutató Intézetében elmondották, hogy az akupunktúrással érzéstelenítés elsősorban nyaki, agyi és felső mellkasi műtéteknél hatékony, de alhasi műtéteknél, elsősorban nem kívánatos izomösszehúzódások miatt, problémák léphetnek fel, ugyanakkor gyakorlatilag teljesen hatástalan a végtagműtéteknél. E téren talán új lehetőségek nyílnak majd meg, ha tényleg bebizonyosodik az a megfigyelés, hogy egyes vegyületek, amelyek önmagukban véve nem rendelkeznek fájdalomcsillapító hatással, mint pl. a phentaniol, akupunktúrával kombinálva anesztéziás hatást fejtenek ki anélkül, hogy a fájdalomcsillapító ismert mellékhatásai fellépnének, és ugyanakkor a beteg sem veszti el öntudatát.

Azok a kínai orvosok, akik nyugati rendszerű orvosegyetemeket is végeztek, és az akupunktúrával nemcsak mint anesztéziológiai módszerrel foglalkoznak, hanem terápiásan is használják, az ingerterápia egyik módszerének tekintik, hangsúlyozva azonban, hogy a hatásmechanizmust még messze nem ismerik. Azt már kétségtelenül kimutatták, hogy a tűszúrások hatására a szervezetben biokémiai változások lépnek fel, de arra még nincsen válasz, és főleg hiányzanak még azok a láncszemek, amelyek e megfigyelt biokémiai válto-

zásokat a tűszúrás végső eredményeivel összekötik. A pekingi Akupunktúrát Kutató Intézetben alkalmam volt egy gyomorsüllyedésben szenvedő betegnél röntgennel követni, hogy a tűszúrások hatására hogyan húzódik vissza a gyomor majdnem eredeti állapotába. A 12. ábrán a tűszúrás előtti (bal) és a tűszúrás utáni (jobb) állapotot láthatjuk. Az orvosok elmondták, hogy ez a helyzet az első kezelés után napokig megmarad, és csak fokozatosan süllyed vissza, de eredeti mélységét nem éri el, és a beteg panaszai lényegesen csökkennek. A kezelést hetente két alkalommal megismétlik több hónapon keresztül, míg a beteg teljesen panaszmentessé nem válik. Ezt követően évente egyszer kontroll vizsgálatra kell jönnie, és ha szükséges, a kezelést újból megkapja. A tűszúrás ilyen ingerterápiás hatását – mint mondták – arra is fel lehet használni, hogy a szülés előtt nem megfelelően fekvő magzatot a helyes helyzetbe hozzák, de ilyet én személyesen nem láttam.

Találkozásom a kínai tudományos étellel

A Kínában töltött idő alatt a tudományos élet legkülönbözőbb szintű képviselőivel volt alkalmam találkozni, és szót váltani, részben az intézetlátogatásokkor, de tán még inkább azokon a szemináriumokon és előadások után, amelyeket (mintegy 25-öt) a meglátogatott városokban, Pekingben, Shanghai-ban, Hefeiben, Wuhanban és Kantonban, a meghívók felkérésére tartottam.



12. ábra: Gyomorsüllyedésben szenvedő beteg röntgenképe akupunktúra kezelés előtt (bal) és után (jobb).

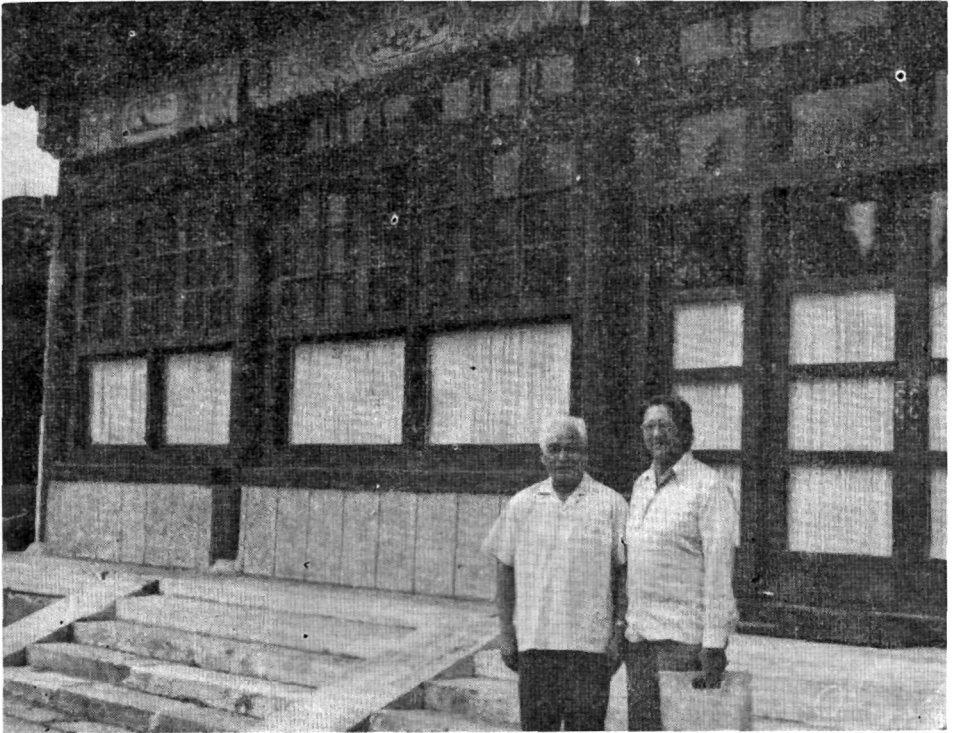
Ha az itt szerzett benyomásaimról akár csak felületesen is be kívánnék számolni, akkor legalább annyit kellene még írnom, mint amennyit eddig papírra vetettem. Éppen ezért inkább csak egy különösen érdekes találkozásról, és néhány, a beszélgetések során felmerült gondolatról számolnék be.

Elsőként talán Fu Zi-liang-ot említeném meg, aki mindkét alkalommal ciceroném és tolmácsom volt. Elsősorban neki köszönhetem, hogy a kínai mindennapi életbe is bepillantást nyerhettem. Fu a KTA Központi Könyvtárának munkatársa, aki az 1950-es évek közepén a budapesti Eötvös Loránd Tudományegyetemen, könyvtárszakon végzett, majd számos magyar művet fordított kínaira. Ezért aztán a kulturális forradalom idején vidékre száműzték, és 2 éven át folyamatszabályozásnál kubikolt. Csak 1976. végén került ismét vissza a KTA Központi Könyvtárába. Elbeszéléseiből kirajzolódott az a mérhetetlen pusztítás, amit a kulturális forradalom elsősorban éppen a tudomány és kultúra területén tett, aminek következménye, hogy ma Kínában a tudományos életből gyakorlatilag hiányzik egy nemzedék. Ma még nem tudható, hogy az olyan próbálkozások, mint aminek egyik vezető egyénisége Yan Yeng-chong, a világhírű rádiókémikus, sikerre fognak-e vezetni.

Yang Yeng-chong professzor Kína egyetlen olyan egyetemének, a Hefei-ben működő Kínai Tudományos és Műszaki Egyetemnek a rektorhelyettese, amely kizárólag a KTA fennhatósága alá tartozik, és egyedüli feladata a tudományos kutató utánpótlás nevelése. Bár az egyetemet Csu En-laj még 1958-ban alapította, a kulturális forradalom teljesen felszámolta, és csak 1976-ban szerveződött újjá. Ottilétemkor hallgatóinak létszáma csupán 2100 volt, és a hallgatók átlagéletkora tanulmányaik megkezdésekor mindössze 17,1 év!!! A beszélgetések során elmondták, hogy az egyetemen egy különleges bizottság működik, amelynek szinte egyetlen feladata, hogy Kína egész területéről összegyűjtse az átlagon felüli tehetségeket. A válogatás az országos matematikai és fizikai versenyek eredményei alapján történik, valamint figyelembe veszik a kínai nyelvből és idegen nyelvekből tartományi versenyeken kiválóan szereplő fiatalokat is. 1978-ban pl. 67 ilyen, a „zsenialitás határát súroló” fiatal vettek fel, akik közül a legfiatalabb alig múlt 11 éves, a legidősebb pedig csupán 16 éves volt. További érdekessége ennek az egyetemnek, hogy bár műszaki egyetem, önálló biológiai tanszékkel rendelkezik, amely öt részre tagozódik: általános biológia, biofizika, biokémia, molekuláris biológia és a biológiai kutatásoknál használatos elektronikus műszerekkel foglalkozó csoportra.

Az olvasóban valószínűleg felmerül a gondolat, hogy mire jó, ha egy műszaki egyetemen önálló biológiai tanszék is van, még hozzá egy olyan egyetemen, ahol az ország legtehetségesebb fiataljait gyűjtik össze. Az e körül folytatott ottani beszélgetésekből aztán az alábbi kép alakult ki bennem, és ezt másutt tett látogatásaimból szerzett tapasztalatok is megerősítették. Ha ugyanis egy pillanatra el is tekintünk attól, hogy az elkövetkező évtizedek a biológia, a bionika évtizedei lesznek, elég, ha arra gondolunk, hogy Kínában jelenleg a munkaképes lakosság 75–80%-a a mezőgazdaságban dolgozik. Ezen hatalmas tömeg 40 év alatti korosztályainak 95%-a – a kulturális forradalom ellenére – írástudó, ami a kínai írást ismerve, nem kis dolog. Sikerüljön az említett 80%-ot csupán 60%-ra lecsökkenteni, ami pár év alatt aránylag szerény eszközökkel és befektetésekkel reálisan elérhetőnek tekinthető, akkor a kb. 700 milliós agrár tömegből 140 millió írni-olvasni tudó szabadul fel az ipari termelés számára, s e tömegek irányítására már olyan vezetőkre van szükség, akikben a technikai és biológiai gondolkodásmód harmóniában van.

Valószínűleg az akupunktúrával kapcsolatos előadásaimnak köszönhetően, hogy amikor második kínai utam utolsó napjaiban Pekingben tartózkodtam, meghívást kaptam Kína egészségügyi miniszterétől, dr. Chien Sin-chungtól, akivel aztán az Egészségügyi Minisztérium fogadóépületében (13. ábra) hosszabban elbeszélgettünk az akupunktúra szerepéről a kínai orvoslásban, valamint az akupunktúra körül folyó pro és kontra vitákról. Dr. Chien Sin-chung ugyanis mielőtt miniszter lett volna, e téren mind gyakorlati, mind tudományos munkásságot fejtett ki. Ebből a beszélgetésből csupán egy momentumot szeretnék kiemelni: éppen ő hívta fel a figyelmemet arra, hogy nem minden kínai közlés, ami akupunktúrára vonatkozik, állja ki mindig a tudományos vizsgáldás próbáját, különösen azok közül sok nem, amelyek a kulturális forradalom idejéből származnak.



13. ábra: Dr. Chien Sin-chung egészségügyi miniszterrel a kínai Egészségügyi Minisztérium fogadóépületének bejáratánál, Pekingben.

Bethesda (USA) 1978/1979.

(Mesterségem címére?) A Debreceni Biofizikai Intézet pályakezdő munkatársa vagyok, egyéves tanulmányúton voltam 1978–79-ben az USA-ban, Bethesdában, Laki Kálmán professzor NIH-beli laboratóriumában. „Mecénásom” a Szent-Györgyi professzor rákbiológiai kutatásait és a vele kooperáló munkacsoportokat támogató National Foundation for Cancer volt.

A NITH (National Institute of Health) 12 000 embert, ezen belül 3000 diplomást foglalkoztató állami fenntartású alá tartozó intézmény, kb. ötven 5–10 emeletes épülettel, korlátlan anyagi lehetőségekkel. Állandó labor-, ill. szekciófőnöki stáb vezetésével a világ minden tájáról származó kutatók dolgoznak a Current Contents tartalomjegyzékén, néhány éves turnover-rel.

A Szent-Györgyi professzor által kezdeményezett kutatási irány jellemző vonása, hogy a tumoros transformáció által megváltoztatott sejtstruktúrát és működést általános, fehérjék közötti kölcsönhatások megváltozásával magyarázza, szubmolekuláris megközelítésben. A fehérjék kölcsönhatását (magasabb rendű szerkezetek, ill. funkciók létrehozása során) ezen elmélet a fehérjék (és újabban egyéb makromolekulák) elektromos (félvezetőszerű) tulajdonságaira vezeti vissza, melyet metilglyoxal-szerű kismolekulákkal történő kapcsolódásuk által nyernek. Az én, Laki professzor által kijelölt tudományos programom a metilglyoxal és egy fehérje-modell, a polylysin kölcsönhatásának ESR (elektron spin rezonancia) vizsgálata volt. Kísérleteim fő konklúziója az volt, hogy a reakció során ESR-jelet adó metilglyoxal polymer képződik, melynek a polylysinnel való kölcsönhatása során valóban olyan ESR-spektrumváltozás volt észlelhető, mely a posztulált change-transfer komplex létrejöttével magyarázható.

Szűkebb területemen végzett munkán túl, módomban állt részt venni a NIH-ben szervezett postgradualis tanfolyamokon, így a „vírusok molekuláris genetikája”, „nukleinsav-kutatással kapcsolatos metodikák”, „tumor chemoterápia”, „interferon” és a „fehérjék fluorescens jelölése” c. kurzusokon. Arra is lehetőségem nyílt, hogy némi laboratóriumi jártasságot szerezzek a virológiai, szövettanyésztési alaptermékű vonatkozásában, egy interferon-kezelés során keletkező VSV ts mutánson folytatott „gyakorlatozás” által.

Nagyszerű előadásokat hallottam: Khorana-ét az első teljes, funkcióképes gén kémiai szintéziséről, Beatrice Mintz-ét, a terato carcinoma sejt embrionális implantációjával kapcsolatos kísérleteikről, és rengeteg előadást az SV 40, és az akkoriban felfedezett RNS splicing témaköréből. Eljutottam egy tumor virológiai kongresszusra is, Cold Spring Harborba.

Több volt, mint állandó, közvetlen „élményforrás” a Laki professzorral folytatott tanulságos, és megtisztelő szakmai és emberi kontaktus. Háza a Carderock drive-on van, és a Simonyi útra néz, mindig...

Az amerikai társadalomról szerzett impresszióim tulajdonképpen közismert sablonokat erősített meg, talán kissé árnyaltabban. Az emberek közti kapcsolatokat az elidegenedés nem elsősorban jellemzi, benyomásom szerint; inkább a függetlenség + magára utaltság. Az átlagos, felületes munkahelyi kapcsolatok szintjén kizárólagos téma a pénz és az árudömping aktuális célképzetei. Az emberek közérzetét szignifikánsan meghatározza az a körülmény,

hogy mindennapi életük megszervezésében gördülékeny, előzékeny hivatali/ szolgáltató apparátus segít. Pénzzel nemcsak minden elérhető, de könnyen is. Gyakran tapasztaltam USA–Európa hasonlítást érintő beszélgetések során magabiztos felületességet, empátia-nélküli világszemléletet. A tudományos élet postdoc, sőt Ph. D. szintű derékhada számára az általában néhány éves szerződések lejártáig tart a stabilitás, az utazgatás így valójában a kutató életformájának „kötelezően választható” része. Mindez keményebb munkára sarkall, sokkal szélesebb és maibb tudományos tájékozottsággal, és existenciális bizonytalanság-érzéssel jár együtt.

Ezek a benyomások természetesen az egyetlen mérési pontból való extrapoláció szintjén érvényesek, ezért a „kísérlet” ismétlése kívánatos . . .

SZALAY LÁSZLÓ

(JATE Biofizikai Intézet)

India, 1978. november—december.

1978 novemberében és decemberében 3 hetes indiai tanulmányúton vettem részt, amelynek során meglátogattam Bangeloreban a Raman Intézetet. Delhi-ben a Jawaharlal Nehru Egyetemet és részt vettem a Madurai Egyetem Biológiai Fakultása által rendezett szimpóziumon, amely a napenergia biológiai alkalmazásaival foglalkozott. A szimpozionon a fotoszintézis II. fotokémiai rendszerével kapcsolatban előadást is tartottam. A mintegy 250 résztvevő közül 30–40 volt külföldi. A szimpozion programjának főbb szakaszai a fotoszintézis produktivitásával, a nitrogén-anyagcserével, a biomasszával és a biológiai fűtőanyagokkal foglalkoztak. Kisebb teret kaptak az extrém környezeti hatásokkal foglalkozó tanulmányok és a modell-rendszerek.

A bangalorei Raman Intézetben találkoztam Lady Ramannal, aki örömmel elevenítette fel magyarországi tartózkodásunknak számos emlékét. Delhi-ben Singhal professzorral találkoztam, akivel korábban az USA-ban és Szegeden is több közös publikációt készítettünk.

Maduraiban nagy benyomást tett a résztvevőkre az egyetem szép, új campusa, amely a rendezvénynek adott otthont. A vendégek számára emlékezetes marad a tamil földi mindennapi élet, az Egyenlítő körüli különleges éghajlat számos vonása.

LENGYEL MÁRIA

(Országos Kardiológiai Intézet)

Mayo Klinika (USA), 1979. január—június

A Magyarország–Egyesült Államok közti államközi szerződés keretében vehettem részt ezen a tanulmányúton. Céloom a kétdimenziós echocardiographia gyakorlati technikájának és értékelésének elsajátítása volt. A felnőtt kardiológiában ennek az új módszernek a legnagyobb jelentősége a coronaria betegség pontosabb diagnosztikájában van, de ezzel még akkoriban igen keveset foglalkoztak, így a technikai tanulóssal párhuzamosan kutatómunkát is kezdtem.

Közvetlen témám a kétdimenziós echocardiographia lehetőségeinek tanulmányozása volt a falai mozgászavarok felismerésében és a coronaria betegség szövődményeinek diagnózisában (bal kamrai aneurysma, falitrombus, heg).

Kutatóhelyemet az IREX jelölte ki a Mayo Klinika cardiovascularis osztályának echocardiographiai részlegén, témavezetőm dr. Abdul Tajik egyetemi docens volt.

A Mayo Klinika az USA legnagyobb, ún. non-profit magánintézménye, a Minnesota állambeli Rochester kisközségben. A hatvanezer lélekszámú lakosság nagy része az 1800 ágyas gyógyintézményt szolgálja ki közvetlenül, vagy közvetve a számtalan kis motel fenntartásával, ahol az ambulans betegek tömegei várják ki a kivizsgálás folyamatát. Az *echocardiographiai részleg* 2 főrészből állt. Nagobbik része a rendelőintézethez tartozott, kisebbik része a kórház területén helyezkedett el. A rendelőintézeti részleg egy egész szintet foglal el az ún. Plummer-épületben. Összetétele: 4 vizsgáló, melyek egy központi kiértékelő szobából nyílnak, mindegyikhez külön betegöltöző tartozik, leletező, hatalmas dokumentációs helyiség, főorvosi szoba, szakorvos-jelöltek és kutatók szobái, konferenciaterem, büfé, személyzeti öltöző, higiénés helyiségek. A 4 vizsgálóban 1–1 készülék helyezkedik el: 3 M-mód készülék (SKI) és egy kétdimenziós készülék (Varian). Az M-mód vizsgálatokat jól képzett asszisztensek, a kétdimenziós (2D) vizsgálatokat a forgórendszerben ide beszállított kardiológus főorvosok végzik. A leletezés is a főorvosok dolga. A szakorvosjelölteket az asszisztensnők tanítják az M-módra, és a főorvosok a 2D-re. A leletezésben is részt vesznek. Készülékenként és óránként 1 vizsgálatot vállalnak. Az állandó személyzet: 3 orvos, 5 asszisztensnő, 1 adminisztrátor. Helymegtakarítás céljából az echo-regisztrátumokat mikrofilmre veszik fel, erre külön személyzet van. A kórház területén 2 echo-labor volt: a fekvőbetegek vizsgálatára egy M-mód készülék (Irex), mely könnyen a betegágy mellé is tolható, és a szívkatéteres laborban a 2D készülék (Varian), mellyel napközben a katéterezés során, főleg kontrasztechos vizsgálatok történnek, délután pedig a fekvőbetegek 2D vizsgálatai.

A munkát 3 orvos – egyéb elfoglaltságai mellett – és 1 asszisztensnő végzi. (Azóta egy második Varian készüléket is kaptak, mely a beépített computer segítségével lehetővé teszi a pontos méréseket élőben [vizsgálat közben] és visszajátszáskor egyaránt. Ezt a készüléket az intenzív osztályra tették.)

Tanulmányutam során módom volt részt venni az Amerikai Kardiológus Társaság évi kongresszusán 1979. márciusban Miami-ban. Itt megismerkedhettem az echocardiographia összes hírességével: Feigenbaum, Kisslo, Popp, Schiller, Roberta Williams, Gramiak, Nanda és munkatársai voltak a résztvevők között. Tanulmányutam befejező részében meglátogattam néhány híres echocardiographiás központot:

1. *University of California in San Francisco Kórház* echolaboratóriumának vezetői dr. Nelson Schiller (felnőtt-labor) és dr. Norman Silverman (gyermeklabor). A 3 vizsgálóban 3 db kétdimenziós készülék – Ekoline-21, Toshiba, Varian. A Toshiba különlegesen éles, szép képeket alkot, viszonylag kicsiny, a vizsgálófej könnyen kezelhető, a látott készülékek közül rám a legjobb benyomást keltette. A Varian-on light pen-nel szívolumen és tömegméréseket végeztek, főleg tudományos célból. Ezenkívül 2 M-mód készüléket használnak, a közkedvelt, olcsó, kicsiny Irexet és az általuk is dicsért Picker-t.

2. *Stanford Medical Center*, echolabor. Vezetője dr. Richard Popp. Itt is 3 kétdimenziós gépet láttam: Varian, Toshiba, Ekoline. Előnyös helyzetük abból is adódik, hogy szomszédjukban van a híres műszaki központ, Palo Alto, ahol az új ultrahang-készülékeket tervezik és fejlesztik ki. Ezért kipróbálásra is kapnak készülékeket, és különböző tulajdonságú transducereket. Kutatási elképzeléseik közül a legérdekesebb az ultrahangos szövetstructura-elemzés és a microbuborékok bejuttatásával végezhető áramlás-, sőt nyomásmérés volt.
Stanfordi látogatásom alatt éppen Peter Wells (Anglia, Bristol) tartott meghívott vendégként igen érdekes előadást a Doppler-technika perspektíváiról. Az új felhasználási lehetőségek közül kiemelném a mama-carcinoma diagnosztikáját.
3. *San Diego*-ban megismerkedtem dr. Leopolddal, a JCU (Journal of Clinical Ultrasound) főszerkesztőjével. Ő a Veteran's Administration Hospital echo-laboratóriumának a főnöke. Ez volt az egyetlen olyan ultrahanglabor, ahol a hasi és a cardiológiai ultrahang-diagnosztika közös részlegre van telepítve, de különálló készülékeket használnak. Echocardiographiai szempontból alacsony színvonalú munka folyt, a vizsgálatokat asszisztens végezte, a leletezéshez pedig az osztályról jött le időnként a cardiológus, aki soha nem találkozott a beteggel.
San Diego-ban még dr. Hagan híres laborját látogattam meg. Itt találkoztam a viszonylag olcsó és igen szépen dolgozó ATL kétdimenziós készülékkel.
4. A keleti parton csak Baltimore-ban jártam, a világhírű *Johns Hopkins kórházban*, dr. Fortuin echo-laborjában. A kétdimenziós technikában még kevés tapasztalatuk volt, de az M-mód vizsgálatokat tudományos igényességgel végzik.

Összefoglalva benyomásaimat az echocardiographia állásáról 1979-ben az USA-ban: Előretört, tért hódított a kétdimenziós technika, azon belül kizárólag a sector-echocardiographia. Technikailag az elektronikus sector-scan-nerrek vezettek. A legszebb munkát a Mayo Klinikán láttam.

Az M-mód vizsgálatok rutín vizsgálatná váltak. Értékelésükben sok helyen computeres méréseket használtak, de csak tudományos célra.

A kétdimenziós vizsgálatokat orvos, az M-mód vizsgálatokat asszisztens-nő végzi.

Néhány érdekesség: a kétdimenziós vizsgálatoknál az orientáció olyan, hogy a keleti parton és a Mayo Klinikán a balszív-fél bal oldalon van, a nyugati parton viszont jobb oldalon ábrázolódik. A beteget a Mayon és Keleten a beteg jobb oldaláról állva vagy ülve, jobb kézzel vizsgálják, Nyugaton a beteg bal oldala mellé ülnek, és így bal kézzel vizsgálják.

1980-ban saját költségemen ismét kijutottam az Amerikai Kardiológus Társaság kongresszusára. Ekkor már nagy lépéseket tettek a képorientáció standardizálására és a korábban kvalitatív kétdimenziós vizsgálatok helyét egyre inkább elfoglalták a pontos, beépített computeres mérések (szívvolumen, falvastagság stb.). A kiállításban bemutatott készülékek típusainak száma, technikai tulajdonságaik és főként áraik hihetetlen emelkedést mutattak.

Moszkva, 1979. február—1980. március

Munkavállalás jellegű tanulmányúton voltam Moszkvában a SZUTA A. N. Bachról elnevezett Biokémiai Intézetének Fotobiokémiai Laboratóriumában 1979. február 3-tól 1980. március 1-ig.

A tanulmányút fő célja a lipoidok és a zsírsavak szerepének a fotoszintetizáló membránok szerveződésében és funkciójában való tanulmányozása. Kutatási módszerként abból indultunk ki, hogy zsírsavszintézist gátló vegyületekkel (cerulein antibiotikummal és piridazinon vázis herbicidekkel) *in vivo* körülmények között módosítható a kloroplasztisz membránok összetétele, és szokásos eszközökkel tanulmányozhatók a módosítás funkcionális következményei.

Az intézmény kiválasztásánál fontos szempont volt, hogy olyan módszereket (pl. a fluoreszcencia indukció mérését kétsugaras mérőberendezéssel, a késleltetett fluoreszcencia indukció mérését, a fényindukált abszorpcióváltozás mérését egysugaras mérőberendezéssel stb.) tudják elsajátítani, amelyeket világszerte ismernek, mégis hazánkban a fotoszintézis-kutatásban ez ideig alig alkalmazzák, vagy egyáltalán nem honosodtak meg. Konkrét vizsgálatokat végeztem a „Zsírsavszintézis gátlók hatása a fotoszintézis 2. fotokémiai rendszerének működésére” c. témakörben N. V. Karapetyan és M. G. Rakhimberdieva közreműködésével. Munkánkat nagy érdeklődéssel és sok tanáccsal irányította A. A. Krasznovszki akadémikus, a laboratórium vezetője. Tanulmányutamat eredményesnek tartom, végzett munkánkról több orosz és angol nyelvű tudományos közleményben számolunk be.

A 13 hónap alatt lehetőségem volt a Moszkvai Állami Egyetem Biofizikai Tanszékének néhány kutatócsoportjának munkájával is megismerkedni (pl. a fluoreszcencia pikoszekundum időtartományban történő vizsgálatával, ESR-technika alkalmazásával, a reakciócentrumok tanulmányozásával). A Fizikokémiai Biológiai Tanszék munkatársaival (ifj. A. A. Krasznovszkival és A. Yu. Kovaljevvel) munkakapcsolat is kialakult. Puschinóban 1979-ben részt vettem a „Napenergia raktározása és átalakítása” című összszövetségi konferencián.

Szeretném a figyelmet felhívni az ilyen munkavállalási jellegű tanulmányút (közismert, régi nevén a Keldis-ösztöndíj) nyújtotta lehetőségekre. Közvetlen vezetőm, Krasznovszki akadémikus az előzetesen jóváhagyott kutatási tervben rögzített feladatok elvégzéséhez minden anyagi és személyi feltételt biztosított ahhoz, hogy tanulmányutam ideje alatt saját kutatási témámat minél sokrétűbben kidolgozhassam.

Kairó, 1979. december—1980. március

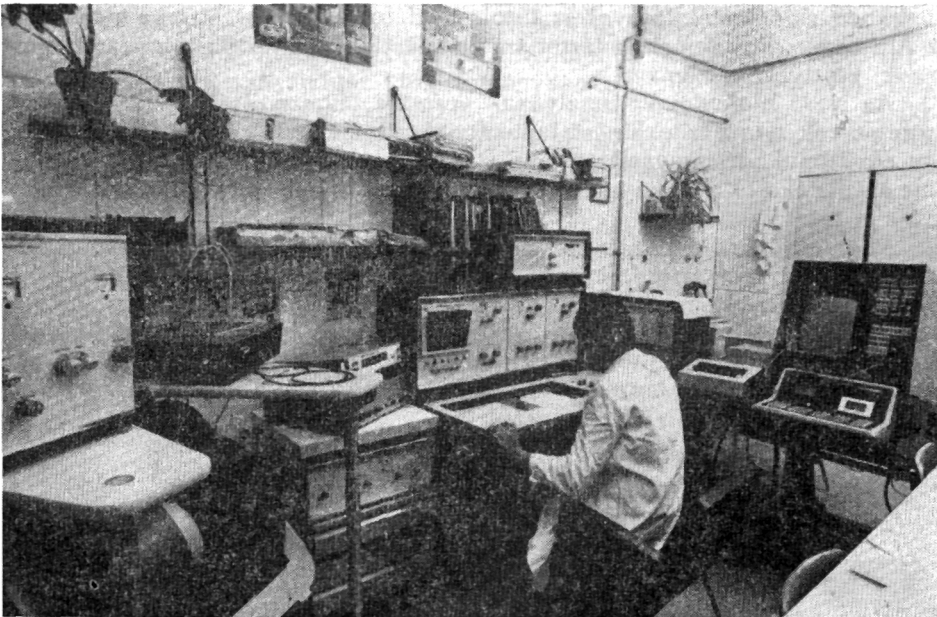
Háromhónapos tanulmányutamat az Egyiptomi Arab Köztársaság és hazánk közötti kulturális csereegyezmény tette lehetővé. A tanulmányút célja elsősorban a kairói Ain Shams Egyetem mezőgazdasági karán folyó fotoszintézis-vizsgálatokban való részvétel volt. A Növényélettani Tanszék vezetője, Aly Raafat professzor korábban egy évet dolgozott egyetemünkön, a kapcsolat folytatását jelentette korábban Szalay László vendégprofesszori meghívása, most pedig a jelenlegi tanulmányutam.

Az ún. C_3 és C_4 -típusú fotoszintetikus (esetünkben kukorica és búza) növények produktivitását vizsgáltuk különböző tényezők (megvilágítás, talajösszetétel, sókoncentráció stb.) mellett. A C_4 -típusú növények két tekintetben felülmúlják a C_3 -típusokat: ökonomiailag nagyon hatékonyan fotoszintetizálnak, ökológiailag pedig vízszegény termőhelyeken, zárt légzőnyílásokkal is képesek fotoszintézisre. A növényeken és növényi alkotórészekben növényélettani, fotobiológiai és talajtani vizsgálatokat végeztünk. A kapott eredmények mellett számomra értékes volt a módszerek megismerése is. A kutatási eredményekről közlemény készül.

Két hetet töltöttem a kairói National Research Center (NRC) Biológiai Főosztályán, ahol több laboratóriumot és kísérleti gazdaságot meglátogattam. Két alkalommal tartottam előadást itthoni munkánkról, amelyek Hevesi János vezetésével az elmúlt két évben az Oktatásügyi Minisztérium támogatásával folytak. Az egyik előadásban a fotoszintetikus egység festék-detergens micelláris modelljével, a másikban a napenergia modell- és bioanalog-rendszerekben való átalakításával és tárolásával foglalkoztam. Ebben a témában az Ain Shams Egyetemen is tartottam előadást kutatók és posztgraduális képzésben résztvevők számára.

Az NRC Biológiai Főosztályának vezetője Higazy, és helyettese Ashaur professzorok nagy érdeklődést tanúsítottak vizsgálataink iránt. Javaslatukra egy együttműködési javaslattervezet készült, amely azóta már konkretizálódott az illetékesek jóváhagyásával. A kooperációs téma „Napenergia hasznosítása a fotoszintézisben.”

Mint egyetemi oktatót érdekelt az egyiptomi felsőoktatási rendszer. Sok ismeretet szereztem a tudományegyetemek és orvosegyetemek oktatómunkájáról a kairói egyetem mellett az alexandriai egyetemeken tett látogatások alkalmával. Egyetemi hallgatókkal együtt vettem rész egy tanulmányi kiránduláson, amely az ősi egyiptomi kultúra nevezetességeinek megtekintését is magában foglalta (Luxor, Asszán stb.).



A POTE Központi Laboratórium új ERS 174 típusú, NDK gyártmányú mérőrendszere