

CENTENÁRIUM

SZÁZ ÉV RADIOLOGIA

Ezidén ünnepeljük az egész Föld egyik legnagyobb jótevője, *Wilhelm Conrad Röntgen* fölfedezésének centenáriumát. A róla elnevezett sugárzást 1895-ben fedezte fel. Éjjel-nappal végzett munkájával elsősorban az orvostudományban, a diagnosztika és a sugárterápia területén, de számos ipari problémánál is döntő szerephez jutott.

A röntgensugárzás széleskörű elterjedésében nagy szerepet játszott Röntgen előrelátó, önzetlen elhatározása. Óriási vagyonokat ajánlottak fel neki, hogy szabadalmaztassa felfedezését, de ő ezt makacsul megtagadta. Röntgen előre látta, hogy felfedezése számos tudományos és gyakorlati területen olyan felmérhetetlen előre lépést jelent az emberiség számára, amit semmivel sem szabad korlátozni.

Most, amikor a röntgensugárzás felfedezésének centenáriumát ünnepeljük, nem a röntgensugárzás szerzteágazó eredményeivel kívánok foglalkozni, ez könyvekben, folyóiratokban magyarul is szinte folyamatosan megjelenik, hanem Röntgennek, mint kutató tudósnek az egyéniségével.

Röntgen hosszú éveken át hajtotta magát, mert – mint fizikus – érezte, hogy világraszóló felfedezésével nem lehet addig megelégedve, amíg nem tudja jogos tudományos kíváncsiságát kielégíteni, azaz azt, hogy tulajdonképpen mit is fedezett fel, ez hogyan illeszhető bele az akkori fizikai, anyagszerkezetre vonatkozó ismeretekbe.

Elképzelései voltak neki is meg másoknak is, de bizonyítani egyiket sem tudták. Hogyan képes ugyanaz a röntgensugár sok centiméter vastag vízrétegen minimális veszteséggel áthaladni, amely egy milliméter vastag ólomlemezben már szinte teljesen elnyelődik. Ez természetesen az akkori, lágy röntgensugárzásokra vonatkozott, mert Röntgen olyan végtelenül gondos kísérletező egyéniség volt, hogy az eredeti kísérletéhez összeállított csupán ideiglenesnek tervezett sugárforrását még éveken át tovább használhatta a későbbi vizsgálataihoz is.

Röntgen egyrészt örömmel állapíthatta meg, hogy határozott, kemény elzárkózása következtében nem egy szabadalmát megvásárló cég, hanem szerte a világon sok-sok ezer ember kezdett foglalkozni a valóban bonyolult sugárzási folyamat megismerésével és felhasználásával.

Röntgen fizikus volt és tudományos beállítottságú kutató, aki sokszor napokon át ki sem mozdult gondosan elsötétített laboratóriumából. Itt fogyasztotta el azt a kevés enni-valót, amit nagy nehezen tudtak becsempészni állandóan elsötétített laboratóriumába. Napjai egymásba olvadtak, mert nagyon-nagyon szerette volna tudni és bizonyítani, hogy mit is fedezett fel, miért kapta meg a Nobel-díjat 1901-ben. Tudta, hogy több kiváló fizikus is dolgozik ezen a területen, mindenképp szerette volna megelőzni őket.

És teltek a hónapok, teltek az évek, míg végre 12 év múlva *Friedrich, Laue* és *Kniping* tárta a világ elé eredményeiket. E szerint a röntgensugárzás ugyanolyan sugárzás, mint a szemünkkel látható fénysugárzás, csak sokezerszer nagyobb rezgésszámmal. Az újonnan felfedezett sugárzást Röntgen „X-sugárzásnak” nevezte el.

1936-ban magyar ösztöndíjasként Berlinben tanultam főként *Friedrich* intézetében. Az ionizáló sugárzások mérésével és a sugárvédelemmel foglalkoztam, hogy a Budapesten, 1935-ben létesített Eötvös Loránd Rádium és Röntgen Intézetbeli teendőim ellátásához szükséges ismereteket elsajátítsam. Így jelen lehettem a Német Tudományos Akadémia elnökének, *Friedrich* professzornak a beszámolóján, ahol elmondta, hogy *Laue* és *Kniping* közreműködésével hogyan sikerült végre bebizonyítaniuk az „X-sugárzás mibenlétét”.

Röntgen szép szál ember volt, aki fiatal korában huncut, pajkos vicceket is megengedett magának, amiért az iskolából kizárták. Egy másik iskolában hamarosan ugyanerre a sorsra jutott, majd végül úgy döntöttek, hogy Németország valamennyi iskolájából kitiltják. Így kénytelen volt külföldre menni, hogy diplomát szerezzen.

Az elmúlt évszázad utolsó évtizedében számos fizikai laboratóriumban sokan foglalkoztak az üvegsövekben légritkítás során bekövetkező tetszetős fényjelenségek tanulmányozásával. *Lenard* 1893-ban a gyorsan repülő elektronokat vékony alumíniumlemezrel lezárt ablakon keresztül ki is tudta hozni az üvegsövből, de tovább ő sem jutott.

Két évvel később, 1895 októberében Röntgen a Würzburgi Egyetem fizikai laboratóriumában hasonló kísérleteket végzett, de sokkal gondosabban, mint *Lenard* és *Herz*. Így észrevette, hogy a légritkított üvegső körül az ablakon át kirepülő elektronokon kívül egy egészen más fajta, ismeretlen sugárzás is jelen van, amely nagy vastagságú anyagokon is képes csekély veszteséggel áthaladni. Ezt sem *Lenard*, sem *Herz* nem vette észre, holott az már két évvel előbb is szükségszerűen ott volt.

Felfedezéséről Röntgen 1896. január 23-án számolt be Würzburgban az Orvosfizikai Társulat ünnepi ülésén. Szünni nem akaró taps fogadta az elnöklő *Koaliker* professzor úr kezéről szemük láttára készített felvételt. Az előadás végén *Koaliker* javasolta, hogy az „X-sugarakat” a jövőben nevezzük „röntgensugaraknak”, amit a jelenlévők óriási tüsszel és dübörgő lábdobogással fogadtak.

A röntgensugárzással kapcsolatban meg kell még emlékeznem Röntgennek a már említett szerencséjéről is. A röntgensugárzásnak emberre gyakorolt káros hatását nem lehetett előre látni. Röntgennek esze ágába sem jutott, hogy ilyesmi létezhet. Kísérleti készülékének falát cinkbádoból készítette, de mivel a sugárforrás felé ólomlemez is alkalmazott, ezzel mintegy ösztönszerűen megvédte saját magát is.

A röntgensugárzás kiterjedt alkalmazása során egyre több helyen jelentkeztek a sugárzás káros következményei. Így például egy fiatalember, akit ismételtelen felhasználtak hosszabb ideig tartó kísérletekhez és így jelentős egészségtest-besugárzást kaphatott, egyre rosszabbul érezte magát, semmiféle gyógyszerre nem reagált, bőre kipirosodott és nagy fájdalmak között hamarosan meghalt.

Számos bel- és külföldi tapasztalat után 1927-ben megalakult az International Commission on Radiological Protection (ICRP). A 14 tagú Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottságban 1 fővel (*Grossman Gusztáv* fizikus) hazánk is képviselve volt. A még megengedhető heti dózis értékét a kevés tapasztalat és a bizonytalan dózis értékek következtében

azonban olyan magasan állapították meg, hogy azt már 2 év után jelentősen csökkenteni kellett. Ez a tendencia azóta is folytatódik.

Az évek múltával aztán egyre világosabban kiderült, hogy Röntgen világszerte elterjedt felfedezésével nemcsak felmérhetetlen jót hozott az emberiség számára, hanem veszélyforrást is, amit a kedvező új lehetőségek felragyogásában nagyon-nagyon sokan még ma sem vesznek komolyan. Ez nagy mértékben hozzájárult ahhoz, hogy 1966-ban Rómában megalakult az International Radiation Protection Association (IRPA). Ez a nagy nemzetközi sugárvédelmi társulat az atomenergia békés felhasználásának érdekében munkálkodik. Több mint félszáz ország sugárvédelmi szakemberével jelentős szerepet játszott abban, hogy a sugárvédelem új, korszerű tudományággá fejlődjék, és a röntgensugárzás ma is sok területen pótolhatatlan felhasználását – naponta milliók – károsodás nélkül, eredményesen használhassák.

Szeretném a röntgensugárzással kapcsolatos néhány egyedülálló, hazai eseményünkre felhívni a figyelmet. *Klupathi Jenő* fizikus Röntgen kísérleteit, pusztán a napilapok közleményei alapján megismételte 1896. január 16-án. Röntgen híres würzburgi előadása előtt 7 nappal – bizonyos levélváltás után, Röntgen tudtával – előadást tartott az Eötvös Társulatban. A zsűfőlásig megtelt teremben az ülést báró *Eötvös Loránd* elnök nyitotta meg. Klupathi nemcsak egy sima, egydimenziós röntgenfelvételt mutatott be, de kis eltolásokkal készített sztereó röntgenfelvételt is. A bámuló közönség természetesen itt is óriási tapssal és hosszú éljenzéssel nyugtázta azt a nagy élményt, amit a mai, annyi sok csodálatos jóhoz és rosszhoz hozzászokott ember már igazán el sem tud képzelni. Persze rögtön megjelentek az elmaradhatatlan pesti viccek is: „Bravó, . . . az adósom észre sem fogja venni; hogy titokban átvilágítottam. Így jöttem rá, hogy össze-vissza hazudozik, mert a zsebében sok pénzt láttam.”

Röntgent 1923-ban bekövetkezett haláláig nagyon-nagyon bántotta, hogy a róla elnevezett sugárzás miben-létét végül is nem ő fejtette meg. Tény, hogy a hosszú éveken át kapott sok-sok kis sugárterhelés mellett megérte a 78 éves kort. Ez is bizonyítja, hogy a kozmikus sugárzás mellett, (melyben egész életünket leéljük, és ez a sugárzás például egy nagy magasságban szálló repülőgépen jelentősen meg is nő) az emberi szervezet még további – ma már jól ismert – sugárterhelést is el tud viselni, amit a Röntgennél jóval nagyobb sugárterhelést és jóval hosszabb életkort elért esetek igazolnak.

Röntgennek, a radiológia megteremtőjének köszönhetjük azt is, hogy részben öntudatos, részben ösztönös szabadalmaztatást visszautasító magatartásával lehetővé tette a károsodás kivédésének csak igen lassan felismert és szükségessé váló elfogadását. A sugárvédelem műszereinek kifejlesztése, egy új tudományterület kifejlődése előkészítette az emberiséget fenyegető veszedelmek kivédését.

A röntgensugárzás felfedezésének centenáriumán figyelembe kell vennünk azt is, hogy Röntgen felfedezése nemcsak a gyógyítást szolgálta, hanem bizonyos ipari újítások kidolgozását is lehetővé tette. Így például az alumínium-kohók optimális kihasználásához kobalt izotópot használtak, ezért még hosszú évek múlva is a legyártott alumínium termékek mindegyike kemény gamma-sugárzással terhelte az eszközöket használó egészséges utódokat. A Központi Fizikai Kutató Intézet (KFKI) Radiológiai Osztályán az Országos Onkológiai Intézet Sugárfizikai Osztályának közreműködésével sikerült ezt a károsító sugárterhelést egészen rövid felezési idejű radioizotóp és megfelelő eljárás kidolgozásával teljesen kiküszöbölni.

Röntgen példáját követve az eljárást mi sem szabadalmztattuk. Az atomenergia békés felhasználásával foglalkozó 2 hetes genfi kongresszuson elhangzott előadásom nagy sikerén felbuzdulva, a francia-nyelvű ismertetést egy ezt kérő könyvkiadónak térítésmentesen adtam át.

Alig akad Röntgenen kívül ember akinek nevét oly sokszor emlegetjük ma is, s fogjuk a jövőben is.

(Átvéve a *Fizikai Szemle* 1995/6. számából – 189–190. oldal)

BOZÓKY LÁSZLÓ

C. W. RÖNTGEN (1845–1923) EMLÉKÉRE

150 évvel ezelőtt született az a német fizikus, aki 100 éve fedezte fel a róla elnevezett sugárzást. A sugárzás orvosi, elsősorban diagnosztikai alkalmazásait mindenki ismeri az egész világon. Hazájában 1993-ban minden emberre, beleértve a kisgyermekeket és az aggastyánokat is, statisztikailag 14 röntgen vizsgálat esett. A sugárzást alkalmazzák a technika és a tudomány számos egyéb területén is, pl. a makroszkópos anyagvizsgálattól (beleértve a vámvizsgálatot is) a kristályszerkezet vizsgálatáig, a régészettől az asztrofizikáig.

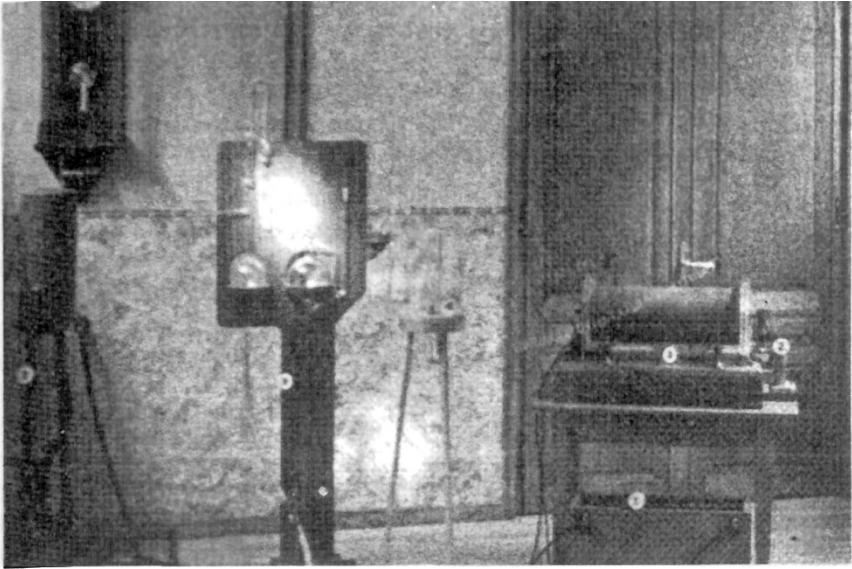
Otto Glasser, Röntgen életrajzírója 1896-ból több mint ezer közleményt talált a röntgensugarakkal kapcsolatban (90%-uk orvosi vonatkozású) és a müncheni orvosi hetilap 1993-i évfolyamában több mint húsz cikk, adat jelent meg a diagnosztikai alkalmazásokról.

A felfedezés híre nagyon gyorsan elterjedt, jelentőségét nagyon széles körben felismerték. Röntgen több mint 50 tudományos akadémia és egyéb társaság tagja, több egyetem díszdoktora, szülővárosa és egyetemi városa díszpolgára, az első fizikai Nobel-díj tulajdonosa lett. (Itt érdemes megemlíteni, hogy ezt a díjat a rákövetkező időszakban még 19 olyan Nobel-díj követte, amelyek a röntgensugárzással voltak kapcsolatosak.) Németországban halála után számos utcát és teret neveztek el róla, az elsőt még életében, Kölnben. Nagyon kevés tudósnak adatik meg ilyen életpálya, de párját ritkítja az a szerénység, önzetlenség és tisztesség is, amely ugyancsak végig kísérte életútját. A kettős jubileum alkalmából megérdemli, hogy alakját, munkásságát, eredményeit és máig kivevő hatását felidézzük.

1. Würzburg, 1895. november 8. Valami felvillant

Egy pénteki napon késpn este, csakúgy mint hosszú évek óta, Röntgen würzburgi szerény, spártai berendezésű laboratóriumában dolgozott (1. ábra).

Akkoriban már napok óta katódsugarakkal kísérletezett, amelyekről már ismert volt, hogy néhány anyagban fluoreszkálást keltenek. A viszonylag gyenge fluoreszkálás meg-



1. ábra: Röntgen dolgozószobája a németországi Lennepben, a Röntgen Múzeumban látható. (A látogató a berendezést gombnyomással üzemeltetheti.)

figyelésére a laboratóriumot elsötétítette és fekete kartonlapba burkolta a katódsugárcsővet is. Amikor a katódsugárcsővet bekapcsolta, különös dolog történt: a cső közelében elhelyezkedő bárium-platina-cián vegyülettel bevont papírlap zöldes színben fluoreszkálni kezdett. A világítás semmiképpen nem származhatott a katódsugaraktól és erősödött, ha a papírlapot a csőhöz közelebb vitte. Sőt, egy további hihetetlen jelenség is fellépett: a világító ernyőn keresztül saját ujjainak csontjait látta! Elkapta őt a felfedezés láza, tovább próbálkozott: vastag könyvet, deszkát, kártyacsomagot tett az ernyő elé, az eredmény mindig ugyanaz, az ernyő világít, valami áthatol ezeken az anyagokon, az ismeretlen valamit X-sugárzásnak nevezte el. Ötven éves volt ekkor (2. ábra). A felfedezés jelentőségét azonnal felismerte és intenzív munkába kezdett. Az első röntgenképet december 22-én adta le a würzburgi orvosi-fizikai társaságnak „Egy újfajta sugárzásról” címmel. Ebben leírja, hogy „ha egy légmentesített Lenard- vagy Crookes-csővön Ruhmkorff-induktor kisülései haladnak át akkor...” a fent részletezett jelenség lép fel. Az addig ismeretlen sugarakat a következő szavakkal írja le: „Ami ebben a jelenségben először is feltűnik az az, hogy a fekete kartonlapon keresztül, amely sem a Nap-, sem az elektromos ívfényt nem engedi át, valami áthatol, amely arra képes, hogy élénk fluoreszkálást váltson ki”. Ez az „előzetes”-ként megjelölt 10 oldalas közlemény már 1896 januárjában megjelent angol és francia nyelven is, és ezt követte márciusban egy 6 oldalas folytatás, majd májusban egy 17 oldalas cikk, valamennyi német nyelven a würzburgi egyetem kiadványaként. Ezekben Röntgen a sugárzás minden lényeges tulajdonságát úgy leírta, hogy az akkor jólismert eszközökkel a kísérleteket bármelyik fizikus könnyűszerrel megismételhetette.



2. ábra: Röntgen arcképe a würzburgi évekből

újság (Szegedi Napló) a tényről így ír: „Homor egyik tanítványa kezének csontjait fotografálta le egy egész közönséges fényképlemezre... A diák kézcsontjainak árnyait az erős sugarak a kazetta faajtaján át lerajzolták az érzékeny lemezre. Homor tanár a növedékek öröme több kísérletezést tett”.

Röntgen az előzetes közleményt 1896. újjévre nyomdafrissen megküldte számos barátjának, kollégájának. A fogadtatás meghökkenés, hitetlenkedés volt: a strassburgi *Braun* professzor szerint „Röntgen mindig értelmes ember volt...”, a berlini *Lummer* professzor kereken kimondta, hogy „mese az egész”. De a mese valóság volt, és ezt heteken belül az egész világ megtudta. Az intézeten kívül először II. Vilmos császár berlini kastélyában mutatta be a sugárzást, ahová a császár meghívására ment, hogy „...személyes előadása útján tájékoztassa Őfelségét az általa talált új jelenségről”. Az igazi nyilvánosságot a január

Itt hadd térjek ki egy hazai vonatkozásra, amelyről Bozóky László írt a *Fizikai Szemle* 1995. júliusi számában. Idézem: „Klupathy Jenő fizikus Röntgen kísérleteit, pusztán a napilapok közleményei alapján megismételte 1896. január 16-án. Röntgen híres würzburgi előadása előtt 7 nappal – bizonyos levélváltás után, Röntgen tudtával – előadást tartott az Eötvös Társulatban. A zsűfólásig megtelt teremben az ülést báró *Eötvös Loránd* elnök nyitotta meg. Klupathy nemcsak egy sima, egydimenziós röntgenfelvételt mutatott be, de kis eltolásokkal készített sztereó röntgenfelvételt is. A bámuló közönség természetesen itt is óriási tapssal és hosszú éljenzéssel nyugtázta az a nagy élményt, amit a mai, annyi sok csodálatos jóhoz és rosszhoz hozzászokott ember már igazán el sem tud képzelni”.

Homor István a szegedi főiskola igazgatója 1896. január 20-án készített először röntgenképet, amelyet a *Dugonics Társaság* február 23-i ülésén mutatott be. A korabeli



3. ábra: Albert von Koelliker anatómus professzor keze 1896. január 23-ról

23-i előadás jelentette, amelyet az Orvosi-Fizikai Társaság rendezett Würzburgban. A lelkes hallgatóság elárasztotta őt elismerésével, hiszen neve már mindenki előtt ismert volt. Itt kérte fel az orvosi fakultás nesztorát, a 80 év körüli *Albert von Koelliker* anatómus professzort, hogy kezéről képet készítsen. A kép óriási lelkesedés és ünneplés közepette körbejárt (3. ábra). Az idős professzor is fellelkesedett, és a hallgatóság lelkes ünneplése mellett javasolta, hogy az új sugarakat felfedezője után nevezzék el röntgensugaraknak.

A kemény munkát Röntgen még 1896-ban és 1897-ben folytatta, eredményeit a Királyi Porosz Akadémia Közleményeiben publikálta, de ezután más témák kutatásába kezdett: „a kezdeteket megcsináltuk, majd következik a fejlesztés” – mondta. A kezdeteket olyan alaposan „megcsinálta”, hogy 1912-ig, közel másfél évtizedig senki sem találta meg a sugarak további tulajdonságait. Csak ekkor mutatta ki Friedrich és Knipping, hogy a sugarak hullámtermészetűek. Ezzel új, hatalmas terület nyílt meg az alkalmazások előtt.

2. 1896 – a diadalmenet elindul

1895–96 fordulóján már az egész világ ismerte a felfedezést, amely óriási népszerűségnek örvendett. A prúd Amerikát sokkolta a lehetőség, hogy élő emberekről átlátszó képek készülhetnek. Egy képviselő New Jersey-ben javasolta, hogy törvényileg tiltsák X-sugarakkal működő színházi látszóvevek használatát (a színházakban ki is raktak figyelmeztető táblákat). Egy londoni cég „sugárálló” alsóneműt hozott forgalomba, és az üzlet jól ment. Pénztárcákba, dobozokba zárt tárgyakról, kézfejről készített felvételekkel szórakoztatták az éves vásárok jól fizető közönségét. Ám az orvosok joggal gyanították, hogy az eljárás nemcsak „csontfotográfiára” jó. Már 1896 januárjában közöltek revolvergolyóval és söréttel meglőtt kézről felvételeket Londonban, illetve New Yorkban Berlinben októberben megnyílt az első magán röntgenlaboratórium. Mindehhez az is kellett, hogy a technika fejlődjék. Ez be is következett: az csőtípus, amelyet Röntgen alkalmazott, nyolc hónap alatt már elavult. Sorra jelentek meg a kereskedelmi forgalomban az üzemszerűen előállított diagnosztikai berendezések (4. ábra).

Bereits weit über **1000 Rotax-Apparate** fest verkauft!

Das ist für die unübertroffene Güte und Leistungsfähigkeit der Apparate das beste Zeugnis.

Jedes alte Röntgeninstrumentarium lässt sich durch Änderung eines Rotax-Unterbrechers modernisieren und dadurch zu Moment- und Fernaufnahmen verwenden. Der Rotax ist ein Apparat der Praxis, ist wegen seiner Einfachheit und Leistungsfähigkeit auf alle Gebiete der Röntgenarbeit und Billigkeit allen anderen Konstruktionen vorzuziehen.

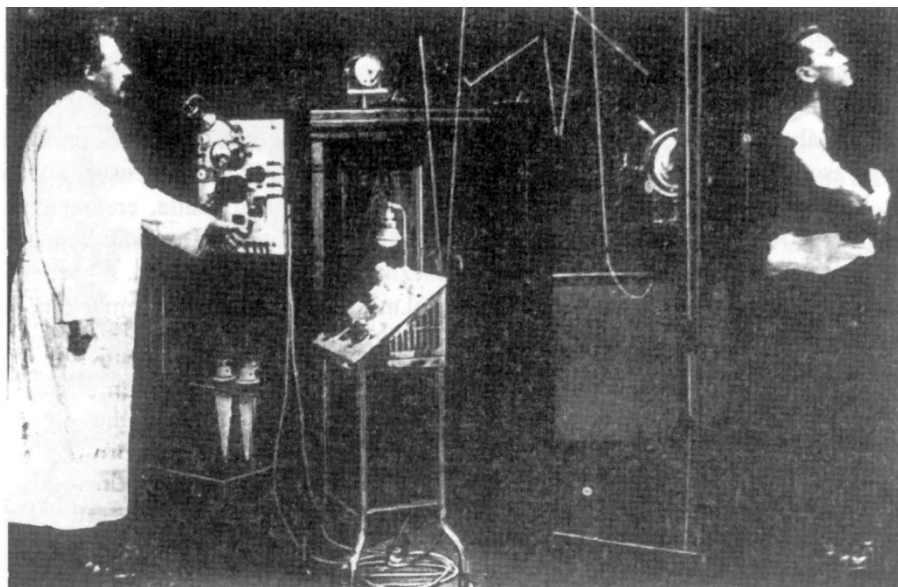
Jeder Arzt kann sich davon in unserem Röntgenlaboratorium durch eigene Anschaffung überzeugen!

— Die neueste Ausführung —
der Rotax-Röntgen-Instrumentarien besteht in einer fahrbaren Einrichtung mit Bleiwand und Bleiglas-Beobachtungsfenster zum absoluten Schutz gegen die Röntgenstrahlen bei Durchleuchtungen, Aufnahmen und Therapie. Der Durchleuchtungsschirm ist hinter dem Bleiglas-Beobachtungsfenster liegend nach oben und unten verstellbar. Schalter-Kleinstates, wie auch Rotax-Unterbrecher werden unter vollkommener Schutz von demselben Standort aus ohne Veränderung des Operateurs bedient.

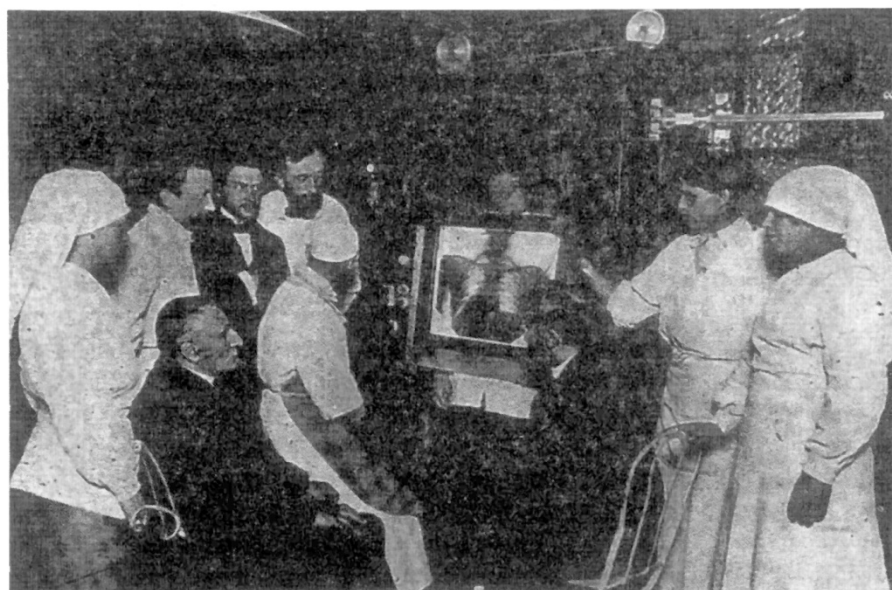
Über 140 Zeugnisse von Röntgenologen u. Physikern. Allenartliche Röntgenkurse für Ärzte im eigenen Biersaal!

Röntgenapparat
„Motograph“,
Hochspannungs-Transformator ohne Unterbrecher.
Der neueste und beste Apparat dieser Ausführung.

4. ábra: „Már több mint 1000 Rotax-készülék elkel” hirdetés a „legújabb és legjobb” készülékről 1896. január 23-án

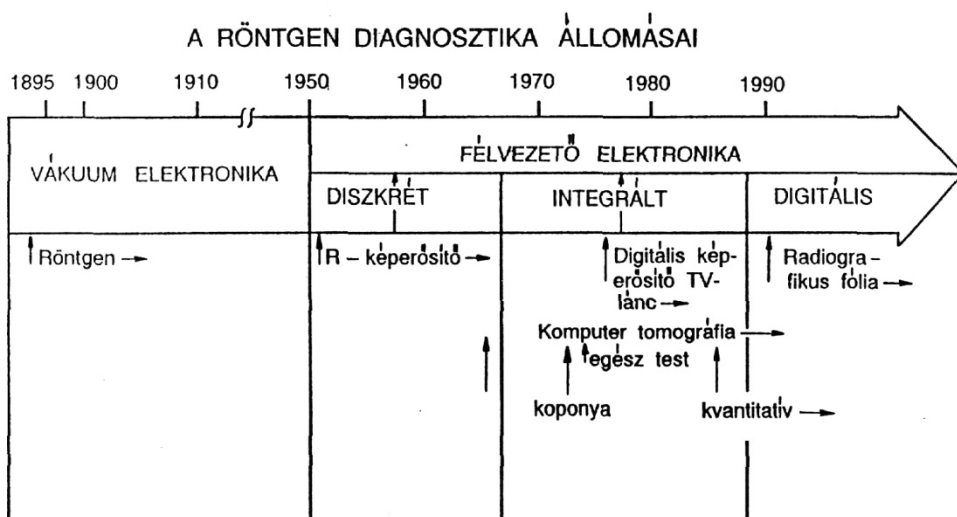


5. ábra: 1896-ban így festett egy röntgen-laboratórium



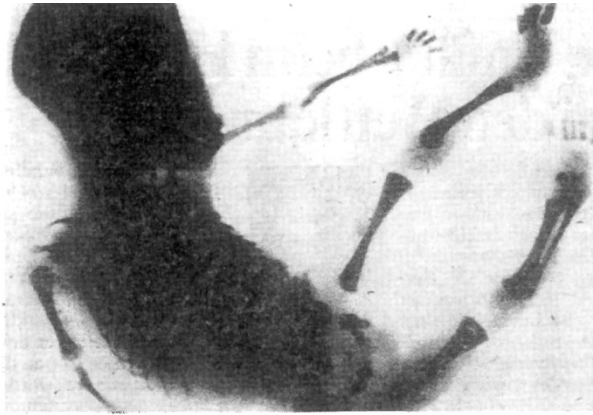
6. ábra: Ezzel a készülékkel 1906-ban már 11 s alatt elkészült egy mellkas-felvétel

A klasszikus röntgen-laboratórium képe már 1896-ban kialakult (5. ábra), a továbbiakban a tökéletesítés, főleg az expozíciós idők csökkentése volt a cél, és ennek elérése rohamléptekkel haladt (6. ábra). A belgyógyászatban a röntgenátvilágítások, a mellkasi szervek, a gyomor és a vesék felvétele a sugárzás felfedezése után már csaknem egy évvel úgyszólván standard diagnosztikai eljárássá vált. Gyorsan behatólt a módszer a sebészetbe is: 1913-ban egy ismert német sebész kijelentette, hogy „röntgensugarak nélkül a sebész manapság már nem tudna élni”. ennek ellenére nagy jelentőségű lépés volt a kontrasztanyagok feltalálása, amely lehetővé tette a lágy részek, szervek képének sokkal szebben kirajzolódó felvételét is. Az igazi első forradalmi lépést kb. 50 év múlva tették meg a röntgendiagnosztikában az elektronikus képerősítő feltalálásával. Most vált lehetővé, hogy az orvos nappali, illetve teljes fényben operáljon és az átvilágítás egyidejűleg folyék. Ezzel a műtéti idő is közelítőleg a felére csökkent. További 20 év múlva élte meg a röntgendiagnosztika a második forradalmát, amikor a röntgen-számítógépes tomográf és vele a képalkotás teljesen új formája született meg. A fejlődés időrendi útját illusztrálja a 7. ábra. A részletekbe most ne menjünk bele, de érdemes megemlíteni, hogy ezzel a módszerrel vette kezdetét az agydiagnosztika. Az élő agyból eddig az orvosok semmit sem láttak.



7. ábra: A röntgendiagnosztika fejlődése

A röntgensugarak ártalmas hatásáról eleinte semmit sem sejtettek, aggodalom nélkül készítették felvételeket, pedig különösen eleinte, meglehetősen hosszú megvilágítási időre volt szükség és az alatt nemcsak az átvilágított beteg, de a vizsgáló személyzet is komoly sugárdózist kaphatott. Csakhamar észrevették, hogy súlyos bőrgyulladások, rákos sebek keletkezhetnek, az orvosoknál erősen emelkedik a leukémiás megbetegedések száma. Rövid időn belül közelítőleg négyszáz orvos és fizikus, akik a sugarakkal dolgoztak, vált betegé. Számos bizonyíték van a sugárzás meggondolatlan alkalmazására (8. ábra).



8. ábra: Egy magzat röntgenképe 1896-ból, ekkor még nem tudták, hogy az ilyen felvétel mennyire veszélyes

Röntgen azt a megfigyelését, hogy az ólom a sugárzásokkal szemben védelmet nyújthat, már a nevezetes würzburgi előadásán hangoztatta, mégsem jutott senkinek eszébe, hogy ebben az irányban tovább vizsgálódják. Csak a századforduló után kezdtek ebből a célból ólomtartalmú kesztyűket, kötényeket alkalmazni. A röntgensövek tökéletesítésével, a besugárzási idő csökkentése útján és a sugárzás fizikai természetének felismerésével sikerült az egészségi ártalmakat igazából lecsökkenteni. Röntgen maga sem gondolt a sugárzás egészségügyi ártalmára, készülékében bádoglemezeket használt, de szerencsés véletlen folytán a sugárforrás előtt ólomlemez is, ez párosulva azzal, hogy tudományos érdeklődése a röntgensugárzástól hamar elvonta, megmentette őt a sugársérüléstől.

Arra is hamar felfigyeltek, hogy sok bőrbetegség röntgenbesugárzásra javul, sőt meggyógyul. Így például jó eredményeket értek el bőrtuberkulózisnál, sömörnél és másutt is, úgy hogy már 1899 decemberében két svéd orvos, *Thore Steinbeck* és *Tage Sjörger* arcbőrrák sikeres röntgenkezeléséről számolhattak be a Svéd Orvosi Társaság ülésén. Ezzel indult meg a röntgensugárzás terápiai alkalmazásának a korszaka. E korszak kifejlődésének a vázolója már külön történet lehetne.

3. Nehéz út Würzburgig

Röntgen 1845. március 27-én született Lennepben (ma Remscheid város egyik része) apai, anyai ágon régi idevalósiaktól. Szülőháza ma is áll (9. ábra), otthona a Német Röntgen Társaság könyvtárának, amely egyike a legnagyobb speciális könyvtáraknak (10.000 kötet, 150 folyóirat). Innen, egy jómódú kereskedőcsaládból indult el az a rendkívül sikeres, ritka életpálya, amely kis hijján máshogy is alakulhatott volna. Az 1848-as forradalom a családot a hollandiai Apeldoornba kényszerítette, ott nyugodt volt az élet. Itt nőtt fel Röntgen, egy magániskolába járt. 17 éves korában szülei Utrechtbe küldték, hogy egy műszaki iskolában (amely azonban továbbtanuláshoz való érettségire nem jogosított) „valami rendeset” tanuljon és az atyai üzlet vezetését majd átvehesse. A választás

nem bizonyult szerencsésnek. 1863-ban Röntgent az iskolából eltávolították. Egy osztálytársa egy tanáráról karikatúrát készített, amelyen a körülálló diákok jót mulattak. A tanár váratlanul belépett a terembe és a kezeügyébe eső első diákot nyakoncsípte. Ez éppen Conrad Wilhelm volt. Tagadta, hogy ő készítette volna a rajzot, de nem árulta el az osztálytársát. Ez (100 évvel ezelőtt), elég volt ahhoz, hogy az iskolából kicsapják. Szülei nem csináltak ügyet az esetből, magántanulóként befejezte az iskolát. Szeretett volna tovább tanulni, de érettségi nélkül csak vendéghallgató lehetett az utrechti egyetem filozófiai fakultásán. Két fél-év után, bizonytalan jövő előtt tudta meg, hogy a zürichi polytechnikumba (ma főiskolára) érettségi nélkül is felvesznek felvételi vizsga alapján. Ide jelentkezett és ezzel indult el a regénybe illő életút: „érettebb korára és előzetes tanulmányaira való tekintettel” felmentést kapott a vizsga alól, három



9. ábra: Röntgen szülőháza
Remscheid-Lennepben,
amely othona a Német Röntgen Múzeumnak

év múlva gépészmérnök, majd Kundt professzor tudományos asszisztense. 1870-ben követte Kundt-ot, akit meghívtak a würzburgi egyetem Fizika Tanszékére. De ez még nem a würzburgi út igazi vége. Kundt itt javasolta őt magántanári címre, de arra itt lehetőség nem volt, mert a feltételek: érettségi bizonyítvány és a klasszikus latin nyelv ismerete, hiányoztak. Kelltek még egy kis kerülő út. 1871-ben Kundt a strassburgi új német egyetem Fizikai Intézetébe ment át, amely nyilván jobban fel volt szerelve, mint a würzburgi. Ide is vitte magával Röntgent. Itt már kevésbé figyeltek az „ifjú kori bűnökre”, a fiatal tudós sikeres tudományos munkáját értékelték 1874-ben megkapta a „venia legendi”-t, az előadási jogot, magántanár lett. 30 éves korában önállósult, a hohenheimi Mezőgazdasági Főiskola matematika és fizika professzora lett. A mintaszerűen felszerelt strassburgi intézethez képest itt erősen beszűkült kísérleti munkafeltételeket talált, korábban megkezdett munkáit folytatni sem tudta, ezért visszatért Strassburgba, ahol Kundt-tal és önállóan is régi munkáit folytatta. A többi tárirati stílusban: visszatérés Strassburgba (1876), tanszék Giessenben (1879–1888), tanszék Würzburgban (1889–1900), 1895 az X-sugarak felfedezése, végül tanszék a müncheni egyetemen (1900–1920).

Töretlen út vezetett oda, hogy a gépészmérnökből kísérleti fizikus legyen. Ezen az úton August Kundt (1839–1894) indította el. Ő ébresztette fel Röntgenben a fizika iránti érdeklődést, magához vette asszisztensként, és beléoltotta a lelkesedést a kísérleti munkára, az örömet a készülékek építésében. 1870–1879 között Strassburgban kutatásainak széles spektruma tárult fel, a kisebb mérés-technikai fejlesztések mellett a levegő fajhőjével, elektromos kísérletekkel, a kristályok hővezetésével stb. foglalkozott. Eredményeit annyira értékelték, hogy a giesseni tanszék betöltésekor olyan neves fizikusok, mint *Helmholtz* és *Kirchhoff* első helyen őt javasolták. Így került Giessenbe, ahol nyolc évi működése

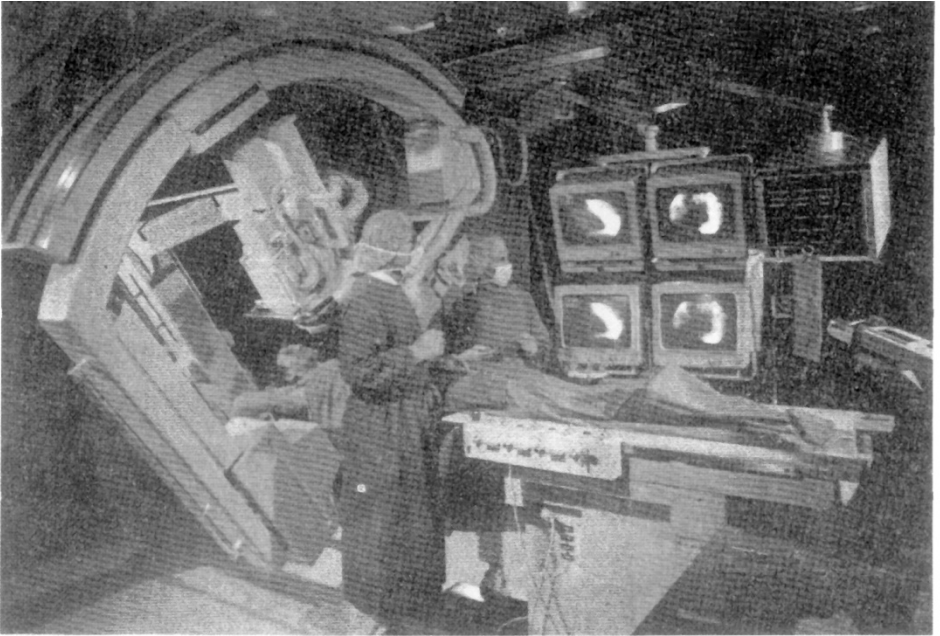
során ugyancsak jelentős eredményei születtek, a többi között „a homogén elektromos térben mozgatott dielektrikum által keltett elektrodinamikus erővel” kapcsolatban, amely az elektromosság tanának fejlődésében is szerepet játszott. Giessenben Röntgen kiemelkedő és elismert fizikussá vált. Jenai (1886) és utrecht (1888) egyetemi meghívást el is hártott, de amikor Kohlrausch távozása után Würzburgba hívták, nem tudta megállni, hogy egy ilyen jelentős kolléga utóda legyen, visszatért professzorként arra az egyetemre, amelyen 17 évvel korábban nem kapta meg az előadási jogot. Itt, ahol az embereket ismerte, pár év alatt megtalálta a helyét úgy is, mint szakmája és az egyetem fejlődéséért iskolapolitikailag is aktív ember. 1893 őszén Röntgent az egyetem rektorává választották. A következő évben, az egyetem alapításának évfordulóján tartott beszédében többi között a következőket mondta: „az egyetem a tudományos kutatás és a szellemi képzés otthona, a diákok és a tanárok ideális törekvéseinek a táplálója. Jelentősége ebben sokkal nagyobb, mint gyakorlati haszna. Ezért figyelemmel kell lennünk arra, hogy az üres helyek betöltésénél olyanokat válasszunk ki, akik tudományuk kutatói és fejlesztői... akik tisztán ideális célokat követnek... és idealisták a szó helyes értelmében”. Ő ilyen ember volt, ezt bebizonyította, amikor alig két év múlva az X-sugarak felfedezésével kapcsolatban minden felfedezői jogról lemondott, amikor a Nobel-díj 50.000 svéd koronányi összegéből tudományos alapítványt létesített, amikor a személyével kapcsolatos minden hírnevet elhárított, így az X-sugarak róla való elnevezését, a császártól kapott Korona-rend kitüntetéssel járó nemesi címet. Mindezeket etikátlannak és méltatlannak tartotta olyasvalaki számára, aki követi az általa megfogalmazott ideális célokat.

4. Röntgen-képek a mellényzsebben

A röntgensugárzás gyakorlati alkalmazása minden területen, de főleg az orvosi diagnosztikában folytatta diadalútját. A 7. ábrán láthatók ennek az útnak a főbb állomásai, lépései, fordulópontjai. A következőkben ebből mutatunk be néhányat, de a téma olyan gazdag, hogy ezek a példák csupán felvillantják az egyes képrészleteket.

Az 1970-es évek elején indult meg a röntgendiagnosztika első forradalmi időszaka, a komputer-tomográfia (CT) alkalmazása. Eddig a röntgenképen a leképezett szerkezetek egymásra rakódtak és az így nyert szummációs kép értelmezése nehéz volt. Kidolgozták a rétegfelvétel lehetőségét is, ennek tökéletesítése volt az eljárás számítógéppel való összekapcsolása, amelynek során 180°-os szögtartományban átvilágított koponya sugárgyengítési adataiból – az első készülékeknél 6400 adatból (képpontból) – állították elő tetszőleges mélységű és irányú metszet képét. Akkor jó két napig tartott, amíg az első keresztmetszeti kép elkészült, ma már a koponyafelvétel 260.000 képponttal egy percen belül kész van. 1974-ben világszerte már 60 CT-készülék volt használatban, 1994-ben pedig 26 ezer, ezek a számok jól jelzik, hogy a diagnosztika első forradalma óriási léptékkal haladt előre.

Az alkalmazások jelentős része nem csupán diagnosztikai átvilágításból áll, hanem orvosi, sebészi beavatkozások tartósabb nyomonkövetéséből is. Ilyenkor – pl. koszorúér elmeszedés esetén, az ér ballonnal való kitágításakor – akár egy óras expozícióra is sor kerülhet, amelynek során előfordulhat a bőr sugárzás okozta megerhelése. Ennek csökkentésére impulzusüzemű átvilágításra alkalmas készülékeket fejlesztettek ki, amelynek a képernyőn még „folyamatosan” látható képet létesítenek. (Ezek ára több mint 1 milliárd



10. ábra: Angiográfia laboratórium

forint). A 10. ábra látható egy modern érsebészeti laboratórium, Németországban 370 hasonló laboratórium működik.

A fejlesztés tovább folyt. A „szubszekundumos spirális CT” egyetlen réteget 0,75 s alatt készít el és azáltal, hogy a körülfordulás után nem kell megállnia, folytonos forgással az egész testet a koponyától a hasig fél perc alatt összefüggően leképezi. Ennek a berendezésnek egy ultragyors elnevezésű továbbfejlesztett változata 22 s alatt, egyetlen kilégzési szakasz során az egész mellkast leképezi. A berendezéssel lehetővé válik a szervek morfológiája mellett azok funkciójának a tanulmányozása is.

A gyorsan mozgó szív eddig kisiklott a CT-vizsgálat alól, mert a képsíkban lévő szövetváltozás a felvétel alatt másik síkba vándorolt és észrevétlent maradt, vagy többszörösen leképeződött. Most a meszes szövetrészek a megfelelő helyeken kirajzolódnak, kontrasztanyagra sincs szükség. Ha a rétegeket egymásra rakjuk a számítógép kirajzolja a szív háromdimenziós képét. Ezen a képen igen nagy felbontás mellett lehet vizsgálni a szív működését, az izomösszehúzódást, a falmozgásokat stb., de vizsgálható a tüdőembólia és bármely tüdőpangási jelenség is. Ezek a berendezések nemcsak a CT-család leggyorsabb tagjai, de a legdrágábbak is, ma az áruk 4 milliárd forint körül van. Jelenleg az egész világon 60 ilyen berendezést üzemeltetnek.

A röntgendiagnosztika második forradalma a digitális képek megteremtésével indult (7. ábra). A klasszikus technikánál a szöveteken áthaladt röntgensugarak fotofilmre estek, az új eljárásnál detektorok regisztrálják azokat, és digitális képekké alakítják az eredményt. A műszó: digitális filmradiográfia. A keletkezett képek komputerre feldolgozhatók, helykímélő módon tárolhatók, és problémamentesen, másodpercnyi idő alatt előkereshe-



11. ábra: Akár 70 röntgenkép is tárolható az emberi test különböző részeiről egy digitális kártyán

tők. Legújabb megjelenési formájuk egy, a hitelkártyához hasonló plasztikkártya, amely 70 röntgenfelvétel, tehát gyakorlatilag egy felnőtt élete folyamán felvett összes kép tárolására alkalmas (11. ábra). A digitális kártya segítségével a páciens teljes radiológiai múltját a mellényzsebben magánál tarthatja. A kártyán feltüntethető még az utolsó felvételig kapott teljes sugárdózis, a személy (szükség esetére szóló) azonosításához az ujjlenyomat képe is. A kártya leolvasó berendezése jelenleg kb. 350 ezer forintba kerül.

A röntgentechnika fejlődésében nemcsak az orvostudományok játszottak szerepet. Befejezésül egyetlen példa legyen erre a röntgensugár-asztrofizikában használt világűrteleszkóp. A világűrből érkező sugarak összegyűjtésére méteres méretű egymásba illeszthető üvegkerámia hengereket készítettek, amelyek faláról a röntgensugarak egy detektorra esnek. A hengertükrök falának legfeljebb három atomnyi egyenletlenséget volt szabad tartalmaznia. Az első kísérletet 1998-ra tervezik.

5. Az életút végén

A személyiségét soha előtérbe nem helyező szerény tudósnek mindig terhére volt a nyilvánosság és felfedezéséről sem tartott előadásokat, kivéve a nevezetes würzburgi és a stockholmi Nobel-díjas előadást. Az egyetemi előadásait is szükséges rossznak tekintette. Előadásai magas színvonalúak voltak, de nem igazán élvezetesek: nagyon halkan beszélt, néha a negyedik sorban sem lehetett hallani. Emiatt a hallgatók figyelme gyakran ellazult. Azt írják róla, egyszer előfordult, hogy két hallgatója nagyon hangosan beszélgetett az előadás alatt. Röntgen félbeszakította az előadást, és így szólt: „Ha azok az urak, akik most társalognak, olyan halkan beszélnének, mint azok akik alusznak, akkor nem zavarnák az a kis csoportot, amely figyelni az előadásomat”.

1900 áprilisában Röntgen elfogadta a bajor főváros München egyetemének meghívását és itt tanított 1920-ig, ettől kezdve emeritusként haláláig, 1923. február 10-ig. Itt már fő érdeklődési területe a kristályok elektromos tulajdonságaira gyakorolt fényhatás. Utolsó munkáját mint emeritus 1921-ben publikálta. Utolsó éveit az infláció miatt és a felfedezése után elvárható jövedelmek visszautasítása folytán igen szerény anyagi feltételek között töltötte (12. ábra). Halála előtt sem tagadta meg önmagát; a legtöbb személyes dokumentumát megsemmisítette és végrendeletében meghagyta, hogy halála után a megmaradtakat is semmisítsék meg. Mindez nem akadályoz meg bennünket abban, hogy őt a 20. századi fizika egyik alapkövének lerakójaként tiszteljük, aki az orvostudomány világát is jelentős méretekben megváltoztatta, és ezáltal az emberek egyik legnagyobb jótévőjévé vált.



12. ábra: Röntgen utolsó életévében

SZALAY LÁSZLÓ

* * *

Megemlékezések az évfordulóról

A Röntgen centenárium tiszteletére 1995 augusztusában-szeptemberében Würzburgban megrendezett két emlékkongresszusról e kiadvány 9. fejezetében olvasható részletes beszámoló *Mózsa Szabolcs* és *Décsi Zoltán* tagtársak tollából.

A Magyar Radiológus Társaság 18. (jubileumi) Kongresszusán (Tihany, 1996. május 8–11.) ünnepelte a Röntgen-centenáriumot, a X. Európai Radiológus Kongresszus „Start of a New Century of X-rays” jelszóval 1997. március 2–7. között Bécsben emlékezett több mint tízezer (köztük kb. 400 magyar) résztvevő jelenlétében a jeles évfordulóra.

A Magyar Tudomány 1995/9. füzeté 1017–1106. oldalain közöl nyolc tanulmányt az évforduló tiszteletére, többek között a röntgentechnika hazai kezdeteiről.

ERNST EMLÉKÜLÉS

(Pécs, 1995. április 21–22.)

Ernst Jenő professzor (1895. április 15. Baja – 1981. február 27. Pécs) születésének centenáriuma alkalmából a Magyar Biofizikai Társaság kétnapos Emlékülést rendezett első elnöke (1961–1969), a kétszeres Kossuth-díjas akadémikus, a POTE Biofizikai Intézetének volt igazgatója emlékére. Az Emlékülésre Pécsen, a helyi Akadémiai Bizottság Székházában került sor, mintegy 80 résztvevővel. Első napján tudományos előadások hangzottak el, másnapján kerekasztal konferencia volt a biofizika oktatásának helyzetéről. Utóbbiról ezen Értesítő 10. fejezete ad számot.

Az Emlékülés résztvevőinek képviselői megkoszorúzták Ernst Jenő sírját. (Ernst professzorról megemlékezés a MBFT Értesítője (7) 1981. füzet 206–209. oldalain, a halála 5. évfordulóján ugyancsak Pécsen rendezett Szimpóziumról részletes beszámoló az Értesítő (9) 1989. számának 47–50. oldalain jelent meg.)

Somogyi Béla professzor megnyitó szavait követően a centenáriumi Emlékülés első napján került átadásra az „Ernst Jenő Alapítvány” kuratóriuma által kétévenként adományozott „Ernst Jenő Emlékérem”, amelyet ez alkalommal – negyedikként – *Niedetzky Antal* egyetemi tanár, a Társaság főtitkárhelyettese vehetett át.

Ezt követően öt előadás hangzott el a biofizika hazai reprezentánsainak előadásában a biofizikai kutatások aktuális kérdéseiről:

<i>Tigyi József:</i>	Ernst Jenő és a magyar biofizika
<i>Keszthelyi Lajos:</i>	Víz – proton – bakteriorodopszin
<i>Damjanovich Sándor:</i>	Biológiai struktúrák dinamikája
<i>Rontó Györgyi:</i>	Globális változás – a Puskin utcai UV dózismérő tükrében
<i>Belágyi József:</i>	A miozin cross-bridge strukturális dinamikája

A nap jó hangulatú állófogadással zárult az Üszögi Kastélyszállóban.

Ernst Jenő Emlékérem

Az Ernst Jenő Alapítvány (lásd: A MBFT Értesítője (9) 1989. 181–183. old.) kuratóriuma a kétévenként adományozható Emlékérmeket a biofizika területén kifejtett kiemelkedő kutató, oktató és szervezői tevékenységükért eddig Társaságunk alábbi tagjainak adta át:

1. 1989. évben	<i>Tigyi József</i>
2. 1991. évben	<i>Rontó Györgyi</i>
3. 1993. évben	<i>Garab Győző</i>
4. 1995. évben	<i>Niedetzky Antal</i>
5. 1997. évben	<i>Gidáli Júlia</i>



*Az Ernst Emlékülés hallgatósága
(dr. Somogyi B., dr. Flerkó B., dr. Szolcsányi J., dr. Donhoffer Sz.)*



dr. Tigyi József akadémikus szól Ernst Jenőről



dr. Keszthelyi Lajos akadémikus



dr. Damjanovich Sándor akadémikus



dr. Rontó Györgyi egyetemi tanár



dr. Belágyi József egyetemi tanár

ÖTVEN ÉVE TÖRTÉNT

HEVESY GYÖRGY NOBEL-DÍJA

(1943)



Az ötven éve (1943) kémiai Nobel-díjjal kitüntetett Hevesy György emléktáblája a Budapest, V. Akadémia u. 1/3. ház falán

A radioaktív izotópok általa kezdeményezett felhasználása „nyomozóelemként” kémiai és biológiai folyamatokban új, igen jelentős tudományos módszerré vált számos tudományterületen.

Az Európai Nukleáris Orvostudományi Egyesület 1990 májusában Amszterdamban *Hevesy György Emlékülést* rendezett, melyen „A sugárzás utóhatása biológiai szövetekben” címmel *L. F. Feinendegen* tartott emlékelőadást. (Ennek rövidített változatát a *Fizikai Szemle* 1994/7. száma közölte 279–284. oldalain).

BAY ZOLTÁN ÉS „A KÍSÉRLET”

„A magyarok elérték a Holdat”, „Magyar tudós nyitott utat az univerzum felé”. Ötven évvel ezelőtt, 1946. február 6-án ilyen és ehhez hasonló címekkel röppentették fel az újságok a hírt, hogy *Bay Zoltán* fizikus, az Egyesült Izzó újpesti kutatólaboratóriumának vezetője radarjeleket a küldött a Holdra, és a Hold – válaszolt.

A neves magyar fizikus később (1948-ban) az Egyesült Államokba távozott, ahol tudományos felfedezéseiért magas kitüntetésekben részesült. 1978-ban látogatott először haza, de a külföldön élő neves magyar személyiségek 1996. évi budapesti világtalálkozásán már nem vehetett részt, három évvel korábban elhunyt. Hamvai szülőföldjén, a gyulavári temetőben nyugszanak.



Bay Zoltán sírköve Gyulaváriban (Kutas L. felv. – 1996)

A kísérlet 50. évfordulója alkalmából a gyulai Bay Gimnáziumban 1996. február 14-én emléknapot rendeztek, melyen a hazai fizikustársadalom számos jeles képviselője, köztük elnökünk, *Keszthelyi Lajos*, emlékezett az eseményre.

* A budapesti világtalálkozó alkalmából J. Nagy János tollából az Új Dunántúli Naplóban, 1996. február 6-án megjelent ismertetés nyomán.

Lásd még: *Marx György*: Bay Zoltán nekrológja (Fizikai Szemle, 1993/2. sz. 65–70. old.)

NEGYEDSZÁZADOS ÉVFORDULÓ

NAGY JÁNOS EMLÉKÉREM

A Magyar Biofizikai Társaság, a Magyar Orvosi Nukleáris Társaság és a Tiszaföldvári Gimnázium 1994-ben *Nagy János* (1919–1970), néhai egyetemi adjunktus (Budapesti OTE Biofizikai Intézete), Társaságunk alapító tagja, emlékére közös összefogással Emlékérmeket alapított. Az Emlékbizottság Kuratóriumában – melybe az alapító testületek 2–2 tagot delegáltak – Társaságunk képviselői *Györgyi Sándor* és *Köteles György*. Az Emlékérem *Kubászova Tamara* művészi munkája.

Az elkészített 10 Emlékérem egyike a családé, 3–3-at pedig az alapítók jogosultak adományozni. A MONT részéről 1995-ben átadott Emlékérmek közül kettőt tagtársaink, *Vittay Pál* és *Krasznai István* kaptak szakmai munkásságukért.

AD MULTOS ANNOS . . .

ÜNNEPI TUDOMÁNYOS ÜLÉSEN KÖSZÖNTÖTTÉK A 80 ÉVES TARJÁN IMRE PROFESSZORT

Nagyszámú hallgatóság, közöttük volt tanítványainak, munkatársainak népes tábora köszöntötte a 80 éves **Tarján Imre** akadémikust, a Biofizikai Intézet volt tanszékvezető professzorát 1992. október 15-én az MTA Természettudományi Kutatólaboratóriumai (TTKL) dísztermében az MTA Matematikai és Fizikai Osztálya ünnepi tudományos ülésén.

Császár Ákos akadémikus, osztályelnök megnyitójában az MTA Elnöksége és az Osztály nevében üdvözölte az ünnepeltet, méltatva széles körű tudományos, felsőoktatási és tudományos közéleti munkásságát.

Fedina László főorvos, minisztériumi főosztályvezető, a népjóléti miniszter nevében, de úgy is mint az ünnepelt egykori hallgatója üdvözölte Tarján Imrét, és átadta neki azt a díszoklevelet, amit a miniszter az egészségügy érdekében több évtizeden át kifejtett kimagasló tevékenységéért adományozott.

Tarján Imre válaszában megköszönte a jókívánságokat és – vérbeli pedagógusként – „Célok és feladatok” címmel rövid előadást tartott. Előadásában a SOTE Biofizikai

Intézetének az orvos- és gyógyszerészképzésben kifejtett több évtizedes (utóbb háromnyelvű) oktatási tevékenységéről szól, kiemelve munkájuk külföldön is elismert tartalmi és módszertani sajátosságait, egyúttal kitérve a jövő néhány feladatára is. Előadásának második felében az intézet, illetve az ott működött akadémiai tanszéki kutató csoport tudományos tematikájának múltbéli alakulásáról beszélt és ezáltal bevezette a soron következő két előadást is.

A biofizikai témájú előadásban *Rontó Györgyi* professzor, a SOTE Biofizikai Intézetének és egyben az MTA TTKL Biofizikai Kutatólaboratóriumának igazgatója a biológiai dozimetria általuk művelt új irányairól, illetve az elért legfrissebb eredményeiről beszélt. A múltban, ha (biológiai) dozimetria került szóba, mindenkiben rendszerint a röntgen- és a radioaktív sugárzások biológiai hatásainak mérésével kapcsolatos kérdések merültek fel. Napjainkban azonban hasonló, ha nem nagyobb fontosságúvá vált a kémiai ártalom, ezen belül a vegyszerek genotoxikus hatásának, illetve az ultraibolya fény biológiai hatásának kvantitatív jellemzése. (Gondoljunk csak a motorizációra, illetve az ózonpajzs elvékonyodására.) Rontó professzor előadásában az utóbbi kérdést tárgyalta, hangsúlyozva azonban mindkét terület jelentőségét a környezetvédelemben. – Vizsgálataikban érzékelőként baktérium-vírust, a T7 fágot, pontosabban ennek UV-fény hatására bekövetkezett „pusztulását” használták fel. Korábbi eredményeik alapján ui. a fágpusztulás jellemzésére használt mennyiség a fágpopulációban létrejött átlagos sérülésszámmal ekvivalens, és ezt vezették be a biológiailag hatásos dózis jellemzésére. A fágpusztuláson alapuló biológiai dózis ismeretében más UV hatások (emberi bőr megpirosodása, bőrrák keletkezése stb.) kockázata egyszerűen számítható, ha ismerjük a kérdéses biológiai hatás spektrális érzékenységét. (Ez jelenleg csak kevés esetben áll rendelkezésre.) Az előadás bemutatta a bioszenzor alkalmazását is különböző körülmények és feltételek mellett.

Janszky József, az egykor Tarján Imre vezette akadémiai kutatócsoportból kinőtt MTA TTKL Kristályfizikai Kutatólaboratórium igazgatója a nemlineáris optikában elért legújabb eredményeiket ismertette.

Tárgyalta például az ultrarövid lézerpulzusok időtartamának meghatározására irányuló mérés technikai fejlesztéseiket, amelyek a kristályok anizotróp tulajdonságain alapulnak. Az alkalmazott nemlineáris optikai módszerek alkalmasak a fény utóbbi időben felfedezett új állapotának, az ún. összenyomott fénynek az előállítására is (a fénynek ebben az állapotában a zaj egyik komponense kisebb lesz, mint vákuumban). Eredményeik szerint az összenyomott fénynek különösen nagy a határfoka sokfotonos folyamatokban. Az irodalomban elsőként kimutatták, hogy hirtelen frekvenciaváltozás összenyomásra vezet, továbbá azt, hogy megfelelő periódussal történő gyors frekvenciaváltozással extrém nagy összenyomottság érhető el. Különböző nemlineáris optikai folyamatokban előállítható két koherens állapotú fény kvantummechanikai szuperpozíciója. Elsőként mutattak rá, hogy az ilyen szuperpozíció összenyomott tulajdonságot mutat.

A kedves, közvetlen hangulatú ülés befejezéseként Rontó Györgyi és Janszky József a laboratóriumok nevében köszöntötték Tarján Imrét és átnyújtották a neki dedikált és külföldi folyóiratokban megjelent cikkek összegyűjtött példányát.

(Átvéve az „Orvosegyetem” 1992/20. számából, 20. oldal.)

GYÖRGYI SÁNDOR

A 70 ÉVES TIGYI JÓZSEF KÖSZÖNTÉSE

(Ünnepi Elnökségi ülés, Pécs, 1996. március 18.)

Napirend:

1. Tigyi József akadémikus, a Magyar Biofizikai Társaság alapító tagja és első titkára, 21 éven át volt elnöke, jelenlegi tiszteletbeli elnöke köszöntése 70. születésnapja alkalmából.

Hölgyeim és Uraim!

Tisztelt Tigyi Professzor Úr! Kedves Barátunk!

Valamennyi jelenlévő nevében sok szeretettel köszöntelek, és ezt kétszeresen teszem: születésnapod és névnapod alkalmából egyaránt üdvözöllek. Nem tudom, hogy azért lettél-e József, mert március 19-én születted, vagy azért születted március 19-én, mert akkor van József-nap?

Az ilyen köszöntés jó arra, hogy meg lehet mondani a szemébe az ünnepelnek, hogy milyenek látjuk, és, hogy mit csináljon a jövőben is úgy, ahogyan eddig. Nyilván csak a szépet és a jót mondjuk el, mert hiszen azt kell tovább csinálni. Különben is, ha már megélt valaki 70 évet, legyen meg az az öröme, hogy dicsérik. Tigyi József ezt meg is érdemli. Ezt a megállapítást és azt is, amit a továbbiakban fogok mondani, személyes élmények alapján, őszintén teszem. Nem szakmai méltatást követek el, hanem idézem a múltat, ahogyan én látom.

Sok területen működünk: szolgáltuk a biofizika ügyét itthon és külföldön, mind az oktatás, mind a tudományos kutatás vonatkozásában, egyidőben fungáltunk az Akadémián, te a biológiai, én a matematikai és fizikai tudományok osztályának elnökeként, az Akadémia Elnökségében, te mint az Akadémia alelnöke is, számos állandó és ad hoc testületben, és természetesen közös terület volt a Magyar Biofizikai Társaság, aminek hosszú időn át voltál az első embere. Alapképzettségünk különböző, te orvos, én fizikus vagyok, de ez sohasem zavart bennünket sem a szűkebb szakma világában, sem a közéletben, sőt, sok esetben könnyebb volt megérteni és támogatni egymást, mint ha azonos trambulínról indultunk volna. Együttműködésünk felhőtlen volt, sőt te segítettél elosztatni azokat a felhőket is, amelyek néha megjelentek Ernst Jenő és közöttem. Ezúton is köszönöm.

Tigyi József aktivitása, munkabírása ma is rendkívüli, pedig évtizedeken át kettős életet élt: tevékenykedett Pécsen és Budapesten, és pedig úgy, hogy több vezető funkciót töltött be ott is, itt is. Pécsen mint professzor, mint rektor dolgozott az intézetért, az egyetemért, a szeretett városért. Számos konkrét eredmény fűződik munkásságához. Budapesten az Akadémián, a MTESZ-en, a Biofizikai Társaságon kívül vezető szerepet vitt sok más intézmény, testület életében, nem utolsó sorban az Eü. Minisztérium munkájában is. Minden tevékenységét a konstruktivitás, a segítő készség jellemezte. Nagyszerű érzékeléssel igyekezett a konfliktusokat elsimítani, ha lehetett, elkerülni. Azt is tudta, hogy egy üggyel mennyit kell, vagy mennyit érdemes foglalkozni. Mindez napjaink Tigyi professzorát is jellemzi.

Tigyi József kolléga kellemes közéleti, társasági ember. Emlékezetes számomra, bizonyára a többiek számára is, akik kb. 15 évvel ezelőtt az Akadémia Elnökségének pécsi látogatásán részt vettek, az a sok kellemes élmény, aminek akkor részesei voltunk, és aminek spiritus rector-a a vendéglátó Tigyi József volt. A napirendi pontok elfelejtődnek, de megmaradnak az élmények: az Orvostudományi Egyetem, a meglátogatott intézetek, a város szépségei, a székesegyház, találkozás a püspökkel, az akadémiai székház és nem utolsósorban a vadas bankett. Mindehhez olyan házigazda kellett, mint Tigyi József.

Kedves Barátunk! Hasonló aktivitással kezdjed el a következő 70 évet. Ehhez kívánunk néked jó egészséget, további sikereket.

TARJÁN IMRE



Tarján Imre köszönti a 70 éves Tigyi Józsefet

(dr. Keszthelyi L., dr. Tigyi J., dr. Tarján I., dr. Damjanovich S.)

Társaságunk mindhárom tiszteletbeli elnöke, valamint elnöke 60., 70., illetve 80. születésnapja alkalmából köszöntő az előző|következő oldalakon. (Kutas L. felv.)

A Magyar Biofizikai Társaság Elnöksége és a Magyar Tudományos Akadémia Biofizikai Bizottsága közös ünnepi ülésén ezt követően *Gergely János* akadémikus, a MTA Biológiai Osztályának elnöke, majd *Damjanovich Sándor* akadémikus, *Trón Lajos* professzor, mint a MTA Biofizikai Bizottságának elnöke és a volt diáktárs, az elnöklő *Keszthelyi Lajos* akadémikus üdvözölték még kedves, közvetlen szavakkal az ünnepeltet.

A Pécsi Akadémiai Bizottság Székházában az ünnepi ülés hivatalos részét követően baráti fogadás volt, melyen a jelenlévők születésnapj tortával köszöntötték a Társaság jubiláns tiszteletbeli elnökeit, az aznap ünnepelt *Tigyi Józsefet* 70. és *Damjanovich Sándort* 60. születésnapja alkalmából.

ELNÖKÜNK, KESZTHELYI LAJOS PROFESSZOR 70 ÉVES

Idén, 1997 tavaszán töltötte be hetvenedik életévét *Keszthelyi Lajos*, a Magyar Biofizikai Társaság elnöke. A mai magyar biofizika egyik meghatározó alakjának e nevezetes születésnapja a biofizikus közösség ünnepe is. A jeles évforduló jó alkalom a kivételesen aktív és eredményes életút áttekintésére.

Keszthelyi Lajos Kaposváron született, szülővárosában érettségizett, majd 1950-ben Budapesten, az ELTE-n matematika-fizika szakos tanári diplomát szerzett. Érdeklődése és tehetsége révén tudóssá vált. Színes és eredményes budapesti kísérleti fizikusi múlt után vált biofizikussá Szegeden, a Szegedi Biológiai Központ Biofizikai Intézetében.

A biofizika történeti okok miatt közismerten interdiszciplináris tudomány. Mivelhogy a fizikának az élő természet leírására való képessége egyre nő, így a biofizika tudományterülete is folyamatosan tágul, sokszínűbbé válik. Az interdiszciplináris jelleg megmutatkozik a biofizika művelőinek nevelkedésében is. Alapvetően két úton jutnak el a kutatók a biofizika területére: egyrészt orvosi-biológiai, másrészt fizikusi tanulmányok, illetve kutatások után. Az eredetbeli különbözőség bizonyos mértékben meghatározza a későbbi megközelítési módot, a stílust. Keszthelyi Lajos alkata és meglehetősen hosszú kísérleti fizikusi múltja révén markáns képviselője a „fizikus” biofizikusoknak. Megmutatkozik ez gondolkodásmódjában, a témák kiválasztásában, tárgyalásában, még abban is, hogyan alakította az SZBK Biofizikai Intézetének tematikáját, kutatói gárdáját. Fizikus beállítottsága azután is megmaradt, hogy érdeklődése a biológia problémáira irányult, és magasszintű ismereteket, műveltséget szerzett a biológiában is.

Budapesti szakmai „előélete”, mely rövid ELTE Fizikai Tanszéki kezdet után a KFKI-hoz kötődik, változatos témák igen sikeres művelésével telt: Először magfizikai mérőberendezések fejlesztésével és építésével, majd magfizikai alap kutatásokkal foglalkozott. Nevéhez fűződik a Mössbauer spektroszkópia korai magyarországi honosítása. A biológiával a Mössbauer spektroszkópia, illetve az PIXE (proton indukált röntgensugár kibocsátás) módszer biológiai alkalmazásával került kapcsolatba.

1973-ban került Szegedre, kezdetben félállásban. A biológiai aszimmetria eredetének kiderítésére Garay András, az Intézet akkori igazgatója által kezdeményezett kutatások vonzották, ez az SzBK alapítása idejében a Biofizikai Intézet egyik meghatározó témája volt. Az alapvető biológiai kérdés komoly fizikai vonatkozásai kihívást jelentettek mind elméleti, mind kísérleti területen. Bár a kérdés végleges megoldása azóta sem történt meg – és úgy tűnik, jelenlegi ismereteink alapján megoldása a közeljövőben nem várható –, a csoport a felmerült magyarázatok kritikus értelmezésével, fontos kísérletek elvégzésével a témakört „rendbe tette”. Keszthelyi Lajos jelenleg is a terület egyik meghatározó szakértője.

Igazgatóhelyettesi működését követően 1975-ben nevezték ki az Intézet igazgatójává, s 1993-ig töltötte be e posztot. A Biofizikai Intézet vezetése mellett 1989 és 1993 között a Szegedi Biológiai Központ főigazgatói teendőit is ellátta. Munkássága különlegesen sikeres mind szűkebb szakmai, mind a teljes intézet tudományos-szervezeti vezetése tekintetében.

Kutatómunkájában a továbbiakban a biológiai energiaátalakítás alapvető lépéseinek a tanulmányozása meghatározó. Vezetésével a bioenergetikai csoport a terület elismert

nemzetközi tekintélyű műhelyévé fejlődött. A bakteriorodopszin protonpumpa működésének tanulmányozásával az energiaátalakítás folyamatának számos általánosan fontos elemi lépését jellemezték spektroszkópiai és általuk kidolgozott fotoelektromos módszerekkel. A megállapításokat más fontos rendszereken, pl. ion-transzportáló ATP-ázokon általánosították.

Tanítványai igyekeztek és azóta is igyekeznek eltanulni egyedülálló kutatói tulajdonságait: a nagy szakmai tudáson, kiváló kísérleti készségen és munkabíráson túl széles műveltségét, eredetiségét-ötletességét, különleges fogékonyságát új dolgok iránt.

Meghatározó a Biofizikai Intézet arculatának kialakításában, a kutatók nevelésében játszott szerepe. Az 1971. évi alapítást követően az Intézet döntően igen fiatal, lelkes, de tapasztalatlan kutatók együttese volt. Gyakorlatilag az Intézet teljes fejlődése Keszthelyi Lajos igazgatóságához kötődik: irányításával váltunk jóhírű kutatóbázissá. A munka eredményességét nagyszámú közlemény, az Intézet által szervezett rendezvények és az időközben beérett fiatalok által megszerzett számos tudományos fokozat mutatja.

Közel ilyen fontos és az igazi eredményességhez valószínűleg nélkülözhetetlen is a munkahely jó hangulata: a Biofizikai Intézetet dolgozói szeretik, a nagyobb konfliktusokat Keszthelyi Lajos erős egyénisége, igazságos döntései, példamutató magatartása rendre megoldották. A szimpátia kölcsönös, volt igazgatónk is szemmel láthatóan kedveli az intézetet, ez még kezdeti túlzott budapesti lokálpatriotizmusát is csökkenteni látszik. Az intézeten kívül Szeged városában is jól érzi magát, számos helybéli barátot is szerzett.

1993. végén az intézet igazgatásáról lemondott, mint az intézet kutató professzora ifjonti hévvel szenteli azóta teljes idejét a kutatásnak. Munkájával, tanácsaival azóta is az Intézet nélkülözhetetlen munkatársa.

Páratlanul nagy energiája, tenniakarása eredményeképpen igen aktív tevékenységet folytatott és folytat a tudománypolitika számos területén, a legfontosabbakat is hosszan tart felsorolni:

- 1980 és 1985 között az Eötvös Loránd Fizikai Társaság alelnöke
- 1982 óta a Magyar Tudományos Akadémia tagja
- 1985 és 1990 között a Szegedi Akadémiai Bizottsága alelnöke
- 1985-től a Magyar Biofizikai Társaság alelnöke, majd 1990-től elnöke
- 1993 és 1995 között az MTA elnökségi tagja

Munkásságáért 1993-ban Széchenyi-díjjal jutalmazták.

A 70. születésnap e kivételes életmű fontos állomását jelzi. Ezen a helyen a Magyar Biofizikai Társaság, illetve a magyar biofizikusok nevében kívánunk boldog születésnapot, további jó egészséget, eredményes munkát és sok boldogságot Keszthelyi Lajosnak.

ORMOS PÁL

KÖSZÖNTŐ DAMJANOVICH SÁNDOR PROFESSZOR 60. SZÜLETÉSNAPJÁRA

A kutatómunka logikájához elválaszthatatlanul hozzátartozik a számvetés. Vannak olyan alkalmak, amelyek szinte megkövetelik egy lezárult periódus értékelését. Az ilyenkor elkészített mérleget összevetjük a célokkal és a tanulságokat levonva döntéseket hozunk a következő időszak terveire és részletes programjára vonatkozóan. Előfordul, hogy a számvetés tárgyát egy munkatárs eredményei képezik, a számvetők köre pedig mindazokat magába foglalja, akik számára ezek az eredmények fontosak, hiszen maguk is hasonló témakörben dolgoznak és tevékenységeik ugyanazon egész részeit jelentik.

Öröm és megtiszteltetés számomra, hogy a hazai biofizikusok közösségének jókívánásait tolmácsolhatom Damjanovich Sándornak hatvanadik születésnapja alkalmából. Damjanovich Sándor eredményeit mindannyian számon tartjuk, hiszen azok alapvetően hozzájárultak a magyar biofizika határainkon túli elismeréséhez. Öröm számunkra, hogy hatvanadik születésnapján jó egészségben köszönthetjük, hogy energiája, munkakedve és kreativitása tovább gyarapítja eredményeinket.

Damjanovich Sándor 1936-ban született Mátészalkán. A Debreceni Orvostudományi Egyetemen szerezte orvosi diplomáját 1960-ban, és azóta is ez az egyetem a munkahelye. Az akkori Orvosi Fizikai Intézet vezetését 1968-ban vette át, és ezt követően azonnal hozzálátott az intézetben folyó oktatási és kutatási tevékenység alapvető átszervezéséhez. Ennek eredményeként az intézet felvette a Biofizikai Intézet nevet, a biofizika tantárgy megjelent a debreceni egyetem curriculumában és az intézetben elkezdődtek biofizikai kutatások.

Szakmai tevékenységében mindig meghatározó volt az új, érdekes problémák iránti azonnali érdeklődés. Egész kutatói tevékenysége magán hordozza a biológia és a fizika iránti egyidejű vonzódásának jeleit. Kitüntetett figyelemmel kísérte az új módszerek megjelenését és azoknak szakterületén való alkalmazási lehetőségeit. Kevés magyar kutató honosított meg nála több modern vizsgálómódszert, ugyanakkor új mérés technikai eljárások kifejlesztésében elért saját eredményei is kiemelkedtek. Kutatómunkájának további meghatározó vonása volt az a képessége, hogy igen hamar felismerte az egymástól függetlennek tűnő jelenségek között is a létező kapcsolatokat.

Tudományos érdeklődése az első időkben az enzimműködés szabályozása felé fordult. Számos igen gyakran idézett közleményt jelentett meg a szabályozásban fontos szerepet játszó konformációs állapotok sajátosságairól, azok szerepéről az alloszterikus és a katalitikus aktivitás sugárérzékenységében. Intenzíven bekapcsolódott a környezeti tényezőknek (intracelluláris paraméterek) az enzimműködésben, valamint a multienzim komplexek működésének szabályozásában betöltött szerepe tanulmányozásába. Elméleti és kísérletes enzimkinetikai vizsgálatai először tették lehetővé e problémakör exakt, matematikai modellel is követhető vizsgálatát. Enzimkinetikai, fizikai-kémiai munkásságának jelentős nemzetközi elismerése volt 1976-ban, amikor a Nobel-díjas Prigogine meghívta a XVI. Solvay Konferenciára.

1980-tól érdeklődése a membránbiofizika felé fordult. Hazánkban ő végzett először áramlási citometriás méréseket és döntő szerepe volt más korszerű sejtbiofizikai mérések bevezetésében is (fluorescence recovery after photobleaching, molekuláris relaxációs folyamatok mérése sejtes rendszerekben, lymphocyták patch clamp módszerrel történő vizsgálata, pásztázó atomerő mikroszkópia alkalmazása sejt felszíni receptorok vizsgálatára, stb.). Jelentős

új eredményeket ért el a sejtfelszíni antigének szupramolekuláris szerkezetének, valamint a citoplazma membrán dinamikai sajátosságainak vizsgálatában. Bebizonyította, hogy sejtfelszíni molekuláris minták léteznek, és felismerte azoknak a transzmembrán jelátvitelben játszott szerepét. Újtípusú feszültség- és ligandkapuzott ionsatornákat karakterizált, amelyek a szabályozástól függő módon többféle módon befolyásolhatják a membránon keresztül lejtá- szódó információátvitelt.

Tudományos eredményeit közel 200 dolgozatban és tíz könyvrészletben tette közzé, amelyekre több mint 1350 mértékadó irodalmi hivatkozás található, közleményeinek összimpakt faktora mintegy 300. Több évet töltött kutató vendégprofesszorként a világ legjobb biológiai kutatóintézeteiben (Max Planck Intézetek, NIB, UCLA stb.). Kiemelkedő tudományos munkája elismeréseképpen számos emlékéremmel tüntették ki (Went, Jendrassik, Szent-Györgyi), 1982-ben az MTA levelező tagjává, 1990-ben pedig az MTA rendes tagjává választották, egy éve az EMBO (European Molecular Biology Organization) tagja. Világkonferenciák és szimpóziumok gyakori meghívottja, felkért előadója, illetve szervezője. A 11. Nemzetközi Biofizikai Kongresszus (1993) alelnöke, illetve a nemzetközi programbizottság elnöke volt. Négy nemzetközi folyóirat (European Biohys. J., J. Photochem. Photobiol. B.; J. Fluorescence; Arch. Geront. Geriatrics.) szerkesztőbizottsági tagja, illetve egynek (J.P.P.B.) társszerkesztője.

Tevékenyen vállalt részt a biológia és szűkebb kutatási területe, a biofizika hazai művelésével kapcsolatos tudományos közéleti és szervező-irányító munkából is. Két periódusban volt alelnöke, jelenleg tiszteletbeli elnöke a Magyar Biofizikai Társaságnak, három éven át volt elnöke a MTA Biofizikai Bizottságának. Hosszú időn keresztül elnökként irányította a Tudományos Minősítő Bizottság Kísérletes Biológia Szakbizottságának munkáját, majd a TMB plénumának volt tagja annak megszűnéséig. Az Európai Biofizikai Társaságok Szövetségének három évre megválasztott alelnöke.

Damjanovich Sándortól senki nem vitathatja el és nem is vitatja, hogy iskolát teremtett. Azt követően, hogy egy klasszikus orvosi-fizikai intézet vezetője lett, saját nevelésű, ma már magasan kvalifikált kutatók egész sora nőtt fel mellette. Munkatársai nagyon kevés kivételtől eltekintve az általa vezetett intézetben kezdték el tudományos pályafutásukat. Intézetében sohasem volt kőbevésett hierarchia, soha nem volt gátja senki előmenetelének sem az, hogy egy másik munkatárs hasonló előlépésére még várni kellett. Nehéz olyan hazai intézetet találni, ahol a munkatársak annyi időt töltöttek tanulmányúton, mint a debreceni Biofizikai Intézet munkatársai. Damjanovich professzor jószerével soha nem töltött jelentős időt egyetlen jónévű külföldi laboratóriumban úgy, hogy ne követte volna szinte azonnal valamelyik munkatársa. Közel 30 éves intézetvezetői tevékenysége alatt 13 kandidátusi, illetve PhD és 7 tudomány doktora értekezés készült irányításával, illetve kezdeményezései alapján. Tanítványai közül ketten önálló intézetvezetők, további kettő pedig egyetemi tanári címet kapott. Olyan kis létszámú intézetben, mint a DOTE Biofizikai Intézete (az állandó munkatársak száma 12) ez tekintélyt parancsoló eredmény. Segítőkézsége nemcsak tudományos kérdésekkel kapcsolatosan nyilvánult meg, munkatársai a legkülönbözőbb természetű problémákkal is bátran fordultak hozzá annak tudatában, hogy problémáiknak mindig segítőkész fogadtatása lesz.

A munkatársak, tanítványok, kollegák és barátok nevében szeretettel gratulálok 60. születésnapod alkalmából. Mindannyiunk nevében kívánom, hogy még hosszú ideig munkálkodj a magyar biológiai és biofizikai kutatások további sikereiért.

TRÓN LAJOS