

mányban szórtak. Ez azt mutatja, hogy a K-Ar módszer alkalmazásának feltételei Somoskő bazaltjára nem teljesültek. Vagy a kőzetbe lehülésekor beépült argon izotópösszetétele nem volt azonos, vagy pedig a kőzet káliumra és/vagy argonra nézve nem volt zárt rendszer. Az izokron diagramokban (5. ábra) a mérési pontok nem illeszkedtek egyenesre, de az „illesztett” egyenesek mind szintén idősebb kort jeleztek. Adataink és a földtani várakozások közötti ellentmondás feloldása érdekében feltettük a kérdést: lehetséges-e, hogy az izokron korok azonosak, de mégis hibásak? Rövid számítással igazoltuk, hogy ez bizony lehetséges: ha a kálium- és többlet Ar tartalmak között lineáris összefüggés áll fenn, akkor az egymással egyező izokron korok is hibásak lehetnek.

A többletargon akkor jelenik meg, ha a kitorés idején a bazalt argontartalma nem cserélődik ki teljesen az atmoszférával. A többlet- és radiogén argon sajnos nem különböztethető meg, így korrelációjuk nem vizsgálható. Mindenesetre, a kitorés és lehülés alatt a kőzetben a nagyobb mélységből származó többletargon koncentrációja nem nőhet, az atmoszférikus argoné viszont igen. Elgondolásunk szerint az atmoszférikus argont kisebb koncentrációban tartalmazó

frakciók argontartalma közelíti jobban a záródás idejére jellemző izotópösszetételt, továbbá az atmoszférikus argont hasonló koncentrációban tartalmazó frakciókról feltételezhető, hogy bennük a többletargon koncentrációja is hasonló. A 2. táblázatban dőlt karakterekkel jelöltük az atmoszférikus argont hasonló és alacsony koncentrációban tartalmazó frakciókat, és látható hogy ezekben a káliumtartalom is jelentősen változik. Ezen kiválasztott minták pontjait az 5. ábrán besötétítve jelöltük, pontjaik jól illeszkednek egyenesre, az általuk meghatározott korok pontossága szokatlanul nagy, és egymással is jól egyezik. Összefoglalva, ezek a korok azért tekinthetők megbízhatóknak, mert alacsony és hasonló koncentrációjú atmoszférikus argont tartalmazó frakción mértük őket, továbbá ezen frakciók káliumtartalma jelentősen különbözik. A későbbiekben kimutattuk, hogy a kálium- és többlet Ar tartalmak korrelációja esetén az ^{40}Ar - ^{39}Ar korok is hibásak, teljesen hasonlóan a K-Ar korokhoz. Meggyőződésünk szerint az előbbieken vázolt eljárás a legalkalmasabb jelenleg a hibás K-Ar korok felismerésére és a tényleges kor meghatározására a többletargon inhomogén eloszlásban tartalmazó kőzetek esetén.

SZALAY PROFESSZOR HATÁSA A DEBRECENI NUKLEÁRIS MEDICINÁRA

Galuska László

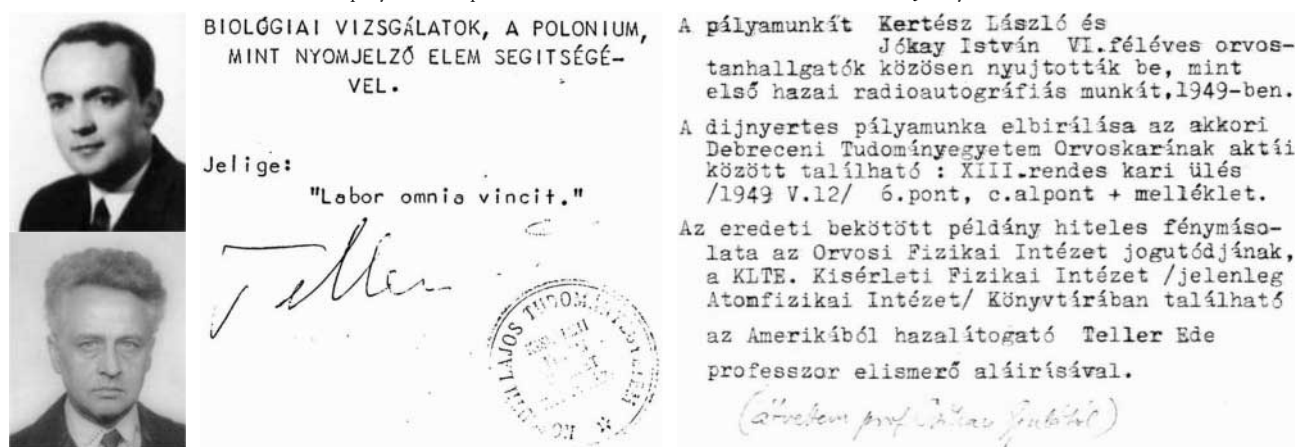
Debreceni Egyetem Orvos- és Egészségtudományi Centrum
Nukleáris Medicina Intézet

Szalay Sándor professzor születési centenáriuma jó alkalom arra is, hogy összefoglaljuk munkásságának hatását egy diszciplína – a nukleáris medicina – indulására és töretlen fejlődésére.

Tudjuk, hogy Szalay professzor széles látókörű tudós volt, akit nemcsak a magfizika, hanem annak alkalmazásai és ezen belül a humán felhasználás lehetőségei is érdekelték.

Szalay professzor kutatásai mellett kiváló oktatóként is ismert volt, így több kézikönyv és szakkönyv is kikerült kezéből, amelyet nagy haszonnal forgattak például a gimnáziumban oktató, a debreceni egyetemen végzett fizikatanárok is. Így fordulhatott elő, hogy az 1960-as évek elején, amikor gimnáziumi éveimet töltöttem Miskolcon, a fizikaórákon a kísérletek során felvetődött atomfizikai kérdésekre az általa írt

1. ábra. 1949: pályamunka polóniummal. Szerzők: Kertész László (fenn) és Jókay István (alul).





A Debreceni Orvostudományi Egyetem I. sz. Belklinikájának (igazgató: Fonet Béla dr. egyet. tanár),
Kórházi Intézetének (igazgató: Kesztöly László dr. egyetemi tanár) közleménye

A pleuralis nyirokkeringés izotopos vizsgálata

Írta: VÉGH LAJOS dr., KOCSÁR LÁSZLÓ dr. és KERTÉSZ LÁSZLÓ dr.

Kísérleteink megindításához azon betegy-nál tett megfigyelés adta az impulzust, hogy a pleuralis részben kimutatható cardialis transsudatumok rendszerint jobboldalon, a renalis és hypoproteinaemiásak viszont inkább baloldalon helyezkednek el. 160 cardialis decompensációban, ahol folyadék volt a pleuralis űrben, 89-nél csak jobboldalon, 51-nél mindkét — de itt is főleg jobboldalon — és 20-nál csak baloldalon jelentkezett. Hypoproteinaemiás állapotban 31 esetből 16-nál csak baloldalon, 13-nál mindkét oldalt — itt viszont baloldalon volt a több — és 2 esetben csak jobboldalon tudtunk folyadékot kimutatni.

Hasonló arányszámot észleltünk kísérletesen is Gál Imrével, részben Masugi nephritises nyulakban, részben plasmapheresissel hypoprotein-

semiással tett állatokban. Ezen eredményeinkről már korábban részletesen is beszámoltunk.

A különböző eredetű transsudatumok localis-tiójának különbözőségét kielégítően magyarázni nem tudtuk. A cardialis, tehát főként jobboldali localisatiót egyes szerzők (Graeff, Binder) úgy magyarázzák, hogy jobboldalon a három lebény nagyobb filtrációs terület képvisel és így pangás esetén a transsudatio itt előbb következik be. Van-nak szerzők, akik elsősorban a nyirokpangást tes-zik felelőssé a pleuralis transsudatumok keletke-zéséért. Sokkal nehezebben magyarázható a bal-oldali elhelyezkedés veseredetű, ill. hypoprotein-emiás körkörülményben. Ennek nem lehet oka a bal rekesz mélyebb állása, mert vannak esetünk, ahol a magasabb bal rekeszállás mellett is baloldalon

2. ábra. 1950-es évek: állatkísérleti munkák indulása, közleményekkel (Kertész László, Péter Ferenc és Lampé László).

kézikönyvek valamelyikében keresett választ áldott emlékü fizikatanárnőnk. A magam részéről a sors kezét látom abban, hogy egy többedmagammal beadott gimnáziumi pályamunkánk a Van de Graaff generátor előállítását tűzte ki célul, amelyet politechnikai gyakorlatok keretében meg is valósítottunk. Ámultan néztük a hatalmas szikrákat, amelyeket a félgömb alakú réz habverő üstök összehegesztése után plexi oszlopokon álló szerkezetünk produkálni tudott. Így elmondhatom, hogy Szalay professzor munkásságával már gimnazistaként – igaz véletlen-szerűen – találkozhattam.

A hatvanas évek végén Szegeden, orvostanhallgató koromban a Csernay professzor által elindított izotóp-laboratóriumban diákkörösként már tudatosan kezdtem foglalkozni izotópdiaosztikával, amelyet a het-venes évek végétől nukleáris medicinának neveznek. 1980-ban a belgyógyászat alapszakvizsga után tehettem le az izotópdiaosztikai szakvizsgát, amelyet a Kecskeméti Megyei Kórházban 15 évig osztályvezető főorvosként napi rutinban végeztem.

Szakmai pályafutásomban 1995. fordulópontot jelentett, amikor meghívást kaptam a Debreceni Egyetemre, az akkor még különböző klinikai helyszíneken működő izotópdiaosztikai központ vezeté-sére. Ekkor már működött az a PET központ is az ATOMKI-ban, amely a korábban beszerzett szovjet ciklotronra alapozta tevékenységét. Itt találkoztam először azokkal a munkatársakkal, akik Szalay professzorral együtt dolgozva állatkísérletek keretében, majd humán adaptációk után megalapozták az izotópdiaosztika debreceni fejlődését.

2008-ban ünnepelte a debreceni nukleáris medicina indulásának 50 éves jubileu-mát, és ez alkalomból egy kis könyvben foglaltuk össze Trón Lajos, Varga József,

Kertész László és Szabó Tibor szerzőtársaimmal a szakma debreceni kezdeteit és későbbi történetét. Ebből a könyvből is kitűnik – elsősorban Kertész László írásai alapján –, hogyan sikerült Szalay professzornak külföldi, elsősorban angliai tanulmányút-jai során megismerkedni azokkal az atomfizikai mérőeszközökkel, amelyek megalapozták a humán izotópvizsgálatokat.

1949-ben Kertész László és Jókay István VI. éves orvostanhallgatók pályamunkát nyújtottak be poló-nium segítségével végzett biológiai vizsgálataikról (1. ábra). Az ötvenes években ezekből a biológiai mérés-ekből már közlemények születtek (2. ábra), ame-lyek a pajzsmirigy jódforgalmát élettani állatkísérleti körülmények között taglalták.

A hatvanas évek elején megszülettek az első hu-mándiaosztikai berendezések, amelyek izotópdia-gnosztikai módszerek segítségével – elsősorban – a pajzsmirigy, de más belső szervek funkcionális vizs-gálatát is lehetővé tették. Ezeket az eszközöket a kli-nikai gyakorlatba az új orvostechnikák iránt fogékony

3. ábra. Úttörő klinikusok 1950. és 1990. között.





4. ábra. 1960-as évek, a humán diagnosztika indulása Debrecenben, önálló eszközfejlesztés Budapesten. Csabina Sándor (fenn) Nagy János (balra lent) és Kertész László (jobbra lent).

5. ábra. Az 1970-es évek, az első európai színvonalú műszerek a Gamma Művekből. A ma is korszerű NK 350 (balra) és NB900 gamma-kamera család (jobbra).



6. ábra. Az 1985-ben telepített ciklotron az ATOMKI-ban.



7. ábra. Az első PET kamera az ATOMKI PET centrumban 1994-ben.

vezető klinikusok kezdték alkalmazni, elsősorban a *Petrányi Gyula* professor úr vezette belgyógyászati klinikán. (Az 50 éves jubileumot is az itt 1958-ban végzett első pajzsmirigy jódterápia alapján ünnepeltük.) Ha megnézzük a *Petrányi* Klinika orvosi tablóját (3. ábra), a már említett *Kertész László* fotója mellett több olyan klinikus kollégát találunk, akik később a nukleáris medicinával kapcsolatban maradtak. Itt elsősorban *Szabó Tibor* tanár úrra gondolok, aki később a *Kenézy* kórház izotópdiaosztikai osztályának vezetője lett.

De itt van a tablón *Leövey András* professor úr is, aki sokáig főnöke volt az I. sz. Belgyógyászati Klinikán üzemeltetett izotópdiaosztikai laboratórium-

nak. A kilencvenes évek végén *Kakuk György* professor úr klinikaigazgatói idejében ez a laboratórium önálló szervezeti egységként fejtette ki tevékenységét. Ebben az időben már korszerű gamma-kamerák és emissziós computer tomográf (SPECT, Single Photon Emission Computer Tomography) is a klinikum rendelkezésére állt.

Ez annak a hazai műszerfejlesztési munkának az eredménye volt, amely Budapesten elindult, és első prototípusai Debrecenben is működtek (4. ábra). A következő ábra azt szemlélteti, hogy a hetvenes években a budapesti Gamma Művek által gyártott elektronikai és számítógépes elemeket is tartalmazó berendezésekkel rendelkező klinikai nukleáris medicina egyre hatékonyabbá vált a napi diagnosztikai munkában (5. ábra).

Mint korábban említettem, Debrecenben a nukleáris medicina fejlődése szempontjából

döntő jelentőségű volt a Szalay professzor munkássága nyomán létesült Atommagkutató Intézetben 1985 óta működő ciklotron (6. ábra).

1994-től a Trón Lajos professzor vezette PET centrumban működni kezdett az első hazai PET kamera, amely a kelet-európai régióban az elsők között került beszerzésre (7. ábra).

Az ezredfordulón az egyetemünkön működő nukleáris medicina műszerparkot mutatja be a 8. ábra, amely az egésztest-leképezés mellett a koponyáról történő információk gyűjtésére – például agydaganat, vagy az agyi vérátfolyás vizsgálata esetén –, valamint kardiológiai vizsgálatok elvégzésére alkalmasak.

A fejlődés nem állt meg és egyetemi, valamint pályázati források segítségével egy kizárólag orvosi célokat szolgáló ciklotron beszerzése is megtörtént, amelynek elhelyezésére új épületet alakított ki a Debreceni Orvostudományi Egyetem. Ezt a PET-Trace ciklotront mutatja be a 9. ábra. Így az ATOMKI-ból a PET technika a klinikaparkba került.

2006-ban sikerült elérni, hogy a nukleáris medicina szervezeten belül magába foglalja mind a PET, mind pedig a hagyományos (egyfotonos) izotópok technikáját.

A terápiához és az egyfotonos izotóppal történő vizsgálathoz azonban a nukleáris medicina kinőtte eddigi

területét, 2007-ben a MEDISO cég elkezdte építeni az új épületet, ezt 2009 kora nyarán adták át (10. ábra).

10. ábra. Történelem, épületekben. Az „egyfotonos” technikák egy szolgálati lakásból átalakított otthona az átköltözés előtt (balra) és a jelenlegi két épület távlati képe – előtérben a PET centrum új épülete –, amelyben ma a nukleáris medicina minden részterületét együtt helyezték el (jobbira).



8. ábra. Az 1990-es évek „egyfotonos” műszerparkja a DOTE-n. Elscint SPECT (balra), 4 fejes SPECT (jobbra fent) és Kardio C SPECT (jobbra lent).



9. ábra. A PET-Trace orvosi ciklotron távlati képe a DEOEC PET centrumban (balra). A targetkamrák régiója Pótári Norbert gyártásért felelős vegyészrel (jobbra).





11. ábra. A PET-CT Kft. (a MEDISO cégcsoport tagja) Philips TOF PET-CT berendezése betegvizsgálat közben, Tornay Istvánné aszisztenssel 2007-ben.

Időközben beszerezte a cég azt a Time-of-flight (TOF – repülési idő) PET-CT-t is, amely világszínvonalon teszi lehetővé most már az egésztest onkológiai és agyi vizsgálatokat (11. ábra).



Összegzésként elmondható, hogy Debrecenben a Szalay Sándor professzor úr által elindított és segített izotópos technikák nemcsak jó gondolatnak bizonyultak, de a nukleáris medicina szakma kialakulásához vezettek. Ma a Debreceni Egyetemen mintegy 4000 m²-en működik a nukleáris medicina, világszínvonalú műszerparkkal és igen jól képzett szakembergárdával. Ha élne, Szalay professzor urat minden bizonnyal nagy örömmel töltené el ez a sikeres út, amelyen az ő munkásságával és közreműködésével indulhattunk el.

SZALAY SÁNDOR, A SZONOKÉMIA ÚTTÖRŐJE

Molnár Árpád

Szegedi Tudományegyetem, Szerves Kémiai Tanszék

A szonokémia olyan módszer, amelynek során kémiai átalakulásokat nagyfrekvenciás ultrahang (20 kHz – 1 MHz) jelenlétében hajtunk végre (az 1 MHz feletti tartományt orvosi és diagnosztikai célra használják). Az eljárás, az elmúlt mintegy három évtized viharos fejlődésének köszönhetően, napjaink egyik elfogadott és széleskörűen alkalmazott kísérleti technikájává vált. Figyelembe véve, hogy a kémiai reakciók energiaigényének kielégítésére viszonylag szűk lehetőségeink vannak – ilyen célra elsősorban és széleskörűen csak a hőenergia és az ultrabolya fény alkalmazása jön szóba – az ultrahang (és mellette a mikrohullám) kémiai alkalmazása új, hasznos nem hagyományos aktiválási eljárásnak tekinthető [1].

Habár az ultrahang kémiai célú felhasználása sokkal régebbi időkre nyúlik vissza – és jelen ismertető hangúlyozottan éppen az előzményekről és Szalay Sándornak ebben játszott úttörő szerepéről szól –, a tényleges fejlődés az 1980-as évek kezdetére tehető. Ez elsősorban az abban az időben kereskedelmi forgalomba került olcsó, egyszerű, megbízható készülékeknek köszönhető [1]. A gyors fejlődést jól illusztrálja, hogy az *Európai Szonokémia Társaság* 1986-ban rendezte első nemzetközi szonokémiai konferenciáját, 1990-ben indult az *Advances in Sonochemistry* című monográfiásorozat, amelynek azóta 6 kötete jelent meg, illetve 1994-ben az általános jellegű *Ultrasonics* folyóiratból kivált az *Ultrasonic Sonochemistry*, kizárólag kémiai alkalmazásra vonatkozó eredményeket közlő folyóirat. Ugyanakkor az is látható, hogy a fejlődés eredményeként a szonokémia ma már „mindössze” egyike a bevált, általánosan alkalmazható aktiválási módszereknek. Így talán az újdonság varázsának elvesztéseként tekinthetjük azt is, hogy miközben az említett monográfiásorozat kötetei 1990-től kezdő-

dően általában két évente jelentek meg, a legutóbbi, 6. kötet viszonylag régen, 2001-ben került kiadásra.

Az ultrahang gyakorlati célú felhasználásának vizsgálata az 1910-es években kezdődött. Egyrészt a Titanic 1912-es katasztrófája kapcsán, a hajózás biztonságosabbá tétele miatt felmerült az igény a jéghegyek tényleges méretének meghatározására, másrészt az I. világháborúban a tengeralattjárók felderítése vált fontossá. Ilyen gyakorlati igények eredményeként kezdte vizsgálni *Paul Langevin* az ultrahang tengervízben történő terjedését [2]. Ezek a kezdeti vizsgálatok vezettek a II. világháborúban a visszhangtechnikán alapuló, a tengeralattjárók felderítésére használt ASDIC rendszer kidolgozásához (Allied Submarine Detection Investigation Committee vagy Anti-Submarine Depth Indicating Control), illetve az ultrahang egy másik, napjainkban fontos gyakorlati, a tengeri mélységmérésben történő alkalmazásához (SONAR technika – Sound Navigation and Ranging).

Érdemes megemlíteni továbbá azt is, hogy az alábbiakban tárgyalandó, az ultrahang kémiai alkalmazása szempontjából fontos kavitációs jelenség felismerésének is haditechnikai vonatkozásai vannak. Az 1893-ban épült *HMS Daring* angol torpedórombolónál (csúcssebessége 27 tengeri csomó/óra, azaz mintegy 50 km/h) nagy sebességnél vibrációt és a motor teljesítményének jelentős csökkenését figyelték meg, illetve itt tapasztaltak először a propelleren erózióhoz hasonló jelenségeket [3]. Ezeket a fémfelületen kialakuló buborékok összeroppanása okozza. Napjainkban a fentiekben túlmenően az ultrahangot legelterjedtebben az orvosi diagnosztikában alkalmazzák.

Az ultrahang első kémiai felhasználása *Loomis* és *Richards* nevéhez fűződik [4]. Munkájuk során – egyebek mellett – megfigyelték, hogy a besugárzott folyadékok felmelegednek, forráspontjuk néhány fokkal csök-