

## Mi a PET?

Interjú Dr. Nyáry Istvánnal

**A PET betűszó a Pozitron Emissziós Tomográf rövidítése, egy olyan, rétegfelvételek készítésére alkalmas berendezés neve, amely a szervezetbe bevitt, pozitront kibocsátó molekulák sugárzásával működik. A többi képalkotó eljárással (CT, MRI, röntgen) ellentétben a PET és a SPECT nem anatómiai, hanem anyagcsere változásokat mutat ki, a betegségek (rosszindulatú daganatok, szívrendellenességek stb.) ama fázisában, amelyben azok a korábbi módszerek szerint ki sem mutathatók.**

A pozitron a már régebben ismert elektron szimmetrikus párja a részecskefizikában. Tömege akkora, mint az atommagok körül keringő elektroné, sőt töltése is, csak ellenkező előjelű: nem negatív, hanem pozitív. Az ilyen részecskékből álló sugárnyalábot bizonyos radioaktív sugárzó elemek bocsátják ki magukból, amelyek kiválóan alkalmasak egyes biológiai aktív molekulák megjelölésére, nyomon követésére. Annak felfedezése, hogy radioaktív elemekkel jelölünk meg egy molekulát – nyomkövetésre alkalmas magyar ember –, Hevesy György nevéhez fűződik, aki ezért kapott Nobel díjat.

A szervezet számára legfontosabb elemek – oxigén, szén, nitrogén stb. – nem rendelkeznek természetes, sugárforrásként használható izotópokkal, ezért ezeket mesterségesen állítják elő. Hátrányuk, hogy rendkívül rövid a felezési idejük, legtöbbjük felhasználására – pl. belélegeztetés – csak a ciklotron közvetlen közelében van lehetőség.

A sugárzást kibocsátó izotópokat biológiailag aktív molekulába építik, vagy azzal jelölik, s PET kamera segítségével vizsgálják eloszlásukat a szervezetben. Az így alkotott képből következtetéseket lehet levonni szerveink állapotáról.

10 évvel ezelőtt az első magyarországi, a debreceni PET centrum létrehozását az tette lehetővé, hogy a városban – a Magyar Tudományos Akadémia Atommagkutató Intézetében – működött az első ciklotron. Ez utóbbi olyan gyorsító berendezés, amelyben a gyorsítandó részecskék egy mágneses tér által létesített körpályán haladnak, s minden kör megtétele után egyre nagyobb a sebességük. Ha az így felgyorsított, nagyenergiájú részecskéket úgynevezett céltárgyra irányítják – atommagreakciók sorozatán keresztül – különböző, mesterséges izotópok jönnek létre. Bizonyos körülmények között olyanok, amelyek bomlása során pozitron is keletkezik (például a PET vizsgálatoknál leggyakrabban használt <sup>18</sup>F). Segítségével az élő szervezetben lejátszódó folyamatok figyelhetők meg, valós idejű változásokat követve. Igen gyorsan lebomló radioaktív anyagokkal megjelölt, különböző vegyületeket juttatnak a szervezetbe, amelyek pozitronkibocsátását és elhelyezkedését követhetik nyomon speciális kamerával. Működés közben láthatók például azok a területek, ahol valamilyen hatásra megnövekszik a vérellátás vagy a glukózfelhasználás szintje, vagyis azok a helyek, amelyek éppen a legaktívabbak. Ilye-

nek az intenzív anyagcserét folytató daganatos sejthalmazok. Ezek – az izotóp hatására – világító foltként látszanak a képernyőn. Ugyanez fordítva érvényes például a szív vizsgálatoknál, amikor éppen az elhalt, tehát anyagcserét nem végző sejtekről nyerhetünk pontos képet.

A PET tehát a sejtek biokémiai és élettani folyamatairól ad funkcionális információt.

### PET MAGYARORSZÁGON ÉS A NAGYVILÁGBAN

Ez év júniusában kezdte meg működését a jelenleg használatos legmodernebb PET-CT készülék az Országos Idegsebészeti Tudományos Intézet (OITI) új diagnosztikai épületében. A General Electric által gyártott berendezés két képalkotó módszer előnyeit egyesíti: egyetlen kombinált rendszerbe integrálja a PET és a CT (komputertomográf) képességeit. A milliárdos nagyságrendű beruházással létrejött intézmény magánbefektetők és az állami költségvetés együttműködésében valósult meg.

A szakma szerint Magyarországon évente 25-30 ezer PET vizsgálat lenne indokolt, a tíz évvel ezelőtt Debrecenben felszerelt egyetlen kamera azonban ennek tizedét sem képes elvégezni. Az EU nyugati országaiban hozzávetőlegesen egy millió lakosra jut egy PET kamera, csak Németországban 75 működik, ezek közül 9 PET-CT berendezés.

A most megnyílt budapesti PET-CT központ évi 8-10 ezer vizsgálatra lenne alkalmas, azonban az OEP csupán a debreceni PET-Centrum már elavultnak minősíthető berendezésével végezhető, kevésbé hatékony vizsgálatokat finanszírozza. (Csehországban a társadalombiztosító évi 10 ezer PET-CT vizsgálat költségét fedezi.)

A megnyitó óta nem sok szó esett az új intézményről, ezért Nyáry István professzort, az OITI főigazgatóját először arról kérdeztem, hogyan sikerült a próbaüzem (a beüzemelés során mintegy 30 vizsgálatot végeztek térítésmentesen) és melyek az első három „éles” hónap tapasztalatai.

Nyáry professzor szavai szerint a próbaüzem úgy orvoszakmai, mint technikai szempontból igen jól, várakozás fölélt sikerült. Egyformán kifogástalanul vizsgázott a kamera és az azt kiszolgáló technikai rendszer, valamint izotóppal való ellátása. Ez a mozzanat kényes logisztikai feladat, ugyanis egyelőre Debrecenből szállítják Budapestre a szükséges sugárzó anyagot. Egyébként a debreceniek az OITI, illetve a befektetői csoport ösztönzésére fejlesztették kapacitásukat olyan szintre, hogy másokat is el tudnak látni.

### ELSŐ TAPASZTALATOK

A folyamatos üzem megkezdése óta jóval száz fölélt számban végeztek vizsgálatokat. Az eredmények „lelkesítő, igazolták az előzetes várakozásokat, sőt...” – fogalma-

zott a professzor, majd gyakorlati példával támasztotta alá állítását. Elsősorban – mint mindenütt a világon – a daganatos betegek állapotfelmérése a vizsgálat célja. Van-e daganat, ha igen hol helyezkedik el, vannak-e áttétek, ha igen, hol, vannak-e műtét után visszamaradt rákos sejtek, ha igen, akkor hol stb.? A feltett kérdésekre az esetek több mint 90 százalékában pontos választ kaptak. Ráadásként – az MRI-vel már tapasztaltaknak megfelelően – az új, nagy hatékonyságú képalkotó eljárás eredményeként – a kitűzött vizsgálati célok mellett – olyan kórformákról is ismeretekhez jutottak, amelyekre nem számítottak.

Példát Nyáry professzor a saját szűken vett klinikai szakterületéről mondott: a cavernomának nevezett agyi érelváltozás csupán patológiai kórképnek számított, a klinikumban nem találtak vele. Számos agyi vérzésről csak utólag derült ki – ha egyáltalán az utólagos szövettani vizsgálat kiderítette –, hogy cavernoma okozta. Az MRI-nek köszönhetően ma már napi klinikai diagnózissá vált, s ami a legfontosabb, még az előtt ismertté válik, hogy állományi vérzést okozott volna. Hasonló többletet nyújt a PET-CT is. Számos olyan elváltozásra derül fény, amellyel kapcsolatban nem is kérdezték a képalkotó diagnosztát.

Az OITI-ben üzembe helyezett PET az első olyan berendezés hazánkban, amelyet CT kamerával párosítottak. (Ma már üzemel a Pozitron Diagnosztikai Központ magánberuházásában egy ugyancsak nagy teljesítményű Siemens Biograph PET/CT berendezés is Budán.)

Az eljárás során a két kamera képe egymásra vetül. A PET mondja meg, hogy van-e daganatos sejt, a CT pedig hajszálpontosan közli, hogy hol helyezkedik el.

## KIK JUTHATNAK VIZSGÁLATHOZ?

Nem kerülhetők meg az anyagi és ehhez kapcsolódóan bizonyos etikai természetű kérdések sem. Ki volt, milyen körből került ki az eddig vizsgált száznál több beteg, s ki fizette ki utánuk a mintegy 250 ezer forintos számlát?

Az OEP eddig egyetlen vizsgálat költségeit sem vállalta, így a betegek egy része közvetlenül a beruházó majd működtető gazdasági társasághoz fordul, és maga fizeti meg a költségeket, más részük az intézet betege, akiknek vizsgálatát az OITI alapítványa támogatja. Etikus ez? Sokan vitatják. Mindenesetre Gyurcsány Ferenc miniszterelnök az egészségügyet érintő 21 kormányzati lépés kapcsán kijelentette: a kormány célja az, hogy senki ne kényszerüljön várakozásra, miközben ki tud fizetni egy kezelést. Magánbiztosítók segítségével vagy készpénzfizetéssel rövidíthető az ő várakozási idejük. A miniszterelnök példának a PET vizsgálatokat említette. Az egészségügyi miniszter egyet értett a miniszterelnök felvetésével.

Az erre az évre vonatkozó OEP kapacitásbefogadási pályázati eljárás még 2004 őszén megindult, de el is akadt. Mindössze két pályázat jutott túl az előszűrésen, ám döntés még mindig nem született, miközben a finanszírozási év október végén lezárul.

## MIÉRT AZ OITI?

Mielőtt rátértünk volna az új PET/CT centrum jövőjének taglalására, kértem Nyáry professzort, indokolja, miért éppen az idegsebészet lett az új vizsgálati eszköz „gazdája”, s – tekintettel a túlnyomó többségében daganatos betegek diagnosztizálására – nem az onkológia.

Történetét tekintve a PET-et elsősorban a központi idegrendszer vizsgálatára fejlesztették ki – mondta el a főigazgató. Szükség volt olyan eszközre, amelynek segítségével ismeretekhez juthatunk az egyébként legnehezebben hozzáférhető szervről, az agyról. Nem véletlen, hogy csaknem valamennyi ma használatos korszerű képalkotó eljárást eredetileg az agy vizsgálatára fejlesztették ki, s csak később „generalizálódtak”. A PET elterjedésében is döntő szerepet játszott, hogy kiderült, másra is – mindenekelőtt a daganatok diagnosztizálására – használható, mint az agy vizsgálatára.

Az aggyal kapcsolatos onkológiai haszna is felmérhetetlen, ugyanis hazánkban az agyi áttétek csaknem fele úgy kerül idegsebészeti beavatkozásra, hogy a kiinduló, elsődleges daganat helye még nem ismert. Miközben az agyi daganat operációjakor az MR az elsődlegesen hasznosítható információforrás, addig az áttétet okozó gócot a PET mutatja meg.

Az onkológiai vonatkozásokon túl a PET az agyi funkciók vizsgálatának is „fantasztikus eszköze”. Egyrészt kimutatja azokat a kóros hiperfunkciókat, amelyek epilepsiában nyilvánulnak meg, másrészt felbecsülhetetlen a haszna az agykutatásban, ugyanis pontosan mutatja az agy egyes területeinek – így a funkcióközpontoknak – az aktivitását, az aktivitás változásait.

A központi idegrendszer gyógykezelésének legfontosabb támadáspontjai a különböző receptorok, amelyek valójában fehérjefelületek. A gyógyszerek jelentős része az ezekhez való kapcsolódáson keresztül fejt ki hatását. A gyógyszerkutatás nélkülözhetetlen ismeretekhez jut azáltal, hogy a PET segítségével nyomon követhető, hogy melyik – előzőleg izotóppal megjelölt – molekula mihez, miként kapcsolódik.

Mindezen túl az OITI az ország idegsebészetének központja, a szakterület progresszív ellátásának csúcsa. Kivizsgál, kezel, és ma már a kezelés koránt sem mindig azonos az operációval. Profiljába tartozik az éren belüli ellátás és a sugársebészet is. Mindezek támogatásához szükséges a teljes képalkotó arzenál – MR, CT, DSA, ultrahang és a PET-CT –, amely ma már rendelkezésre áll.

A másik indok személyhez kötött, ugyanis Nyáry professzor – még ifjú kutatóként – 30 évvel ezelőtt az Egyesült Államokban tagja volt annak a munkacsoportnak, amelyik a konvencionális izotóppal működő SPECT berendezést fejlesztette ki és vele párhuzamosan a PET-et fejlesztő saint louis-i csoporttal is kapcsolatban volt, majd dolgozott is az első, Philadelphiában üzembe helyezett készüléken. Hazatérve pályát módosított, idegsebészként folytatta. PET-tel kapcsolatos ismereteit csak évekkel később, a debreceni centrum támogatásában és az OITI-központ létrehozásakor hasznosíthatta.

## GAZDASÁGI KONSTRUKCIÓ-A JÖVŐ

Nyáry István professzor előre bocsátotta, hogy az OITI állami tulajdonú közintézmény, közpénzt felhasználva közzellátást nyújt. Működését – beleértve a fejlesztéseket is – a központi költségvetés biztosítja. Az intézmény felettes szerve által jóváhagyott fejlesztési programmal rendelkezik. Azonban a programnak csak egy részét volt képes a költségvetés fedezni. Igaz, igen jelentős részét, vagyis az OITI diagnosztikai tömbjének megépítését, infrastruktúrájának kialakítását. A berendezések megvásárlásának és telepítésének ugyancsak milliárdos nagyságrendű költségeit azonban befektetők bevonásával – úgynevezett PPP program keretében – kellett biztosítani. A lecke fel volt adva: olyan megoldást találni, amelynek hasznát nem csak a befektető, hanem az intézmény is élvezheti. Mindezt olyan környezetben, amelyben valódi egészségügyi piacról ma még nem lehet beszélni.

Nyáry professzor szerint az egészségügyi piacnak mind közül a legbiztosabb, a tőke megtérülést tekintve a legkiszámíthatóbb piacnak kellene lenni. Ez szükséges ugyanis ahhoz, hogy ne elsősorban a kockázati tőke, hanem a hosszú

távra tervező, nem az ellátás rovására hasznot váró befektetők jelenjenek meg. Egyszer majd ilyenek lehetnének – kettős hasznot generálva – a nyugdíjalapok vagy a magán egészségügyi pénztárak.

A „közszolga” feladata ebben a helyzetben kényes, hiszen a megfelelő volumenű betegellátáson keresztül neki kell biztosítani azt is, hogy a befektető visszanyerhesse tőkét és olyan mértékű haszonhoz jusson, ami méltányos.

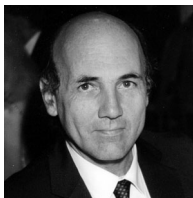
Az „OITI-konstrukció” lényege: ha sor kerül az OEP befogadásra, akkor a tőke megtérülés után keletkező haszon osztozik a befektető és az OITI. Jelenleg a PET-et működtető cég bérleti díjat fizet, s magára vállalta az előkészítés munkáját végző és a szakmai háttérrel biztosító Nukleáris Medicina Osztály dolgozóinak bérét.

Akit a megfelelő szakorvos PET vizsgálatra javasol, az OITI ambuláns betegeként a többi beteggel azonos módon kerül vizsgálatra.

Igen fontos profil a kutatás, mindenekelőtt a hazai gyógyszergyártás támogatása, ebben a tekintetben a Richter Gedeon Rt.-vel kialakított együttműködés keretében lesz lehetőség a közeljövőben.

*Nagy András László*

## NÉVJEGY



Dr. Nyáry István. 1969-ben a Budapesti (mai Semmelweis) Orvostudományi Egyetem Általános Orvosi Karán szerzett diplomát summa cum laude minősítéssel.

1969–1975-ig az Orvostudományi Egyetem Kísérleti Kutató Laboratóriumának munkatársaként dolgozott.

1970–1972 a Budapesti Műszaki Egyetem levelező hallgatója a Műszer- és

Szabályozástechnika Szakon. A Kísérleti Kutatóban kezdett foglalkozni az agy szöveti véráramlás szabályozásával különböző patológiás állapotokban (hypoxia és haemorrhagiás hypotenzio).

1972–1974-ig az NIH (National Institute of Health, USA) ösztöndíjasaként a philadelphiai University of Pennsylvania Cerebrovascular Research Departmentben dolgozott, kollaborációban a Department of Nuclear Medicinével. Részt vett a SPECT technika első, állatkísérletes alkalmazásában.

1975-ben lett az Országos Idegsebészeti Tudományos Intézet munkatársa. Az idegsebészeti szakvizsga megszerzéséhez szükséges periódus során az általános idegsebésze-

ti gyakorlat megszerzése mellett elsajátította a neuroradiológia alapjait és az általános sebészet elemeit.

Szakorvosként különös érdeklődéssel fordult a cerebrovasculáris kórképek idegsebészeti megoldásai felé.

1987-ben Soros ösztöndíjasként két hónapot tölt a zürichi Kantonsspital Idegsebészeti Klinikáján. 1992-ben három éves Fogarty senior fellowship-et nyert el a philadelphiai Cerebrovascular Research Centerrel megkezdett együttműködés folytatására.

A Magyar Idegsebész Társaság elnöke. Az Európai Idegsebész Társaság (EANS) Liaison Committee társelnöke 1987–1991, majd 1991–95-ig az európai társaság alelnöke, 1997-től a világ társaság (WFNS) alelnöke. A Középeurópai Idegsebész Társaság (CENS) elnöke (2004-től).

1969-1974 oktató a SOTE Kísérleti Kutató Laboratóriumában (élettan), majd 1994-től a HIETE idegsebészeti tanszék irányítását veszi át, kezdetben mint egyetemi docens, majd 1996-os habilitálás után mint egyetemi tanár (jelenleg Semmelweis Egyetem Általános Orvosi Kar, Idegsebészeti Tanszék). Meghívott előadóként rendszeresen részt vesz az európai társaság (EANS) fiatal idegsebészek részére tartott kurzusain. Résztvevője és elindítója a BME és SOTE közös, biomérnöki képzésének.

## Közép-európai PACS Iskola

Szeptember elején rendezték meg Visegrádon az első Közép-európai PACS Iskolát. Az iskola koncepciójának lényege, hogy a hallgatók a koncentrált elméleti képzés mellett ún. hands-on foglalkozások keretében is megismerkedhetnek a digitális képarchiválás és kommunikáció gyakorlati problémáival, a radiológiai felhasználók és a klinikus partnerek számára megvilágítja a digitális képalkotás adta technikai, technológiai megoldáshalmaz előnyeit, és végre egy olyan tanítási módszert alkalmaz, amelyben senki sem akarja elmagyarázni a számítógépek alapjait, hanem a felhasználói oldal felől közelíti meg a problémákat.

A rendezvény fő szakmai támogatója, az AGFA Hungária Kft. cégvezetője szerint a régióban óriási szükség van olyan szakmai rendezvényekre, amelyek összefoglalják a digitális radiológia és a PACS legújabb fejlesztéseit, és gyakorlatorientáltan nyújtanak lehetőséget a legfrissebb szakmai ismeretek elsajátítására.

A gyakorlottabb PACS felhasználók számára is értékes információkat nyújtó, két és fél napos program során a szakterület számos külföldi és hazai szakértője tartott előadást.

### ELŐADÁSOK KIVONATAI

#### Informatika az egészségügyben

Az elhangzott vélemény szerint az egészségügyi informatika fejlődése csak akkor lehet reális, ha létezik megfelelő alkalmazási igény, és adottak a keretfeltételek. Szerves fejlődésre csak egyen szilárdságú fejlesztések, azaz alkalmazások, alapkommunikációs lehetőségek és szabványok esetén van lehetőség. Sajnos, ezek a keretfeltételek korábban nem voltak adottak, mára azonban lecsökkentek a korlátozó tényezők.

Ma az egészségügyben a szakmai tudás a legszűkebb keresztmetszet. Az újabb technológia nem helyettesíti a hagyományos szakembereket, hanem újabb, más tudású szakemberek iránti igényt generál. A közeljövő informatikai fejlesztéseinek egyik súlypontja lesz a radiológia, amelyben a technológiai váltás kezd általánossá válni, hiszen a digitális technológia ma már költséghatékony, a kommunikációs költségek egyre alacsonyabbak, és az új technológia megoldást jelenthet az egyre inkább kényszerítő munkaerőhiányra.

#### PACS és e-learning

Elhangzott az az álláspont, miszerint a digitális radiológiai megoldásokra való áttérés nagymértékben megnöveli a radiológus oktatás hatékonyságát. A PACS segítségével valódi e-learning módszereket alkalmazhatunk a képzésben és továbbképzésben, a tanulók igényeire szabott oktatást lehet alkalmazni. A jelenlegi, óriási méretű, multimodális adathalmazok lehetővé teszik az esetorientált oktatást, és nagymértékben megnövelik az interdiszciplináris

integráció hatékonyságát. A PACS lényege az integráció: az egészségügyi szolgáltató céljainak, technológiájának és multidiszciplináris igényeinek integrációja. A PACS előnye nem csupán a munkafolyamatok hatékonyságának növelése, hanem az, hogy a radiológiai információt a kórházi tevékenység középpontjába helyezi, és megteremti az intézmények közötti regionális vagy akár határokon túli együttműködést.

#### Előnyök és buktatók a digitális képalkotásban

A vonatkozó előadásban a radiológiai képalkotás jelenlegi magyarországi helyzetéről volt szó. A vélelmezhető fejlődési irány a képalkotás teljes körű digitalizálódása, amely lehetővé teszi az intelligens berendezések alkalmazását, az emberi tényező szerepének csökkenését, valamint a virtuális valóság egyre elterjedtebb alkalmazását, nem csak a diagnosztika, hanem a terápia vezérlés területén. A kívánatosnak gondolt jövővel szemben régióinkban a helyzet messze nem ennyire ideális. A szolgálatban lévő radiológusok életkora és egyenetlen területi eloszlása előrevetíti a radiológusok számának csökkenését és túlterheltségét. Az egyenetlen megoszlás feloldására hatékony megoldás lehet a teleradiológia alkalmazása: képek elektronikus mozgatása egyik helyről a másikra, interpretációs vagy konzultációs célból. Magyarországon gőzerővel folyik egy olyan szakmai munka, amely alapján kidolgozhatóak a szabványok, és ezekkel a munkahelyek megtervezhetik saját PACS és teleradiológiai szolgáltatásait.

#### Technikai standardok a teleradiológiában

Az előadás a teleradiológia műveléséhez fontos alapelveket tárgyalta, valamint a teleradiológia és PACS összefüggéséről tájékoztatta a „tanulókat”. Az előadó véleménye szerint a digitális radiológia nem csupán a radiológusok jártékeszköze, hanem alapvető fontosságú a klinikusok és betegek számára is. A digitális radiológia különböző modalitásainak gyorsan és biztonságosan kell kommunikálniuk egymással és a PACS-rendszerrel, ezért alapvető fontosságú a DICOM és HL7 szabványok kiterjedt alkalmazása. Fontos az egyes munkaállomásokat olyan kalibrálható monitorokkal ellátni, amelyekben az adott modalitásoknak megfelelően minden információ látható. Mammográfia esetén legalább 5 megapixeles felbontás és óriási kontraszt, radiográfiánál, DSA-nál 2-3 megapixel, CT, MR, PET esetében 1,3 megapixel az optimális.

#### Regionális együttműködés

A rendezvényen sor került a kaposvári diagnosztikai centrum fejlesztéséről, és regionális együttműködéséről szóló tájékoztatásra. Elképzelések szerint a távoli jövőben a beteg saját anyagához is hozzá tud jutni a rendszerből, sőt lehetőség nyílik a biztosítótársaságok belépésére is.

Tamás Éva