

Vizi E. Szilveszter

## Utazás a koponyán belül — rendhagyó prológ

Amikor *Karinthy Frigyes* *Utazás a koponyám körül* című híres könyvében sajátosan fanyar humorral írt *Olivecrona* nagynevű svéd agysebészről, és az akkor még szenzációt jelentő agyműtétjéről, még nem sejthette, hogy könyve megjelenése után 60 évvel akár be is pillanthatna saját koponyájába, anélkül, hogy a műtőasztalra kellene feküdnie. Az ultrarövid felezési idejű izotópok és a számítógépes tomográfia orvosi használata lehetővé tette, hogy bepillantásunk az emberi test, így koponyánk vagy akár szívünk működésébe, anélkül, hogy fel kellene nyitnunk.

A társtudományok (fizika, kémia, informatika stb.) fejlődése, mint már oly sokszor az elmúlt évszázad során, ismét lehetővé tette, hogy az orvostudomány a tudományos fantasztikus irodalmat is túllépő technikát vezessen be a hétköznapi orvosi ellátásba. Az orvostudományban használatos képalkotási eljárások fejlődése, amely a hetvenes évek elején a *számítógépes tomográfia* (CT) bevezetésével újból felgyorsult, új utakat nyitott az orvosi diagnosztika számára is. A képalkotási eljárások és az életani és kóros folyamatok megfigyelését lehetővé tevő izotópos jelző módszerek ötvözése révén rendkívül hatékony diagnosztikai eljárások fejlődtek ki, köztük a *pozitron emissziós tomográfia* (PET). A radioaktivitás miatt csak rendkívüli biztonsági feltételek mellett, a gyors felezési idő miatt pedig rendkívül szűk időhatárok között, az igen gyorsan lezajló kémiai reakciók segítségével bepillanthatunk testünk titkaiba, utazást tehetünk koponyánkban belül, milliméterről milliméterre feltérképezhetjük, ami bennünk történik.

Ha megnézzük az 1998-ban megjelent tudományos publikációkat, illetőleg az ideai magyar konferencia PET-tel foglalkozó hazai és külföldi előadásait, az első feltűnő jelenség, amellyel találkozunk, hogy rendkívüli módon kiszélesedett e diagnosztikai módszer felhasználásának indikációs területe. Eddig a 18-fluorral jelzett 2-deoxi D-glükóz segítségével *láthatóvá* lehetett tenni az agy vagy a szív különböző részén megjelenő aktivitásfokozódást, illetőleg aktivitáshiányt, az elhalt területeket. Leggyakrabban a metabolikus fokozódással jellemezhető daganatos elváltozásokat lehet ezzel kimutatni. Ma már egyes receptorokra szelektív radioaktív vegyületek adása után ki lehet rajzoltatni, hogy hol és milyen sűrűségben helyezkednek el ezek az endogén molekulákra, ingerüle-

tátvivő anyagokra, gyógyszerekre érzékeny „jelfogók”. Ezt a módszert epilepsziás fókuszok, az epilepszia, a kóros öregség, a szív beteg területeinek kimutatására is alkalmassá tették. Azaz a PET segítségével meg lehet határozni a biokémiai és élettani paramétereiket, az élő szervezet anatómiai struktúráiban való térbeli eloszlásukat.

A XXI. században az ember számára a legnagyobb kihívást önmagának, az „Én”-nek, a megismerés eszközeinek, az agy működésének a megértése, megismerése jelenti. Nem véletlen, hogy *Karl Popper* és *John Eccles* híres, *Das Ich und sein Gehirn* című könyvében az emberiség legizgalmasabb kérdésének, a test—lélek kapcsolatának megválaszolását tartja. Amíg a XX. századot a fizika évszázadának tekinthetjük, a jövő század, amelynek küszöbén állunk, az informatikai forradalom segítségével a biológia és az orvostudomány évszázada lesz. Az elmúlt negyedszázadban a tudomány hatalmas léptekkel haladt előre az orvosbiológia területén is. A világ számos országában előtérbe kerültek az idegtudományi kutatások. Az agykutatás évtizede (*Decade of the Brain*) nevet viselő tudományos program 10 éve kezdődött. Az Amerikai Egyesült Államokban az USA Képviselőházának és Szenátusának határozata értelmében, amelyet Bush elnök 1989. július 25-én irt alá (az Amerikai Kongresszus 174. Határozata, 1. melléklet), az évszázad utolsó évtizedét az ember agyának, azaz a megismerés eszköze megismerésének szentelték. Az Európa Parlament is támogatja a program globálissá válását. Nyugat-Európa számos országa csatlakozott az amerikai kezdeményezéshez. Magyarország, az 1991-es kormányhatározattal, Európában szinte elsőként csatlakozott a programhoz.

Az agyműködés PET-tel kapcsolatos kutatását az jellemzi egyébként, hogy lehetővé teszi az agyi neuronhálózatok működésének anatómiai, neurokémiai, kórélettani, biofizikai, gyógyszeres befolyásolhatósági és egyéb szempontok szerinti megismerését, az emberi magatartás, a magatartás-zavarok és a pszichoszociális kölcsönhatások vizsgálatát, az elmebetegségek kóroktani megismerését.

Könnyű megjósolni, hogy a PET segítségével lehetővé válik, a természetes és mesterséges intelligencia kutatásán kívül, a „tudat—test” (mind—body) kapcsolatának minden kort és társadalmi rendszert érintő alapvető filozófiai és technológiai kérdések teljesen szabad kutatása. A PET-tel kapcsolatos agykutatás, a neuronhálózatok modellezése, a receptormegoszlás megismerése normális és kóros állapotokban kihívást jelentenek a gyógyszerkutatás, de a mikroelektronika és az informatika számára is. Az idegsejthálózatok alapján tervezett, ún. „adaptív hálózatokra” épített adatfeldolgozó és ipari folyamatirányító rendszerek egyébként fejlesztés alatt állnak az USA-ban és Japánban. A jövő feladata: az orvostudomány modern eszközrendszerének felhasználásával, az informatika és az idegtudományok fontos közös területeinek további összekapcsolásával (neuronális chipek stb.) a természetes és mesterséges intelligencia társadalmi méretű alkalmazásának megoldása. Sokan a jövőt a funkcionális magmágneses rezonancia képalkotó (MRI) módszer továbbfejlesztett változatában látják. De az a tény, hogy a PET segítségével az emberi test ingerületátvivő anyagait érzékelő fehérjék (receptorok) architektúráját, a vérátáramlást, egy agy- és szívterület vagy más szervek működését, az anyagcsere változását, annak térben és időben való lefolyását, az RNS és DNS szintézist érzékelni és mennyiségileg is jellemezni lehet, e csoda elmúlására még várni kell.

60 évvel ezelőtt még csoda volt, hogy Karinthy hat héttel agyműtétje után már tovább tudta olvasni Thomas Mann regényét, a 237. oldalon abbahagyott

József és testvérel-t, amit a műtét előtt már nem is remélt, „...megértvén, hogy a jókora betűket még nagyítóval se...” látja. Az agyműtét eredményeként a látását visszanyert író most már tovább olvashatta a történetet: József a csodával határos módon megmenekül, a vándorkereskedő izmaeliták a veremből kimentik. Akkor ugyancsak a csodával határos módon menti meg Olivecrona Karinthy a vakságtól. De csodáról beszélhetünk, amit nap mint nap Magyarországon a PET segítségével elérhetünk: a pontos diagnózis birtokában sok-sok ezer beteg menekül meg a haláltól. 1994. június 28-a óta Magyarországon is részesülhetünk ezekben a csodákban: a Debreceni Orvostudományi Egyetem PET centruma, amely *Gulyás Balázs* professzor és a Magyar Tudományos Akadémia ATOMKI Intézetének szakmai segítségével létesült, és amely *Trón Lajos* professzor vezetésével működik, évente immár ezer beteget fogad.

*Nyáry István*

## A PET külföldi és hazai történetéről

1972 és 1974 között Philadelphiában, a Pennsylvania Egyetemen dolgoztam, a *Martin Reivich* vezette Cerebrovascular Research Center-ben mint NIH research fellow. Tagja voltam annak a munkacsoportnak is, amely az egyetem nukleáris medicina klinikáján *David Kuhl* vezetésével kifejlesztette a ma SPECT-nek (single photon emission tomography) nevezett berendezést. *Abbass Alavival* (aki később utóda lett Kuhlnek a klinika élén) végeztük el azokat a páviánkísérleteket, amelyeken először lehetett demonstrálni az akkor forradalmian újnak számító módszer alkalmasságát. Érdekes időszak volt, belülről élhettem meg a képalkotó korszak beköszöntét, hiszen ebben az időben párhuzamosan, egymástól függetlenül történt a röntgensugárral működő komputer tomográfia (CT) és az izotóp technikára alapozott „transverse section scanning” (ez volt a SPECT eredeti neve) fejlesztése. Olyan érdekes emberekkel ismerkedhettem meg, mint *William Oldendorf*, aki bár eredetileg ideggyógyász volt, a nukleáris medicina kiemelkedő egyéniségének számított és egy érdekes kísérlete alapján a számítógépes képalkotás előfutáraként emlegetik mind a mai napig, vagy a zseniálisan invenciózus *Michel Ter-Pogossian*, a Saint Louis-i Mallinckrodt Intézet kutató-laboratóriumának vezetője. Ter-Pogossian alkotta meg a PET-et.

A Saint Louis-i első berendezést követve a Pennsylvania Egyetem is azon néhány centrumhoz tartozott, amelyet az egészségügyi kormányzat támogatott az akkor még amerikai körülmények között is elképesztően költséges PET-központok létrehozásában. Két főnökömmel, *Kuhllal* és *Reivich-csel* együtt látogattuk meg 1974-ben a Long Island-i Brookhaven National Laboratory fizikai kutatóintézetét. Az ötvenes években létrehozott és akkor korszerűnek számító