

# POZITRON

2015/1



Tíz éves  
a Pozitron-Diagnosztika Központ

*„Bármilyen képalkotás  
csak akkor működik  
igazán jól, ha jó az interakció  
és a kommunikáció  
a klinikummal.”*

Dr. Lengyel Zsolt

# Köszöntő

*Tíz éves a Pozitron-Diagnosztika Központ.*

2005-ben indult útjára a PET/CT-diagnosztika térhódítása Magyarországon. Az elmúlt években nem csupán egy rákdiagnosztikai központ alapjait fektettük le, hanem egy olyan széles diagnosztikai spektrumú modellt valósítottunk meg, amely a PET/CT-diagnosztika mellett kardiológiai és széles körű radiológiai képalkotással is foglalkozik.

A legmagasabb minőségi elvárások és élő kapcsolat a klinikummal. E két cél mentén formálódott az elmúlt években a Pozitron-Diagnosztika Központ, és ezek az elvárások állnak tevékenységünk középpontjában a következő időszakban is. Ahol nagy pontosság mellett, szorosan kell együttműködnie a fizikusnak, radiokémikusnak, izotópdiaosztikusnak, radiológusnak, onkológusnak, kardiológusnak, ott csak úgy lehet érdemi eredményt elérni, ha a szakmai minőség iránti elvárások irányítják tevékenységünket.

A klinikummal kialakított élő kapcsolat pedig azt teszi lehetővé, hogy a diagnosztika dinamikusan fejlődő



világa és a hasonlóan aktív onkológia vagy kardiológia egymásra találjon, és a legújabb szakmai módszertant közösen próbálja ki és fejlessze tovább. Partnereink ezt az elkötelezettséget egyértelműen visszaigazolják, hiszen hozzánk küldik vizsgálatra a legtöbb daganatos beteget.

A PET/CT-diagnosztika még mindig fejlődőképese. A berendezés közvetlen közelében lévő, megfelelő ciklotronnal olyan radiofarmakonok állíthatóak elő, amelyekkel nagymértékben bővíthető a diagnosztikai spektrum, és olyan vizsgálatokat lehet megvalósítani, amelyekkel az egyes daganattípusok és a betegség progressziója sokkal gyorsabban és pontosabban azonosítható, mint korábban.

Élő kapcsolat nélkül azonban ezek az újdonságok nehezen oszthatók meg partnereinkkel. Ezért hoztuk létre a POZITRON magazint: hogy szakmai partnereinket rendszeresen tájékoztassuk diagnosztikai központunk életéről, legfrissebb fejlődéséről, megmutassuk: minőségi képalkotó diagnosztika nélkül nincs igazán hatékony onkológiai vagy kardiológiai terápia.

Partnerünk és szövetségünk a klinikum.

**Kóky András**  
**ügyvezető igazgató**  
**Pozitron-Diagnosztika**  
**Központ**

## Impresszum

Felelős szerkesztő: Zöldi Péter, Weborvos • Lapterv: Ormai Tibor • Nyomda: Elektroprodukt Kft., Budaörs  
Kiadja: Pozitron-Diagnosztika Kft., 1117 Budapest, Hunyadi János út 9. Felelős kiadó: Kóky András  
ügyvezető igazgató, e-mail: titkarsag@pet.hu

A POZITRON magazin 1000 példányban, zárt, szakmai terjesztési listán jut el egészségügyi szakember olvasóihoz. A magazin utcai terjesztésre nem kerül.

# Interakció és kommunikáció

„Egy PET/CT-kép többet mond ezer szónál” – dr. Lengyel Zsolttal, intézményünk orvosigazgatójával beszélgettünk.

– Orvosigazgató úr, az elmúlt évtizedben hogyan változtatta meg az onkológiai terápiát a PET/CT?

– A PET/CT megjelenése és elterjedése az elmúlt tíz évben sokkal pontosabbá tette a diagnosztikát és a staginget. De látni kell: még az út elején állunk. Szinte kizárólag cukor analóg nyomjelzővel végeztünk PET-vizsgálatokat, és az egészségbiztosító egy hét évvel ezelőtt jóváhagyott indikációs körben finanszírozza azokat. A PET/CT magyarországi elterjedése és első évtizede egyértelmű sikertörténet. Most stabil alapjaink vannak a módszer széles körű fejlődésére. A következő évtizedben ez vár ránk.

– Milyen szakmai filozófiával indították útjára a Pozitron Diagnosztikai Központot 2005-ben?

– Az induláskor az volt a cél, hogy az európai normáknak megfelelő központot alakítsunk ki. A magunk által támasztott igényeknek megfelelően és előre gondolkodva, már az első pillanattól bevontuk a radiológus szakmát. Hiszen a PET/CT-diagnosztika hibrid képalkotó módszer, szakmai hatékonyságunk és a radiológiával való jó viszony sérült volna, ha nem társulunk a radiológiával. Alapvető szakmai elvárás volt, hogy a diagnosztikai tevékenység teljes vertikumára törekedjünk, és a PET/CT-berendezés mellett saját ciklotron és radiokémiai labor működjön, hiszen így mi alakíthatjuk ki a központ működési rendjét, és nem függünk külső tényezőktől. Nagy hangsúlyt fektettünk arra, hogy a beküldő orvosok az első pillanattól kezdve ne csak írásos leletet kapjanak, hanem ezt olyan képi dokumentáció egészítse ki, amiben maguk is eligazodhat-



nak. Hiszen egy PET/CT-kép többet mond ezer szónál.

– Szeretik megnézni a beküldő onkológusok a képeket?

– Az a tapasztalatunk, hogy igen, és ez sokkal könnyebbé és pontosabbá teszi az onkológiai terápiát. Azonban minden esetben felhívjuk a figyelmet, hogy a PET/CT-képalkotás meglehetősen bonyolult tevékenység, a klinikusnak nem szabad átesnie a ló túlsó oldalára és a saját kezébe venni a képalkotó diagnosztikát. Klinikus partnereink az onkológia különböző területeihez értenek, mi pedig a képalkotáshoz. A képalkotáshoz nem kellően gyakorlott szakemberek nincsenek tisztában a diagnosztikai módszerek alapvető korlátaival és buktatóival. Nem esnek át

a megfelelő képzésen, nincs olyan gyakorlatuk, mint az erre specializált szakembereknek. Ezért fontos a megnyitott, egyébként meglehetősen impresszív PET/CT-felvételeket a pontos, írásbeli leletek kiegészítéseként kezelni.

– Elsősorban mely szakmák szeretik a lelet mellett a képi anyagot is átnézni?

– Elsősorban a sebészek szeretnek felkészülni a páciens anatómiájára, a daganatok pontos elhelyezkedésére. Belgyógyászati onkológiában és hematológiában ez nem annyira fontos, számukra az írásbeli lelet a nélkülözhetetlen. Ők emiatt sokkal inkább elfogadják az általunk tett kijelentéseket, visszatükrözik a gyakorlatunkat, hozzáértésünket és abban megbíznak.

### – Sosem tévednek?

– Nyilvánvalóan minden képalkotó módszernek vannak korlátai. Mi sem vagyunk tévedhetetlenek. De meg kell különböztetni az inherens tévedést, amely a képalkotó módszertan miatt következhet be, és a képalkotó szakember által esetleg elkövetett tévedéseket, a valóságtól eltérő diagnosztikai véleményt. A PET/CT-diagnosztika csak úgy képes az esetek több mint 90 százalékában helyesen megítélni a valós helyzetet, ha rendszeres a kommunikáció és folyamatos a visszajelzés a klinikummal. Így tudjuk jobbá tenni a munkánkat.

### – A klinikummal egymásra vannak utalva?

– Bármilyen képalkotás csak akkor működik igazán jól, ha jó az interakció és kommunikáció a klinikummal. Ebben gyakran a nem klinikai faktorkok bírnak döntő jelentőséggel. Az a lényeg, hogy tudjuk, mit igényel a klinikus, és nekünk hogyan kell prezentálni azt, hogy az ne legyen kevés, de ne legyen sok se.

### – Hogyan lehet mérni e tevékenység sikerességét?

– A visszajelzések egyértelműen jók, de vannak objektív mérőszámok is. A beutaló orvosok, a PET Bizottságokon keresztül, hozzánk utalják a legtöbb beteget – nemcsak Budapesten, hanem országosan is. Annak ellenére, hogy nem egyetemi környezetben, hanem önálló központként működünk. Ez bizonyítja a legjobban a Pozitron-Diagnosztika szakmai sikerét.

### – Országszerte mennyire ismerik és veszik igénybe az onkológusok a PET/CT-diagnosztikát?

– A módszert elfogadottsága és klinikai penetrációja egyes szakmákban ideális, máshol 70-80 százalékos, de még mindig vannak olyan onkológiai területek, ahol nem terjedt el a PET/CT-diagnosztika. Például hematológiában a módszert a tudomány mai állása szerint, maximálisan kihasználjuk. Az emlő rosszindulatú daganatainál, a malignus melanomáknál, a fejnagy daganatoknál, nyelőcsőrákban

70-80 százalékos a kihasználtság. Sajnos azonban vastagbélráknál, valamint nem OEP-finanszírozott indikációkban, lágyszervi vagy hasnyálmirigy-daganatoknál, jól differenciált neuroendokrin daganatoknál, petefészekráknál, a módszer penetrációja elenyésző.

### – Mennyire univerzális onkológiai diagnosztikai eszköz a PET/CT?

– Az Egyesült Államokban, egy több éves szövetségi evidenciaelemzési programot követően 2013 júliusa óta néhány kisebb kivétellel az összes daganat kivizsgálásának, valamint a terápia kontrolljának része a PET-módszer. El lehet képzelni, hogy ez mekkora forrást emészt fel, de az egészség-gazdaságtani előnyök mellett a cél a betegek jobb ellátásának igénye.

### – Ehhez képest Magyarországon?

– 2008. január 1. óta van érvényben egy olyan indikációs lista, aminek alapján kilenc daganatos betegség PET/CT-vizsgálatát finanszírozza az egészségbiztosító, elsősorban szövettani típus és elhelyezkedés szerint. Nem daganatos indikációban finanszírozott az epilepszia műtét előtti kivizsgálása, de csak olyan gyermekeknél, ahol a műtét szóba jöhet és gyógyszeresen nem kezel-

hetőek, valamint finanszírozott a tüdőgóc karakterizáló diagnosztika is. Az összes többi indikációhoz szövettannal megerősített beutalásra van szükség, amely a PET Bizottságokhoz kerül.

### – Sok beteget utasítanak vissza a PET Bizottságok?

– Az elutasítások száma nagyon alacsony, a néhány százalékot éri el, éppen ezért nem rajonganak a kezelőorvosok a PET Bizottságokért. Ez a működési modell sokszor késlelteti a betegek vizsgálatra kerülését, néha indokolatlan visszautasítást eredményez, kiegészítő információkat kér a bizottság. A visszautasítások aránya egyébként azért különösen alacsony, mert a hivatalos vizsgálatkérés nem az egyéni orvostól, hanem onkoteamtól származik. Az onkológiai csúcscellátó helyeken, az Országos Onkológiai Intézetben, az egyetemi klinikákon, a megyei kórházakban az onkológiai ellátást törvény által előírt kötelezettség teammunkában végezni, amely a kivizsgálást és a kezelést is iteratív módon vizsgálja felül. Ők indikálják a PET/CT-vizsgálatokat, felelős döntésként, ezért tűnik furcsának feléjük ültetni egy újabb, ráadásul nukleáris medicina szakorvos által vezetett testületet, amely felülbíráhatja az onkoteam kérését.



### – Nehéz megtanulni a PET/CT-diagnosztikát?

– Ez a munka a világon mindenhol interdiszciplináris, orvosok, mérnökök, fizikusok és vegyészek szoros együttműködésén alapul. Amikor Szakáll Szabolcs és jómagam 2005-ben elkezdjük itt a munkát, már közel egy évtizede végeztünk PET-diagnosztikát Debrecenben, ahol az ország első PET-kamerája volt. Hosszú volt a tanulási folyamat, megküzdöttük érte, de világosan kialakult az egyes tudományágak közötti szoros és egymásra utalt együttműködés. Ebben a műfajban nem árt, ha az orvos is sokat tud a módszer technikai részleteiről, ráadásul külön-külön kell ismerni a PET-et és a CT-t, azt, hogy a vizsgálatokat hogyan lehet elrontani. A pozitron emissziós tomográfia esetében különösen fontos ismerni a fizikát, azt, hogy mi befolyásolja a leképezést, az anyagcsere folyamatokat. Ugyanilyen fontos a beteg vizsgálatra történő előkészítése, és nagyon kell ismerni az élettant, a biokémiát és annak összes kapcsolódását.

### – Különleges szakma a PET/CT-diagnosztika?

– Inkább különös. Kőműves Kelemen jellegű a munkánk. Amit reggel gyártunk ciklotronban, estére



eltűnik, és másnap kezdhetjük újra. Lehet, hogy kívülről nézve különleges, amit csinálunk, de leginkább arra lenne szükség, hogy ez a munka minél jobban integrálódjon az onkológiai ellátásba. Akkor talán el lehetne érni azt a paradicsomi állapotot, hogy bizonyos betegségek gyanúja esetén ez a módszer legyen az elsődlegesen alkalmazott és követő diagnosztika. Ez esetben CT-vizsgálatok alig-alig, MR-vizsgálatok pedig célzott módon történének – mint ahogyan Nyugat-Európában ez a gyakorlat. A PET/CT esetében van még mit fejlődni, mondjuk Belgiumhoz vagy Olaszországhoz képest, akik nagyon elől járnak. De még ők is el vannak maradva az Egyesült Államokhoz képest. Ott egymillió lakosra számítva hatszor annyi PET/CT van, mint az Európai Unióban. Ebből nyilvánvalóan keletkeznek vadhajtások, ám a penetráció a valós igényekkel összecseng.

### – Hogyan fejlődik tovább ez a szakma?

– Szakmánk legjelentősebb eseménye jövőre következik majd be: érvénybe lép az Európai Unióban egy olyan direktíva, amely felszabadítja a törzskönyvezés alól a PET radiofarmakonok előállítását. Így meg-

könnyítik a PET-központok számára, hogy saját maguknak különböző nyomjelzőket állítsanak elő. Ma még fluoro-dezoxi-glükózt, azaz jelölt szőlőcukrot használunk, de ez nem daganatspecifikus anyag. Nagyon hatékony, de nem elég specifikus. Bizonyos daganatoknál jobb lenne olyan nyomjelzőket használni, amelyek arra a daganatra specifikusak. E szabályozás életbe lépésével bővíülhet a diagnosztikai tevékenységünk, és specifikus nyomjelzőket hozhatunk létre.

### – Jövőre jönnek a specifikus nyomjelzők?

– Mi már készen állunk erre a változásra. Bizonyos daganatok esetén, például prosztatákban, neuroendokrin tumoroknál, egyes lágyszervi tumoroknál, nagyon pontosá válhat a diagnosztika. Hiszen ha van egy olyan vizsgálómódszer, ami gyakorlatilag 100 százalékos specificitású és szenzitivitású, az nagyon kényelmes a klinikusnak. Nemzetközi trend, hogy a PET/CT-diagnosztika a funkcionális képalkotás nagy érzékenysége és az egész test leképezés miatt az onkológiai diagnosztika igáslova. Reméljük, hogy ez Magyarországra is egyre inkább jellemző lesz.

# Klinikailag jelentős új PET radiofarmakonok

*A PET/CT-vizsgálatok legnagyobb részét a világon és Magyarországon is 18F-jelölt fluoro-dezoxi-glukózzal (FDG) végzik. Ez a nyomjelző molekula 1976 óta nagy karriert futott be, mint a sejtek glikolízisének in vivo mérését lehetővé tevő anyag mind neurológiai, mind kardiológiai, de legfőképpen onkológiai indikációkban. A legtöbb malignus tumorban ugyanis, Warburg 1930-as megfigyelésének megfelelően, a glikolízis intenzitása megnő, így a glikolízis első lépésében még részt vevő, de tovább nem alakuló FDG ideális és kvantálható módon képes annak intenzitását jelezni intracelluláris felhalmozódásán keresztül.*

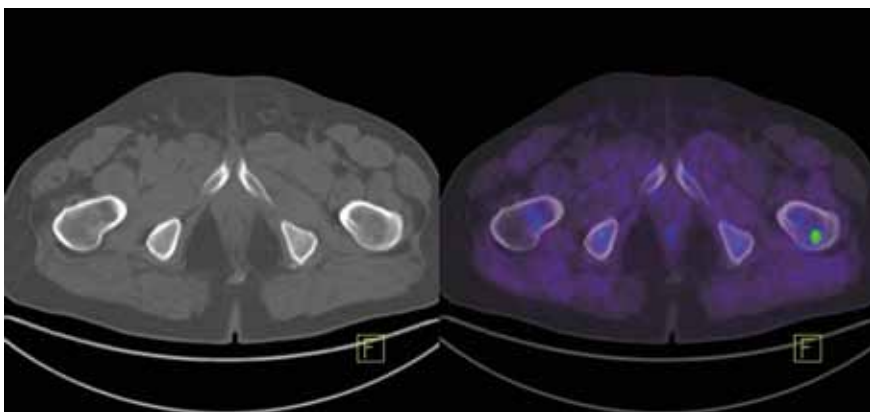
Az FDG sikeresen alkalmazható a legtöbb rosszindulatú daganat (tüdőrák, emlőrák, vastagbélrák, fejnyci laphámrákok, limfómák, malignus melanóma, stb.) kiterjedésének és a kezelésre adott válaszána vizsgálatára, azonban még ezen leggyakrabban előforduló daganatokon belül is előfordulnak olyan szövettani altípusok (pl. mucinosus, jól differenciált adenocarcinómák, lobularis rákok, alacsony malignitású limfómák, stb.) melyek esetén az FDG-felhalmozódása olyan csekély, hogy a környező normális szövetektől ez alapján egyáltalán nem különülnek el, vagy ha mégis, a kontraszt nagyon alacsony. Ilyen daganatok esetén az FDG-vizsgálatnak nincs haszna, ezért már a PET klinikai alkalmazásának kezdetétől megindult a munka új, specifikusabb, vagy más mechanizmussal működő radiofarmakonok keresésére. Az elmúlt évtizedben nagyon sok új PET-radiofarmakont szintetizáltak és próbáltak ki emberen is (ez a szám 200 körül van), mégis viszonylag kevés azon tracerek száma, amelyek felhasználása a klinikai rutinban mára meghonosodott. Ennek hátterében nem csak a kipróbált jelölt molekula sokszor ideálistól eltérő tulajdonságai állnak, hanem sokkal nagyobb részt azok a körülmények, melyek a PET-radiofarmakonok előállításával és a humán diagnosztikai felhasználás

engedélyezésének jogi környezetével kapcsolatosak. A PET-nyomjelzők legnagyobb részét ciklotronban előállított pozitronbomló izotóppal jelölik, a leggyakoribb jelölő izotóp (18F) felezési ideje is csak 109 perc. Így érthető, hogy ezek a molekulák nem tárolhatók, aznap kell előállítani őket és minden gyártási lépésnek a gyógyszergyártásban megszokott módon ellenőrzöttnek kell lennie. Egy ciklotronnal rendelkező PET-vizsgálóhely a saját radiofarmakon-igényének kielégítésén túl csak ésszerű (2-4 órán belül elérhető) távolságon belüli más PET-kamerák ellátásában tud részt venni. Távlabbi vizsgálóhelyeknek más helyről kell beszereznie a radiofarmakont. Ugyanakkor minden gyártóhelyen újra és elejétől-végéig ki kell alakítani a gyógyszerként törzskönyvezett nyomjelző annak megfelelő előállítási folyamatát.

Ez az egyes gyártóhelyekre még 1-2 radiofarmakon esetén is nagy anyagi és időbeli terhet ró, illetve a törzskönyv fenntartása is folyamatos erőfeszítéseket igényel. Érthető, hogy a legtöbb gyártóhely kapacitásának nagy részét az FDG előállítására fordítja és más nyomjelzőket csak kis számban és volumenben állít elő. Ma ez a legnagyobb kerékkötője az újabb PET radiofarmakonok elterjedésének. Ebből a körből kitörési lehetőséget egyrészt nem ciklotronhoz kötött jelölő izotópok felhasználása jelentheti, erre legjobb példa talán a 68Ga, mely 68Ge-ot tartalmazó generátorból nyerhető naponta akár többször is, másrészt a jogi környezet liberalizálása, mely lehetővé teszi a PET-nyomjelzők gyártóhelyen belüli előállítását és felhasználását gyógyszerként való törzskönyvezési kényszer nélkül. Utóbbi esetében a szükséges

## 1. táblázat: klinikailag rutinszerűen használt PET-nyomjelzők

- |  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| ▪ 11C-metionin, 18F-fluoroetil-tirozin | α-aminosav transzport             |
| ▪ 11C/18F-kolin                        | membránszintézis/lipogenezis      |
| ▪ 18F-NaF                              | csont remodeling                  |
| ▪ 68Ga-PSMA-ligand                     | prosztatata sejt felszíni fehérje |
| ▪ 68Ga-DOTA-TOC/NOC/TATE               | szomatostatin receptorok          |
| ▪ 18F-DOPA                             | amin prekursor felvétel           |
| ▪ 82Rb                                 | K+ analóg                         |
| ▪ 13N-ammónia/11C-acetát               | oxidatív anyagcsere/perfúzió      |



1. ábra: Vesesejtes karcinóma csontáttétjének 18F-kolin halmozása a bal femurban

EU-direktíva már megszületett, 2016 májusában lép érvénybe. A mára klinikailag rutinszerűen használt PET-nyomjelzőket az 1. táblázatban foglaljuk össze.

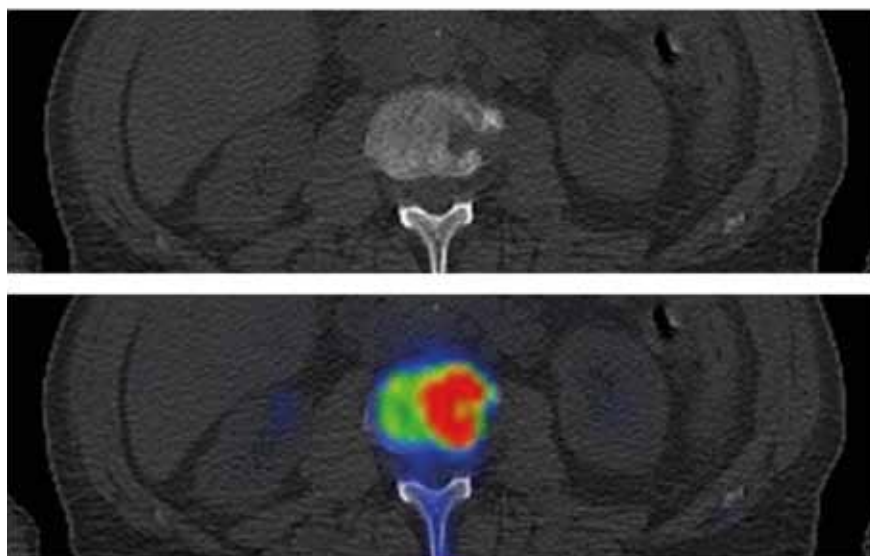
A táblázat második oszlopa tartalmazza a nyomjelző által megcélzott biokémiai vagy élettani jelenséget. Látható, hogy csak a 68Ga-jelölt tracers valóban specifikusak, hiszen sejtfelszíni fehérjéhez kötődnek, a többiek csak annyira fajlagosak, amennyire a nyomkövetett folyamat révén ez lehetséges (pl. a NaF semmivel nem specifikusabb, mint egyéb csontkereső radiofarmakonok, de nagy kontrasztot ad a csontban). Az egyes nyomjelzők sajátosságait az alábbiakban részletezzük.

A 11C-metionin és általában a jelölt aminosavak elsősorban a központi idegrendszer daganatainak kimutatásában alkalmazhatók sikeresen. Az alacsony és magas grádusú gliómák (mint leggyakoribb agyi rosszindulatú daganatok) egyaránt sok jelölt aminosavat vesznek fel, mivel az  $\alpha$ -aminosav transzporter molekulák kifejeződése a membránban itt fokozott. Egyéb KIR tumorokban és jóindulatú neopláziákban (pl. meningeomák) is jellemzően halmozódnak. Klinikai szerepük a tumorok kiterjedésének pontosabb felmérésében (pl. sugárterápia-tervezéshez), illetve gyakrabban az operált, besugárzott daganatok kiújulásának kimutatásában van, ott ahol MR-vizsgálatokkal általában nehéz a differenciálás hegesedés és kiújulás között. A 18F-jelölt FET előnye, hogy szállítható, nem épül be fehérjébe, a májban nem metabolizálódik.

A 11C-kolin a prosztatatarákok jelenleg leggyakrabban használt metabolikus tracere. A daganatsejtek fokozott (elsősorban intracelluláris) membránszintézisén keresztül jelzi a malignus transzformációt. Érzékenyebb, mint a csontszcintigráfia a csontáttétekre és sokkal specifikusabb Se. 65,4% vs. 96,1%, Sp. 38% vs. 92,3% (Garcia JR, Rev Esp Med Nucl Imagen Mol. 2014). A primer prosztatatarák kimutatásában nem elég specifikus, érzékenysége 66-100% közé esik. A magasabb malignitású, gyorsabb PSA növekedést okozó, idősebb életkorban megjelenő rákok esetén gyakrabban pozitív. A primer nyirokcsomó-stagingra teljesítőképessége elmarad a diffúziósúlyozott (DWI) MR-képalkotástól, de a biokémiai „failure” esetén a leghasznosabb módszer az egésztest leképezéssel. A 18F-jelölt formája biológiai-

lag már nem ekvivalens a természetes kolinnal, de szállítható.

Az elmúlt 5 évben, elsősorban az Egyesült Államokban, lezajlott egy folyamat, amely során egy rég „elfeledett” csontkereső radiofarmakon, a 18F-t tartalmazó NaF mintegy 50 év elteltével újra felkerült a diagnosztikai palettára, immár PET-leképezésben felhasználva. A csontkereső radiofarmakonok esetén nem maga a daganat halmozza a nyomjelzőt, hanem a daganatszövet által a környező csontállomány átépülésével (remodeling) járó folyamatok során épülnek be. Így olyan tumorok csontáttéteit is jelezhetik, melyek FDG-vel negatívak. A radiofarmakon halmozódásának mértéke a regionális vérátfolyás és az osteoblast aktivitás függvénye, 18F-NaF esetén a csont szeretlen állományához való affinitás kétszerese a hagyományos csontszcintigráfiához használt 99mTc-foszfónatokhoz képest, miközben a vérből való kiürülésének üteme is gyorsabb. A 18F-NaF nyomjelző „reneszánszát” több körülmény együttállása hozta meg: a PET/(CT)-kamerák világszerte való elterjedése, az orvosi ciklotronok és automatizált radiokémiai laborok kifejlesztése, valamint a 2009-ben váratlanul kialakult 99Mo-hiány (a 99mTc anyaeleme), több gyártó atomreaktor nem tervezett leállása miatt. Számos tanulmány hasonlította össze a 18F-NaF PET/CT és a hagyományos



2. ábra: Prosztatatarák csontáttétjének 18F-NaF halmozása egy lumbalis csigolyatestben

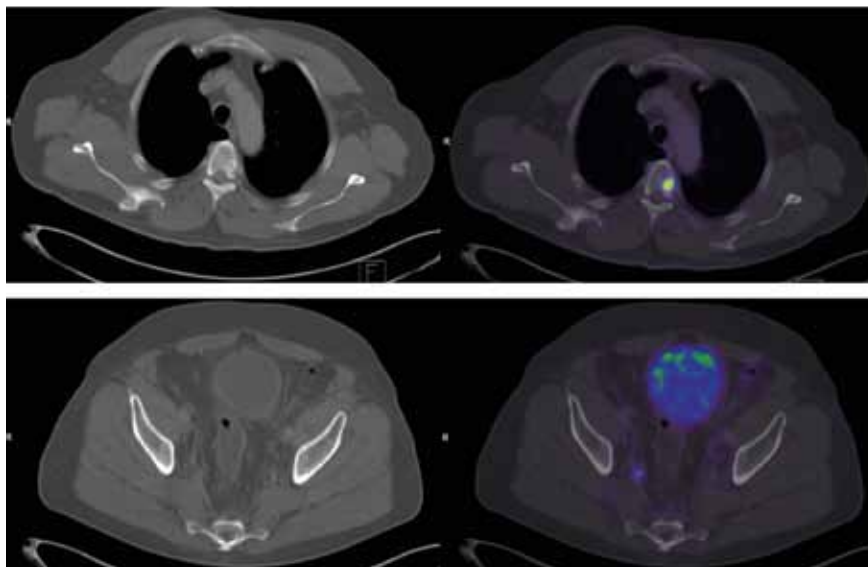


mányos csontszcintigráfia (planáris és SPECT) teljesítőképességét a csont-áttétek kimutatásában. Ezek szerint a 18F-NaF PET/CT mind érzékenysé-  
ben mind specificitásban felülmúlja a csontszcintigráfiát. A 18F-NaF PET/CT a csontáttétek kimutatásában egy 2010-es metaanalízis alapján 96,2%-os érzékenységgel és 98,5%-os fajlagossággal bír.

A 18F NaF PET/CT költségei miatt (Magyarországon kb. 20-szor drágább, mint a csontszcintigráfia) erősen kérdéses finanszírozásának létjogosultsága. A 18F NaF legújabb ígéretes felhasználási területe a vulnérabilis plakkok kimutatásának lehetősége a szívkoszorúerekben. Ebben az indikációban költséghatékony is lehet.

A 68Ga-PSMA-ligand radiofarmakonok az utóbbi néhány év során kerültek kifejlesztésre és nagyon gyorsan eljutottak a klinikai felhasználás fázisába. Előnyük, hogy a prosztatara-  
k sejteken a normál mirigyhámsejtekhez képest 100-200-szoros kifejeződést mutató nagy transzmembrán fehérje (prosztata specifikus membrán antigén – PSMA) különböző doménjeihez kötődve igen nagy fajlagossággal képesek ezen sejtek kimutatására. A különböző ligandok szövet-specifikussága kissé eltérő, de normál eloszlásukat tekintve megegyeznek abban, hogy a nyálmirigyekhez és a veseparenchymához is erősen kötődnek, a máj-, lép- és vékonybél-halmozódásuk kismértékű, és a vizeletben is megjelennek. Mindezekkel együtt PET-el leképezve jelenleg a legérzékenyebb módszert biztosítják a prosztatara-  
k áttéteinek kimutatására és a primer daganat jelzésében is nagyon ígéretesek. További előnyük, hogy a 68Ga-jelzés miatt felhasználásuk nem kötődik ciklotron jelenlétéhez a vizsgálólóhelyen. A jelenleg használt 11C-kolin és 11C-acetát nyomjelzőkhöz képest a PSMA-ligandokkal nyerhető kontraszt kb. 20-30-szoros, ami akár 3-4 mm-es áttétek kimutatását is lehetővé teszi.

Ilyen mértékű fajlagosság mellett kézenfekvőnek tűnik a ligandok theranosztikumként (diagnosztikus és terápiás ágens is lehet ugyanaz a molekula) való felhasználá-



3. ábra: prosztatara-  
k áttéteinek 68Ga-PSMA-ligand halmozása csontban (felső sor) és kismencedei nyirokcsomóban (alsó sor)

sa, alkalmas béta-sugárzó izotópokkal jelölve. Erre példa a 177Lu-J591 nevű vegyület vagy a (S)-2-(3-((S)-1-carboxy-5-(3-(4-[124I] iodophenyl) ureido) pentyl) ureido) pentanedioic acid (röviden MIP-1095) melyek a metasztatikus prosztatara-  
k terápia-  
jában jelenthetnek előrelépést a radioimmunoterápia frontján.

A neuroendokrin tumorok diagnosztikájában a legutóbbi időkig standard eljárásnak számító szomatostatin-receptor-szcintigráfia (SRS) alternatívájaként jelentek meg a PET-leképezésre alkalmas 68Ga-DOTA-jelölt TOC/NOC/TATE ligandok, melyek a SPECT-es módszerrel teljesen analógok a megcélzott receptorok tekintetében, azonban a PET nagyobb érzékenységét biztosítva. Jelenleg az érvényes európai ajánlások, amennyiben elérhető, első módszerként ezeket a PET/CT-vizsgálatokat tartják megfe-

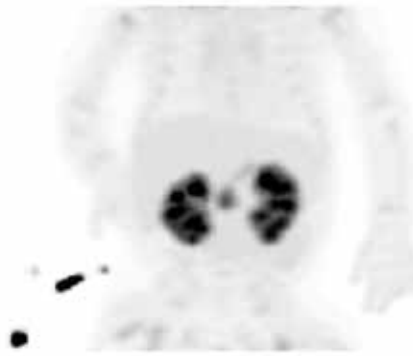
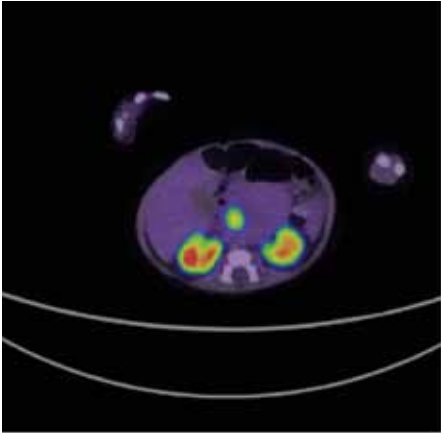
lőnek amennyiben szomatostatin nagy mennyiségben expresszáló tumorok áttéteinek keresése vagy ilyen ismert áttétek megléte esetén a primer tumor lokalizálása a feladat. A morfológiai képalkotó módszerek ezekben az indikációban másodlagosak. A különböző neuroendokrin tumorok szomatostatin-receptor overexpressziójának gyakoriságát a 2. táblázatban láthatjuk (Reubi et al., JNM 1999), ez egyben tájékoztat az receptorszcintigráfia várható sikerességéről is.

A SMSR-PET/CT érzékenységét és fajlagosságát egy nemrég megjelent, 2105 beteg eredményeit feldolgozó metaanalízis rendre 93% és 96%-nak találta (Hakan Geijer, Lars H. Breimer Eur J Nucl Med Mol Imaging 2013).

A 18F-jelölt F-DOPA esetén a képalkotási célpont a dopamin és a szerotonin amin prekursorainak felvétele és dekarboxilálása. Ennek megfelelően jól differenciált, szerotonin pozitív GEP NET-ek diagnózisára alkalmas, mind a primer tumor kimutatása, mind áttétek keresése esetén. Az F-DOPA PET/CT klinikai indikációi a phaeochromocytoma, paraganglioma és glomus tumorok kimutatása, a medulláris pajzsmirigyra-  
k áttéteinek keresése emelkedett kalcitonin-szint mellett, valamint a CT/MR negatív insulinómák diagnózisa. Speciális indikáció a veleszületett béta sejt hiperplázia diffúz és

## 2. táblázat

▪ Gastrinoma,		
Glucagonoma	100%	
▪ Insulinoma	72%	
▪ Paraganglioma	92%	
▪ MTC	38%	
▪ Carcinoid	88%	
▪ SCLC	57%	
▪ Phaeochromocytoma	73%	



4. ábra: Balra axiális metszetkép PET/CT-vel, jobbra MIP kép PET-tel

fokális formájának differenciál diagnózis. Ilyen indikációban a Pozitron-Diagnosztikai Központban is végeztünk vizsgálatot, az alábbi ábrán egy 6 hetes, veleszületett hiperinzulinémiás gyermek fokális béta sejt hiperpláziájának F-DOPA-halmozása látható a két vese közti területen.

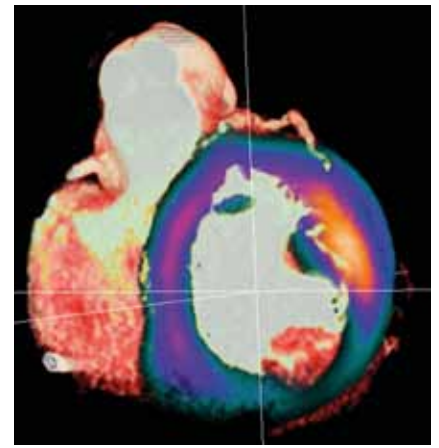
A kardiológiai képalkotásban a PET/CT szerepe már FDG-vel is „gold standard” volt a szívizom-életképesség megállapítására infarktust követően. Azonban a klinikai gyakorlatba a módszer költsége miatt nem került be, az Egyesült Államokban is csak a szívizom-életképesség vizsgálatok kb. 10%-át végzik FDG PET-módszerrel, a maradék (jól kiválasztott) 90% esetén a SPECT/CT-módszer költségkímélőbb, ideálisan 201TI izotóppal. A szívizom szöveti szintű vérátfolyásának megállapítására a PET ugyancsak sok előnnyel rendelkező eljárásokat nyújt, a legfontosabb ezek közül, hogy a mérések abszolút skálán kvantálhatók,

azaz a vérátfolyás a myocardium tet-szöleges részén ml/perc/100g szövet egységekben megadható. Az abszolút mérés haszna, hogy a kiegyensúlyozott háromér-betegségben elkerülhetővé válik az álnegatív terheléses vizsgálat, ami a SPECT-es módszer egyik gyenge pontja. Hasonlóan egyértelműsíthető az az állapot, amikor a szöveti szinten korlátozott vérátfolyást a kiserek betegsége okozza (pl. diabéteszben). A vérátfolyás-vizsgálatokra az Egyesült Államokban a 82Rb izotóp használatos RbCl formájában, ami K<sup>+</sup> analóggént viselkedik, hasonlóan a 201TI-hoz. Használatos még a 13N-ammónia és Európában a 11C-acetát is, melyek a 82Rb-vel szemben ciklotron-termékek. A kvantitatív szívizom-perfúziós vizsgálatok indikációit a 3. táblázatban foglaltuk össze.

Természetesen a vérátfolyás PET-el nyert képek vagy parametrikus térképek ugyanazon beteg koronária

CT-angiográfias vizsgálatának volumetrikus adataival fuzionáltható, ilyen módon a koronária CT-n azonosítható szűkületek együttes hemodinamikai hatása vizualizálható.

Ma Magyarországon a fentebb említett PET-radiofarmakonok közül humán célra csak az FDG (Budapest, Debrecen, Kaposvár), a 11C-metionin (Debrecen), a 11C-kolin (Debrecen), a 18F-DOPA és a 18F-NaF elérhetőek (utóbbi kettőre az ausztriai IASON cégnek van Magyarországra kiterjesztett forgalmazási engedélye). Kívána-



5. ábra: Koronária CT-angiográfias volumetrikusan szegmentált és 3D-renderelt kép (fehér-piros monokróm pseudokolor skála) és ugyanazon beteg terhelésben készült 11C-acetát vérátfolyás vizsgálatából származó aktivitás-eloszlás (hot-metal skála) fúziójának egy metszete

tos lenne, ha a PET-diagnosztika igazi teljesítőképességét jobban kiaknázó, szélesebb radiofarmakon-paletta lenne elérhető a magyar betegek számára a közeljövőben. Remélhető, hogy a törvényi szabályozás 2016-ban várható igazodása az EU-direktívához megteremti ennek lehetőségét. Ezt követően már csak a finanszírozásnak kell követnie a bővülő lehetőségeket az OEP részéről. A jövőbeli lehetőségeknek elméletileg semmi nem szab határt, hiszen valamennyi szervezetünkben található molekula megjelölhető pozitron-bomló izotóppal és ezen keresztül élőben nyomon követhetővé válik.

**Dr. Lengyel Zsolt Ph.D**

### 3. táblázat

#### *Ateroszklerotikus betegség korai diagnosztikája*

- Kockázat-besorolás
- Életvitel változtatások hatásának felmérése

#### *Ismert CAD*

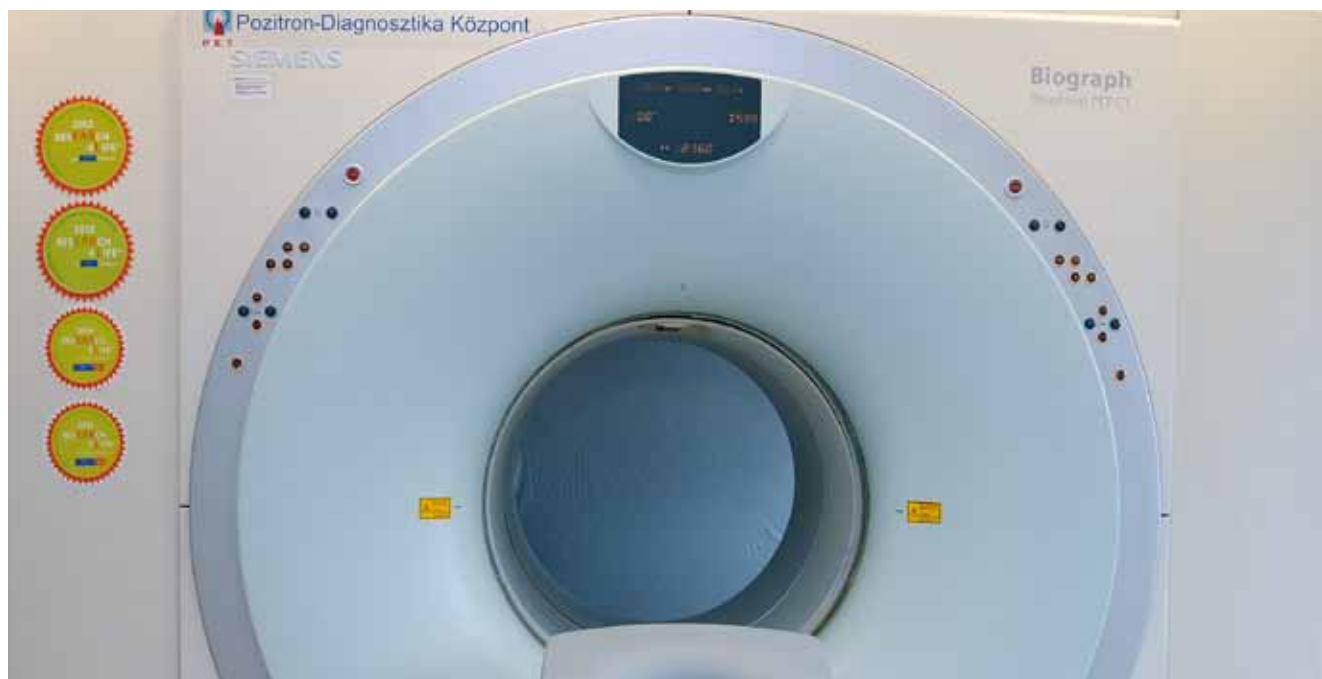
- A CAD kiterjedésének és súlyosságának jobb jellemzése
- Kiegyensúlyozott háromér-betegség felismerése
- Prognózis megítélése

#### *Nem-ateroszklerotikus mikrovaskuláris betegség*

- Dilatatív kardiomiopátia (DCM)

#### *Hipertrófiás kardiomiopátia (HCM)*

- Terápiás módszerek hatásának felmérése



## MEGHÍVÓ

### Étkezés, napozás – PET/CT; A PET/CT szerepe a colorectalis tumorok és a malignus melanoma diagnosztikájában

címmel akkreditált tanfolyamot szervez a Pozitron-Diagnostika Központ  
**Akkreditációs pont: 14**

A tanfolyam időpontja: **2015. október 2. péntek**  
A tanfolyam helyszíne: **Pozitron-Diagnostika Központ,**  
1117 Budapest, Hunyadi J. út 9. (díjmentes parkolási lehetőség az intézmény udvarában)

### ELŐADÁSOK

- 10.00 – 10.50 A PET/CT szerepe a melanóma diagnosztikájában **Prof. Dr. Liszky Gabriella Ph.D**  
11.00 – 11.50 A colorectalis daganatok kemo-biológiai terápiája **Dr. Hitre Erika Ph.D, med. habil**  
11.50 – 12.05 **SZÜNET**  
12.05 – 13.55 A végbél és végbélcatorna daganatok sugárkezelése és radiokemoterápiája  
**Dr. Lövey József Ph.D, med. habil**  
13.00 – 13.50 A sebészeti kezelés szerepe a colorectalis daganatok túlélésében  
**Prof. Dr. Kupcsulik Péter Ph.D, med. habil, egyetemi tanár**  
13.50 – 14.10 **SZÜNET**  
14.10 – 15.00 Melanoma és PET/CT **Dr. Szakáll Szabolcs Ph.D**  
15.10 – 16.00 CT vs PET/CT a colorectalis rákokban? **Dr. Molnár Péter**  
16.10 – 17.00 CRC és PET/CT **Dr. Lengyel Zsolt Ph.D**

Jelentkezés **az OFTEX honlapján: SE-TK/2015.II/00305** kódszámú akkreditált tanfolyam

**A tanfolyam célcsoportja:** 1. belgyógyászat, 2. gasztroenterológia, 3. klinikai onkológia, 4. nukleáris medicina, 5. onkoradiológia, 6. radiológia, 7. sebészet, 8. sugárterápia

Részvétel 50 fő részére lehetséges, regisztrálás a jelentkezés sorrendjében történik.

# Nem szokványos eset: másfél év alatt hat PET/CT vizsgálat

*Egy orvos praxisában maximum kétszer-háromszor fordul elő olyan eset, mint amellyel dr. Dank Magdolna onkológus két éve találkozott. Az I. Sz. Belgyógyászati Klinika onkológiai részlegének vezetőjénél egy olyan lágyszarkómás beteg jelentkezett, aki korábban már kétszer esett át műtéten, ahol a daganatot eltávolították, de a megajánlott végtagamputációba, illetve a kemoterápiába már nem egyezett bele. Végül a PET/CT-vizsgálatok – eddig haton van túl – győzték meg a pácienszt, hogy érdemes elkezdni, majd folytatni a kezelést. Az esetről a docensnőt kérdeztük.*

– Gyakran fordul elő, hogy daganatos betegek visszautasítják a kemoterápiát?

– Manapság már nem ritka. Az orvosoknak egyre inkább meg kell tanulnia a betegpreferenciákat. Ebben az esetben is szükség volt arra, hogy összeegyeztessük a hatályos kezelési elveket megszabó szakmai irányelveket, a finanszírozási lehetőségeket a beteg igényeivel. Sarkómák esetében az OEP nem téríti a PET/CT-vizsgálatot, így azokat a páciens maga fizette.

– Milyen terápiát tudott ajánlani?

– A pácienszt korábban már műtötték, amikor hozzánk került harmadszor újult ki a daganat. Azt javasoltam, hogy először is nézzük meg, hogy a látható lokális kiújuláson kívül kialakult-e valahol áttét. Ennek megállapítására többféle képalkotó eljárás is szóba jöhet, de a páciens kérése az volt, hogy bizonyosságot akar arról, hogy van-e valahol a szervezetében áttét és erre a PET/CT tűnt a legalkalmasabbnak. A páciens esetét az onkoteam is átbeszélte, elmondtuk a lehetséges vizsgálmódszereket, és a nukleáris medicina szakorvos felvilágosította a pácienszt a PET/CT vizsgálat mibenlétéről, a vizsgálat menetéről, és arról, hogy a kapott eredmény hogyan kerül értékelésre.

– Miért volt ez probléma, hiszen a beteg vállalta a költségeket?

– Nem minden típusú daganat esetében kapunk megfelelő eredményt



dr. Dank Magdolna

a PET/CT vizsgálat után. A tumor biológiai viselkedése, a szövettani jellege alapján mindenképpen szükséges volt a nukleáris medicina szakorvos

véleményét kikérni, hogy nemzetközi adatok alapján ez a daganatfajta valóban alkalmas-e PET/CT-vizsgálatra. Jelen esetben a nukleáris medicina szakorvos véleménye pozitív volt a vizsgálat elvégzése tekintetében. A beteget néhány napon belül meg is vizsgálták a Pozitron-Diagnosztika Központban.

– Mi volt az eredmény?

– Sajnos az, amire számítottam, a felvétel távoli áttéteket is kimutatott. A vizsgálat azonban nagyon hasznos volt, mert a kemoterápiát addig mereven elutasító pácienszt ez győzte meg arról, hogy mégis vállalja a kezelést.

– Hogy reagált a beteg a kemoterápiára?

– Szerencsére jól, és erre ismét a PET/CT szolgáltatott bizonyítékot. A betegnek ugyanis továbbra is fenntartásai voltak a kezeléssel kapcsolatban, ezért minél előbb visszaigazolást akart, hogy érdemes folytatnia. Általában két-három havonta küldjük el a pácienseket kontrollra, de ebben az esetben a beteg 4 hét után kérte az ellenőrzést. A terápia hatékonyságának mérésére is hasznos modalitás

véleményét kikérni, hogy nemzetközi adatok alapján ez a daganatfajta valóban alkalmas-e PET/CT-vizsgálatra. Jelen esetben a nukleáris medicina szakorvos véleménye pozitív volt a vizsgálat elvégzése tekintetében. A beteget néhány napon belül meg is vizsgálták a Pozitron-Diagnosztika Központban.

a PET/CT, így került sor egy hónapon belül a második ilyen vizsgálatra – melynek a lényege az volt, hogy lemérje a terápia hatékonyságát, azaz, hogy van-e tumorválasz –, amely ki-mondottan jó eredményt mutatott. Végül ennek alapján döntötte el a beteg, hogy folytatja a kezelést.

– **Miért került sor ezután újabb négy PET/CT vizsgálatra?**

– A páciensnél a kezelés hatására képző vizsgálatokkal már nem volt kimutatható a betegség, és nem akart további kezelést elfogadni, de minden kezelésről minden részletet tudni akart és minden ponton látni akarta, hogy mi történik vele.

– **Nem sok hat PET/CT vizsgálat másfél év alatt?**

– De, valószínűleg sok, hiszen ennek az eljárásnak is vannak kockázatai, ráadásul a szakmai guideline szerint másfajta módszerekkel is lehet követni egy folyamatot. Az is igaz viszont, hogy nehéz megmondani, mi a sok, hiszen ez számos tényezőtől függ, például a daganat biológiai jellemzőitől is.

– **Visszatérve a betegre, nem nehezíti meg egy orvos munkáját, ha ennyire tudatos egy páciens?**

– Mindenkinek joga van arra, hogy döntsön a testéről, és ha tisztában van a lehetőségeivel éljen velük. Mint korábban mondtam, az orvosnak, betartva a hatályos irányelveket, tudomásul kell vennie a beteg preferenciáit is. de természetesen lehet olyan pont, amiben nem tud a páciens partnere lenni.

– **Az érintett esetben, ha lehet így fogalmazni, mennyire lett a betegnek igaza?**

– Ez nem egy szokványos történet. Ennél a szarkómánál az átlagos túlélési idő 11-13 hónap, most túl vagyunk a két éven. Ez alatt több, hosszabb terápia-, és tünetmentes periódusa volt, most is dolgozik, ellátja a családját. Lehet, hogy igaza van.

**Bernáth Bea**

## **Jó minél előbb tudni, ha baj van**

**Egyik páciensünk már szinte törzsvendégnek számít a Pozitron-Diagnosztika Központban. Lágyrész-szarkómája miatt rendszeresen végez PET/CT-vizsgálatot intézményünkben. Tapasztalatairól kérdeztük.**

– *Mi a háttere annak, hogy az elmúlt években hat alkalommal végeztünk Önön PET/CT-vizsgálatot?*

– A bal bokámon volt egy szarkóma, amit kétszer megműtöttek, de mindig visszanőtt. Ekkor Dank Magdolna docens asszonyhoz kerültem, és ő volt aki először elküldött PET/CT-vizsgálatra.

– *Milyen volt az első alkalom?*

– Alapvetően klausztrófóbiás vagyok. Amit addig tudtam a CT-kről, nem sok jót vetített előre. Ám a félelmem abban a pillanatban elmúlt, amikor beléptem az ajtón. Természetesen nem kellemes a gépben feküdvé érezni a klausztrófóbiát, ám annál sokkal jobban elviselhető, mint amire számítottam. Az a trükköm ugyanis, hogy csukva tartom a szemem és relaxálok. A körülmények nagyon jók, az emberek kellemesek, a környezet kényelmes. Mára megszoktam a vizsgálatot, hiszen a közelmúltban voltam hatodik alkalommal a Pozitronban.

– *Miért volt szükség ennyi vizsgálatra?*

– Daganatáttétek keletkeztek a tüdőmben és nyirokcsomóimban is, gyógyszeres kezelést kaptam, aminek eredményét háromhavonta ellenőrizni kellett. Az első vizsgálat eredménye lehangoló volt, de azóta mindig jó híreket hoz a PET/CT. Azok a sejtek visszafejlődtek, amelyeknek nem ott a helyük, ezért különösen kedves számomra a vizsgálat.

– *Hogyan finanszírozta ezeket a vizsgálatokat?*

– Nekem a térítéses vizsgálatokkal semmilyen problémám nincs. Megértem, ha valamilyen többlétszolgáltatást szeretnék az egészségügyben kapni, fizetni kell érte. Van, amikor sokat. Persze, lehet, hogy könnyen beszélek, mert megengedhetem magamnak ezeket a vizsgálatokat, de szerencsére a magyar egészségügy ezen a területen nem áll rosszul, a szükséges PET/CT-vizsgálatokat döntő többségében megkapják a betegek. Számomra a többlétszolgáltatás fontos eleme a gyorsaság. Amikor bejelentkeztem, néhány napon belül megtörténhetett a vizsgálat, minden alkalommal.

– *Rutinos PET/CT-felhasználóként hogyan látja, milyen kellemetlenséggel jár a vizsgálat?*

– Amikor az ember beteg lesz, nem tartozik a kellemes élmények közé a PET/CT-vizsgálat. Ám egy idő után meg lehet szokni, ugyanúgy, mint a vérvételt. Amikor beadják az izotópot, nem érezni semmilyen fájdalmat. Talán az a legkellemetlenebb része, hogy húsz percig mozdulatlanul kell feküdni a PET/CT-ben. Ehhez erős önkontrollra van szükség.

– *Milyen érzés a vizsgálat után szembesülni a valósággal?*

– Én világ életemben a homokba dugtam a fejemet. Addig jó, amíg nem tudok róla – gondoltam mindig. De a betegségem kapcsán megtanultam: az a jó, ha minél előbb lehet tudni, hogy baj van, mert sokkal könnyebben lehet segíteni. Sokáig halogattam az orvost, de nem tettem jól. Most már azt mondom, hogy megelőzőképpen, még ha nincs semmilyen jel, akkor is, bizonyos időközönként elmennék a megfelelő diagnosztikai vizsgálatra.

# Úttörő lépések a kardio-CT diagnosztikában

*A kezdetek óta központunk másik meghatározó profilja a PET/CT-vizsgálatok mellett a kardio-CT vizsgálat.*

Amikor 2005-ben megnyílt a Pozitron-Diagnosztika Központ, a PET/CT-diagnosztika mellett egy másik hiányterületen is komoly lépéseket tettünk: nálunk valósult meg az országban elsőként üzemszerűen kardio-CT vizsgálat. Az első években egy megfelelő szoftverrel ellátott 16 szeletes CT-berendezésen, majd 2008 nyara óta az ország egyik legmodernebb berendezésének számító Siemens SOMATOM Definition rendszeren vé-

ganzatos megbetegedés. 2000-2012 között évente 32-34 ezren haltak meg daganatos megbetegedések következtében. A halálokok a rák okozta halandóság jelentősége 2000 és 2012 között határozottan növekedett és visszaszorítása jelenleg az egyik legnagyobb egészségügyi kihívás. Ám ma Magyarországon a keringési rendszer betegségeiben halnak meg a legtöbben – csakúgy mint minden fejlett egészségkultúrájú országban. 2000-

kardiovaszkuláris halálozás csökkenéséhez.

Büszkék vagyunk arra, hogy a kardio-CT diagnosztika meghatározó szakemberei tíz évvel ezelőtt központunkban kezdték el a közös munkát, tanulták meg a legújabb kardio-diagnosztikai technológiát, és terjesztették el az ország más egészségügyi intézményeiben a kardio-CT-vizsgálatokat. Ma már az ország tucatnyi CT-berendezése alkalmas kardio-CT-vizsgálatra, és nyolc intézményben zajlik rendszeres kardio-CT vizsgálati program. Nálunk az elmúlt években ezres nagyságrendű vizsgálat bizonyította be, hogy a korai felismeréssel megelőzhető, illetve eredményesen kezelhető a később súlyos állapotot, sok esetben halált okozó koszorúér-betegségek.

A szívkoszorúér-betegségben a koszorúerek belső falán kialakuló plakkok, amelyek az erek szűkületét, majd az esetek egy részében azok teljes elzáródását okozzák, évtizedeken át teljesen észrevétlenül fejlődhetnek. A koszorúér-betegségben szenvedők több mint felénél (a férfiak 50, a nők 64 százalékánál) a kór első megnyilvánulása az akut szívinfarktus, illetve a hirtelen szívhalál.

Ha egy ilyen hirtelen koszorúér-esemény bekövetkezik, gyakran már semmit sem tehetünk a beteg életéért. Ezért a szív-eredetű halálozás visszaszorításának egyetlen hatékony módja az lenne, ha valamilyen rutinvizsgálat kiszűrhetné azokat, akiknél magas a koszorúér-események kockázata, és idejében végzett beavatkozással az orvosok megelőzhetnék a potenciálisan végzetes érelzáródás kialakulását. A boncolá-



gezzük a szívkoszorúér CT-vizsgálatát. A diagnosztikai módszer azóta polgárjogot nyert Magyarországon.

A Pozitron-Diagnosztika Központ létrehozásakor a két legjelentősebb halálokok kezelésére koncentrált. Tíz évvel ezelőtt, központunk megnyitása-kor közel a teljes magyar halálozás háromnegyede, 100 ezer fő halálának volt oka szív- és érrendszeri vagy da-

ben 69 ezren, 2012-ben több mint 64 ezren veszítették életüket e haláloki csoporthoz tartozó betegségekből. Ez azt jelenti, hogy minden második elhunyt haláláért kardiovaszkuláris halálokok a felelősek. Mi a pozitív kardio-CT vizsgálatok kapcsán nap mint nap azzal szembesülünk, hogy az egészségügyi ellátás fejlődése, a kardio-CT diagnosztika elterjedése hozzájárul a

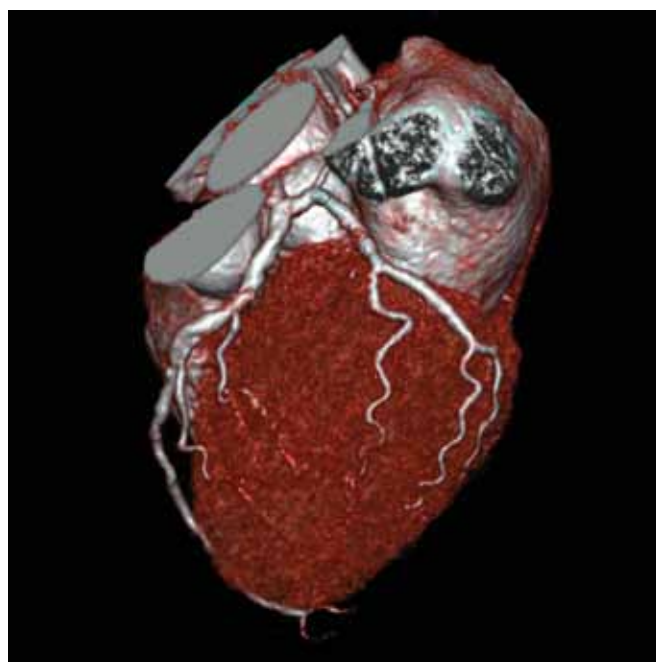


si adatok ugyanis egyértelműen alátámasztják, hogy az akut koszorúér-események háttérben legtöbbször egy sérülékeny plakk „szétröbbanása” áll, amely azonnali vérrögképződést és a koszorúér-rendszer érintett ágának elzáródását vonja maga után.

Egyelőre azonban nem ismert olyan, rutinszerűen bevethető vizsgálómódszer, amely megbízhatóan képes volna megbecsülni a koszorúér-események rizikóját. A jelenleg alkalmazott diagnosztikus eljárások zöme a szívizomzat vérellátásának csökkenésére, vagy a koszorúerek szűkülete okozta véráramlási rendellenességekre koncentrálnak. Ezek a vizsgálatok azonban a már panaszokkal jelentkező betegekre fókuszálnak, miközben a hirtelen koszorúér-események bő fele teljesen tünetmentes, látszólag ép szívkeringésű páciensekben következik be.

Ezért óriási szükség van olyan eljárásokra, amelyek nem a már fennálló szívkeringési rendellenességet jellemzik, hanem magukat

a magas kockázatú vulnérabilis, azaz sérülékeny plakkokat azonosítják. A magyar és nemzetközi kutatások szerint ugyanis e sérülékeny plakkok olyan alaki és szerkezeti jellemzőkkel bírnak, amelyek megkülönböztetik őket a veszélyt nem jelentő lerakódásoktól. A megoldás kulcsát ezért egy olyan vizsgálómódszer jelenti, amely lehetővé teszi e jellemzők felismerését, méghozzá lehetőleg non-invazív módon.



A Pozitron-Diagnosztika központban hosszú évek óta alkalmazott kardio-CT vizsgálat megfelelő jóslóértékkel bíró vizsgálómódszer a kardiovaszkuláris kockázat elemzésére. Segítségével a kis kockázatú betegeknél is lehetővé válik a legmagasabb kockázatú plakkok azonosítása és kezelése – esetleg még azelőtt, hogy a páciensnél bármiféle szív-eredetű panasz jelentkezne. Lényeges előrelépés, hogy a funkcionális, áramlási és oxigénellátottsági adatok felvétele korábban szívkatéterezést igényelt, ám a CT-képalkotás révén most már mindez teljes mértékben non-invazív módon megvalósítható.

A CT-felvétellel járó csekély sugárterhelés miatt a vizsgálatot egyelőre teljesen tünetmentes, alacsony kockázatú személyeknél nem javasoljuk, ám a releváns előzményadatokkal rendelkező kis és közepes kockázatú betegeknél már érdemes kardio-CT vizsgálatot végezni a pontos morfológiai kép meghatározásához, és megbízható kardiovaszkuláris diagnózis felállításához.

# PET/CT-vizsgálatok az Egyesült Államokban

*2014-ben a 318 millió lakosú Egyesült Államokban összesen 1,62 millió PET- és PET/CT-vizsgálatot végeztek, 2360 kórházban és diagnosztikai központban, míg itthon az öt PET/CT-központban 18 ezret. Amerikában egymillió lakosra 7,7, Magyarországon 0,5 PET/CT-berendezés jut, amelyekkel egymillió lakosra vetítve az Egyesült Államokban tavaly 5100, hazánkban 1800 PET/CT-vizsgálat készül. Összefoglaló cikkünkéből kiderül, hogy betegellátási szempontból is költséghatékony a PET/CT diagnosztika.*

A PET/CT-diagnosztika tíz évvel ezelőtt teljes mértékben megváltoztatta az onkológia diagnosztikus algoritmusát. Használata számos daganattípusban bizonyult költséghatékonynak, és a hagyományos képkötő diagnosztikai eljárásokkal szemben vizsgálati hatásosságát kimutatták a vastagbélrákban, mellrákban, malignus lymphomák, melanomák és fej-nyaki daganatok kezelésében is – ahol azonban költséghatékonyságát egyelőre csak részben támasztották alá.

Az első PET/CT-berendezést 1998-ban helyezték üzembe az Egyesült Államokban, az első kereskedelmi forgalomban kapható modell 2001-ben jelent meg. A technológia néhány év alatt világszerte és az Egyesült Államokban széles körűen elterjedt, 2010-ben már több mint 2000 PET/CT-berendezés működött az USA-ban. Ám az amerikai egészségbiztosítási rendszer hosszú utat járt be, míg a PET/CT-vizsgálatok finanszírozottá váltak.

Ma az Egyesült Államokban az egészségbiztosítók legtöbb onkológiai indikációban térítik a (FDG radiofarmakonnal készített: FDG-PET) PET/CT-vizsgálatok elsődleges és követő vizsgálatát, legyen szó tüdőrákról, nyelőcső, vastagbél- vagy más bélrendszeri daganatról, vese vagy más urogenitális daganatról, melanomáról, malignus lymphomáról vagy fej-nyaki daganatokról. Ugyanígy, az emlő-daganatok kezelésére adott terápiás válasz nyomon követésére is finanszí-

rozzák a biztosítók a PET/CT-vizsgálatokat.

A PET/CT-vizsgálatok hatásainak elemzésére az amerikai Academy of Molecular Imaging (AMI) 2006-ban indította útjára a National Oncologic PET Registry (NOPR) rendszert, amelyet aztán 2009-ben a finanszírozás változása miatt lezártak, és egy új adatgyűjtést indítottak el, ami 2013-ig tartott. 2013 júniusában a két meghatározó biztosítási rendszer, a Medicare és Medicaid központja (Centers for Medicare&Medicaid Services – CMS) korszakalkotó döntésében kihirdette: minden onkológiai indikációra, legfeljebb három alkalommal, a megfelelő kezelési stratégia meghatározásához és nyomon követéséhez finanszírozza a PET/CT-vizsgálatot. A regiszter adatgyűjtését, több mint 300 ezer vizsgálat után lezárták, ám a csontmetasztázisok NaF-PET vizsgálatára indított felmérést, amelyben jelenleg 25 ezer eset található, még mindig folytatják, illetve indikációs körönként elemzik a regiszter részletes eredményeit, és éppen a napokban nyújtanak be finanszírozási javaslatot a CMS-nek. A lezárt adatgyűjtést azonban még mindig elemzik, hiszen a módszertannal minden egyes klinikai indikációra, azaz daganattípusra bizonyítékokon alapuló döntést lehet hozni a PET/CT-vizsgálatok költséghatékonyága kapcsán.

A nagy mennyiségű betegadaton alapuló NOPR adatgyűjtés nagymértékben segíti az európai és ma-

gyar döntéshozókat is abban, hogy a PET/CT-diagnosztika helyét saját ellátórendszerükben pontosan meghatározzák. Az adatok elemzése ugyanis megmutatta, hogy a PET/CT-vizsgálatok érdemlegesen javítják a meghatározott daganatok felismerése és kezelése által elért egészségnyereséget. Ennek hatásait természetesen az egyes országok egészségügyi ellátórendszereiben érdemes értelmezni.

Bár az egészségügyi ellátás költségei az Egyesült Államokban és Magyarországon nagyságrendi eltérést mutatnak, a PET/CT-vizsgálatok egészségbiztosítói finanszírozásában nincsenek nagyfokú eltérések. Ugyan a teljes test PET/CT-vizsgálatok nemzeti maximum ára 10.300 USD, de a Medicare-Medicaid rendszeren belül térített vizsgálatok átlagára csupán 950 USD, ami nem sokkal haladja meg az európai, illetve itthoni térítési díjakat.

A PET/CT-vizsgálat, hatásainak és eredményeinek tudatos nyomon követésével, mindössze hét év alatt az onkológiai diagnosztika aranystandardjává vált az Egyesült Államokban. Az országos adatgyűjtés bebizonyította, hogy a PET/CT a daganatok döntő többségében nem csak hatáson és pontos diagnosztikai módszer, hanem betegellátási szempontból is költséghatékony alkalmazása, ugyanis a leggyakoribb daganattípusoknál az onkológia terápia 30-45%-ában a PET/CT adatai alapján módosítani kellett a terápiát.





## MEGHÍVÓ

**A Pozitron-Diagnostika Központ**  
a Magyar Pszichofarmakológusok Társaságának partneri közreműködésével

**A pszichiátria és más orvosi szakmák együttműködése a diagnosztikában és terápiában**  
címmel akkreditált konferenciát rendez

**Akkreditációs pont: 12**

A tanfolyam időpontja: **2015. október 16. péntek**  
A tanfolyam helyszíne: **Pozitron-Diagnostika Központ,**  
1117 Budapest, Hunyadi J. út 9. (díjmentes parkolási lehetőség az intézmény udvarában)

### ELŐADÁSOK

- 10.00 Diagnosztikai és terápiás biomarkerek, alkalmazhatóságuk a pszichiátriában  
**Péter László PhD főorvos**
- 10.45 A PET működése és klinikai alkalmazása (bemutatóval egybekötve)  
**Lengyel Zsolt PhD főorvos**
- 11.30 A PET szerepe a gyógyszerfejlesztésben **Berecz Roland PhD**
- 12.15 **Büfé ebéd**
- 13.00 A pszichiátriai és kardiológiai betegségek komorbiditása **Sidó Zoltán PhD főorvos**
- 13.45 Kardiológiai diagnosztika napjainkban (Cardio-CT bemutatásával) **Kerecsen Gábor PhD főorvos**
- 14.30 Pszichofarmakonok és kardiológiai gyógyszerek kölcsönös hatásai **Kovács Gábor főorvos**
- 15.15 **Diszkusszió**

Jelentkezés **az OFTEX honlapján: SE-TK/2015.II/00179** kódszámú akkreditált tanfolyam

**A tanfolyam célcsoportja:** pszichiáter, neurológus, kardiológus

Részvétel 50 fő részére lehetséges, regisztrálás a jelentkezés sorrendjében történik.

## **JELENTŐS NÖVEKEDÉS ELŐTT A GLOBÁLIS NUKLEÁRIS MEDICINA PIAC**

Az iparági elemzők szerint a globális nukleáris medicina piac 2014-2019 között évente átlagosan 5,9%-kal fog nőni. Az amerikai RnR Market Research kutatócég „Global Nuclear Imaging Market 2015-2019” című jelentése szerint az egészségipar ezen szegmense elsősorban a szívbetegségek és daganatok korai felfedezése iránti igény miatt növekszik ilyen gyorsan. Az elemzést szerint a fejlődő országok kormányai ennek érdekében átalakítják egészségügyi struktúrájukat és fejlesztik nukleáris medicina tevékenységüket. A globális szállítók ennek az igénynek megfelelően fejlesztik tevékenységüket.

*Forrás: AuntMinnie*

## **PET/CT: FONTOS SZEREP A TÜDŐRÁKOS BETEGEK UTÁNKÖVETÉSÉBEN**

A PET/CT-vel készített felvételek a tüdőrákos betegek 28 százalékánál változtatták meg a kezelés menetét az utánkövetés időszakában – a Johns Hopkins School of Medicine kutatásának új eredményei változást eredményezhetnek a jelenlegi amerikai gyakorlatban.

A Journal of Nuclear Medicine című folyóiratban megjelent tanulmány szerint negyedszer, sőt még ezek után is érdemes újabb PET/CT felvételeket készíteni a betegek tüdejéről, mert ez jelentős számú esetben alakíthatja át az addigi kezelés menetét. A retrospektív tanulmányban összesen 1171 olyan páciens terápiáját tekintették át, akiknél 2001 és 2013 között rendszeresen végeztek a kezelés hatékonyságát felmérő PET/CT vizsgálatokat. A betegek 7,3 százalékánál (85 páciens) négy – vagy ennél több – PET/CT-re is sor került. Ez összesen 285, negyedik vagy még több alkalommal elvégzett PET/CT vizsgálatot jelentett. A képalkotó vizsgálatok ered-

ményei értékelhető összefüggést mutattak a betegek kezelésében elrendelt változtatásokkal – írja a vizsgálatról szóló beszámoló. A 285 PET/CT felvételtől 149 esetben volt pozitív a képalkotó vizsgálat eredménye (vagyis igazolta a tüdőrák jelenlétét). 136 esetben az eredmény negatív volt, azaz nem újult ki a daganat, illetve helyi áttét sem alakult ki a tüdőben. A tumor kiújulását vagy a helyi áttétek kialakulását az előzetes klinikai gyanú nélkül készített felvételek 44,3 százaléka mutatta ki, a szintén előzetes gyanú nélkül készített képek 24,2 százaléka pedig kizárta a kiújulást vagy a helyi áttétek jelenlétét. A kutatócsoport a szolid tumrok egyéb típusaiban is megvizsgálja majd a negyedik és azt ezt követő PET/CT szerepét.

A mostani elemzés eredményei azért is fontosak, mert az USA-ban alapesetben csak három képalkotó vizsgálatot fognak finanszírozni a daganattelenes kezelések utánkövetése során.

*Forrás: daganatok.hu*

## **A BETEGSÉG LEFOLYÁSÁRA IS LEHET KÖVETKEZTETNI PET/CT-VEL**

Hosszabb túlélés és hosszabb daganat kiújulási idő jellemzi az alacsonyabb metabolikus aktivitású, korai stádiumú nem-kissejtes tüdődaganatos (NSCLC) betegeket.

Az észak-karolinai Duke University Medical Center kutatói 336 I-es stádiumú, nem kissejtes tüdődaganatos beteg esetét vizsgálták meg, akiken 2005 és 2010 között, az operációt megelőzően legfeljebb 90 nappal végeztek PET/CT-vizsgálatot. A daganat FDG-felhasználását vizsgálva, amelyet a legnagyobb standard felvételi érték (SUVmax) jellemez, kiderült, hogy ezen érték és a teljes túlélési idő, illetve kiújulási idő között összefüggés áll fenn. A kutatás szerint a SUVmax mediánértéke feletti betegek 22,5%-ának két éven belül

a daganat kiújulásával kell szembenéznie, míg a SUVmax érték legalacsonyabb 20%-ánál ez az arány mindössze 8%. Öt éves túlélési vizsgálva ez az arány a két csoportnál 41% és 77%.

„A PET/CT-vizsgálat során rögzített SUVmax érték a jövőben biomarkerként szolgálhat az operáció utáni kemoterápia vagy más agresszív terápia megfelelő kiválasztásában” – vélik a tanulmány szerzői.

*Forrás: Journal of Thoracic Oncology*

## **SOKKAL HATÉKONYABB A PET/CT A SZÍVBETEGSÉGEK DIAGNOSZTIKÁJÁBAN, MINT A SPECT**

Március közepén, az Amerikai Kardiológus Kollégium (ACC) San Diegó-i kongresszusán két kardiológiai képalkotó technológia, a SPECT és a kardiológiai PET/CT hatékonyságát hasonlították össze. Míg korábbi a SPECT a koronária artériás betegségek és más szívbetegségek elsődleges diagnosztikai eszköze volt, a PET/CT szerepe egyre növekszik. A Intermountain Medical Center Heart Institute (Salt Lake City, Utah) kutatói úgy találták, hogy amíg a SPECT a szívbetegségek 30%-ában tudott megfelelő diagnózist adni, a PET/CT-diagnosztikával a betegségek 88%-át pontosan azonosították. A kardiológiai PET/CT-vizsgálatok több mint 50%-kal csökkentették az invazív vizsgálati technikák alkalmazását, jobb képminőséget és nagyobb pontosságot nyújtottak, és lehetővé tették a női vagy túlsúlyos betegek, illetve a máj- vagy más gasztrointesztinális problémával rendelkező betegek vizsgálat is. Dr. Kent Meredith, a tanulmány vezető kutatója szerint „úgy találtuk, hogy a kardiológiai PET/CT nagyobb pontosságot és sokkal jobb képminőséget nyújt. Az eredményekben sokkal jobban bízhatunk és sokkal alacsonyabb a betegek sugárterhelése”.

*Forrás: Medimaging*

# 10 éves

## a Pozitron-Diagnosztika Központ



P E T

**POZITRON**

DIAGNOSZTIKA KÖZPONT

### A GYÓGYULÁS

### a pontos diagnózissal kezdődik!

- PET/CT daganatdiagnosztika
- Coronaria CT angiographia
- Hagyományos CT vizsgálatok
- Tüdőszűrés LDCT vizsgálattal

#### TOVÁBBI SZOLGÁLTATÁSAINK:

- komplett kardiológiai kivizsgálás
- pszichiátriai szakrendelés
- labordiagnosztika



# 10 év

P E T / C T



**INFO-VONAL: (06-1) 505-8888**



**Pozitron-Diagnosztika Központ**

1117 Budapest, Hunyadi János út 9. [www.pet.hu](http://www.pet.hu) [info@pet.hu](mailto:info@pet.hu)



SIEMENS

## Több sikertörténet az egészségügyben

Siemens-technológia segít megadni a választ a családoknak akkor, amikor a leginkább szükség van rá.

Ha valaki súlyosan megbetegszik, az élete gyökeresen megváltozik. Változik azoknak az élete is, akik mellette állnak: a szülőké, testvéreké, gyermekeké, orvosoké. A támogatás és a kitartás válik a legfontosabbá. A remény, hogy minden rendben lesz. Ma a Siemens megerősíti ezt a reményt. Egészségügyi szakemberek a világ minden táján egyre hatékonyabban

és eredményesebben veszik fel a küzdelmet a betegségekkel olyan új, innovatív technológiai megoldások segítségével, mint például a Biograph mMR szkenner. A betegek és támaszaik közös története így nagyobb eséllyel lesz sikeres. Magyarországon és szerte a világban mindennap azon dolgozunk, hogy időtálló válaszokat adjunk a jövő kihívásaira.