

# <sup>99m</sup>Tc-VEL JELÖLT RADIOFARMAKONNAL VÉGZETT AGY PERFÚZIÓS SPECT VIZSGÁLAT-MÓDSZERTANI ÚTMUTATÓ

(EANM Procedure Guidelines for Brain Perfusion SPET using <sup>99m</sup>Tc-labelled Radiopharmaceuticals)

Tatsch K (Coordinator), Asenbaum S, Bartenstein P, Catafau A, Halldin C, Pilowsky LS, Pupi A

Fordította: Pávics László

## **1. Háttér információk és definíciók**

A SPECT vizsgálat olyan diagnosztikus eszköz, mely segítségével az agyi vérátáramlásról kaphatunk pontos információt. Az így kapott adatokat más képalkotó diagnosztikai módszerekkel együtt értékeljük (CT, MR), mivel az agy funkcionális károsodásai gyakran együtt járnak strukturális elváltozásokkal. Azonban néhány neurológiai és pszichiátriai betegségben előfordulhat funkcionális eltérés strukturális elváltozás nélkül.

Az agyi vérátáramlás vizsgálatára leggyakrabban <sup>99m</sup>Tc-vel jelölt anyagokat használunk. A két leggyakrabban használt anyag <sup>99m</sup>Tc-vel jelölt HMPAO (Ceretec, Nycomed Amersham) és a <sup>99m</sup>Tc-vel jelölt ECD (Neurolite, DuPont Pharma). Mindkét anyag lipophil, így könnyen átlép az ép vér-agy gáton, agyszöveti eloszlásuk az agyi perfúzióval arányos, a kémiai átalakulást követően órákon keresztül állandó marad, redistribúció nem lép fel. Az intravénás injekciót követő 2. percben eléri a plató fázisát az agyban.

A normális agyszövetben az ECD és HMPAO kinetikája igen hasonló. Lipophil tulajdonságuk miatt könnyen bejutnak az agyszövetbe, ahol egy lipophil-hidrophil átalakuláson mennek keresztül. A lipophil átalakulást az ECD esetében az eszterifikáción keresztül történik. A HMPAO retencióját pedig a lipophil forma és a glutatation kölcsönhatása okozza.

## **2. Leggyakoribb indikációk**

### **2. 1. Akut és krónikus cerebrovasculáris megbetegedések.**

Az agy vérátáramlás SPECT vizsgálata értékes információkat nyújthat akut stroke-ban a komplikációkra, a kimenetelre vonatkozólag, segíthet a kezelési stratégia kiválasztásában. Krónikus cerebrovasculáris betegségben a funkcionális rezerv kapacitás becslése segíthet eldönteni az érsebészeti beavatkozás szükségességét.

### **2. 2. Műtét előtti lateralizáció és epilepsziás fókusz meghatározás.**

Ictális SPECT vizsgálat (melyet pótolhat az interictális vizsgálat) végzése indokolt temporális és extratemporális fokális epilepsziákban a műtét előtt a fókuszok lokalizálásának céljából.

### **2. 3. Demencia gyanú kivizsgálása.**

A demenciák korai felismerése és differenciálása.

### **2. 4. Traumás agyi sérülés kivizsgálása.**

SPECT vizsgálattal kimutathatók a normál struktúra mellett létrejövő perfúziós eltérések traumás agyi sérülésekben, melyeknek fontos prognosztikai értéke lehet.

## **2. 5. Gyulladásos betegségek kivizsgálása.**

Perfúziós SPECT vizsgált indokolt lehet, fontos információkkal szolgálhat vírus okozta encephalitisekben (pl.: herpes simplex encephalitis), vasculitisekben (pl.: szisztémás lupus erythematosus) és HIV fertőzés okozta encephalopatiában.

## **2. 6. Agyhalál megállapítása.**

Az agy vérátáramlás akadályozottságának szcintigráfias mérésével, az agyhalál biztonsággal megerősíthető.

## **3. Kontraindikációk**

3.1. Terhesség (amennyiben az anya szoptat és a SPECT vizsgálat szükséges, a szoptatást fel kell függeszteni 24 órára)

3.2. A beteg képtelen vagy nem akar együttműködni

## **4. Módszertan**

### **4.1. A beteg előkészítése**

4. 1. 1. Beteg előkészítés a vizsgálat előtt

A vizsgálat előtt a beteg kerülje a nagymennyiségű koffein, kóla, energia ital, alkoholfogyasztást, dohányzást és az agyi vérátáramlásra ható gyógyszerek szedését. A beteg védelmében fontos lehet megvitatni a gyógyszer elhagyást a klinikussal.

4. 1. 2. Az injekciót megelőző teendők

4. 1. 3. Meg kell győződni arról, hogy a beteg a vizsgálat végéig képes az együttműködésre

4. 1. 4. Nyugodt környezet biztosítása az injekció beadása és a felvételi idő alatt

- a beteg csendes, nyugodt szobába való elhelyezése
- 10-15 perccel a vizsgálat előtt intravénás kanül behelyezése
- a beteg kényelmes (háton fekvő) pozícióba való helyezése
- elmondjuk a betegnek, hogy tartsa a szemeit nyitva (használunk e maszkot), és nem dugjuk be a fülét
- elmondjuk a betegnek, hogy ne beszéljen, olvasson, mozogjon az injekció előtt és után legalább 5 percig
- ne beszéljünk a beteghez az injekció előtt és után legalább 5 percig
- a gyógyszer transzport alatt lévő események (pl.: a beteg mozgása, beszéde) befolyásolhatják az agyi vérátáramlást
- az agyi perfúziós vizsgálatokhoz mindig azonos környezet biztosítása

4.2. **Az rCBF SPECT vizsgálat megkezdéséhez szükséges információk**

- A beteg anamnézisének ismerete, különös tekintettel a neurológiai és pszichiátriai rendellenességekre, jelen neurológiai és pszichés státuszra, az agy korábbi műtéteire, agyi traumára és besugárzásra.
- Tájékozódni kell arról, hogy a beteg képes e hozzávetőleg 30 maximum 60 percig nyugodtan feködni. Amennyiben szedálásra van szükség, a gyógyszer 5 perccel a radiofarmakon beadása után lehet csak beadni.
- Korábbi vizsgálatok eredményeinek ismerete (CT, MR).
- Gyógyszerszedés és az utolsó adag bevételének az ideje.

#### 4.2.1. Óvintézkedések

A beteg felügyelete a vizsgálat végéig folyamatosan szükséges. Ez különösen vonatkozik az epilepsziás és a demens betegekre.

### 4.3. Radiofarmakon

#### 4.3.1. Radionuclid

Technécium-99m ( $^{99m}\text{Tc}$ )

##### 4.3.1. Farmakon

- ECD (etilén-cisztein-dimer)
- HMPAO (hexametilén-propilénamin-oxim)

##### 4.3.2. A radiofarmakon preparálása

- A  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetát 24 órán nem régibb generátorból származik.
- Két óránál nem öregebb generátor használata, különösen HMPAO esetén.
- HMPAO esetén az üvegben történő keverés a legalább 10 percig tartott a beadás előtt.

##### 4.3.3. Minőség-ellenőrzés

A radiofarmakon tisztaságát minden ampulla esetén ellenőrizni kell az injekció beadása előtt, a gyártó utasításainak megfelelően. ECD esetében 90% feletti, HMPAO esetében 80 % feletti érték az elfogadható.

##### 4.3.4. A radiofarmakon elkészültétől az injekció beadásáig eltelt idő

A minőségellenőrzést követően a radiofarmakon injekciót  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO (nem stabilizált) esetében 30 percen belül,  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO (stabilizált) esetében 4 órán belül,  $^{99m}\text{Tc}$ -ECD esetén 6 órán belül kell beadni.

##### 4.3.5. Alkalmazott aktivitás

Felnőtt: 555 – 1110 MBq (általában 740 MBq)

Gyermek: 7,4 – 11.1 MBq/kg, minimális dózis 110 MBq

## 5. Sugárterhelés

Radiofarmakon	A legnagyobb dózist kapó szerv (mGy/MBq)		Effektív dózis (mSv/MBq)
<b>Felnőtt</b>			
<sup>99m</sup> Tc-ECD	Hólyagfal	0,073	0,011
<sup>99m</sup> Tc-HMPAO	Vese	0,043	0,0093
<b>Gyermek (5 éves)</b>			
<sup>99m</sup> Tc-ECD	Húgyhólyag fala	0,083	0,023
<sup>99m</sup> Tc-HMPAO	Pajzsmirigy	0,14	0,026

## 6. Adatgyűjtés

### 6.1. Az injekció beadásától az adatgyűjtésig eltelt idő

- Mindig figyelni kell arra, hogy azonos idő teljen el az injekció beadásától az adatgyűjtés kezdetéig.
- <sup>99m</sup>Tc-ECD: A legjobb minőségű képet az injekció beadása után 45 – 60 perccel kapunk. A képek értékelhetőek a beadás után 20 – 30 perccel.
- <sup>99m</sup>Tc-HMPAO: A legjobb minőségű képet az injekció beadása után 90 perccel kapunk. A képek értékelhetőek a beadás után 20 – 30 perccel.
- A felvételeket, ha szükséges, kiegészíthetjük 4 órával injekció beadása utáni, késői felvételekkel.

### 6.2. Az adatgyűjtés megkezdése

#### 6.2.1. A beteg pozicionálása

- A vizsgálat ideje alatt a betegnek teljes kényelmet kell biztosítani.
- Meg kell kérni a beteget, hogy a vizsgálat ideje alatt ne mozgassa a fejét. Nem ajánlott a fej merev fixálása, a beteg fejét lazán rögzítjük a vizsgálat idejére.

#### 6.2.2. A leképezéshez szükséges eszközök

- Az adatgyűjtéshez több detektoros (három- vagy kétféjű) vagy dedikált SPECT készüléket használunk.
- Egy detektoros készüléket csak akkor használunk, ha leképezési idő elég hosszú (> 5 millió beütés szám), és a jó minőségű képek kellően részletgazdagok.

#### 6.2.3. Adatfelvétel paraméterei

- A forgás sugara: a beteg biztonságát figyelembe véve, minél kisebb

- Mátrix: 128 x128 (vagy nagyobb)
- Forgási szög (léptetés):  $\leq 3^\circ$  (360° -os forgás)
- Zoom: a begyűjtési pixel mérete harmada-fele a várt felbontóképességnek, ezért szükséges lehet számítógépes zoom beállítása a megfelelő pixel méret eléréséhez
- Begyűjtési mód: A leginkább használt mód a „step and shoot” technika. A folyamatos begyűjtési mód lerövidíti a leképezési időt és csökkent a műszerek elhasználódását.
- Összes beütés szám:> 5 millió
- Teljes leképezési idő: A vizsgálat ideje függ az eszköztől. Háromfejes SPECT készülékkel a vizsgálat kb. 20 – 30 percig tart (120 felvétel, 40 felvétel irányonként: 25 – 30 sec/kép).

### 6.3. Kiegészítő beavatkozások

#### 6.3.1. Vasodilatáció kiváltása

A vasodilatáció kiváltásához acetazolamidot (Diamox) vagy más gyógyszeres stresszort használunk (pl.: adenosin, alacsony koncentrációban szén-dioxid). Legelterjedtebb a Diamox (carbonanhydrase-inhibitor) használta, ami a normál erekben vasodilatációt vált ki, aminek következtében nő az agyi vérátáramlás.

#### 6.3.1.2. Indikációk

A cerebrovasculáris rezerv kapacitás mérése: TIA-ban, komplett ischaemiás strokeban, a. carotis stenosisában vagy elzáródásában, érellátási zavarok kapcsán, vagy carotis műtét eredményességének eldöntésében. Továbbá használjuk a demenciák elkülönítésében.

#### 6.3.1.3. Kontraindikációk

- Ismert szulfonamid allergia.
- Acetazolamide használata nem javasolt akut stroke után három napig
- Az acetazolamide migrént provokálhat a migrénes előzménnyel rendelkező betegeknél.
- Elővigyázatosság szükséges máj és vese elégtelenségben.

#### 6.3.2. Diamox

- Adagolás: Felnőtteknek 1000 mg i. v. lassan. Gyerekeknek 14 mg/kg.
- Mellékhatások: enyhe szédülés, fülzúgás, (perioralis) paresthesia, és ritkán hányinger. Ezek a mellékhatások általában enyhék és nem igényelnek külön kezelést. Ortosztatikus hypotenzio is előfordulhat.

### 6.4. Vizsgálati protokollok

- 6.4.1. Az acetazolamid vasodilatátor hatása az injekció beadása után a vizsgálat 15. és 20. perce között a legkifejezettebb, ebben az időszakban kell beadni a radiofarmakont.
- 6.4.2. A kétnapos vizsgálati technika a legegyszerűbb és ezért a legelterjedtebb. A két vizsgálat között eltelt idő alatt (24 óra) a reziduális aktivitás kiürül. Mind az „alap” mind a Diamox

terheléses vizsgálatot végezhetjük először. Amennyiben a terheléses vizsgálat az első és az eltérést nem mutat, eltekinthetünk az „alap” vizsgálat elvégzésétől. Az „alap” vizsgálat elsőként való végzése előnyös nagy perfúziós defektusok esetén, ilyenkor ugyanis a terheléses vizsgálatnál fokozott óvatosság szükséges. Az egynapos protokoll során kettéosztott dózis technikát használunk (split-dose techniques), a második dózis az elsőnek legalább a kétszerese. Sokkal bonyolultabb mérési és begyűjtési technikára van szükség, mint a kétnapos protokoll esetén, ezért kevésbé elterjedt.

#### 6.4.3. Fokális epilepszia

##### 6.4.3.1. Ictalis SPECT vizsgálat.

A tracert a roham kezdete után, minél hamarabb kell beadni. Azoknál a betegeknél, akiknél ictális SPECT vizsgálatot tervezünk célszerű előre vénát biztosítani. (Amennyiben nem stabilizált HMPAO használunk, keverni kell friss  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetattal.). A beteget a roham alatt EEG-vel monitorozni kell, melyen be kell jelölni a roham kezdetét és végét, illetve a tracer beadásának pontos idejét.

##### 6.4.3.2. Interictális SPECT vizsgálat.

Interictális vizsgálatok esetén az EEG monitorizálást két órával az injekció beadása előtt el kell kezdeni egészen az injekció beadás utáni 15. percig. Ugyanis roham előfordulhat röviddel a radiofarmakon felvételi periódusa előtt vagy felvétele alatt. Az interictális vizsgálat fontos információkkal egészíti ki az ictális vizsgálatot, de önmagában a fókusz meghatározásra nem alkalmas.

#### 6.5. Képfeldolgozás

##### 6.5.1. A begyűjtött adatok áttekintése

Az értékelés megkezdése előtt a begyűjtött adatok áttekintése, mozi-szerű levetítése szükséges az esetleges mozgási és egyéb okokból létrejött műtermékek kiszűrésére.

##### 6.5.2. Rekonstrukció

- Módszerek: filterezett visszavetítés, iteratív rekonstrukció
- Meg kell győződni arról, hogy az agy egész állományát magába foglalja a rekonstrukció.
- A rekonstrukciót a legnagyobb felbontó képesség mellett kell végezni.

##### 6.5.3. Szűrés

- A kapott adatokat mindhárom dimenzióban (x, y, z) szűrni kell. Ez történhet az adatok kétdimenziós előszűrésével vagy háromdimenziós utószűréssel.
- A leggyakrabban Low-Pass (Butterworth) filtert használunk.

##### 6.5.4. Elnyelődési korrekció

Lineáris korrekciós koefficiens  $^{99m}\text{Tc}$ -ra:  $\mu=0.12 - 0.14 \text{ cm}^{-1}$

##### 6.5.5. Reorientáció

- Az elkészült metszeteket legalább 3, egymásra merőleges síkban kell ábrázolni (transaxialis, coronalis, sagittalis).
- Az indikációtól függően – pl.: epilepszia eredetének tisztázásánál a kérdéses területről – külön metszeteket is készíthetünk.

A háromdimenziós leképezés segítheti a topografikus meghatározást, ez különösen érdekes lehet néhány klinikai kérdés esetén.

#### 6. 5. 6. Összehasonlító kiértékelés

- A ROI technikával az abnormális regionális agyi vérátáramlást hasonlítjuk össze az ellenoldali vagy más referencia régió (cerebellum, hemispherium, az egész agy) rCBF értékével.
- A ROI mérete legalább az FWHM kétszerese.
- Amennyiben ictális és interictális, alap és terheléses vagy alap és terápia utáni/követéses vizsgálatokat hasonlítunk össze, célszerű stereotacticus normáláson alapuló technikát használni.
- Életkorra normált kontroll vizsgálattal történő összehasonlítás.

### 7. Interpretáció, leletezés

#### 7.1. A kiértékelés kritériumai

##### 7.1.1. Vizuális értékelés

- A leletezést a számítógép képernyője előtt célszerű végezni, mivel a leletezést végző orvosnak így jóval nagyobb szabadsága van bizonyos (pl. háttér színe, kontraszt) paraméterek beállításában.
- A képek összehasonlítását lehetőleg az azonos életkorú egészséges személyek kontroll vizsgálataihoz kell hasonlítani melyek lehetőség szerint ugyanazon a gépen ugyanazzal a protokollal készültek.
- Az adatok értékeléséhez nagyon fontos a más képalkotó eljárások (CT, MR) eredményeinek ismerete. Különösen a más képalkotó eljárásokkal talált morfológiai kórképeknek megfelelő funkcionális eltérésekre érdemes figyelni.
- Vizuális kiértékelés hibaforrásai:
  - ✓ Normál variánsok kórosként értékelhetőek.
  - ✓ A kontraszt szintje és a háttér kivonás: A rosszul megválasztott küszöbérték műtermékek kialakulásához vezethet.
  - ✓ Színskála: A nem-folyamatos színskála (a színskálán a színek nem folyamatosan mennek át egymásba, közöttük „szakadás” van) használata a kapott lelet túlértékeléséhez vezethet.

- ✓ Technikai műtermékek: a lelet korlátozottan lehet csak értékelhető a fej mozgása esetén és a gamma-kamera hibái miatt.
- ✓ Gyógyszerezés: a vizsgálatot befolyásolhatják a beteg által szedett gyógyszerek.

#### 7.1.2. Mennyiség meghatározás (kvantifikáció)

- A kvantifikáció segíti a vizuális értékelést, illetve segít objektíven meghatározni a változásokat követéses vizsgálatok esetén.

### 7.2. Leletezés

#### 7.2.1. Általános adatok

A leleteknek a következő általános adatokat kell tartalmazniuk: beteg neve, egyéb beteg azonosítók (TAJ, születési év), beküldő orvos neve, vizsgálat ideje típusa, a beadott radiofarmakon és annak aktivitása, beteg anamnézise.

#### 7.2.2. A lelet

##### 7.2.2.1. Vizsgálat módszere és anyagok

- Rövid leírás a vizsgálat menetéről, a kapott képek minőségéről. (pl.: a beteg mozgása miatt létrejött műtermék)
- Ha szükség volt szedálásra, a radiofarmakon beadásához képest mikor kapta a gyógyszert a beteg, valamint milyen gyógyszert adtunk milyen protokoll szerint.
- Amennyiben valamelyik vizsgálati eljárást végeztük, röviden ismertetni kell a használt protokollt.

##### 7.2.2.2. Leíró rész

- SPECT vizsgálat eredménye: normál lelet vagy kóros eltérés. Amennyiben a SPECT vizsgálat kóros eltérést mutat az agyi vérátáramlásban, meg kell adni helyét (Brodmann területek szerint) és az intenzitását.
  - A vizsgálat esetleges korlátozott értékelhetősége: A vizsgálat korlátozott értékű lehet például kis léziók vagy mozgásból eredő műtermékek esetén.
  - Klinikai vonatkozások: Válaszadás a klinikus által feltett kérdésre.
  - Az adatok összehasonlítása: A kapott eredményeket össze kell hasonlítani az esetleges korábbi vizsgálatok és más képalkotó eljárások (CT, MR) eredményeivel. Amennyiben erre lehetőség van képfúzió létrehozása.
  - A vizsgálatból levonható következtetések
  - Pontos diagnózis megfogalmazása betegségre specifikus jelek alapján.
  - Teljes spektrumú differenciál diagnózis.

#### 7.2.3. A betegség tisztázására további vizsgálatok javaslata.

### 8. Minőség-ellenőrzés



EANM ajánlások követése.

## 9. Hibaforrások

- Nincs szándékos agyi működés
- Műtermékek (pl.: beteg mozgása)
- A beteg agyi vérátáramlásra ható gyógyszerek hatása alatt áll.

## 10. Ajánlott irodalom

1. Juni JE, Waxman AD, Devous MD, et al. Procedure guideline for brain perfusion single photon computed tomography (SPECT) using Tc-99m radiopharmaceuticals. J Nucl Med 1998; **39**: 923-26.
2. Society of Nuclear Medicine Brain Imaging Council. Ethical clinical practice of functional brain imaging. J Nucl Med 1996; **37**: 1256-1259.
3. Bartenstein P, Grünwald F, Kuwert T, Tatsch K, Sabri O, Benkert O, et al. Clinical applications of single photon emission tomography in neuromedicine. Part 1: Neuro-oncology, epilepsy, movement disorders, cerebrovascular disease. Nuklearmedizin 2000; **39**: 180-95.
4. Bartenstein P, Grünwald F, Kuwert T, Tatsch K, Sabri O, Benkert O, et al. Clinical applications of single photon emission tomography in neuromedicine. Part 2: Dementia, psychotic disorders, inflammation, trauma. Nuklearmedizin 2000; **39**: 218-32.
5. Messa C, Fazio F, Costa DC, Ell PJ. Clinical brain radionuclide imaging. Sem Nucl Med 1995; **25**: 111-143
6. Catafau AM. Brain SPECT in clinical practice. Part I: Perfusion. J Nucl Med 2001; **42**: 259-271.
7. Berrouschot J, Barthel H, Hesse S, Koster J, Knapp WH, Schneider D. Differentiation between transient ischemic attack and ischemic stroke within the first six hours after onset of symptoms by using 99mTc-ECD-SPECT. J Cereb Blood Flow Metab 1998; **18**: 921-9
8. Berrouschot J, Barthel H, von Kummer R, Knapp WH, Hesse S, Schneider D. 99m technetium-ethyl-cysteinate-dimer single-photon emission CT can predict fatal ischemic brain edema. Stroke 1998; **29**: 2556-62.
9. Alexandrov AV, Ehrlich LE, Bladin CF, Norris JW. Simple visual analysis of brain perfusion on HMPAO SPECT predicts early outcome in acute stroke. Stroke 1996; **27**: 1537-1542.
10. Ueda T, Sakaki S, Kumon Y, Ohta S. Multivariable analysis of predictive factors related to outcome at 6 months after intra-arterial thrombolysis for acute ischemic stroke. Stroke 1999; **30**: 2360-2365
11. Barthel H, Hesse S, Dannenberg C, Rössler A, Schneider D, Knapp WH, Dietrich J, Berrouschot J. Prospective value of perfusion and x-ray attenuation imaging with singlephoton emission and transmission computed tomography in acute cerebral ischemia. Stroke 2001; **32**: 1588-97
12. Alexandrov AV, Masdeu JC, Devous MD Sr, Black SE, Grotta JC. Brain single-photon emission CT with HMPAO and safety of thrombolytic therapy in acute ischemic stroke. Stroke 1997; **28**: 1830-1834
13. Knop J, Thie A, Fuchs C, Siepmann G, Zeumer H. 99mTc-HMPAO-SPECT with acetazolamide challenge to detect hemodynamic compromise in occlusive cerebrovascular disease. Stroke 1992; **23**: 1733-1742
14. Kuroda S, Kamiyama H, Abe H, Houkin K, Isobe M, Mitsumori K. Acetazolamide test in detecting reduced cerebral perfusion reserve and predicting long-term prognosis in patients with internal carotid artery occlusion. Neurosurgery 1993; **32**: 912-918
15. Cikrit DF, Dalsing MC, Harting PS, et al. Cerebral vascular reactivity assessed with acetazolamide single photon emission computer tomography scans before and after carotid endarterectomy. Am J Surg 1997; **174**: 193-197
16. Cikrit DF, Dalsing MC, Lalka SG, Burt RW, Sawchuk AP, Solooki BA. The value of acetazolamide single photon emission computed tomography scans in the preoperative evaluation of asymptomatic critical carotid stenosis. J Vasc Surg 1999; **30**: 599-605

17. Asenbaum S, Baumgartner C. Nuclear medicine in the preoperative evaluation of epilepsy. *Nucl Med Commun* 2001; **22**: 835-840
18. Devous MD Sr, Thisted RA, Morgan GF, Leroy RF, Rowe CC. SPECT brain imaging in epilepsy: a meta-analysis. *J Nucl Med*. 1998; **39**: 285-293
19. Buttler CRE, Costa DC, Walker Z, Katona CLE. PET and SPECT imaging in the dementias. In: Murray IPC, Ell PJ eds. *Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment*, 2nd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1998; p. 713-728
20. Ryding E. SPECT measurements of brain function in dementia; a review. *Acta Neurol Scand* 1996; **Suppl 168**: 54-58
21. Masdeu JC, Abdel-Dayem H, Van Heertum RL. Head trauma: use of SPECT. *J Neuroimaging* 1995; **5 (Suppl 1)**: S53-57
22. Abdel-Dayem HM, Abu-Judeh H, Kumar M, Atay S, Naddaf S, El-Zeftawy H, Luo JQ. SPECT brain perfusion abnormalities in mild or moderate traumatic brain injury. *Clin Nucl Med* 1998; **23**: 309-17.
23. Launes J, Siren J, Valanne L et al. Unilateral hyperperfusion in brain-perfusion SPECT predicts poor prognosis in acute encephalitis. *Neurology* 1997; **48**: 1347-51
24. Kao CH, Chan JL, ChangLai SP, Liao KK, Chieng PU. The role of FDG-PET, HMPAOSPET and MRI in the detection of brain involvement in patients with systemic lupus erythematosus. *Eur J Nucl Med* 1999; **26**: 129-34
25. Kramer EL, Sanger JJ. Brain imaging in acquired immunodeficiency syndrome dementia complex. *Sem Nucl Med* 1990; **20**: 353-63
26. Weckesser M, Schober O. Brain death revisited: utility confirmed for nuclear medicine. *Eur J Nucl Med* 1999; **26**: 1387-1391
27. Acton PD, Friston KJ. Statistical parametric mapping in functional neuroimaging: beyond PET and fMRI activation studies. *Eur J Nucl Med* 1998; **25**: 663-667.
28. Bartenstein P, Minoshima S, Hirsch C, et al. Quantitative assessment of cerebral blood flow in patients with Alzheimer's disease by SPECT. *J Nucl Med* 1997; **38**: 1095-101

**A módszertani útmutató kibocsátásának dátuma: 2001. október 4.**