



eBook for Undergraduate Education in Radiology

| Nukleáris medicina



Előszó

A radiológia alapképzését Európában a nemzeti rendszerek szerint biztosítják, és akadémiai intézményenként jelentősen eltérhet. Néha a radiológia területét "átfogó tudományágnak" tekintik, vagy más klinikai tudományágak, például a belgyógyászat vagy a sebészet összefüggésében tanítják.

Ez az e-könyv azzal a céllal jött létre, hogy Európa-szerte segítse az orvostanhallgatókat és az egyetemi tanárokat a radiológia egészének koherens tudományágként való megértésében és oktatásában. Tartalma az ESR alapfokú Európai Radiológiai Képzési Tantervének alapul, és összefoglalja az alapvető elemeket, amelyeket minden orvostanhallgatónak ismernie kell. Bár a képértelmezéshez szükséges specifikus radiológiai diagnosztikai készségeket nem minden hallgató sajátíthatja el, és inkább az ESR képzési tantervek posztgraduális szintjeinek céljai közé tartozik, ez az e-könyv további betekintést is tartalmaz a modern képalkotással kapcsolatban. Ennek a célja, hogy az érdeklődő egyetemi hallgató megértse a modern radiológiát, tükrözve annak multidiszciplináris jellegét, mint szervalapú specialitást.

Szeretnénk külön köszönetet mondani az ESR Oktatási Bizottsága szerzőinek és tagjainak, akik hozzájárultak ehhez az e-könyvhöz, Carlo Catalanónak, Andrea Laghinak és Palkó Andrásnak, akik kezdeményezték ezt a projektet, valamint az ESR Hivatalnak, különösen Bettina Leimbergernek és Danijel Lepirnek a projekt megvalósításában nyújtott támogatásukért.

Reméljük, hogy ez az e-könyv hasznos eszközként szolgálhat az egyetemi radiológiai egyetemi oktatásban.

Minerva Becker
ESR Education Committee Chair

Vicky Goh
ESR Undergraduate Education Subcommittee Chair

Tartalomjegyzék

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Szerzői jog és felhasználói feltételek

Ez a mű a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 nemzetközi Licenc alatt készült.

Önnek lehetőségében áll:

Megosztás – másolja és terjessze az anyagot bármilyen médiumban vagy formátumban

A következő feltételekkel:

- Forrásmegjelölés – Meg kell adnia a megfelelő forrásmegjelölést, meg kell adnia a licencre mutató hivatkozást, és jeleznie kell, hogy történtek-e módosítások. Ezt bármilyen ésszerű módon megteheti, de nem olyan módon, amely azt sugallja, hogy a licenciaadó támogatja Önt, vagy a módosított formátumot.
- Kereskedelem– Az anyagot nem használhatja kereskedelmi célokra.
- Átalakítás – Ha újramegeríti, átlakítja vagy épít az anyagra, nem terjesztheted a módosított anyagot.

Hogyan kell idézni ezt a munkát:

Európai Radiológiai Társaság, Pairavi Gnananathan, Mitesh Naik, Tara D. Barwick (2022) eBook for Undergraduate Education in Radiology: Nuclear Medicine. DOI 10.26044/esr-undergraduate-ebook-18

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Linkek



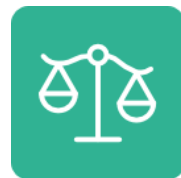
Fontos Tudás



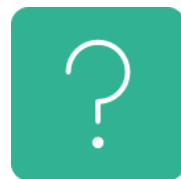
További Információk



Figyelem



Összehasonlítás



Kérdések



Irodalom

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



eBook for Undergraduate Education in Radiology

Nukleáris medicina

Szerzők

Pairavi Gnanananthan

Mitesh Naik

Tara D. Barwick

pairavi.gnanananthan1@nhs.net

m.naik@nhs.net



Department of Radiology, Imperial College Healthcare NHS Trust, London

Fordította

Besenyi Zsuzsanna

besenyi.zsuzsanna@med.u-szeged.hu



Szegedi Tudományegyetem Nukleáris Medicina intézet

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina
alapjai](#)

[Planar és SPECT
Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Tartalomjegyzék

- **Bevezetés**
 - Terminológia
- **Nukleáris medicina alapjai**
 - Gamma kamera
 - Planáris leképezés
 - SPECT képalkotás
 - PET képalkotás
 - Nukleáris medicina alkalmazásai
- **Planáris és SPECT vizsgálatok**
 - Csontszcintigráfia Bone scan
 - Pajzsmirigy szcintigráfia
 - Ventillációs/ Perfúziós szcintigráfia
 - Statikus vesezcintigráfia DMSA
 - Dinamikus vesezcintigráfia: Renogram
 - Szívizomperfúziós SPECT vizsgálat
 - Metaiodobenzylguanidine (MIBG)
 - Dopamin transzporter SPECT - DAT scan
- **PET vizsgálatok**
 - FDG
 - PSMA
 - DOTATATE
- **Take-Home Message**
- **Irodalom**
- **Tesztelje tudását**

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planáris és SPECT vizsgálatok](#)

[PET vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

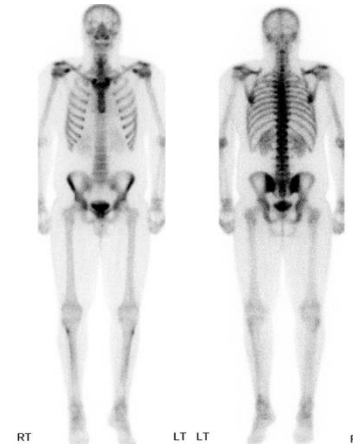
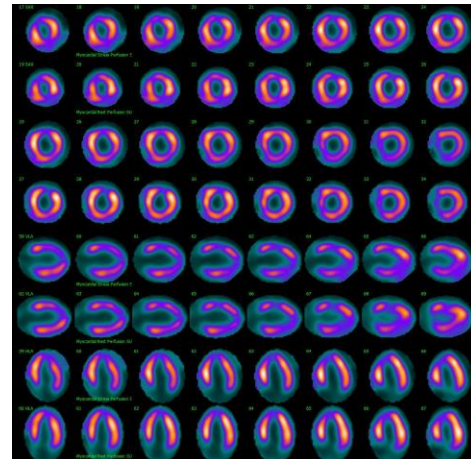
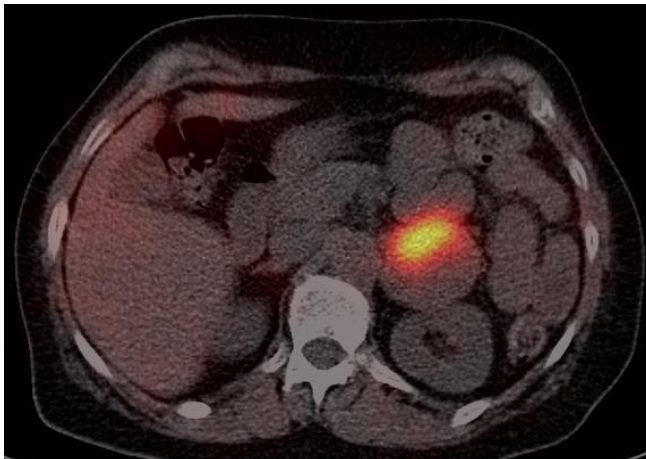
Bevezetés



Mi a nukleáris medicina

A nukleáris medicina nyílt radioaktív izotópot használ a betegségek diagnosztikájában, a terápiás hatás monitorizálásában és célzott terápiájában.

A legtöbb képalkotó eljárás, például a komputertomográfia (CT) vagy a mágneses rezonanciás képalkotás (MRI) a test anatómiáját mutatja be. A nukleáris medicina azon kevés képalkotó eljárások egyike, amelyek a test fiziológiáját mutatja be, úgynevezett „funkcionális” képalkotó eljárás. Az egésztest csontszcintigráfia a csontanyagcserét jeleníti meg. A nukleáris medicina számos szerv, szövet és funkcióspecifikus radiofarmakkal széleskörűen alkalmazható a szervezet különféle pathológiás folyamatainak megjelenítésére.



▶ [Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planáris és SPECT vizsgálatok](#)

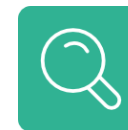
[PET vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

Terminológia



- A radiofarmakon két részből áll a radionuklidból és a farmakonból.
- A **radionuklid** egy elem instabil formája, amely sugárzást bocsát ki az atommagjából, miközben egy stabilabb formára bomlik. A nukleáris medicinában a páciens által kibocsátott sugárzást használják a kép létrehozására. A diagnosztikus képalkotáshoz használt elemek általában vagy béta-részecskéket (pozitronokat vagy elektronokat) vagy gamma-sugárzást bocsátanak ki.
- A **farmakon** (gyógyszer) segítségével meghatározott szerveket/szöveteket vagy molekuláris útvonalakat célozhatnak meg.
- A Technécium-99m a nukleáris medicinában leggyakrabban használt radionuklid, számos farmakkal (gyógyszerrel) kombinálható, ami lehetővé teszi a különböző szervek és élettani folyamatok célzott vizsgálatát.

Technécium-99m



**Hydroxy
diphosphonate (HDP)**



Ábra 1. [^{99m}Tc]Tc- HDP
egésztest csontszcintigráfia

- ▶ **Bevezetés**
 - ▶ Terminológia

**Nukleáris medicina
alapjai**

**Planar és SPECT
Vizsgálatok**

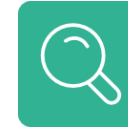
PET Vizsgálatok

Take-Home Message

Irodalom

Tesztelje tudását

Radiofarmakonok



Radionuklid	Felezési idő	Farmakon	Klinikai indikáció
Technécium-99m ([^{99m} Tc]Tc)	6 óra	Pertechnetát	Pajzsmirigy szcintigráfia, Meckel képképzés
		Methyl diphosphonate (MDP) or hydroxydiphosphonate (HDP)	Csontmetasztázis, arthropathia
		Diethylene-triamine-pentaacetate (DTPA)	Vese kiválasztás, tüdő ventilláció (aerosol)
		Sestamibi	myokardium, mellékpajzsmirigy
		Macroaggregated albumin (MAA)	tüdő perfúzió
		Technegas	tüdő ventilláció
		Mercaptoacetyltriglycine (MAG 3)	Vesefunkció, kiválasztás
		2,3 dimercaptosuccinic acid (DMSA)	Működő veseparenchyma

Táblázat 1. Gyakran használt radiofarmakonok

- ▶ [Bevezetés](#)
 - ▶ [Radiopharmaceuticals](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

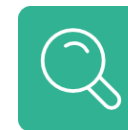
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Radiofarmakonok



Radionuklid	Felezési idő	Farmakon	Klinikai indikáció
Iodine-123 ($[^{123}\text{I}]\text{I}$)	13.2 óra	-	pajzsmirigy
		loflupane	Agy- parkinson szindrómák
		Metaiodobenzylguanidine (MIBG)	Neuroectodermális eredetű tumorok
Iodine-131 ($[^{131}\text{I}]\text{I}$)	8 nap	-	Pjzsmirigy diagnosztika és terápia
Indium-111 ($[^{111}\text{In}]\text{In}$)	2.8 nap	Octreotide, Pentetreotide	Neuroendokrin tumor
Krypton-81m ($[^{81}\text{Kr}]\text{Kr}$)	13 sec	-	tüdő ventiláció

2. Commonly used radiopharmaceuticals

- ▶ [Bevezetés](#)
 - ▶ Radiopharmaceuticals

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT vizsgálatok](#)

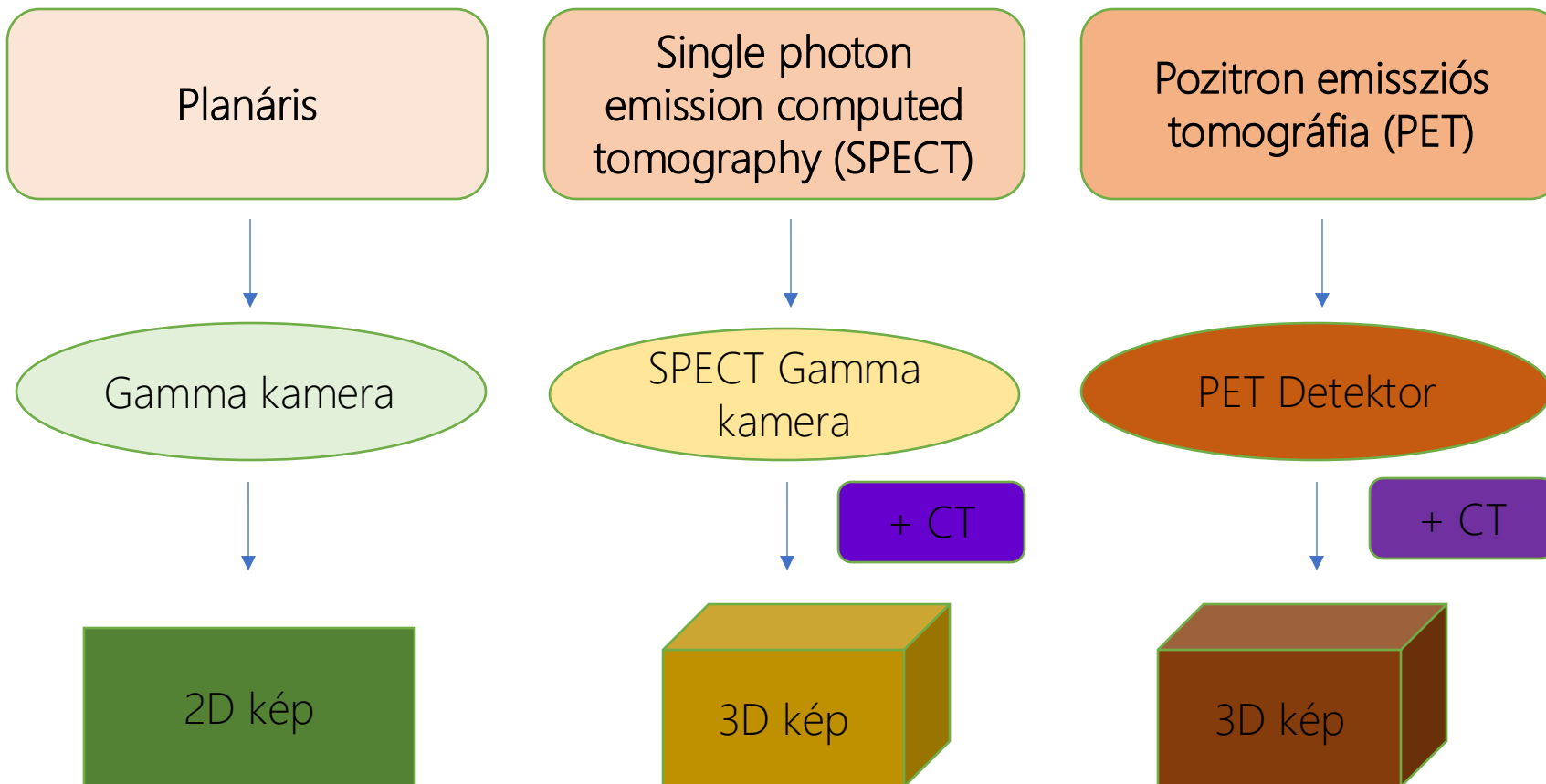
[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

Nukleáris Medicina (NM) képalkotás



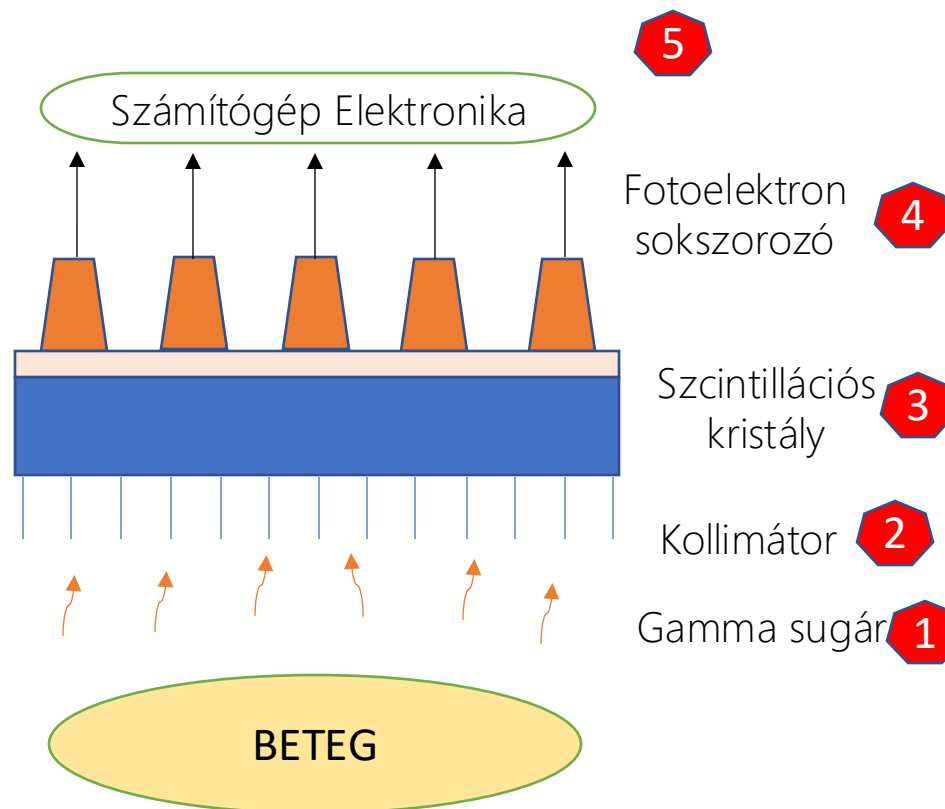
Ábra 2. NM képalkotó modalitások

[Bevezetés](#)[▶ Nukleáris medicina alapjai](#)[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)[PET Vizsgálatok](#)[Take-Home Message](#)[Irodalom](#)[Tesztelje tudását](#)

Gamma Kamera



- 1 A radionuklidok bomlása során gamma-fotonok keletkeznek.
- 2 A kollimátorok lyukakkal ellátott ólomból készülnek, melyen csak olyan gamma-fotonok haladnak át, amelyek a kollimátor furataival párhuzamosan haladnak.
- 3 A szcintillációs kristály fluoreszkál, azaz amikor egy gamma-foton kölcsönhatásba lép, fényfotonokat bocsát ki. A fényfelvillanás mennyisége arányos a gamma-fotonok leadott energiájával.
- 4 Fotoelektronsokszorozók érzékelik a kristályból érkező fényfotonokat, és ezeket elektromos jellé alakítják.
- 5 Számítógép dolgozza fel az elektromos jelet, hogy kiszámítsa a fogadott fotonok energiáját és x, y koordinátáit a páciensen belül, és kialakítsa a végső képet.



Ábra 3. Gamma kamera működése

[Bevezetés](#)

- ▶ [Nukleáris medicina alapjai](#)
 - ▶ [Gamma Camera](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

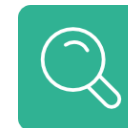
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



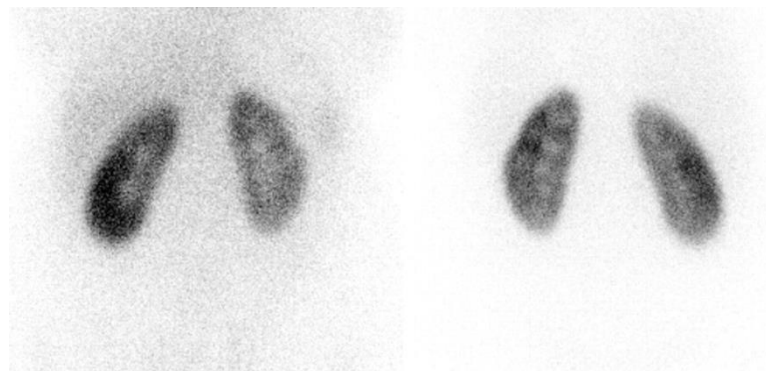
Planáris leképezés



- 2D leképezési technika
- Általában anterior és posterior irányú
- Ferde irányú – a klinikai indikációtól függően
- Leggyakrabban: csont, vese, pajzsmirigy, hepatobiliaris rendszer és a gasztrointesztinális tractus leképezése

Statikus

- A radiofarmakont a szervezetbe juttatják (intravénásan/ per os) majd meghatározott várakozási un. dúsulási idő után történik a leképezés.
- A dúsulási idő és a leképezés ideje függ a vizsgálat típusától és az alkalmazott izotóp felezési idejétől. Pl. 2-3 óra a Technécium-99m-el jelölt DMSA vese szcintigráfiánál, 4-6 óra a Jód-123 pajzsmirigy vizsgálatnál.
- A statikus képalkotás során a vizsgált szerv radiofarmakon felvételének mértékét, eloszlását, a szerv morfológiáját és helyzetét tudjuk megítélni.



Ábra 4. [^{99m}Tc]Tc- DMSA vese szcintigráfia anterior és posterior irány

[Bevezetés](#)

▶ [Nukleáris medicina alapjai](#)
▶ Planar Imaging

[Planaris és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

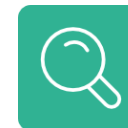
[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

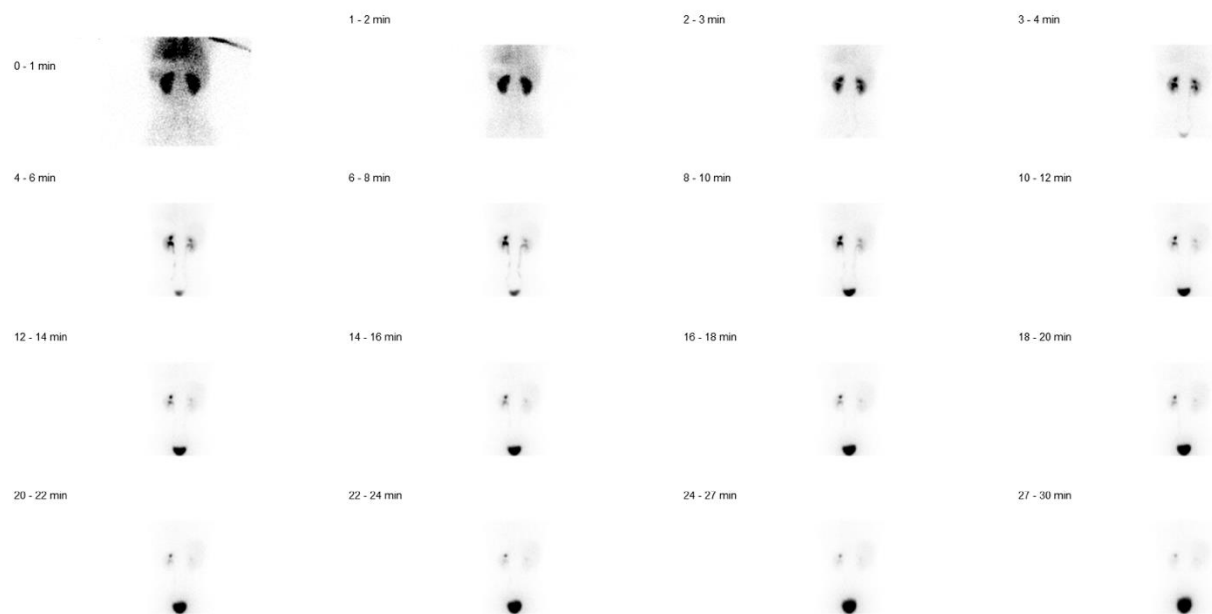


Dinamikus

Planáris Leképezés



- A radiofarmakon eloszlása a szervezetben a vizsgált funkciónak megfelelően időben változik.
- A leképezést általában közvetlenül az i.v. radiofarmakon beadása után kezdjük el és folyamatos leképezést végzünk.
- Az ismételt képek közötti eltelt idő vizsgálattípustól függően változhat. (pl. 3 kép/min)
- A vizsgált funkció értékelése a radiogyógyszer időbeli eloszlása alapján történik.



Ábra 5. [^{99m}Tc]Tc-MAG3 Renogram

[Bevezetés](#)

▶ [Nukleáris medicina alapjai](#)
▶ Planar Imaging

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

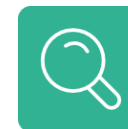
[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

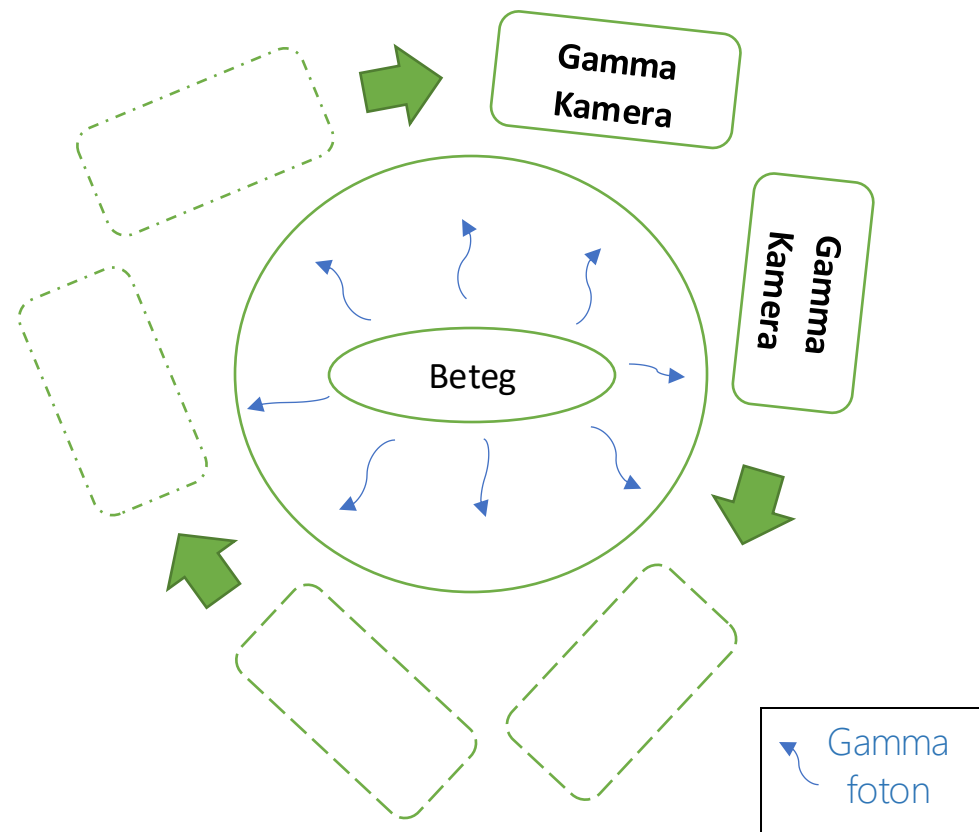
SPECT és SPECT/CT Imaging



Egyfotonemissziós számítógépes tomográfia (Single photon emission computed tomography) (SPECT) a hagyományos gamma kamerás leképezés kiterjesztése.

Általában két gammakamera fej forog a páciens körül egy gantryn, és egy sor síkbeli képet vesz fel, amelyeket 3D-s képekké rekonstruálnak.

A SPECT leképezés mellett **Computer Tomográfias (CT)** leképezés is végezhető, ami a pontos elnyelés korrekciót és az anatómiai lokalizálást segíti.



Ábra 6. SPECT kamera sematikus ábrája

Bevezetés

▶ Nukleáris medicina alapjai

- ▶ SPECT & SPECT/CT Imaging

Planar és SPECT Vizsgálatok

PET Vizsgálatok

Take-Home Message

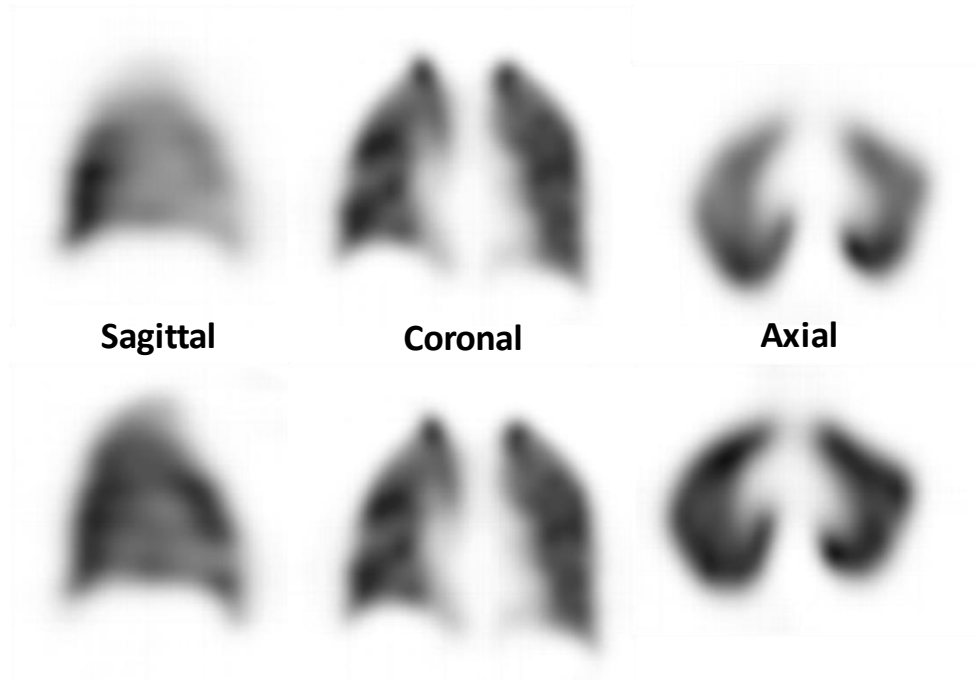
Irodalom

Tesztelje tudását

SPECT alkalmazások



A leggyakrabban használt alkalmazások közé tartozik a szív-, csont-, mellékpajzsmirigy-, tüdő- és agyi képalkotás.



Ábra 7. Ventilláció/Perfúzió (V/Q) SPECT

V/Q SPECT fiziológiás radiofarmakon eloszlás, normál ventillációs és perfúziós vizsgálat.

[Bevezetés](#)

- ▶ [Nukleáris medicina alapjai](#)
 - ▶ SPECT Applications

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



SPECT és a planarias leképezés összehasonlítása



Planáris	SPECT
Gyengébb kontraszt és alacsonyabb térbeli felbontás	Jobb kontraszt és térbeli felbontás
Gamma fotonokat képez le	Gamma fotonokat képez le
Vizsgálattípustól függően általában alacsonyabb leképezési idő	Hosszabb leképezési idő
Kevésbé pontos lokalizáció (mélység)	Lokalizáció 3D- ben pontosabb

3. SPECT és planáris leképezés összehasonlítása

[Bevezetés](#)

- ▶ [Nukleáris medicina alapjai](#)
 - ▶ SPECT VS Planar Imaging

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

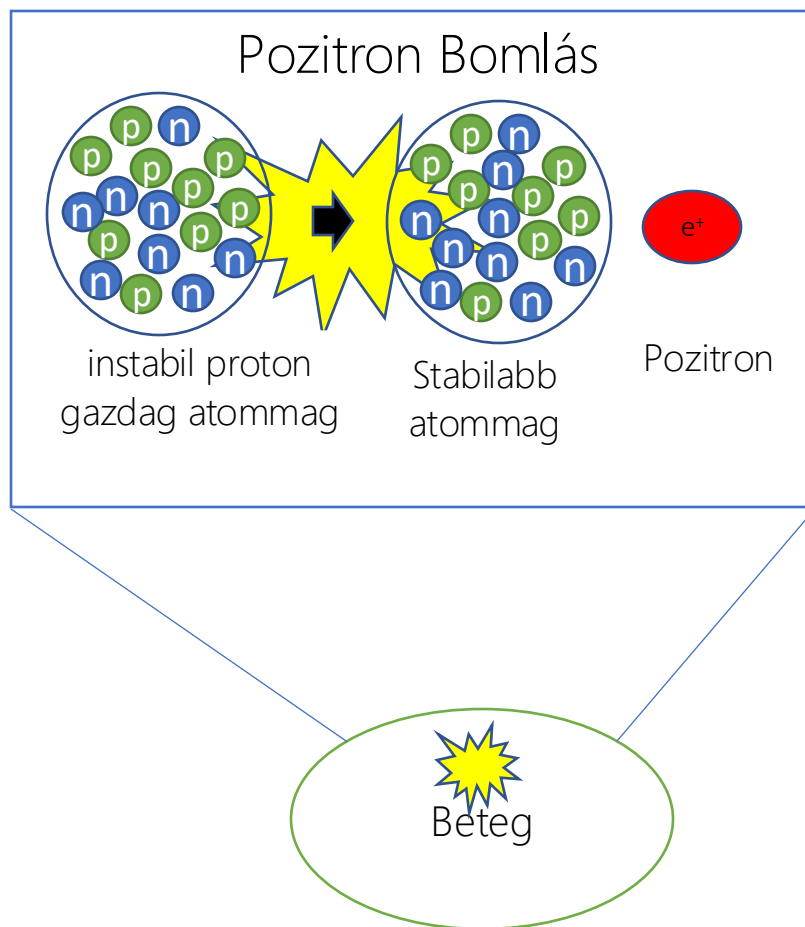
[Tesztelje tudását](#)

Pozitron Emissziós Tomográfia (PET)



A PET-képző protonokban gazdag radionuklidokat használ, (az atommag protonszáma magasabb mint a neutronszám) melyek pozitronok kibocsátásával bomlanak.

A pozitronokat kibocsátó radionuklid β^+ bomláson megy keresztül, amelynek során egy proton neutronná, pozitronná és neutrínóvá alakul. A pozitron (e^+) az elektron (e^-) antirészecskéje, amelynek tömege és elektromos töltése megegyezik az elektronnal, töltése azonban pozitív.



Ábra 8. PET készülék

Bevezetés

- ▶ Nukleáris medicina alapjai
 - ▶ PET Imaging

Planar és SPECT Vizsgálatok

PET Vizsgálatok

Take-Home Message

Irodalom

Tesztelje tudását

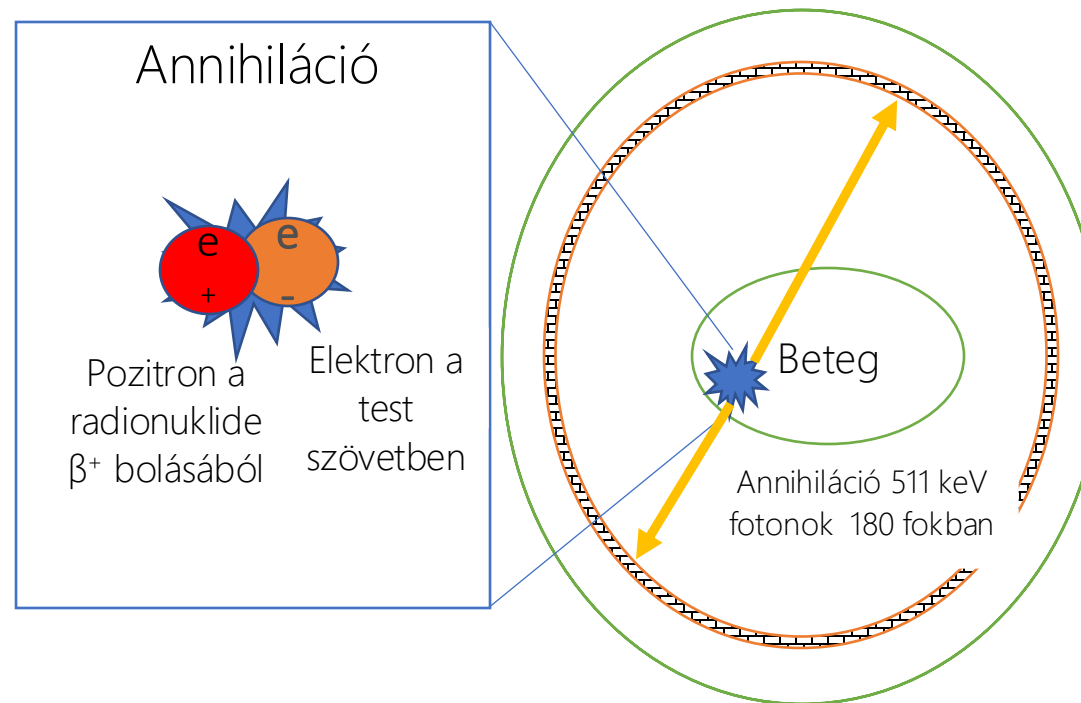
PET Képképzés



A pozitronok a szövetekben rövid utat tesznek meg, mielőtt elektronokkal annihilálódnak. (lásd 8. kép 18. dia).

Ez az annihilációs folyamat két ellentétes irányú (180°) 511 kiloelektronvolt (keV) energiájú foton hoz létre, melyeket az egymással szemben lévő sugárzásdetektorok érzékelnek.

A két foton közel egyidejű észlelése lehetővé teszi a két foton eredetének lokalizálását a detektorokat összekötő vonalon, amit annihilációs koincidencia észlelésnek nevezünk.



Ábra 9. PET készülék

[Bevezetés](#)

▶ [Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ PET Imaging

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

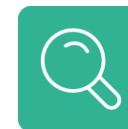
[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

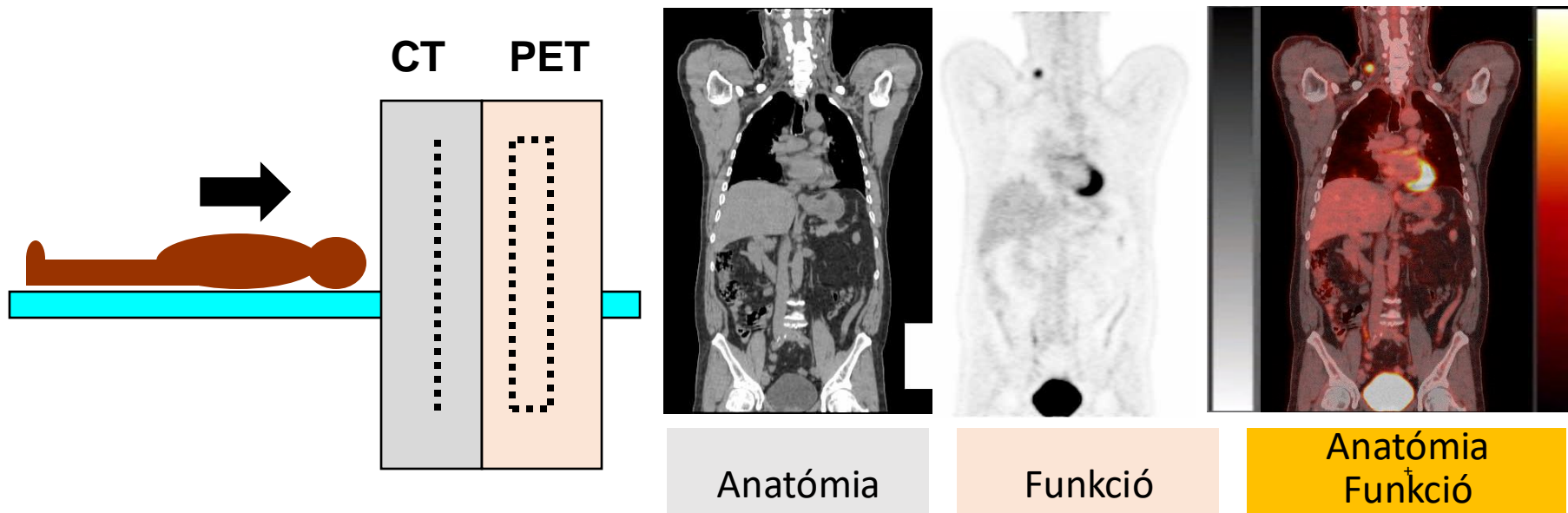
[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

PET Képző



- Szöveti fotonelnyelés korrekcióra és anatómiai lokalizálás céljából a PET-et CT-vel kombináljuk.



Ábra 10. PET/CT készülék

Ábra 11. [^{18}F]FDG PET/CT
Coronal CT, PET és fúzió

[Bevezetés](#)

- ▶ [Nukleáris medicina alapjai](#)
 - ▶ PET Imaging

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Positron Sugárzó radiofarmkonok-Klinikai alkalmazások



Radionuklid	Fizikai felezési idő (min)	Előállítás	Farmakon	Fiziológiai folyamat	Klinikai alkalmazás
Fluor-18 ([¹⁸ F]F)	110	Ciklotron	Fluoro-dezoxi glükóz (FDG)	Glükóz metabolizmus	Onkológia, gyulladás
			Fluorocholin	Sejt membrán metabolizmus	Prosztata daganat Mellékpajzsmirigy
			Prosztata-specifikus membrán antigén (PSMA-1007) DcF-PyL	PSMA expresszió	Prosztata daganat
Gallium-68 ([⁶⁸ Ga]Ga)	68	Generátor	Dotatate	Szomatosztatin receptor expresszió	Neuroendokrin tumor
			PSMA-11	PSMA expresszió	Prosztata daganat

Táblázat 4. Leggyakoribb pozitron sugárzó trészerek

[Bevezetés](#)

▶ [Nukleáris medicina alapjai](#)
▶ PET Tracers

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



SPECT és PET képalkotás összehasonlítása



SPECT	PET
Alacsonyabb költség	Magasabb költség a SPECT-el összevetve
Gama foton emittáló radionuklidot használ	Pozitron emittáló radionuklidot használ
1-3 nagy detektor	Detektorgyűjű
Gyengébb térbeli felbontás 10-15 mm	Magasabb térbeli felbontás 5-8 mm
CT-vel kombinálható az elnyeléskorrekciónak és anatómiai lokaizáció céljából	CT-vel kombinálható az elnyeléskorrekciónak és anatómiai lokaizáció céljából

5. SPECT és PET képalkotás összehasonlítása

[Bevezetés](#)

▶ [Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [SPECT VS PET Imaging](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

Planáris, SPECT és PET vizsgálatok alkalmazása



<p>Csont</p> <p>Metasztatikus betegség Metabolikus betegség Reumatológia Infekció Trauma</p>	<p>Agy</p> <p>Demencia Mozgászavarok Epilepszia Tumor</p>	<p>Onkológia</p> <p>Sentinel nyirokcsomó Solid tumorok Prosztata daganat: PSMA receptor Neuroendokrin tumor: szomatostatin receptor Terápia</p>
<p>Szív</p> <p>Kamrafunkció Perfúzió Infarktus</p>	<p>Máj/lép</p> <p>Funkció Vértartalom</p>	<p>Vese</p> <p>Funkció Morphológia/hegesedés Obstrukció/perfúzió</p>
<p>Vér</p> <p>Gyulladás Infekció Vvt térfogat</p>	<p>Tüdő</p> <p>Perfúzió Ventilláció</p>	<p>GI</p> <p>Tranzit Vérzés</p>
	<p>Pajzsmirigy</p> <p>Funkció Metasztatikus betegség</p>	

Ábra 12. Nukleáris Medicina Alkalmazásai

[Bevezetés](#)

- ▶ [Nukleáris medicina alapjai](#)
 - ▶ NM Applications

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

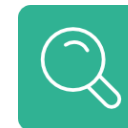
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Csontszcintigráfia



Indikációk:

Onkológia (számos daganat stádiummeghatározás), reumatológia, csont és ízületi infekciók, fájdalmas ízületi portézis, metabolikus csontbetegség

Beadás: Intravénás

Radiofarmakon: Technetium-99m ($[^{99m}\text{Tc}]\text{Tc}$) jelzett biszfoszfonátok, mint például ($[^{99m}\text{Tc}]\text{Tc}$ -HDP (hidroxietilén-difoszfonát) vagy MDP (metilén-difoszfonát), amelyek a csontban lévő kalcium- és hidroxiapatit-kristályokhoz kötődnek a helyi *érrendszer és az oszteoblasztikus aktivitás* arányában.

Image acquisition:

- Anterior és posterior teljes test planár: Leképezés az injekció beadása után 3-4 órával történik, amikor optimalis az osteoblaszt radiofarmakon koncentrációja és a szövetekből történő kiürülése.
- Dinamikus 3 fázis: válogatott esetekben pl. protézis infekció
 - Perfúziós fázis (2-to-5 sec/kép 1 percig az injekció beadását követően azonnal).
 - Vér-pool fázis (5 min az injekciót követően)
 - Kései (metabolikus) fázis (3-4 óra p.i.)

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Bone Scan

[PET Vizsgálatok](#)

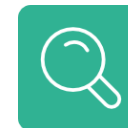
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



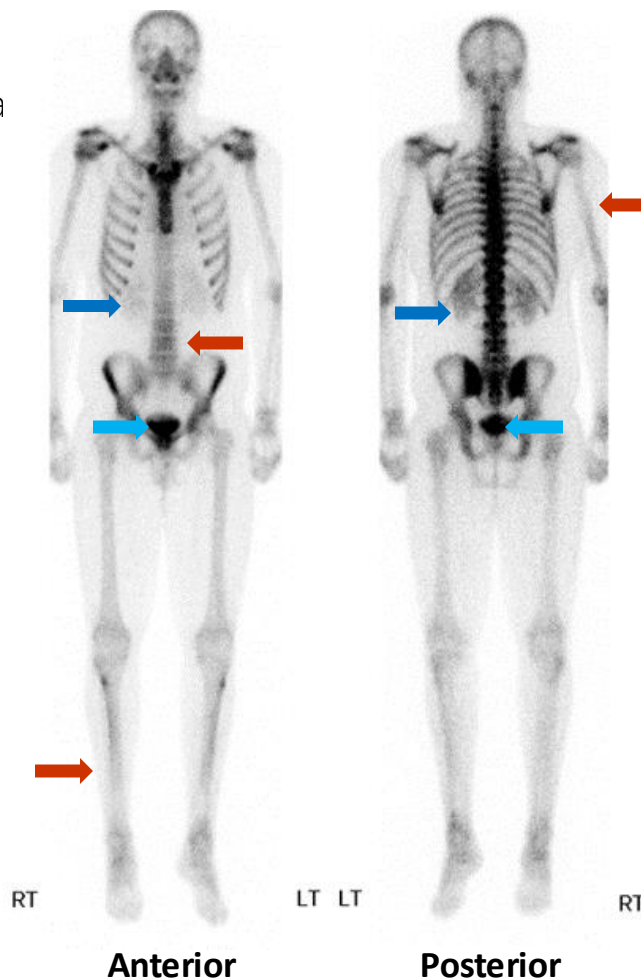
Csont szcintigráfia



Planáris Normál eset

A vázrendszerben a trészter biodisztribúciója közel homogén és szimmetrikus a bal és a jobb oldal között.

A kiválasztási útvonal a vese, így a vesék és a húgyhólyag a felvételeken ábrázolódnak.



Csont

Vese

Húgyhólyag

Ábra 13. Normális ^{99m}Tc -HDP teljestest csontszcintigráfia

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Bone Scan

[PET Vizsgálatok](#)

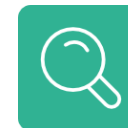
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



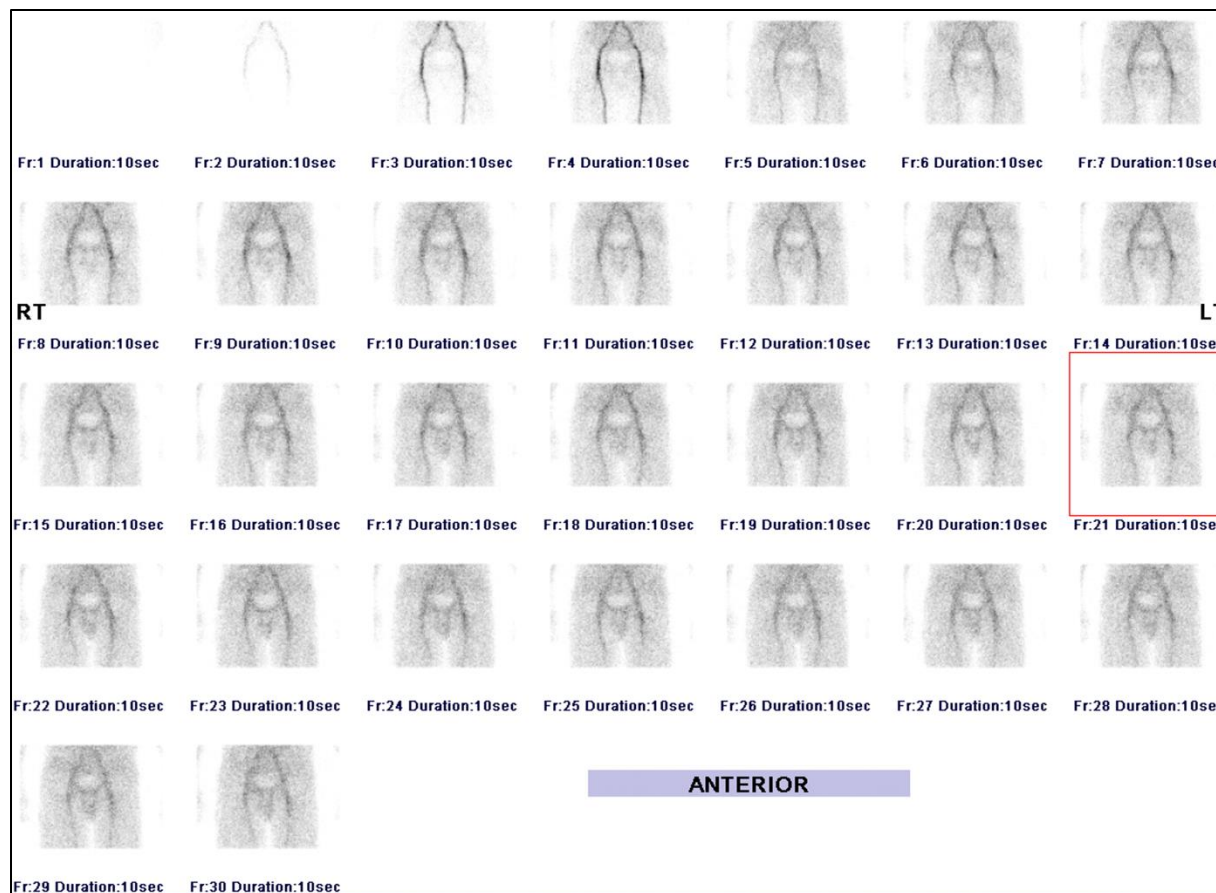
Csont Szcintigráfia



Dinamikus: Normal eset

1. Fázis (perfúziós fázis)

Dinamikus vizsgálat a perfúziót mutatja a vizsgált régióban (pl. gyulladás/fertőzés ízületi protézis körülül) 2-5 sec / kép egy percig a radiofarmakon beadása után. A kép a klinikailag kérdéses régióra fókuszált, pl. csípő.



Ábra 14. Dinamikus csontszcintigráfia normális perfúziós fázissal a csípő régióról

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Bone Scan

[PET Vizsgálatok](#)

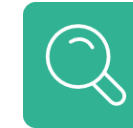
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Csontszcintigráfia



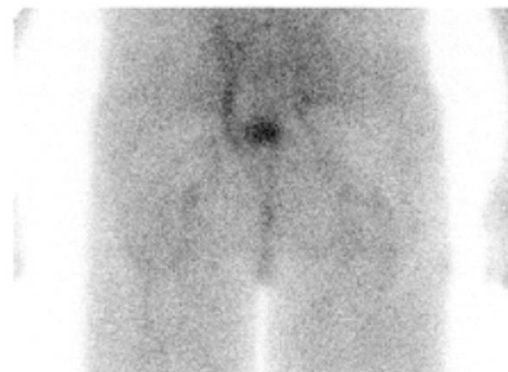
Dinamikus: Normál eset

2. fázis (vér-pool):

Korai statikus kép az extracelluláris radiofarmakon eloszlást mutatja. A kép a klinikailag kérdéses régióra fókuszált, pl. csípő.



Anterior

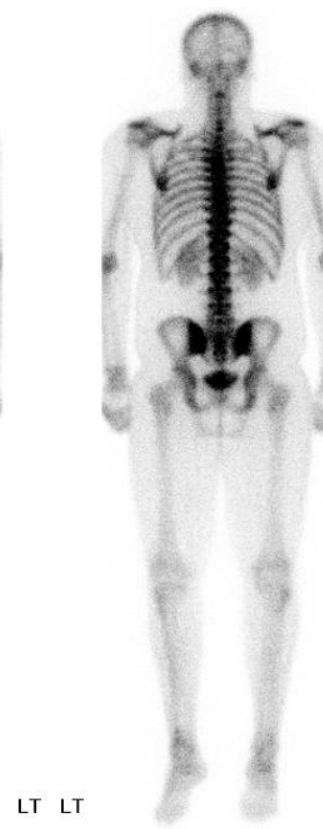


Posterior



RT

Anterior



LT LT

Posterior

3. fázis (kései, metabolikus fázis):

2-4 óra p.i., célzott statikus kép a vizsgált régióról és anterior-posterior planáris teljese

Ábra 15. Normális vér-pool fázis a csípő régióról és normális teljese

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Bone Scan

[PET Vizsgálatok](#)

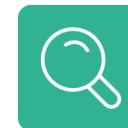
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



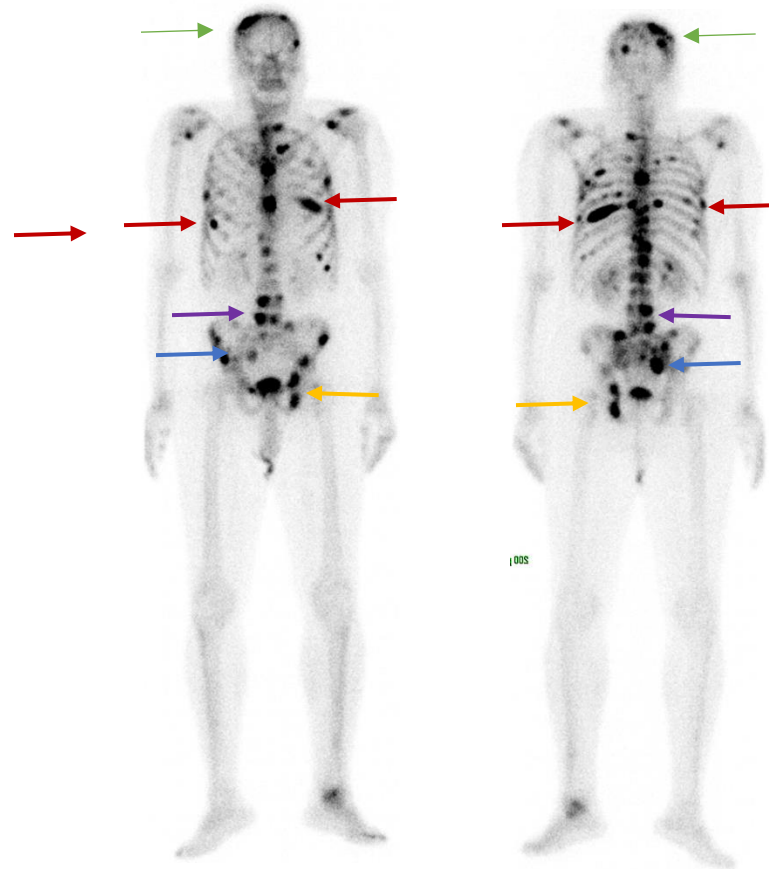
Csontszcintigráfia



Eset: Metasztatikus betegség

63 éves férfi prosztatata daganat.

Intenzív radiofarmakon felvétel ábrázolódik az axialis és perifériás skeleton területén, mely osteoplastikus metasztazisra utal: a **sacrum jobb oldala**, **bal acetabulum**, **csigolya testek**, **bordák** és **koponya** területén.



Anterior

Posterior

Ábra 16. [^{99m}Tc]Tc- HDP teljeset csontszcintigráfia

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Bone Scan

[PET Vizsgálatok](#)

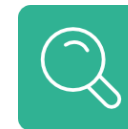
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Csontszcintigráfia

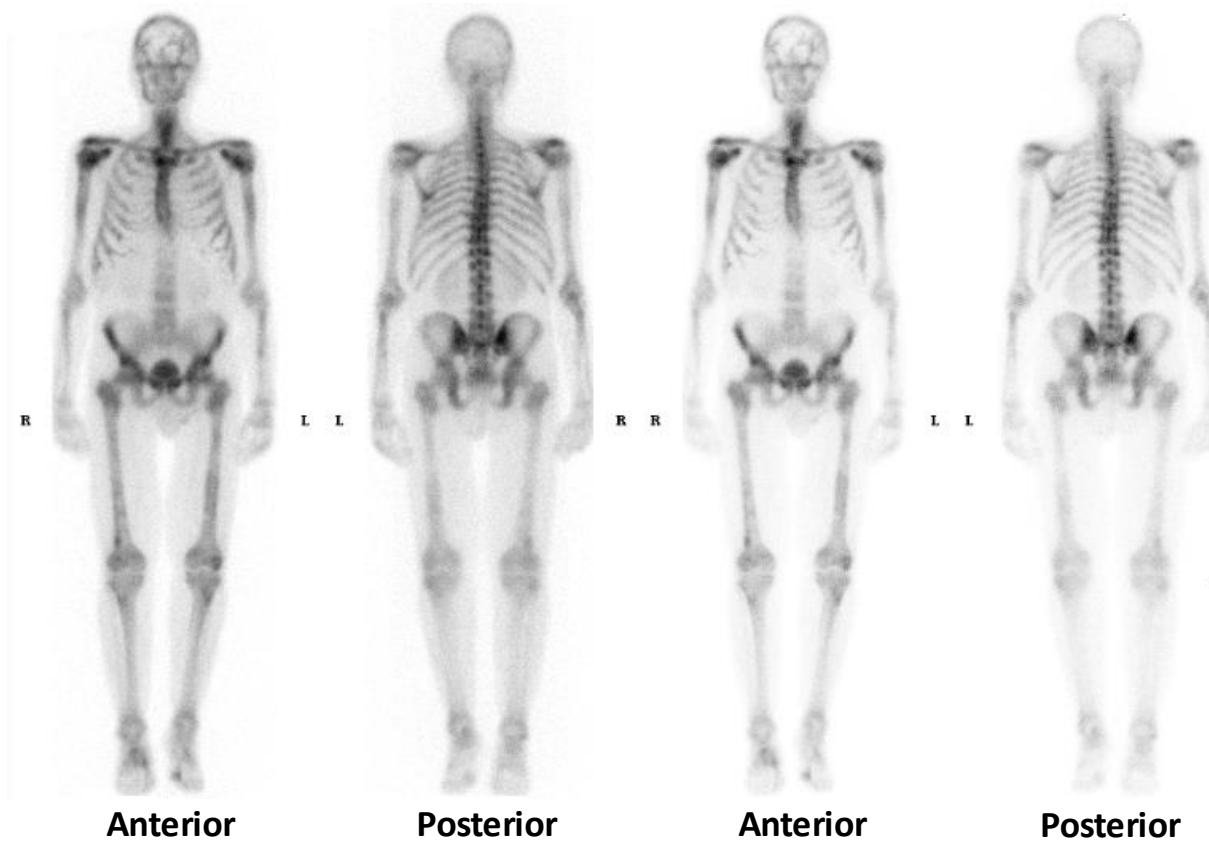


Eset: "Superscan"

74 éves férfi. Anaemnezisében prosztata tumor.

Diffúz, mérsékelten heterogén, fokozott radiofarmakonfelvétel az egész leképezett csontrendszerben beleértve a koponyát és a hosszú csontokat is. Bár a húgyhólyagban van némi aktivitás, a vesékben csak nagyon alacsony aktivitásfelvétel figyelhető meg.

Az kép „superscan”-re utal, ami a csontok diffúz metasztatikus érintettségére utal.



Ábra 17. [^{99m}Tc]Tc- HDP whole body bone scan

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

► [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Bone Scan

[PET Vizsgálatok](#)

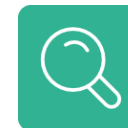
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Csontszcintigráfia



Eset: Paget-kór

84 éves férfi, emelkedett ALP.

Foltos aktivitáshalmozás a **koponyacsonton**, intenzív felvétel a teljes **mandibulán**, L3 csigolya pedunculusán és a processus spinosuson, és a **jobb medencefélben**. A szcintigráfias kép megfelel a poliosztotikus Paget-kórnak.



Ábra 18. [^{99m}Tc]Tc- HDP teljes test csontszcintigráfia

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Bone Scan

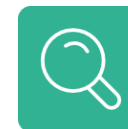
[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

Csontszcintigráfia



Eset: emlő carcinoma csigolyametastazisa

54 éves nő. Ismert emlő karcinoma. Háti fájdalom.



Anterior Posterior
Ábra 19. ^{99m}Tc -HDP teljesest csontszcintigráfia



Sagittális fúzionált



Sagittális CT csont abla

SPECT/CT
Ábra 20. ^{99m}Tc -HDP SPECT/CT

A posterior képen a Th IX. csigolyatestben diszkrét aktivitáshalmozás látható (kék nyíl). Az ezt követő SPECT/CT felvétel lehetővé teszi a Th IX. csigolyatest pontosabb lokalizálását, valamint megítélhető a csigolyatest magasságának csökkenése/kompressziója. (sárga nyíl).

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

► [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Bone Scan

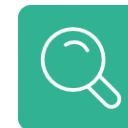
[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

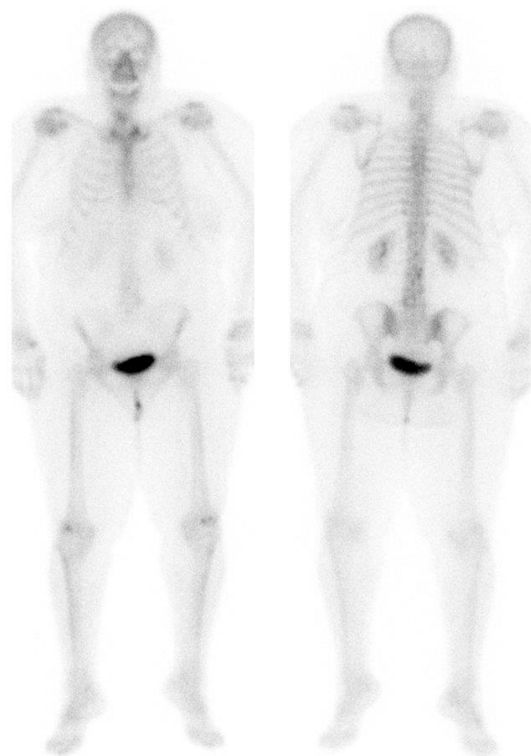
Csontszcintigráfia



Eset: Csont SPECT/CT a fájdalom forrásának lokalizálására

32 éves nő. Derékfájdalom.

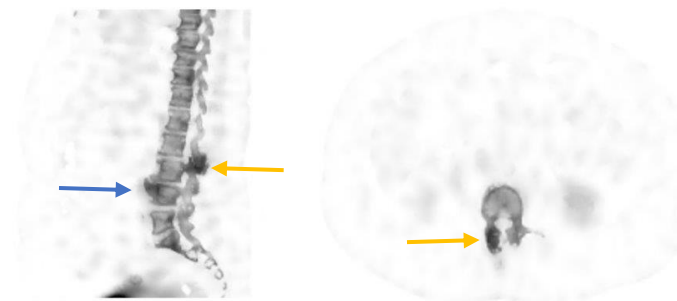
Panaszokat magyarázó kóros eltérés a teljes test felvételeken nem mutatkozott. Az ezt követő SPECT/CT felvételeken fokozott radiofarmakon halmozás ábrázolódik az L3/L4 intervertebrális részben (kék nyíl) és a jobb oldali L2/L3 kisízületben (sárga nyíl), amelyek a fájdalmat okozzák.



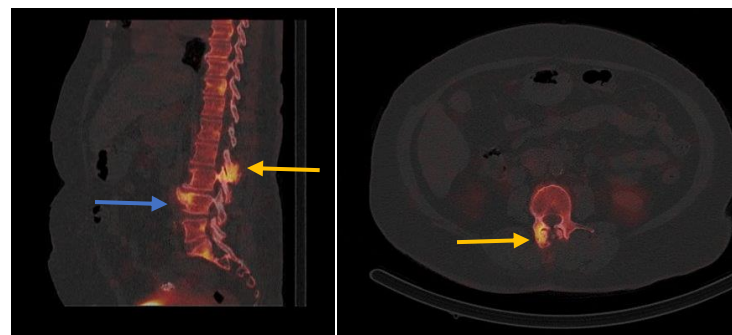
Anterior

Posterior

Ábra 21. [^{99m}Tc]-HDP teljes test csontszcintigráfia



Sagittalis és axialis SPECT
MIP



Sagittalis és axialis SPECT/CT
fúzionált

Ábra 22. [^{99m}Tc]-HDP SPECT/CT

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Bone Scan

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

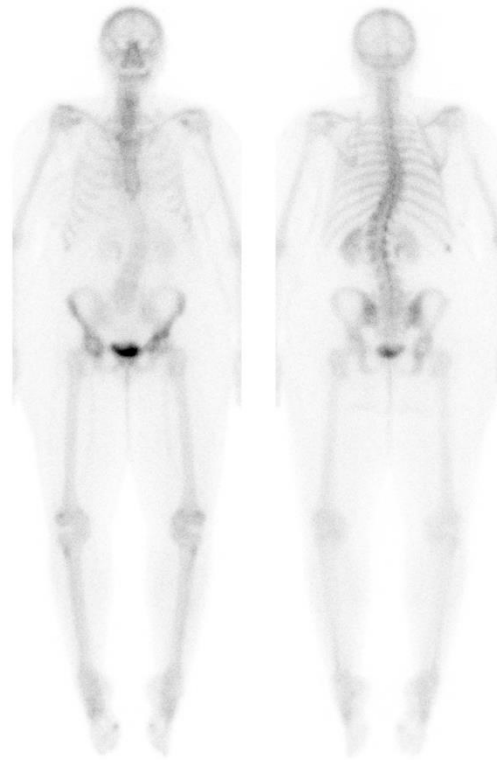
Csontszcintigráfia



Eset: Lyticus csontmetasztázis emlőkarcinoma

62 éves nő. 10 éve ismert emlő carcinoma. Kétoldali csípőfájdalom.

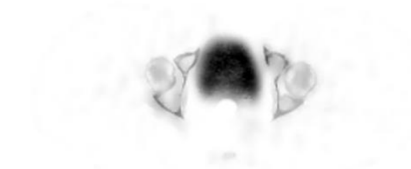
Panaszokat magyarázó kóros eltérés a teljes test felvételeken nem mutatkozott. Az elékszült SPECT/CT felvételeken az acetabulumban mindkét oldalon lyticus eltérés mutatkozik kóros radiofarmkonfelvétel nélkül, a kép az osteolyticus metastasisok jelenlétét bizonyítja.



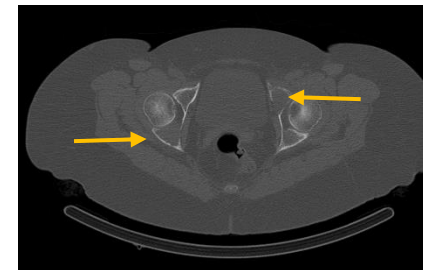
Anterior

Posterior

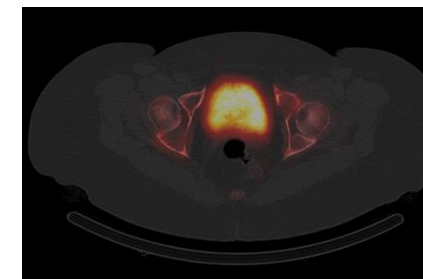
Ábra 23. ^{99m}Tc -HDP teljes test csontszcintigráfia



Axial SPECT MIP



Axial CT csont ablak



Axial SPECT/CT fuzionált

Ábra 24. ^{99m}Tc -HDP SPECT/CT

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Bone Scan

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Csontszcintigráfia



Erősségek és limitációk:

- A Technetium-99m-jelölt csontaffin trészert felvétele a csontban függ a vaszkularizációtól és az oszteoblaszt aktivitástól. Más csontelváltozások, például fertőzések és traumák szintén magas felvételt mutathatnak, ezért a csontszcintigráfia nagy érzékenységű, de kevésbé specifikus, más képalkotó módszerekre (CT, rtg) lehet szükség.
- A lytikus, fokozott osteoclast aktivitású csontléziók, (pl. myeloma és bizonyos daganatok, pl vesesejtes carcinoma) nem mutatnak kóros eltérést az oszteoblaszt aktivitást megjelenítő csontszcintigráfián.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Bone Scan

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

Pajzsmirigy szcintigráfia



Radiofarmakon	Előállítás	Emisszióf elezési idő	Mechanizmus	Felhasználás	Pros/Cons
^{99m}Tc]Tc- pertechnetate	Generátor	Gamma sugárzó, 6 óra	Normál follicularis sejtekben "csapdába"esik	Pajzsmirigy uptake és leképezés	Gyors vizsgálat / alacsony izotópfelvétel esetén rossz képminőség
Jód-123 (^{123}I)	Ciklotron	Gamma sugárzó, 13 óra	Normál follicularis sejtekben "csapdába"esik, beépül és a normál kolloid térben halmozódik	Pajzsmirigy uptake és leképezés Pajzsmirigy carcinoma és metasztázisai	Relatív dárca és nehezen elérhető (ciklotron termék)/ jobb képminőség alacsony izotópfelvétel esetén
Jód-131 (^{131}I)	Reaktor	Béta és gamma sugárzó, 8,06 nap	Normál follicularis sejtekben "csapdába"esik, beépül és a normál kolloid térben halmozódik	Hyperthyreosis/ pajzsmirigy carcinoma kezelése	

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Thyroid Scintigraphy

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

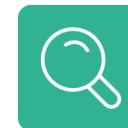
[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

6. Pajzsmirigyszcintigráfiához használt radiofarmakonok



Pajzsmirigy szcintigráfia



Beadás: intravénás

($[^{123}\text{I}]$ és $[^{99\text{m}}\text{Tc}]$ Tc-pertechnetate)



Image acquisition:

- Anterior, left anterior félférde (45 fok) és jobb anterior félférde (45 fok)
- $[^{123}\text{I}]$: beadás után vagy 4-6 óra, vagy 24 hours p.i.
- $[^{99\text{m}}\text{Tc}]$ Tc-pertechnetate): 20perc p.i.

Egyes gyógyszerek befolyásolhatják a radiofarmakon pajzsmirigyfelvételét.

6 héttel korábban ne használjon jódtartalmú kontrasztanyagot.

4 héttel korábban ne alkalmazzon jódtartalmú gyógyszereket.

3-6 hónappal korábban ne használjon amiodaront.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Thyroid Scan

[PET Vizsgálatok](#)

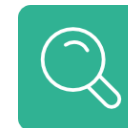
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Pajzsmirigy szcintigráfia

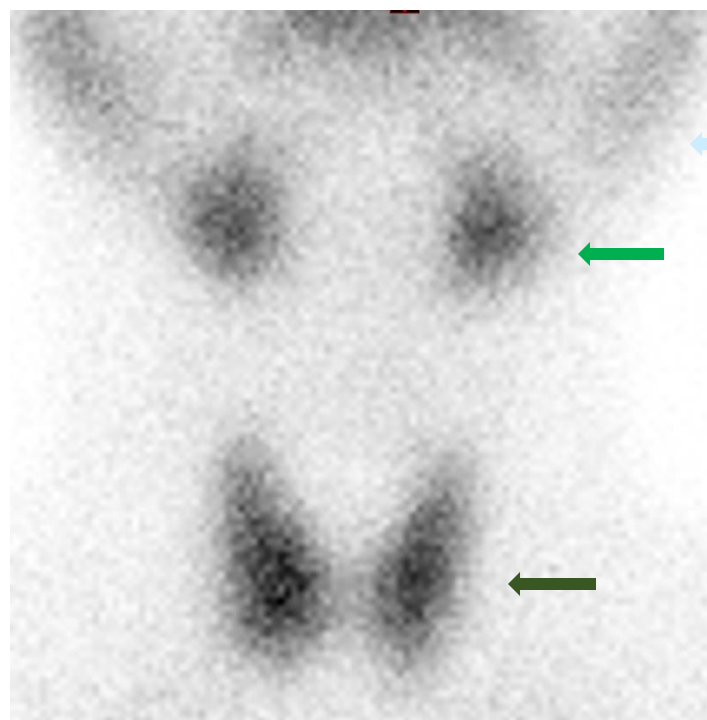


Normál eset

Tc99m pajzsmirigy szcintigráfia.

Diffúz homogén radiofarmakon felvétel mindkét pajzsmirigy lebenyben.

Mérsékelt, homogén felvétel a nyálmirigyekben.



Parotis

Submésibuláris/
Sublingvális
nyálmirigy

Pajzsmirigy

Ábra 25. Normal [^{99m}Tc]Tc Pajzsmirigy Szcintigráfia

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Thyroid Scan

[PET Vizsgálatok](#)

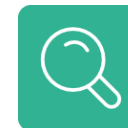
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Pajzsmirigy szcintigráfia



Eset: Graves' Betegség

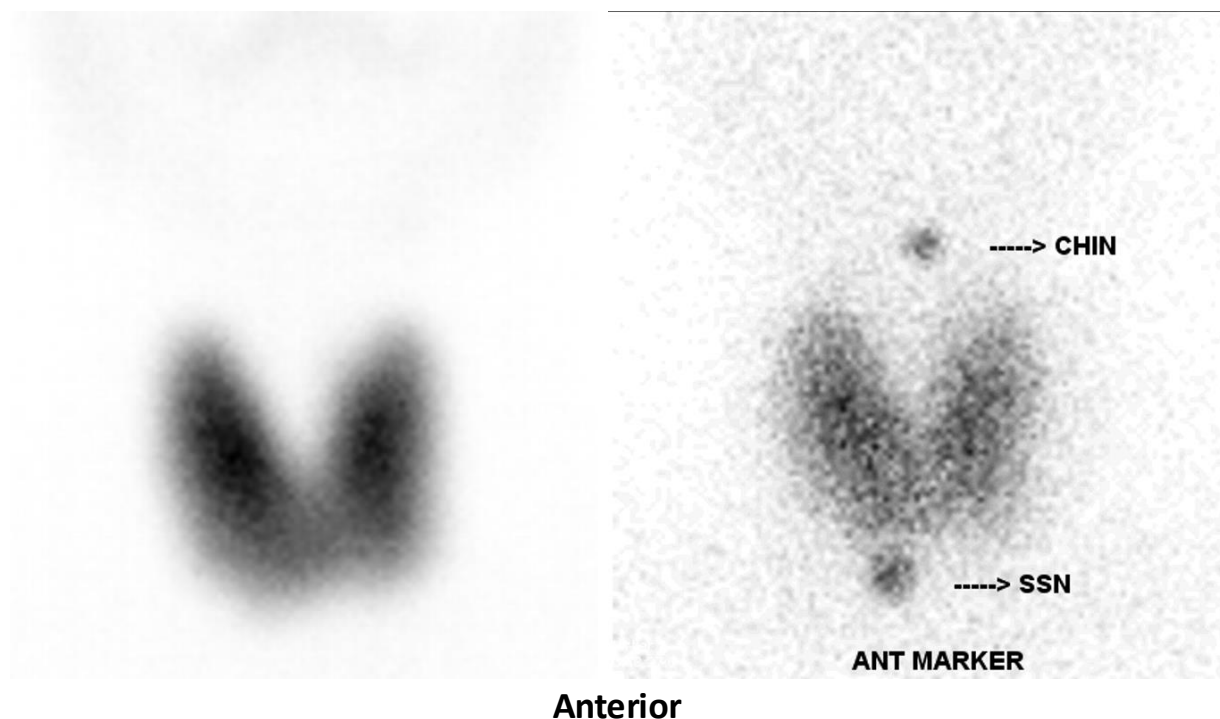
Tc99m pajzsmirigy szcintigráfia.

Diffúz és relatív egyenletes felvétel a teljes megnagyobbodott pajzsmirigyállományban.

Szuprimált háttér nyálmirigy aktivitás.

The százalékos felvétel 25.9% (normal tartomány 0.45-3.5%).

Áll és suprasternalis (SSN) markerek az anatómiai lokalizáláshoz.



Ábra 26. [^{99m}Tc]Tc Pajzsmirigy szcintigráfia

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Thyroid Scan

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

Pajzsmirigy szcintigráfia

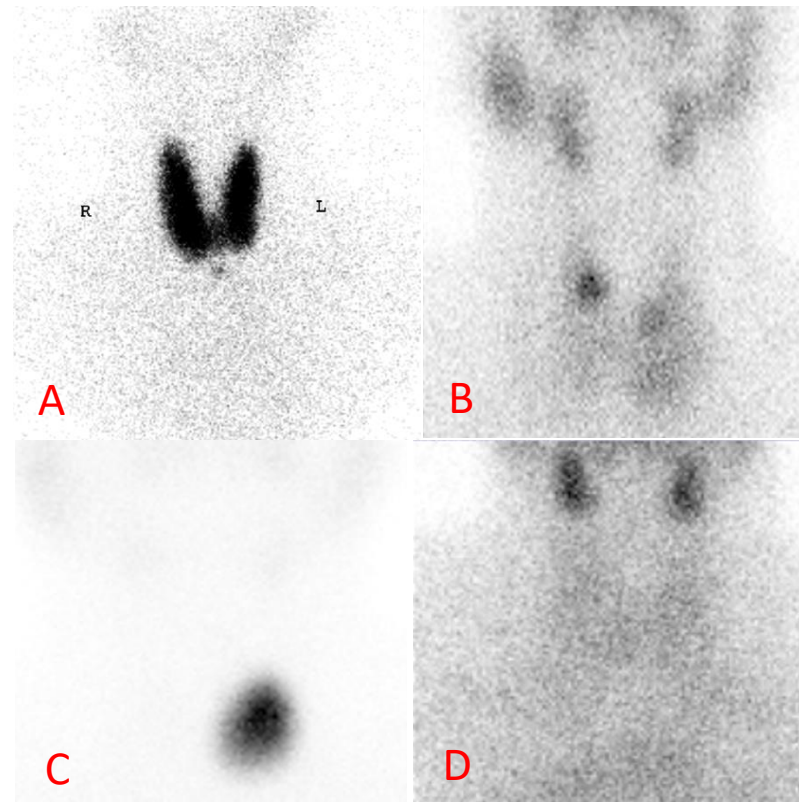


Hyperthyreosis differenciáldiagnosztikája

A pajzsmirigy szcintigráfia a legfontosabb vizsgálat a pajzsmirigy túlműködés okainak megkülönböztetésére a különböző felvételi mintázat alapján:

- A. Graves' betegség – homogén, fokozott felvétel
- B. Toxic multinodular struma – multifokális felvétel, gyakran heterogén
- C. Autonóm toxic struma (autonóm adenoma) – felvétel egy nagy soliter göbben
- D. Subakut thyroiditis – nincs felvétel

A 'hideg' fokális terület, csökkent felvétellel malignitásra gyanús. Ezekben az esetekben ultrahang vizsgálat szükséges a göbök további karakterizálására és a malignitás jeleit mutató göb mintavétele végzendő.



Ábra 27. [^{99m}Tc]Tc Thyroid scans

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

► [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Thyroid Scan

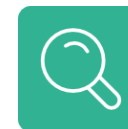
[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

Ventilláció/Perfúzió (V/Q) Scan



Indikációk:

Akut pulmonaris embolizáció diagnózisa normális mellkas rtg mellett
A pulmonális hipertóniában szenvedő betegek kivizsgálása annak megállapítására, hogy az ok krónikus tromboembóliás betegségben keresendő-e.
A differenciált tüdőfunkció preoperatív kvantitatív meghatározása (pl. tüdődaganatos betegeknél a pneumonectomia előtt)



- A terhes beteget a sugárdózisokról tájékoztatni kell. A CTPA (CT pulmonaris angiográfia) esetében az anyai emlőszövetet érő sugárzási dózis jellemzően nagyobb, mint a V/Q-vizsgálat esetében; a magzatot érő dózisok egyenértékűek).



- Ha akut tüdőembólia miatt V/Q-vizsgálatot végez, győződjön meg arról, hogy a tüdőszcintigráfiát megelőző 12-24 órán belül elvégezték és felülvizsgálták a mellkasröntgenfelvételt. Ennek oka, hogy a mellkasi röntgen felvételen kizárhatók a perfúziós zavarok egyéb okai, mint például az atelektázia, tüdőgyulladás stb.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
V/Q Scan

[PET Vizsgálatok](#)

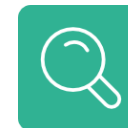
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Ventilláció/Perfúzió (V/Q) Scan



Radiofarmakon és Beadás:

Perfúzió:

Techetium-99m jelölt human albumin (MAA) beadása intravénásan: Ezek a szabad prekapilláris arteriolákban és kapillárisokban megtapadnak, és elzárják az artériákat, ami átmenetileg visszatartja a regionális perfúziót.

Ventilláció:

Kripton-81 gáz aeroszolként használható a ventillációhoz. Az aeroszol addig kell belélegezni, amíg az alveolusokban el nem éri az állandósult állapotot, majd a vizsgálat során folyamatosan, így tükrözi a regionális ventillációs viszonyokat.

[^{99m}Tc]Tc jelölt aeroszolok, DTPA vagy Technegas akkumulálódik a bronchiolusokban és alveolusokban.



Posterior Perf



Posterior Vent

Ábra 28. Normál V/Q scan planáris felvételek

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
V/Q Scan

[PET Vizsgálatok](#)

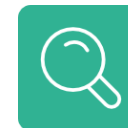
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Ventilláció/Perfúzió (V/Q) Scan



Leképezés:

- A képalkotás a ventillációs vizsgálattal kezdődik, amelyet azonnal követ a perfúziós vizsgálat.
- A perfúziós képalkotás és a $[81\text{Kr}]\text{Kr}$ gázzal történő ventilláció a perfúziós vizsgálattal egyidejűleg képezhető a $[81\text{Kr}]\text{Kr}$ (190 keV) és a $[99\text{mTc}]\text{Tc}$ (140 keV) izotópok különböző energiaablakai miatt.
- DTPA vagy Technegas használata esetén a ventilációs és a perfúziós vizsgálatot külön (egymást követően) kell elvégezni, mivel ugyanazt a radionuklidot használják.
- SPECT-képalkotás kiegészítő CT-komponenssel (Planáris, ha SPECT nem áll rendelkezésre)

EANM guideline for ventilation/perfusion single-photon emission computed tomography (SPECT) for diagnosis of pulmonary embolism és beyond, 2019

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
V/Q Scan

[PET Vizsgálatok](#)

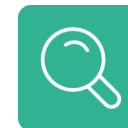
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



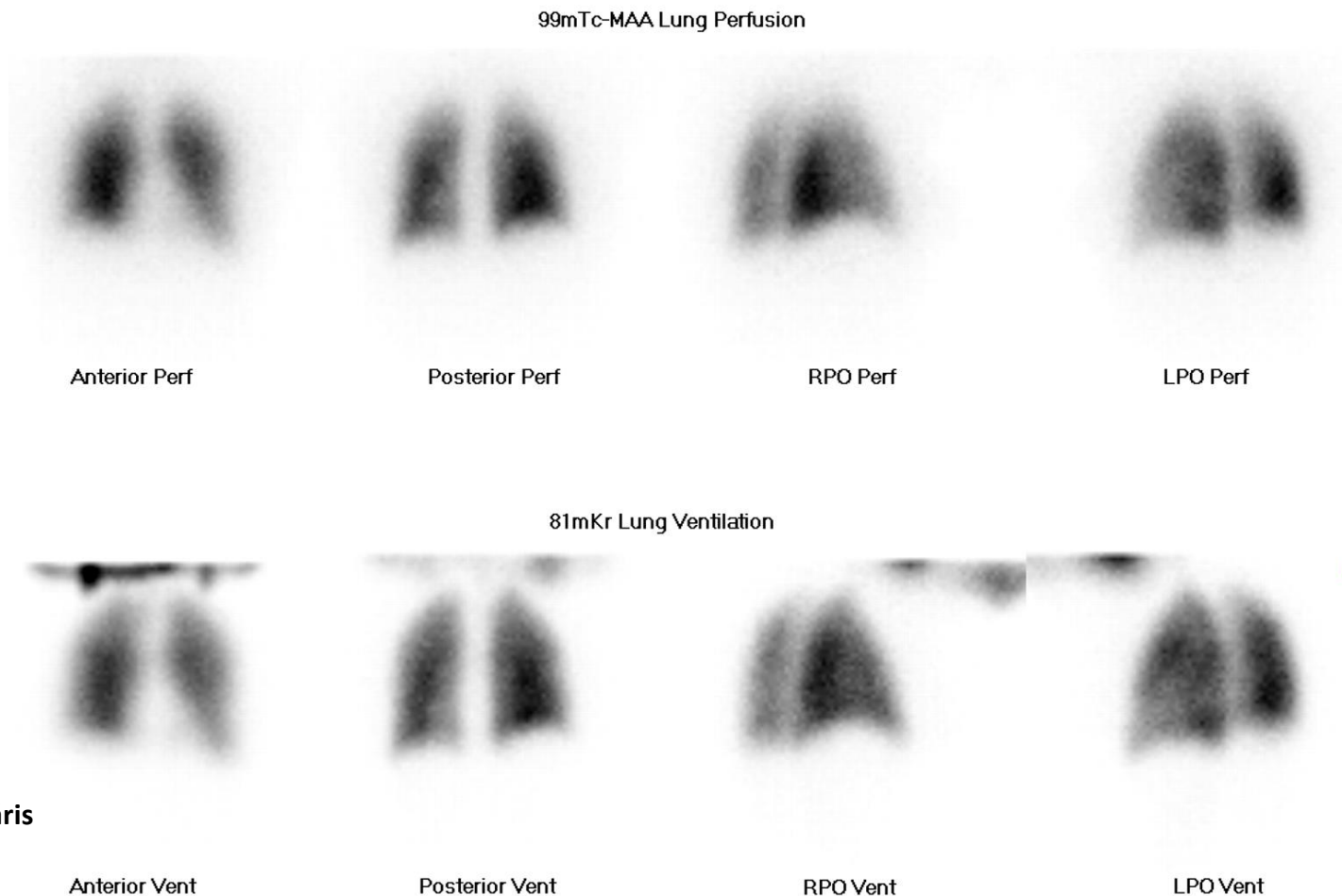
Ventilláció/Perfúzió (V/Q) Scan



Normál Eset

Diffúz homogén felvétel mindkét tüdőben.

Nincs "mismatch" a perfúziós és ventillációs képek között.



[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok V/Q Scan](#)

[PET Vizsgálatok](#)

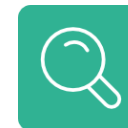
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

Ábra 29. Normális V/Q scan Planáris

Ventilláció/Perfúzió (V/Q) Scan



Eset: Kétoldali subsegmentalis pulmonaris

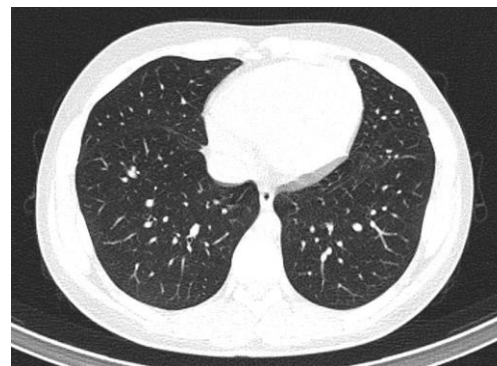
24 éves nő. Nephrosis szindróma, fokális glomerulosclerosis. Korábbi anaemnesisében pulmonáris embolizáció. Hasonló fájdalom és súlyosbodó légszomj apixaban szedése alatt.



SPECT Perfusúzió



SPECT Ventilláció



Axialis CT tüdő ablak

Ábra 30. V/Q SPECT/CT

A planaris képeken nincs "mismatched" defektus.

A SPECT/CT-n mindkét alsó lebeny oldalsó szegmenseiben és a jobb alsó lebeny hátsó szegmensében (kék nyíl) kétoldali szubszegmentális ék alakú perfúziós defektusok vannak, amelyeknek megfelelőn ventilációs eltérés és CT-morfológiai eltérés sem látható.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
V/Q Scan

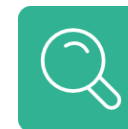
[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

A V/Q Scan és a CTPA összehasonlítása



V/Q scan	CTPA
Használható kontrasztanyagok nefropátiában és veseelégtelenségben szenvedő betegeknél	Gyorsabb, azonnal elérhető
Alacsonyabb sugárterhelés a sugárérzékeny emlőszövetre terhes nőknél	A beteg tüneteinek egyéb, morfológiai magyarázata, pl. tüdőtágulat.
A krónikus tromboemboliás pulmonális hipertónia diagnózisa	Ha PE fennáll, kimutathatja a jobb szívfél terhelését

Táblázat 7. V/Q Scan és a CTPA összehasonlítása

Rövidítések: CT pulmonary angiogram (CTPA); pulmonary embolism (PE)

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
V/Q Scan

[PET Vizsgálatok](#)

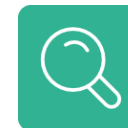
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Dimercapto Succinic Acid (DMSA) Veseszcintigráfia



Indikációk:

Fokális vese parenchymakárosodás kimutatása, hegesedés
Szeparált vesefunkció becslése
Patkóvese, soliter vagy ectopiás vese megítélése

Radiofarmakon:

Technetium-99m jelölt -DMSA (2, 3-dimercaptosuccinic acid) fehérjéhez kötődik, a palzmából eliminálódik, a vese cortex proximális tubulusaiban koncentrálnak

Beadás: intravénás

Leképezés:

- Statikus planáris 2-3 óra beadás után
- Irányok: anterior, posterior és 45 fok bal és job hátsó félférde

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
DMSA Renal Scan

[PET Vizsgálatok](#)

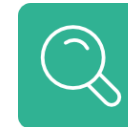
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

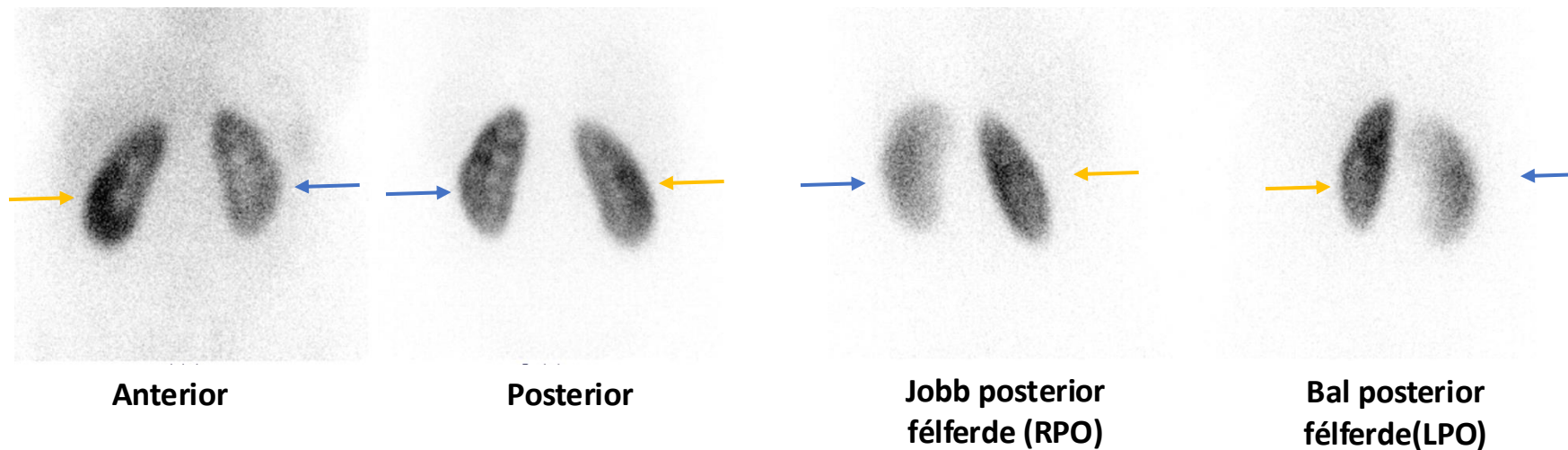
[Tesztelje tudását](#)



DMSA Veseszcintigráfia



Normal Eset



Ábra 31. Normal [^{99m}Tc]Tc- DMSA

Relatív magasabb radiofarmakon felvételt mutat a jobb vese (yellow arrow) összehasonlítva az ellenoldalival (blue arrow) a felületesebb pozíciója miatt, mivel közelebb van a gamma kamerához. Mindkét vese normal kontúrú, homogén aktivitásfelvétellel rajzolódik ki. Nem látható hegesedésre utaló csökkent aktivitású terület.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
DMSA Renal Scan

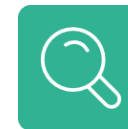
[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

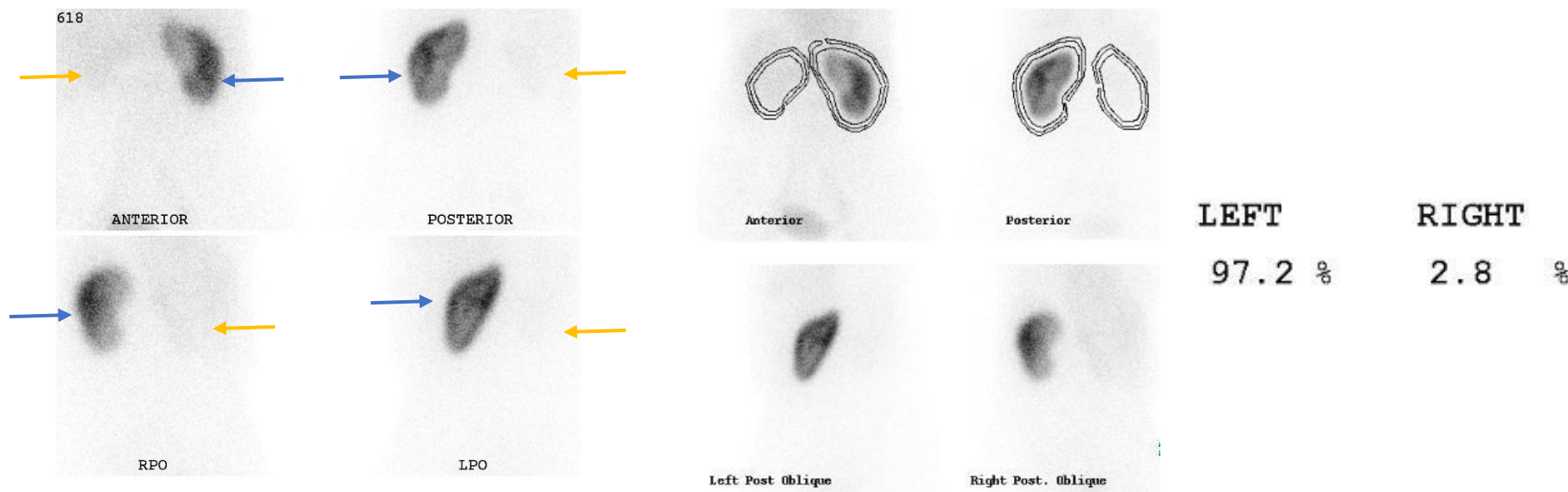
[Tesztelje tudását](#)

DMSA Vesescintigráfia



Eset: Nem működő jobb vese, valószínűleg hipertrófiás bal vesével

59 éves nő. Súlyos jobb oldali hydronephrosis, 1,3 cm-es vesekő. DMSA a veseműködés értékelésére.



Stésard irányok DMSA

Stésard irányok DMSA ROI (region of interest) jelöli a szeparált funkciót

Ábra 32. [^{99m}Tc]-DMSA

A jobb vese alig különül el a háttér aktivitástól (sárga nyíl), és a halvány körvonala kisebb, mint a bal veséé. A bal vese kompenzatórikusan nagyobb (kék nyilak) kontúrja szabályos, hegesedésre utaló jelek nincsenek. Megosztott funkció = jobb vese 2,8%, bal vese 97,2%.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

► [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
DMSA Scan

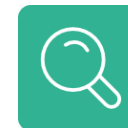
[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

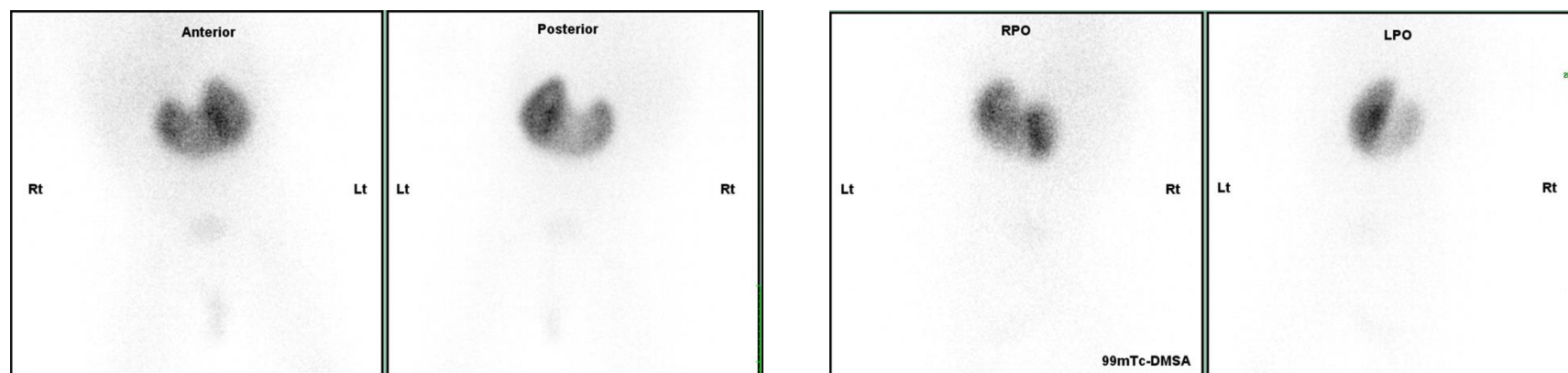
[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

DMSA Veseszcintigráfia



Eset: Patkóvese



Ábra 33 [^{99m}Tc]Tc- DMSA

Patkóvese hegesedés jelei nélkül.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
DMSA Scan

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



DMSA Veseszcintigráfia



A vizsgálat hasznossága más képalkotó eljárásokkal összehasonlítva :

A szeparált vesefunkció pontosabb értékelése a renogramhoz képest (*lásd a következő fejezetet*).

Más képalkotó eljárások, pl. ultrahang és a CT képesek a vese méretének értékelésére, de nem képesek a funkció kvantitatív értékelésére.

A pyelonephritis okozta aktivitásdefektus nem különíthető el a hegeseéstől.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
DMSA Scan

[PET Vizsgálatok](#)

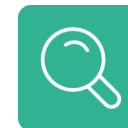
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Vese: Renogram



Indikációk:

A vese perfúziójának értékelése
A megosztott vesefunkció értékelése
Lehetséges obstrukció
A húgyutak műtét utáni vizsgálata, pl. PU stenosis esetén végzett pielonasztika utáni obstrukció

Radiofarmakon:

[^{99m}Tc]Tc- Mercaptoacetyltriglycine (MAG3):

Glomerularisan filtrálódik és tubularisan is kiválasztódik

[^{99m}Tc]Tc- Diethylene-triamine-pentaacetate (DTPA):

Alternatív trészter, de a klinikai gyakorlatban kevésbé használt, csak glomerularisan filtrálódik

Beadás: intravénás

Leképezés:

Dinamikus planáris leképezés 30 percig

Ezután statikus képek mictio előtt és után és kései felvétel 2 órával mictio után

Furosemid i.v. az obstrukció – időpontja intézetenként változó
Az adatok számítógépes feldolgozása, idő-aktivitás görbe

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Renogram

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Vese: Renogram

Normal Eset

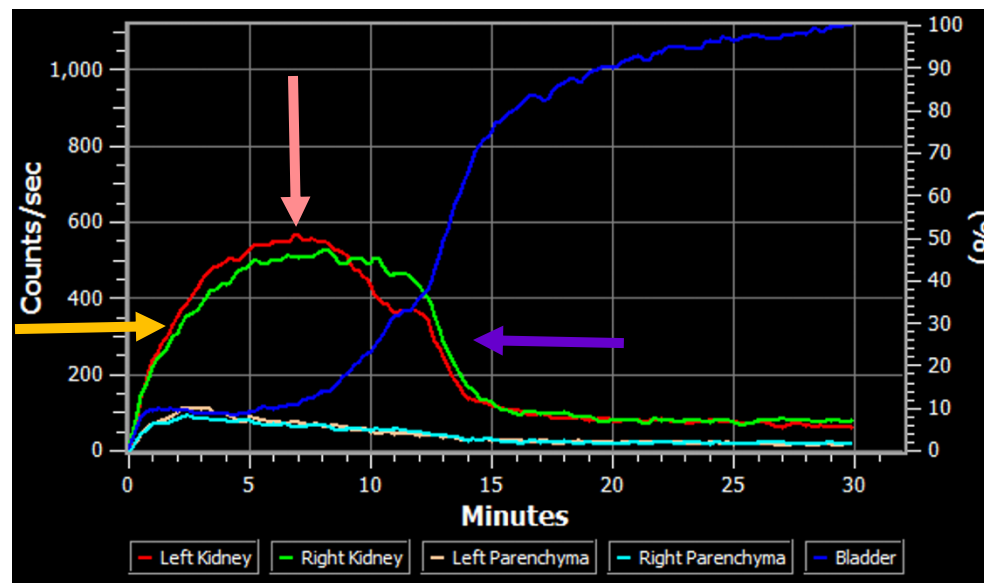
Az idő-aktivitási görbe a radioaktív gyógyszer vesék általi felvételének és kiválasztásának grafikon formájában történő ábrázolása.

Renogram három fázisa:

A - Vaszkuláris (flow phase) - mutatja a perfúziót és a radiofarmakon kezdeti felvételét a vesékbe, általában 30-60 másodpercig tart. (sárga nyíl)

B - Kortikális tranzit (parenchymás fázis) – a radiofarmakon a renalis tubulusokban koncentrálódik csúcsa 3-5 perc (rózsaszín nyíl).

C - Kiválasztási (ürülési fázis) – a renogram meredekségének csökkenése, amely a radioaktív gyógyszer vesék általi kiválasztását jelzi. Általában a radiotracer beadása után 4-8 perccel kezdődik. (lila nyíl).



Ábra 34. Normal $[^{99m}\text{Tc}]\text{Tc-MAG3}$ Renogram Idő-aktivitás görbe

Mindkét vese azonnali tracerfelvételt, normális tranzitot, kiválasztást és elvezetést mutat. Az időaktivitási görbék normálisak. Normális vizsgálat, obstrukcióra utaló jelek nélkül.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Renogram

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

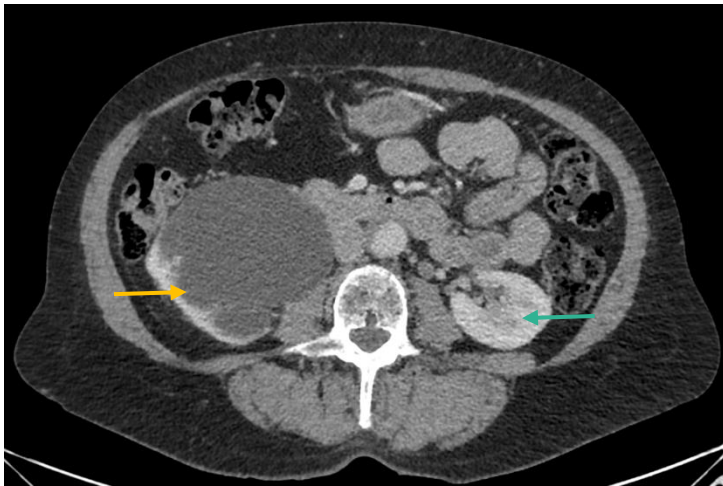
[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

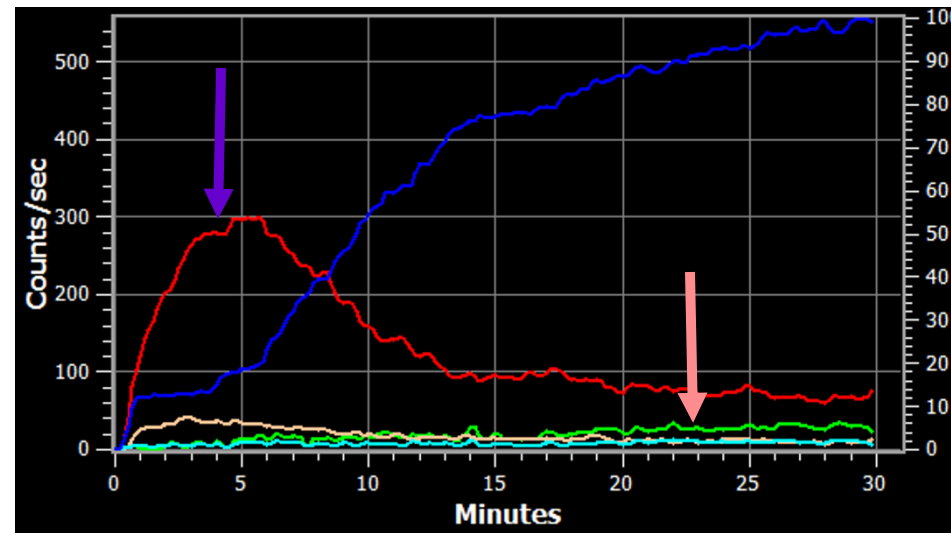
Vese: Renogram



Eset: Jobb vese PU obstrukció



Ábra 35. Axialis Post Contrast CT



Ábra 36. ^{99m}Tc -MAG3 Renogram Idő-aktivitás görbe

A has- kismedence CT képen jobb oldali hydronephrosis (sárga nyíl). Normal bal vese. (zöld nyíl).

A renogramon késleltetett felvétel, elhúzódó kortikális tranzit, kiválasztás és a jobb vese korlátozott ürülése látható, amit az idő-aktivitási görbék kis amplitúdója mutat (zöld görbe, rózsaszín nyíl). A kép csaknem teljes obstrukcióra utal. A bal vese gyors radiofarmakonfelvételt, jó ütemű kiválasztást mutat, elfolyási zavar nélkül (piros görbe, lila nyíl). A kék görbe a hólyag idő-aktivitás görbéje.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

► [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Renogram

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

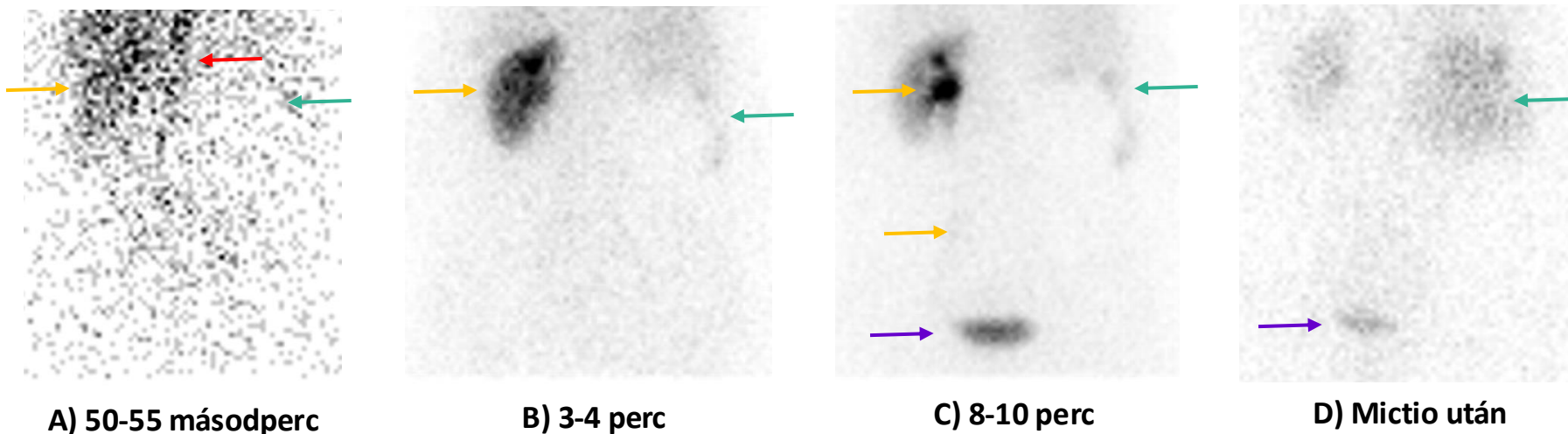
[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

Vese: Renogram



Eset: Jobb vese PU obstrukció



Ábra 37. [^{99m}Tc]Tc- MAG3 Renogram Dynamic Study

A) A perfúziós fázisban – radiofarmakon a **hasi aortában** és **bal vesében**. Nincs aktivitás a **jobb vesében**.

B) Kortikális fázis (parenchyma funkció) – radiopharmakon a reanlis tubulusokban koncentrálódik a **bal vesében**. A **jobb vese** megnagyobbodott, halvány széli kortikális uptake ábrázolódik.

C) Kiválasztási (ürülési) fázis - a radiofarmakon a **bal vesemedence és ureter** és a **húgyhólyag** területén. A radiofarmakon kiválasztásának megfelelően. A **jobb vese korticalisban** növekvő aktivitás, de a vesemedence és a húgyvezeték területén nem jelent meg aktivitás.

D) Alacsony aktivitásfelvétel a tágult jobb **kehelycsoportokban és pyelonban** vizeletürítés után. A kép csaknem teljes obstrukciónak felel meg.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Renogram

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Vese: Renogram



A vizsgálat hasznossága más képalkotó eljárásokkal összehasonlítva:

A dinamikus vizsgálat hasznos a vizeletürítés értékelésére és a súlyos fokú vizeletelfolyási nehezítettség igazolására, amely obstruktív uropathiához és nephropathiához vezethet.

A CT és az MR-urogramm az anatómiai rendellenességeket mutatja, de a renogram funkcionális értékelést biztosít, amely segít meghatározni a károsodott lefolyás mértékét és a szeparált funkciót.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Renogram

[PET Vizsgálatok](#)

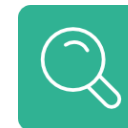
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Szívizom Perfúziós Vizsgálat



Indikációk:

A koszorúér-betegség jelenlétének, helyének és súlyossági fokának azonosítása
Azon betegek kiválasztása, akik profitálnak a revaszkularizációs eljárásokból, pl. PCI/CABG
A revascularisatiót vagy a gyógyszeres kezelést követő válaszreakció értékelése

Radiofarmakon:

Technetium-99m jelölt Tetrofosmin (Myoview) or Sestamibi - lipofil kationos komplex, amelyek passzívan diffundálnak és felhalmozódnak az életképes szívizomszövet mitokondriumaiban

Beadás: intravénás

Leképezés:

Két rész: terheléses és nyuglani. Egy vagy két napos protokoll egyes intézetekben eltérő gyakorlat.

Nyugalom: lekpezés 45-60 perccel a radiofarmkon beadása után

Terhelés: A radiogyógyszer beadását megelőzően végzett ergometriás gyakorlat vagy gyógyszeres stresszhatású szerek. Adenozint, regadenozont vagy dobutamint alkalmaznak a kórtörténettől és beteg gyógyszereitől függően.

SPECT leképezés

Kiegészítő CT vizsgálat az elnyeléskorrekcióhoz.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Myocardial Perfusion Imaging

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Szívizom Perfúziós Vizsgálat



Gyógyszeres terhelés:

A terheléses szívizomperfúziós vizsgálat a szívizom véráramlását vizsgálja terhelés alatt.

A terheléses vizsgálatához testmozgás (pl. kerékpár vagy futópad) is használható. Ha a betegek nem képesek testmozgásra, a szív terhelhető olyan gyógyszer adásával, ami a fizikai terheléshez hasonlóan növeli a szívfrekvenciát vagy tágítja a koszorúereket.

A felsorolja a főbb gyógyszeres lehetőségeket és hatásmechanizmusukat.

Gyógyszeres terhelés hatóanyag	Hatásmechanizmus
Regadenoson	Specifikus A _{2A} adenosin receptor agonista Vasodilatátor (direkt)
Adenosin	Nem specifikus adenosin receptor agonista Vasodilatátor (direkt)
Dipyridamol	Megelőzi az adenzin intracelluláris visszavételét és deaminálását Vasodilatátor (indirekt)
Dobutamin	β ₁ - és β ₂ -receptor agonista Szimpatomimetikum

8. Kardiológiai farmakológiai terheléshez használt gyógyszerek

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

► [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Myocardial Perfusion Imaging

[PET Vizsgálatok](#)

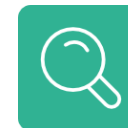
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

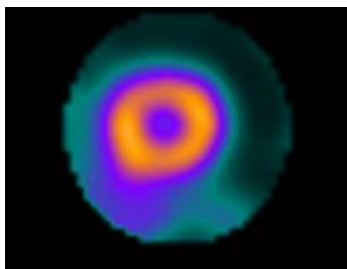


Szívizom Perfúziós Vizsgálat

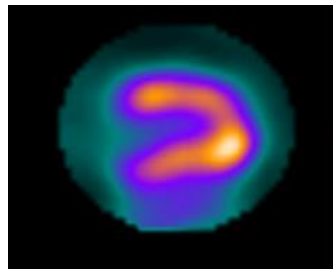


Normal Eset

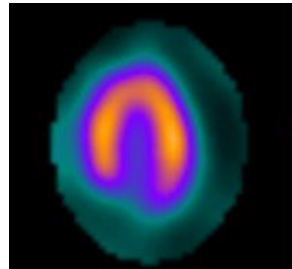
Terheléses képek



Rövid tengely

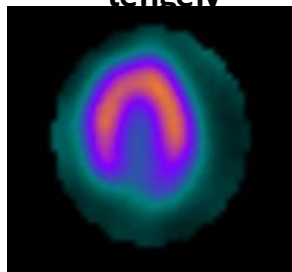
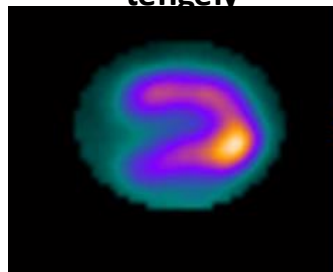
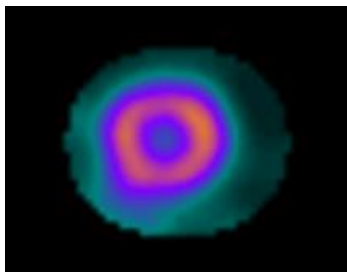


Horizontális hossz-tengely



Vertikális hossz-tengely

Nyugalmi képek



Mind a terheléses, mind a nyugalmi képek normális radiofarmakon-eloszlást mutatnak. A rövid, a horizontális és vertikális hossz-tengelyi metszetek a szívizom különböző rekonstruált SPECT-felvételeit ábrázolja.

Ábra 38. Normal [^{99m}Tc]Tc Myokardium perfúziós vizsgálat

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Myocardial Perfusion Imaging

[PET Vizsgálatok](#)

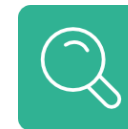
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



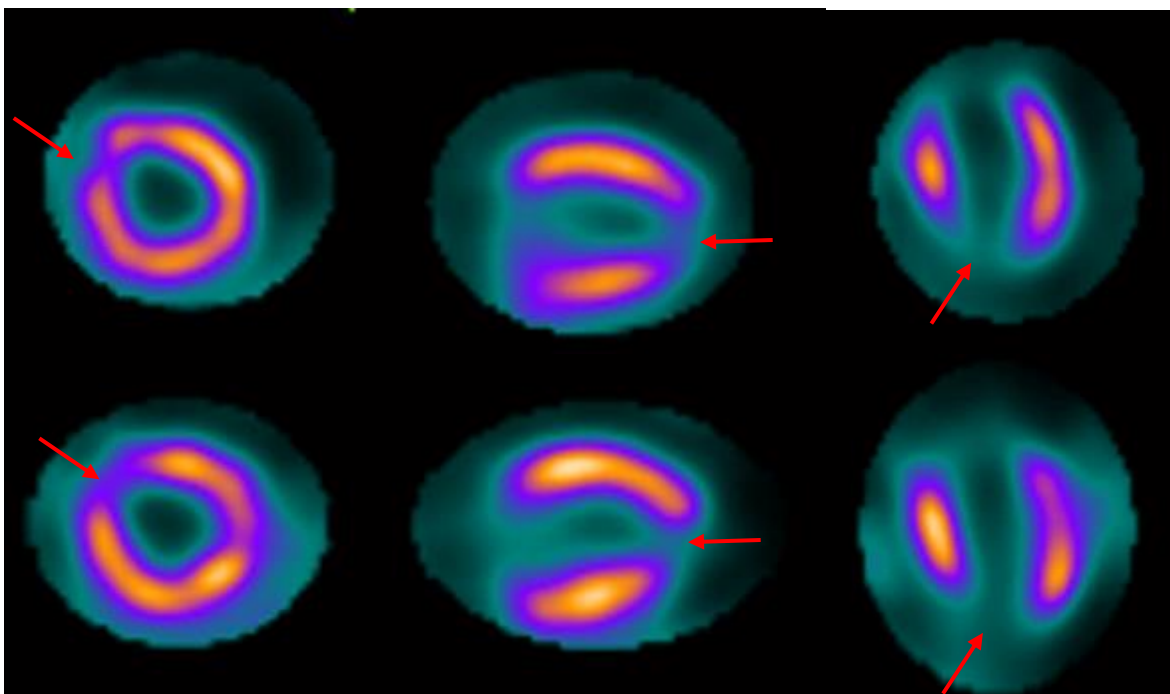
Szívizom Perfúziós Vizsgálat



ESET:

68 éves férfi. Ischaemiás szívbetegség.

Terheléses képek



Nyugalmi képek

Ábra 39. [^{99m}Tc]Tc Myokardium Perfúziós vizsgálat

A terheléses vizsgálaton kifejezett aktivitáscsökkenés figyelhető meg a szívcsúcson (piros nyíl) a nyugalmi vizsgálaton nincs érdemi különbség, mely a LAD (left anterior descendens) distalis ága infarktusra utal.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Myocardial Perfusion Imaging

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Szívizom Perfúziós Vizsgálat



Vizsgálat	A vizsgálat hasznossága más képalkotó eljárásokkal összehasonlítva
Myokardium Perfúziós Vizsgálat (MPI)	A koszorúér-angiográfiával vagy CT-koronária-angiográfiával összevetve funkcionális információk. Az MPI számszerűsíti a perfúziót és korlátozott térbeli felbontást biztosít.
PET perfúziós vizsgálat (Rubidium-82 or Nitrogen-13)	Jobb térbeli felbontás és kevesebb zaj, de a SPECT-hez képest, de nem széles körben elérhető.
Szív MRI	Nagy térbeli felbontás, képes a perfúzió számszerűsítésére, és nem jár ionizáló sugárzással. A szívizomszövet részletes megjelenítése, de drága és korlátozottan hozzáférhető.
CT coronária angiografia	Anatómiai információt nyújt a koszorúér lumenének megjelenítésével és a koszorúér-szűkület értékelésével, nem nyújt azonban funkcionális információt.
Terheléses echocardiogram	Széles körben elérhető, ágy melletti vizsgálat, olcsó, azonban oszerverfüggetlen, korlátozottan reprodukálható.

Táblázat 9. A különböző szívvizsgálatok összehasonlítása

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

► [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
Myocardial Perfusion Imaging

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Metaiodobenzylguanidine (MIBG)



Indikációk:

A neuroendokrin tumorok felismerése, lokalizációja, stádiumbeosztása és nyomon követése : Phaeochromocytoma, Neuroblastoma, Carcinoid tumor, stb.

A jód-131-gyel jelölt MIBG-t bizonyos neuroendokrin tumorok kezelésére használják.

Beadás: lassan kb 4 perc alatt intravénásan

Radiofarmakon:

Jód-123 jelölt with MIBG (meta-iodobenzylguanidine).

A MIBG a noradrenalin és a guanetidin analógja, amely az adrenerg transzportereken keresztül aktív felvételi mechanizmussal jut a neuroendokrin sejtekbe, és a neuroszekréción szemcsékben tárolódik.

Leképezés:

Korai planáris 4 óra p.i.
Kései planáris 24 óra p.i.
+/- SPECT/CT 24 óra p.i.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

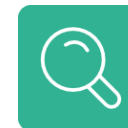
▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
MIBG Scan

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



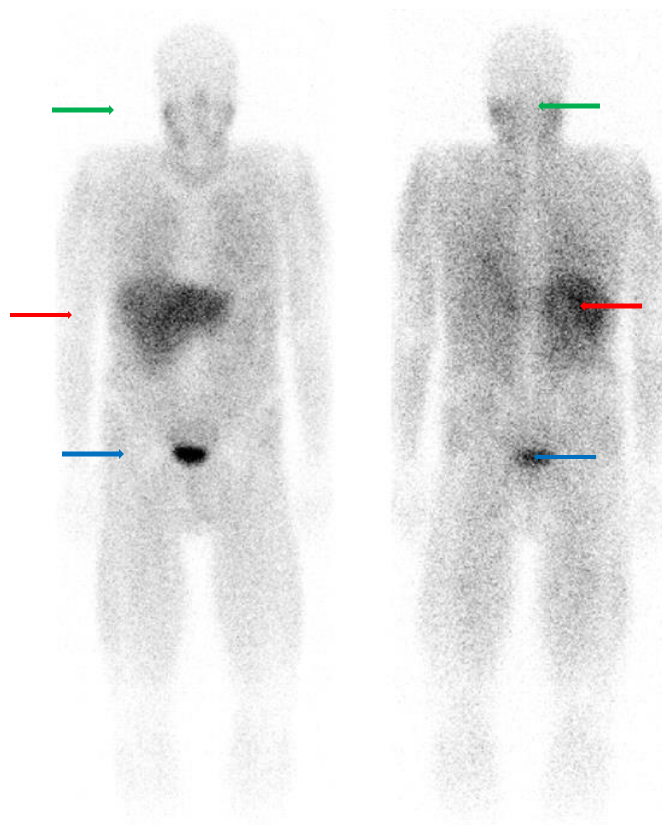
MIBG Scan

Normal ESET

[¹²³I]-MIBG teljes test felvétel.

Diffúz homogén felvétel a máj és a húgyhólyagban.

Mérsékelt homogén felvétel a nyálmirigyekben.



Máj

Húgyhólyag

Nyál-
mirigyek

Más szerek:
GI traktur
Szív
Barna
zsírszövet

Ábra 40. Normal [¹²³I]-MIBG Scan

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina
alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT
Vizsgálatok](#)
MIBG Scan

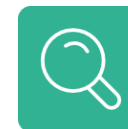
[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

MIBG SPECT/CT



Eset: Bal oldali phaeochromocytoma

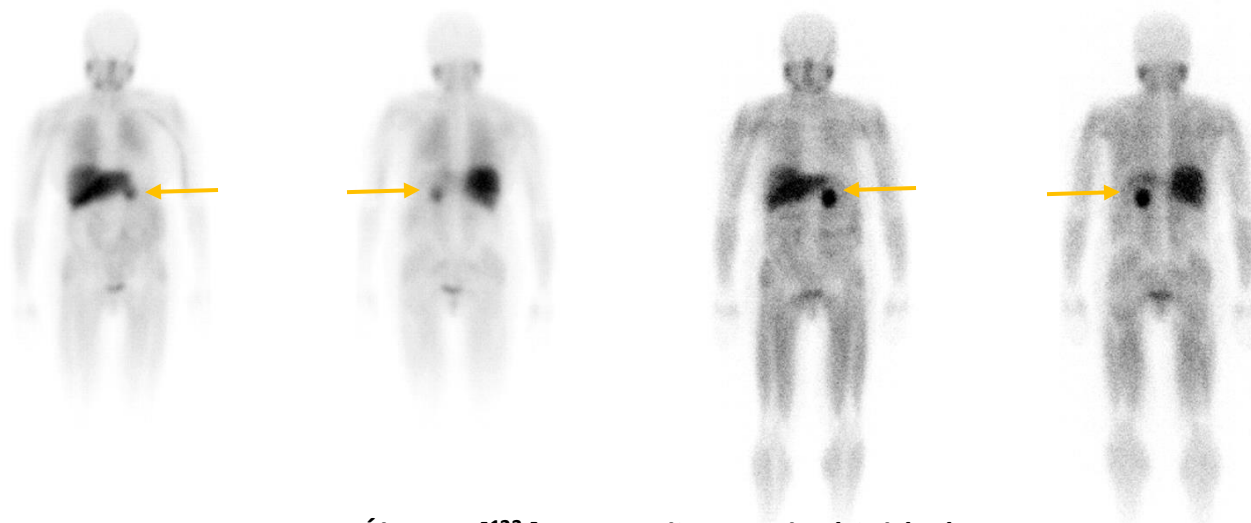
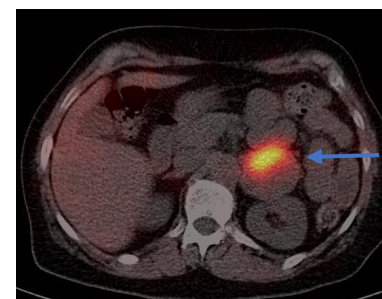
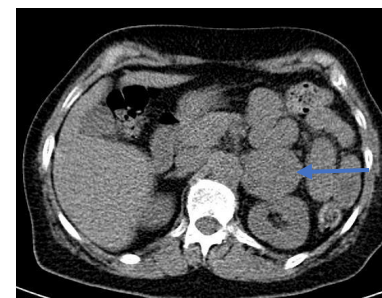
61 éves nő. Bal suprarenalis 5 cm-es lágyrészképlet. Artériás fázisban nem halmozza a kontrasztanyagot a CT vizsgálat bizonytalan, a funkcionális vizsgálatok phaeochromocytomára utalnak.

EARLY 4HR WB MIBG 23/06/2022

EARLY 4HR WB MIBG 23/06/2022

24HR WB MIBG 24/06/2022

24HR WB MIBG 24/06/2022



Ábra 41. [^{123}I]I-MIBG teljesest planáris kép és SPECT/CT

Intenzív aszimmetrikus MIBG felvétel ábrázolódik a bal mellékvese régióban, mely a 24 órás felvételen perzisztál. (sárga nyíl).

A SPECT/CT felvételeken intenzív radiofarmakon felvétel látható anteromedialisán az 5 cm-es mellékvese lágyrészképletnek megfelelően. (kék nyíl).

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

► [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
MIBG SPECT/CT

[PET Vizsgálatok](#)

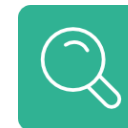
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



MIBG



A vizsgálat hasznossága más képalkotó eljárásokkal összehasonlítva:

Általában pontos vizsgálatnak tekinthető a neuroendokrin tumorok igazolására.

Fontos funkcionális vizsgálat, ha a hagyományos anatómiai képalkotó eljárások (CT/MRI) felvetik neuroendokrin dagant jelenlétét.

Az MIBG scan hasznos a mellékvese és a hasi tumorok gyanúja esetén, ezzel szemben a $[^{68}\text{Ga}]\text{Ga}$ -DOTA peptid PET/CT az extra abdominális neuroendokrin tumorok esetén *(lásd PET fejezet)*

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
MIBG

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



DaT Scan



Indikációk:

A Parkinson-kór és más neurodegeneratív parkinson szindrómák (pl. Lewy-testes demencia, progresszív szupranukleáris bénulás és a multisztémás atrófia) diagnózisa

A Lewy-testes demencia és más demenciák megkülönböztetése

A preszinaptikus degeneratív dopaminhiány okozta parkinsonizmus és a parkinsonizmus egyéb formáinak differenciáldiagnosztikája (pl. gyógyszer okozta, pszichogén vagy vaszkuláris)

Radiofarmakon:

Jód-123 DaTSCAN (loflupane vagy FP-CIT) intravénásan

A nigrostriális pályán belül a preszinaptikus dopamin aktív transzporterekhez kötődnek

A nigrostriális dopaminerg idegvégződések pusztulása parkinson szindrómában szenvedő betegeknél. A radiofarmakon felvétele megfelel a transzporterek integritásának.

Beadás: intravénás

Leképezés:

Leképezés 3-6 óra p.i.

A beteg háton fekvő helyzetben van fejtámlában
Transzaxiális tomográfias felvételek készítése

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
DaT Scan

[PET Vizsgálatok](#)

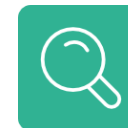
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

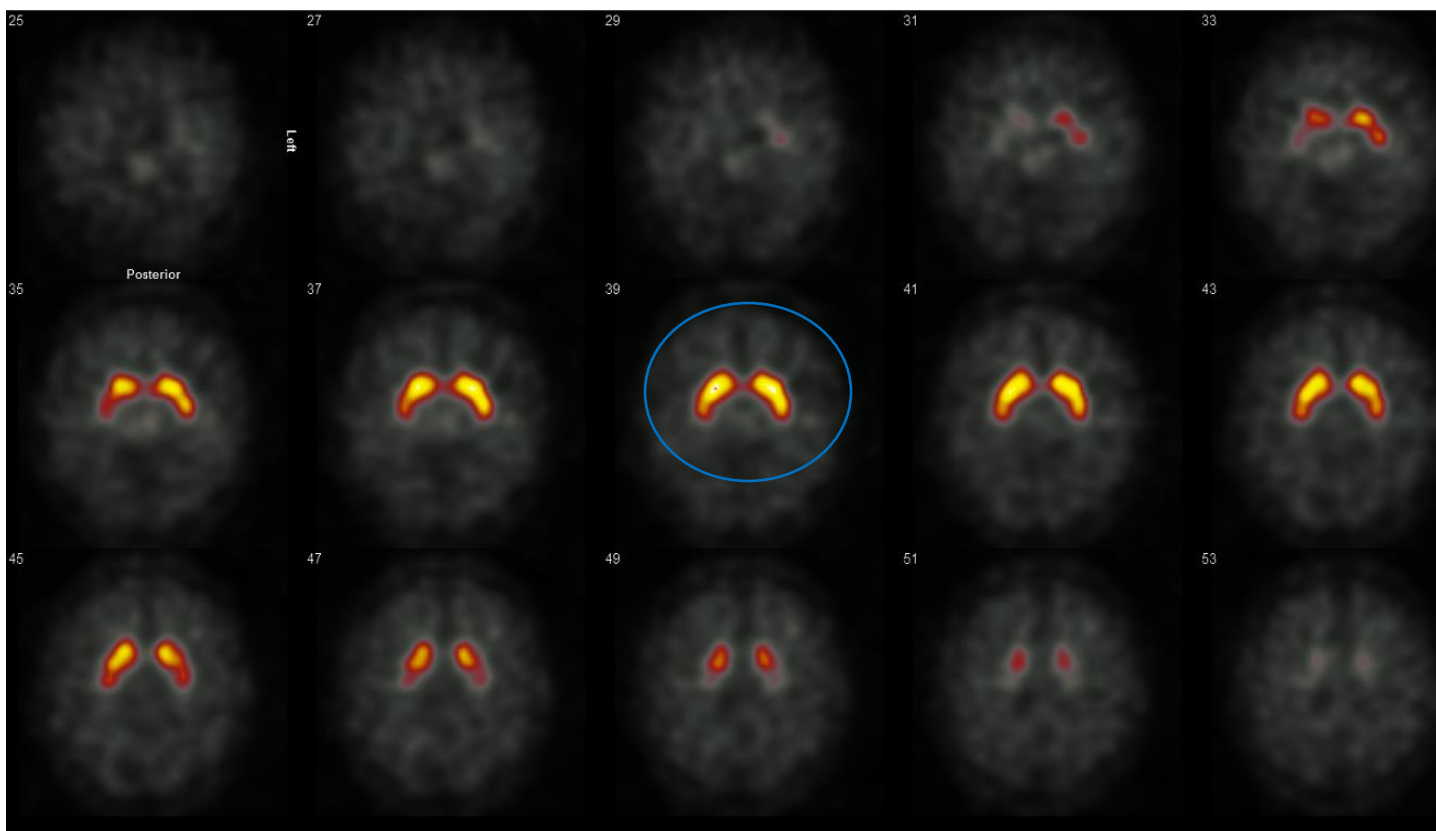


DaT Scan



Normal Eset

Normalis radiofarmakon felvétel mindkét nucleus caudatusban és putamenben; a basalis ganglionok normális "vessző" alakúak (kék kör).



Ábra 42. Axialis DaT Scan SPECT képek

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
DaT Scan

[PET Vizsgálatok](#)

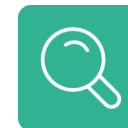
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



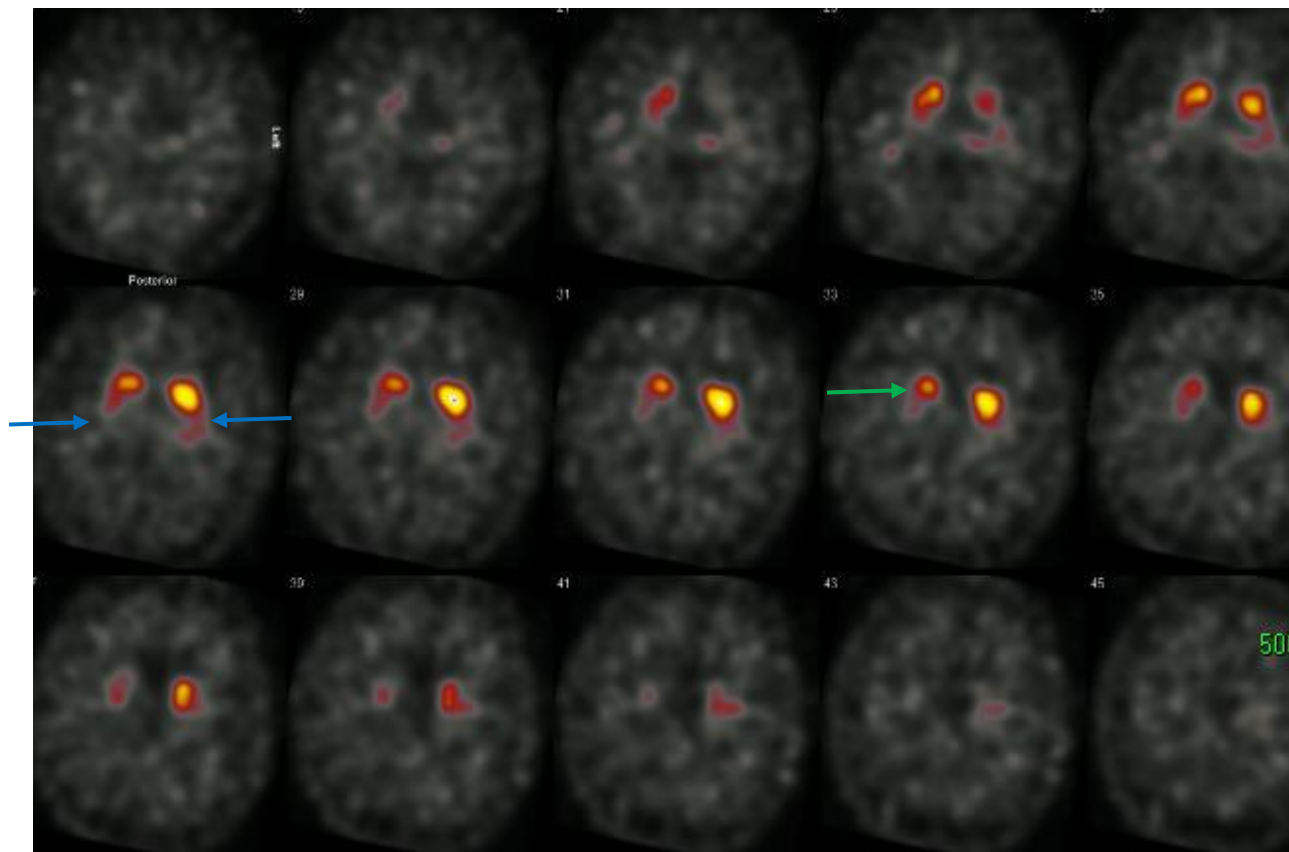
DaT Scan



Eset: Parkinson-kór vagy Parkinson-szindróma

72 éves férfi. A bal kéz remegése túlnyomórészt nyugalomban, majd az utóbbi időben a jobb kéz is kezdett remegni.

Szignifikánsan csökkent radiofarmakon felvétel mindkét putamenben (kék nyíl), jobb oldali túlsúllyal, mérsékelt csökkenés a jobb caudatus fejben (zöld nyíl). Mindkét bazális ganglion inkább pont, mint vessző alakú; „dot sign”.



Ábra 43. Axialis DaT Scan SPECT képek

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
DaT Scan

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



DaT Scan



A vizsgálat hasznossága más képalkotó eljárásokkal összehasonlítva:

A klinikai indikációtól függően más vizsgálatokkal, pl. MRI agy vagy FDG PET/CT szinergikusan alkalmazható.

Az egyetlen könnyen elérhető teszt a preszinaptikus dopaminerg neuronvesztés értékelésére, ami az elsődleges indikáció szempontjából hasznos.

Vaszkuláris parkinsonizmus gyanújakor (különösen, ha vannak klinikai kockázati tényezők vagy egyoldali kóros leletek a DaT-vizsgálaton), MRI vizsgálat alkalmas az ipsilaterális infarktus felmérésére.

Az MRI vagy FDG PET/CT együtt használható a DaT-vizsgálattal, a demencia differenciál diagnosztikájában.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

▶ [Planar és SPECT Vizsgálatok](#)
DaT Scan

[PET Vizsgálatok](#)

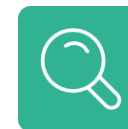
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



FDG PET Vizsgálat



Indikációk:

- A glükózfogyasztás mérésére szolgál, és elsősorban a rosszindulatú daganatok kimutatására használják
- Onkológia - Rosszindulatú daganatos betegségek stádiumbeosztása, a daganat metabolikus aktivitásának meghatározása, a terápiás hatás nyomon követése, a daganat kiújulásának felismerése és a sugárterápia tervezése
- Gyulladás/fertőzés – ismeretlen eredetű láz (FUO), vasculitis
- Neurológia - Demencia és epilepsziás fókusz lokalizálása
- Kardiológia – Kardiális infekciók és fertőzések, viabilitás

FDG PET/CT: EANM procedure guidelines for tumour imaging: version 2.0, 2015

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

▶ [PET Vizsgálatok](#)
FDG PET

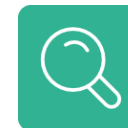
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



FDG PET Vizsgálat



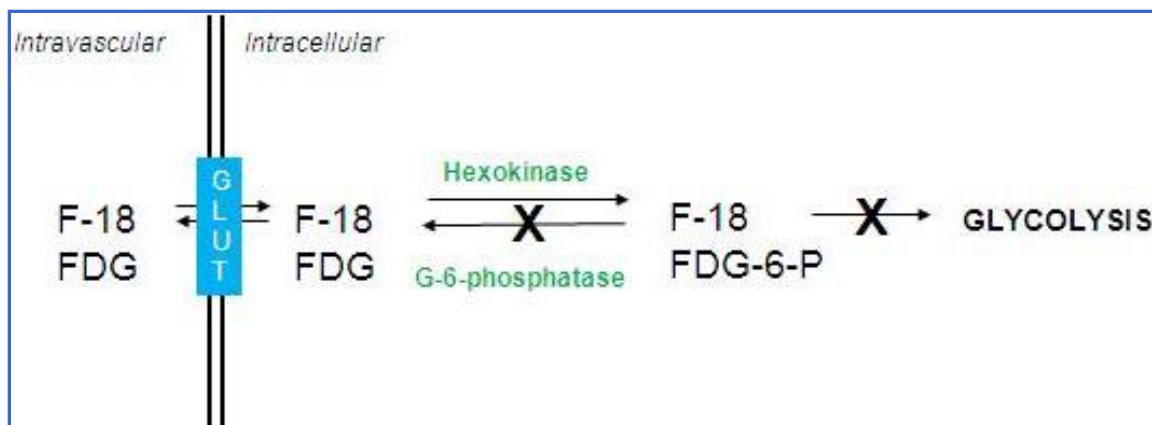
Radiofarmakon:

Fluor-18 jelölt fluorodeoxyglucose (FDG), Glükóz analóg

Ciklotron termék

Felezési idő 110 perc

Az FDG FDG-6-foszfáttá metabolizálódik. Az FDG a glükózhoz hasonlóan a GLUT transzportereken keresztül jut a sejtekbe, de a kezdeti foszforiláció után intracellulárisan felhalmozódik, nem metabolizálódik tovább. Minél nagyobb a sejtek metabolikus aktivitása, annál nagyobb az FDG-felvétel. A rosszindulatú sejtek növelik a GLUT- és hexokináz-aktivitást



Ábra 44. A sejtek 18F-FDG-felvétele sematikus ábra

Beadás: intravénás

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)
FDG PET

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



FDG PET Vizsgálat



Leképezés:

- Vizsgálat előtt 4-6 óra éhhomi állapot - optimalizálja a glükóz- és inzulinszintet.
- A betegnek 30-60 percig célszerű pihennie az FDG beadás előtt - csökkenti az izmok FDG felvételét.
- A betegnek a felvételek megkezdése előtt ki kell ürítenie a hólyagját - csökken az FDG koncentrációja a húgyhólyagban.
- A képalkotás 60 perccel az injekció beadása után történik.
- A felvételek a protokolloktól függően készülnek; vagy egész test (a fej tetejétől a lábfejig), vagy törzs (a fej tetejétől/koponyaalaptól a combközépig).
- Alacsony dózisu CT-vel kombinálva az elnyelés korrekció és az anatómiai lokalizáció érdekében

FDG PET/CT: EANM procedure guidelines for tumour imaging: version 2.0, 2015

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

▶ [PET Vizsgálatok](#)
FDG PET

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



FDG PET Vizsgálat



Vércukor és insulin

- Mind a glükóz, mind az FDG aktív transzporttal bejut a sejtekbe, így a vér glükózsztintje befolyásolja az FDG felvételét.
- A magas vércukorszint alacsonyabb FDG-felvételt eredményez.
- Fontos, hogy a vércukorszint a [18F]FDG beadása előtt a normális tartományban legyen.

- A betegeknek éhgyomorra kell érkezni (4-6 óra) az FDG PET-vizsgálatra.
- A cukorbetegek felkészítése bonyolult, és függ a gyógyszerek típusától és attól, hogy inzulint szednek-e.
- A képalkotás előtt elengedhetetlen a friss kórtörténet felvétele.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

▶ [PET Vizsgálatok](#)
FDG PET

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

FDG PET Vizsgálat

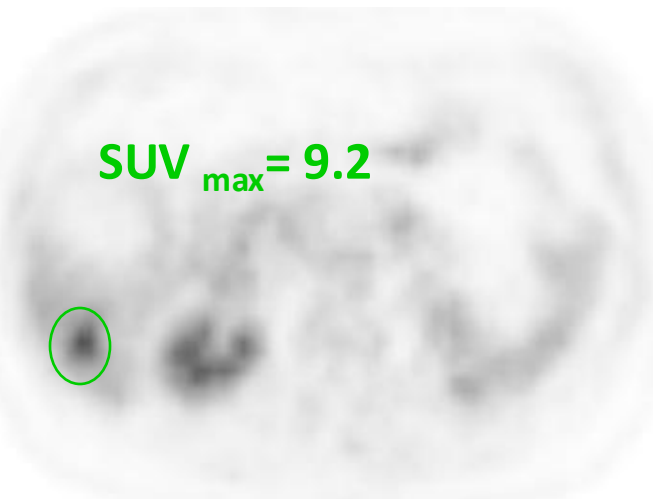
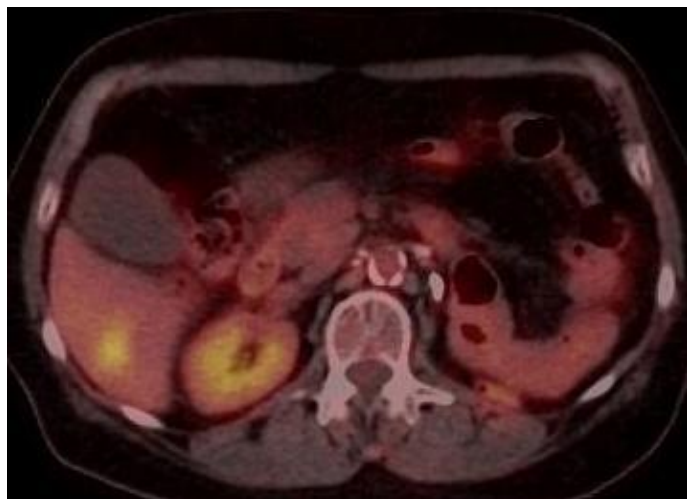


SUV:

- Standardizált felvételi érték (standardised uptake value - SUV) egy szemikvantitatív mérőszám, amelyet a PET/CT-felvételeken az aktivitás számszerűsítésére használnak.

$$SUV = \frac{\text{Standardised uptake value trésszer felvétel}}{\text{beadott aktivitás/pt wt} \times 1000}$$

- A ROI maximális SUV értékét használják az elváltozások értékelésére (SUV_{max}), amely összehasonlítható a normál szövetek (pl. máj vagy mediastinalis vérkészlet) háttéraktivitásával.



A **zöld kör** ROI (region of interest) a májban lévő lézió magas térszer felvételének SUV mérésére szolgál.

Ábra 45. Axialis fúzionált és PET [¹⁸F]FDG PET/CT felvételek

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)
FDG PET

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



FDG PET Vizsgálat



SUV:

vércukor	Vércukor A beadás időpontjában az inzulin szint A beadás és a leképezés közt eltelt idő
Magas SUV	a legtöbb high-grade rosszindulatú daganat, fertőző és gyulladáshoz kapcsolódó folyamatok
Alacsony SUV	bizonyos rosszindulatú daganatok (prosztatata, hepatocelluláris carcinoma, tüdő adenocarcinoma spektrum lesions, neuroendokrin tumorok) és szövettani altípusok (low grade, mucinózus/lobuláris tumorok), kisebb tumorok (különösen 6 mm alatt).

10. SUV

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

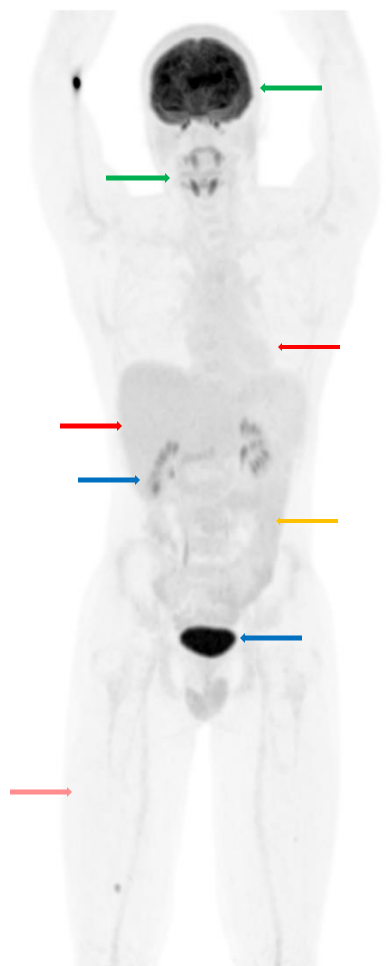
▶ [PET Vizsgálatok](#)
FDG PET

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

Normal eset Példa



Agy &
nyál-
mirigyek

Szív
Máj

GI Traktust

Izmok

Vesék és
hólyag
(vizelet
kiválasztó-
rendszer)

FDG PET Vizsgálat

Fiziológiás Felvétel



- **Agy:** Intenzív FDG felvétel, mivel a glükóz az anyagcsere fő szubsztrátja..
- **Vizelekiválasztó rendszer** (vese, ureter és hólyag): Magas felvétel, mivel a kiválasztási útvonal a vese.
- **Myokardium:** változó, és függ az inzulin/glükózsintektől és a beteg éhgyomri állapotától (alacsony poszt-éhgyomi állapot). A szívizom általában a zsírsavakat részesíti előnyben az anyagcseréhez.
- **Gasztrointesztinalis traktus:** A felvétel változó, a diffúz enyhe vagy mérsékelt felvétel nem kóros. A metformin növelheti az FDG felvételét.
- **Máj:** Alacsony/mérsékelt, diffúz homogén felvétel.
- **Nyálmirigyek, tonsillák, pajzsmirigy:** Enyhe vagy mérsékelt fokú szimmetrikus felvétel.
- **Izmok:** Az FDG felvétel általában alacsony. Az izmokban az FDG felhalmozódása megnövekedhet edzést követően és emelkedett inzulinszint mellett.
- **Barna zsírszövet:** Metabolikusan aktív zsírszövet, amely általában a supraclavicularis, axillaris, mediastinalis és paravertebralis régiókban található, és amely akkor figyelhető meg, ha a beteg fázik, fiatalabb betegeknél gyakoribb.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

▶ [PET Vizsgálatok](#)
FDG PET

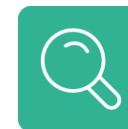
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

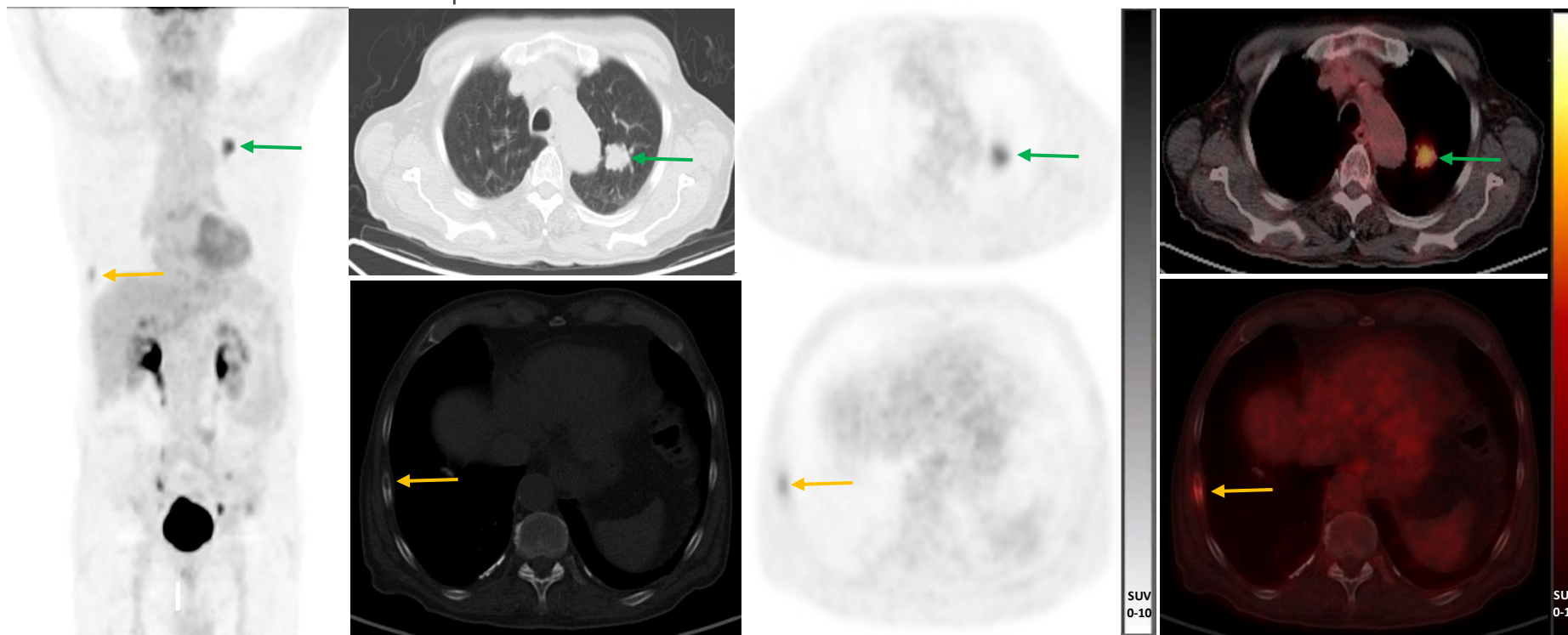
Ábra 46. MIP kép [¹⁸F]FDG PET

FDG PET/CT



Eset: Tüdő tumor csontmetasztázissal

82 éves férfi. Mellkas CT-n soliter pulmonaris nodulus.



Ábra 47. [^{18}F]FDG PET/CT vizsgálat

A bal tüdőcsúcsi spikulált nodulus (zöld nyíl) fokozott metabolikus aktivitást mutat (SUV-max 6.3). Metabolikusan aktív lyticus lézió továbbá a jobb 8 bordán, mely csontmetasztázis következménye (sárga nyíl). Metabolikusan aktív nyirokcsomó nem igazolódott.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)
FDG PET/CT

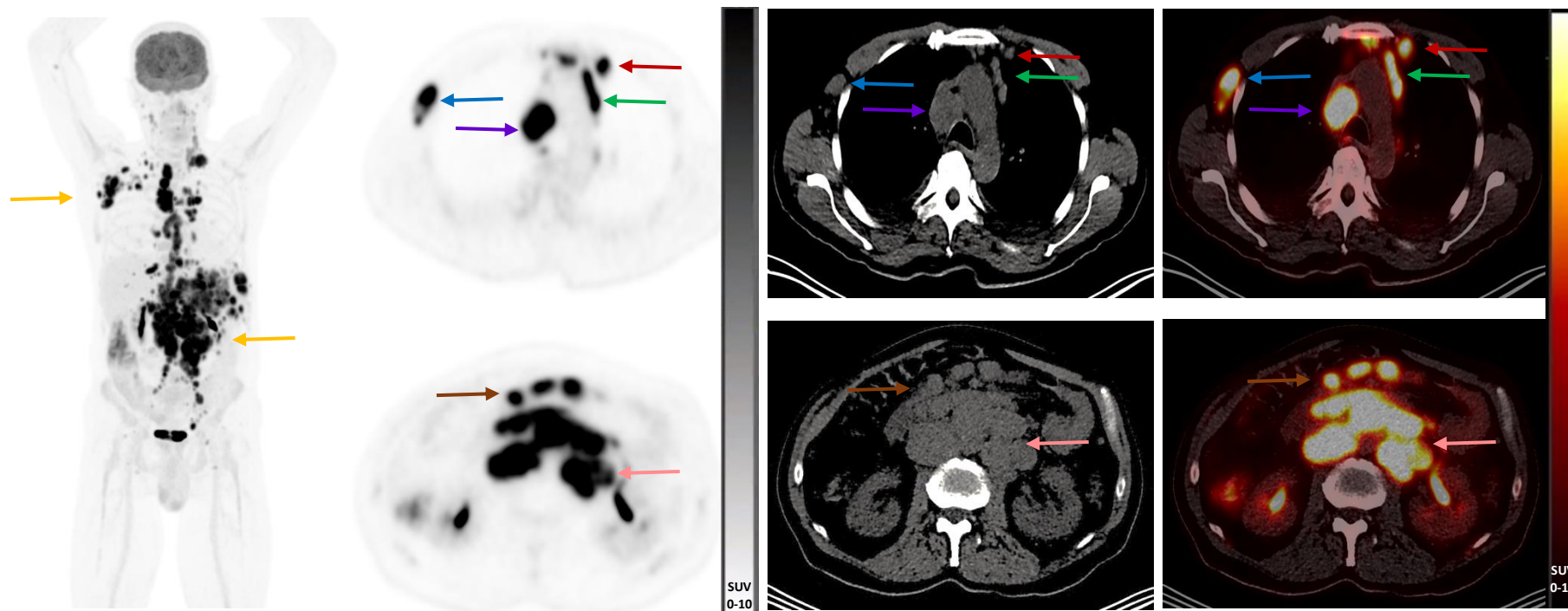
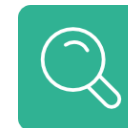
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

FDG PET/CT

Eset: Diffúz nagy B sejtes Lymphoma DLBCL

Ábra 48. [^{18}F]FDG PET/CT Scan

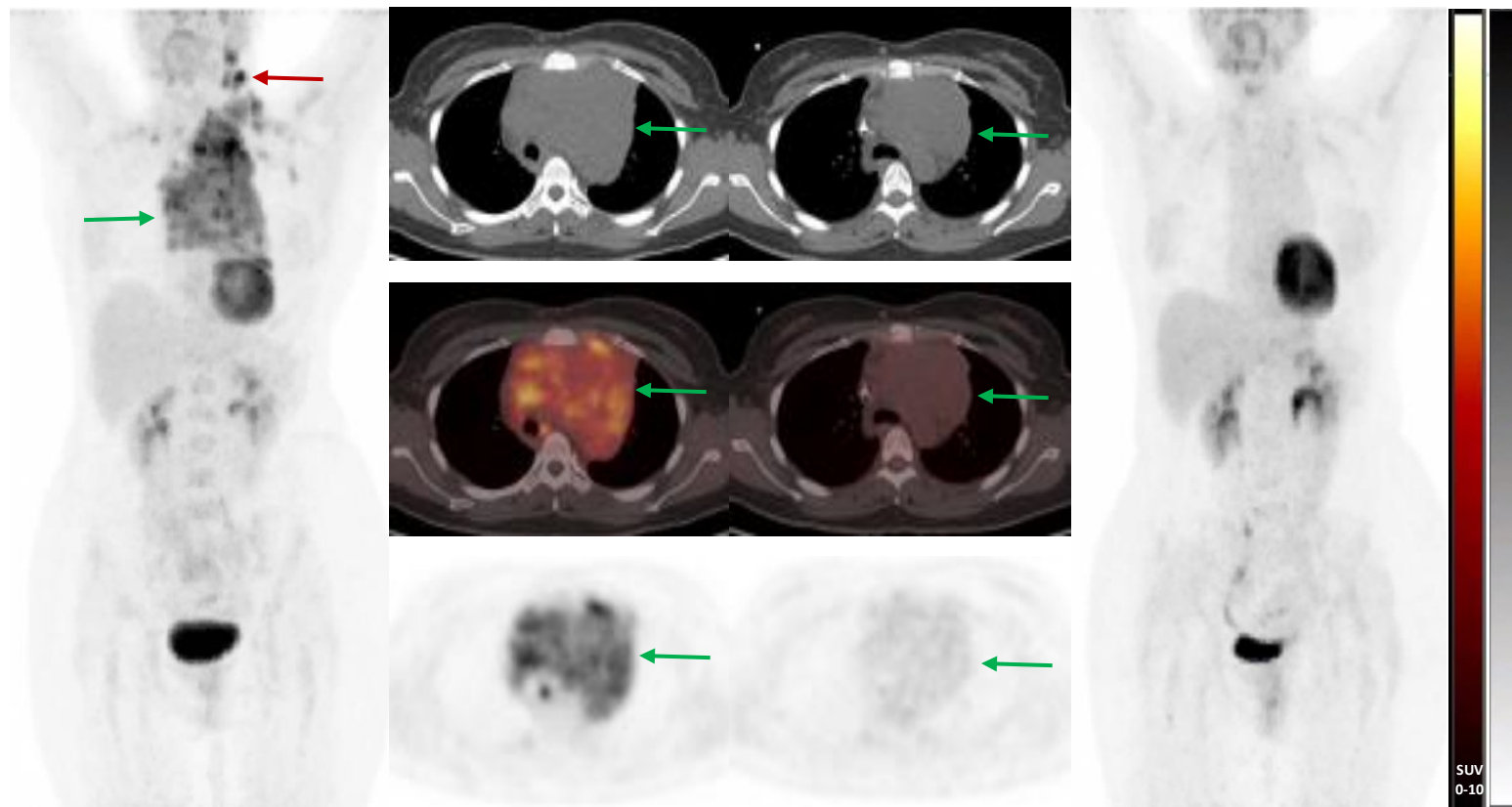
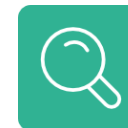
A MIP képeken infra- és supradiaphragmatikusan multiplex metabolikusan fokalisan felvételt mutatkozó (nyirokcsomók), (sárga nyíl). Az axialis képek paratrachealis, prevascularis, internal thoracikus, axillaris, para-aorticus, és mesenterialis nyirokcsomó érintettségét mutatnak be.

[Bevezetés](#)[Nukleáris medicina alapjai](#)[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)[PET Vizsgálatok](#)
FDG PET/CT[Take-Home Message](#)[Irodalom](#)[Tesztelje tudását](#)



FDG PET/CT

Eset: Non Hodgkin Lymphoma terápia előtt és 6 ciklus kemoterápiát követően



Ábra 49. [^{18}F]FDG PET/CT vizsgálat

A bal oldali képeken számos magas metabolikus aktivitású nyirokcsomó látható a nyak bal oldalán (piros nyíl) és a mediastinumban (zöld nyíl) melyek a 6 ciklus kemoterápiát követően készült vizsgálat képein (jobb oldal) már nem azonosíthatók.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)
FDG PET/CT

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



FDG PET/CT



Deauville score

- 5-pontos skála
- Kiindulási staging és terápiakövetés megítélésére használjuk Hodgkin lymphomas és bizonyos non-Hodgkin lymphomas esetekben beleértve a DLBCL-t.
- A pontrendszer vizuálisan értékeli a léziók aktivitásfelvételét a referencia régiók máj és vér-pool aktivitásfelvételéhez képest.
- Skála:

1	Nincs uptake, a háttértől nem elkülöníthető vagy nincs maradék felvétel
2	Uptake \leq mediastinalis vér-pool (MBP)
3	Uptake $>$ MBP \leq máj
4	Uptake mérsékelten magasabb mint a máj
5	Uptake jelzetten magasabb mint a máj és/vagy új lézió jelent meg

Táblázat 11. Deauville score

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)
FDG PET/CT

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



FDG PET/CT



Pro	Kontra
Anatómiai és funkcionális információk egy vizsgálatban (low-dose natív CT összevetve a stansard képalkotással)	Fals pozitív eredmények az onkológiai vizsgálatokban: fertőző és gyulladós folyamatok, valamint „sarcoid-like” reakció rosszindulatú daganatban, nyirokcsomókat imitáló húgyvezetéki aktivitás
Olyan metasztázisokat is detektálhat, melyeket a konvencionális képalkotó vizsgálatok CT/MRI nem azonosított, így szerepe kruciális a terápiás döntésben	Fals negatív: Szövetten (low grade, nekrotikus vagy mucinosus tumorok, egyes daganttipusok, mint prostate, hepatocellularis carcinoma), apró daganatok

Táblázat 12. Pro és Kontra of FDG PET/CT

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

▶ [PET Vizsgálatok](#)
FDG PET/CT

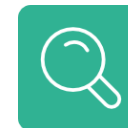
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



PSMA PET Vizsgálat



Indikációk:

- Magas rizikójú prosztatadaganat primer stádiumbesorolása prostatectomia előtt
- Kimutatható PSA a prostatectomia után, a prostatectomia utáni tartós PSA-emelkedés ($\geq 0,2$ ng/ml) esetén, a műtét előtt nem azonosított reziduális vagy egyéb módon okkult betegség felmérése céljából.
- A betegség lokalizációja a radikális prostatectomiát vagy sugárterápiát követő biokémiai kiújulásban, ha ez befolyásolja a későbbi terápiás stratégiát.
- Beteg kiválasztás lutetium-177-jelölt PSMA radioligand terápiára metasztatikus kasztráció-rezisztens prosztatatarákban

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)
PSMA PET Scan

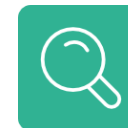
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



PSMA PET Vizsgálat



Radiofarmakon:

Prosztata-specifikus membrán antigén (PSMA) egy transzmembrán glycoprotein ami a normal prosztata sejtek felszínén expresszálódik.

PSMA expresszió megnövekszik a prosztata daganatos sejtek felszínén különösen high-grade tumorokban.

PSMA-t lehet Gallium-68 (Ga68)-al jelölni, ami pozitron sugárzó. Elérhető Fluor-18-al jelölt trészerek, melyeknek hasonló a biodisztribúciója de vannak különbségek a kötési affinitásban és a nonspecifikus felvételben.

A Gallium-68 generator termék, Germanium-68 (^{68}Ge)/ ^{68}Ga generator eluálásával állítjuk elő.

Felezési ideje 68 perc

Beadás: intravénás

Kelépezés:

A képalkotásra 45-75 perccel a radiofarmakon beadása után kerül sor.

A PET-leképezést a medencétől a fej felé indítjuk, hogy a vizsgálat CT/MRI és PET komponensei között a hólyagnak a felvétel során történő kitöltése miatt fellépő regisztrációs hibák minimálisra csökkenjenek.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)
PSMA PET Scan

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



68Ga PSMA PET Vizsgálat – Normal Eloszlás



Nyál-
mirigyek

Fiziológiás Felvétel függ a szövetek PSMA expressziójától és a radiofarmakon kiválasztásától.

- Nyálmirigyek: Fiziológiás felvétel a PSMA expresszió következménye.
- Máj és lép: Mérsékel, diffúz homogén felvétel.
- Pancreas és vékonybélkacs, részben a duodenum: Fokozott radiofarmakon felvétel. A folát bevitel csökkentheti a radiofarmakon kötődését (kompetíció).
- Vizeletkiválasztó rendszer: (vesék, ureteres és hólyag): Magas aktivitás, mivel a kiválasztási útvonal a vese.

Máj és
lép

Pancreas &
vékonybél

Vesék és és
hólyag
(kiválasztás a
vizelettel)

Ábra 50. MIP kép [68Ga]Ga-PSMA-11 PET Vizsgálat

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

▶ [PET Vizsgálatok](#)
PSMA PET Scan

[Take-Home Message](#)

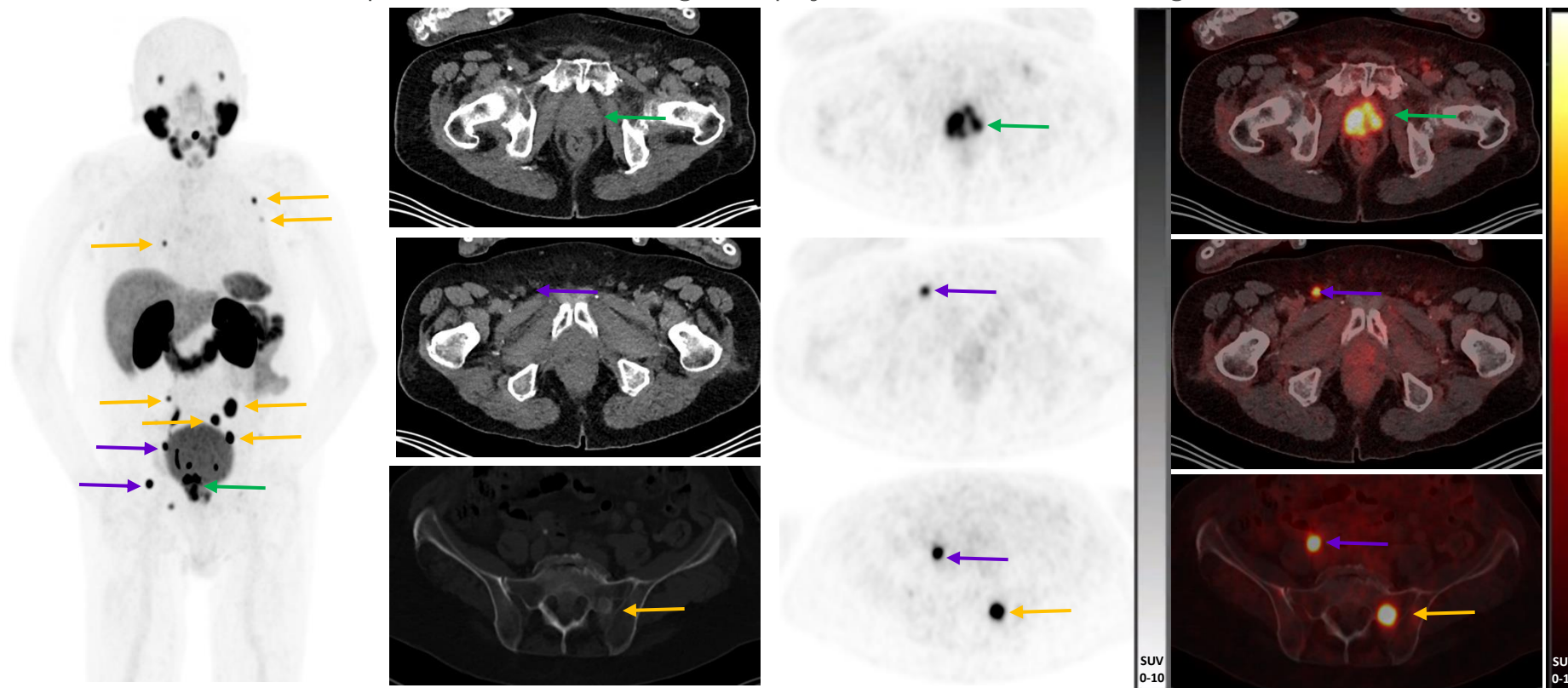
[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

PSMA PET Vizsgálat

Eset: Recidív prostata carcinoma nyirokcsomó és csontmetasztasisokkal

76 éves férfi. Emelkedő a prosztatatarák korábbi sugárterápiája után emelkedő PSA **129 gn/ml.**



Ábra 51. ^{68}Ga PSMA-11 PET/CT vizsgálat

PSMA avid recidív tumor a prostatában (zöld nyíl) jobb inguinalis és kismedencei PSMA pozitív nyirokcsomók (lila nyíl), multilex csontmetastasisok (sárga nyíl).

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)
PSMA PET Scan

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



PSMA PET Vizsgálat



A vizsgáló hasznossága más képalkotó eljárásokkal összehasonlítva :

A kismedencei MRI más képalkotó eljárásokkal összevetve pontosabb a primer prosztatatarák regionális stádiumbeosztásában.

A [68Ga]Ga- PSMA PET/CT lehetővé teszi a prosztatata, a nyirokcsomók, a lágyszövetek és a csontok metasztatikus átfogó értékelését. A PSMA PET nagy érzékenysége a hagyományos képalkotáshoz képest lehetővé teszi a kis térfogatú betegségek azonosítását.

A prosztatatarák diagnosztikájában használható egyéb PET-radiofarmakonok közé tartozik a fluciklovin és a radioaktívan jelzett kolin (fluor-18 vagy szén-11). A bizonyítékok azonban arra utalnak, hogy a PSMA PET-nek jobb a diagnosztikai hatékonysága.

Fals negatív – a prostata daganatok kb. 10% PSMA negatív lehet

Fals pozitív

- Gyulladás/fertőzés pl. prostatitis
- Kóros csontfolyamatok pl. fractura, Paget's disease, fibrous dysplasia
- Benignus tumorok pl. Adrenal adenoma
- Egyéb malignus daganatok is expresszállhatják a PSMA-t pl. emlő, tüdő, colorectais cc.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

▶ [PET Vizsgálatok](#)
PSMA PET Scan

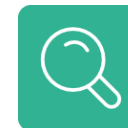
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



DOTATATE PET Vizsgálat



Indikációk:

Neuroendokrin tumorokban (NET) primer tumor lokalizálása és a disszemináció megítélése (stádiumbeosztás)

Utánkövetés, residualis és recidív, vagy progrediáló betegség kimutatása (restaging)

Beteg kiválasztás a szomatostatin receptorral célzott PRRT-re (peptidreceptor radionuklid terápiára).

Phaeochromocytoma, paraganglioma, neuroblastoma és meningioma értékelésére is használják.

Procedure guidelines for PET/CT tumour imaging with ^{68}Ga -DOTA-conjugated peptides: ^{68}Ga -DOTA-TOC, ^{68}Ga -DOTA-NOC, ^{68}Ga -DOTA-TATE, 2010

Beadás: intravénás

Radiofarmakon: A neuroendokrin tumor sejtek a szomatostatin receptort (SSTRs) expresszálják.

DOTATATE egy szomatostatin analóg, a 2-es típusú szomatostatin receptorhoz kötődik

A DOTATATE Gallium-68-al jelölt

Más ligandok DOTATOC és DOTANOC különböző szomatostatin receptor típusokhoz kötődnek elsődlegesen

Leképezés:

Leképezés 45–60 perc p.i.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)
DOTATATE PET Scan

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

DOTATATE PET Vizsgálat



Normal Eset



Nyál-
mirigyek

Agyalapi
mirigy

Pajzs-
mirigy

Lép és
Máj

Belek

Mellék-
vese

Vesék
és
hólyag

Fiziolófiás felvétel

Specifikus receptor kötés és nonspecifikus szöveti felvétel (peptid)

- Lép: Legmagasabb intenzív fiziológiás felvétel, SSTR expresszió
- Vesék: Glomeruláris filtrációs, részleges reabszorpció a proximális tubulusban, ami intenzív aktivitásfelvételt eredményez a vizelet elvezető rendszerben és a hólyagban, rezidualis aktivitás a vese parenchymában
- Hypophysis, pajzsmirigy és mellékese: SSTR expresszió
- Mák: Méréskelt, diffúz homogén felvétel
- Nyálmirigyek: SSTR expresszió
- GI Traktus: Változó mértékű fiziológiás radiofarmakon felvétel

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

▶ [PET Vizsgálatok](#)
DOTATATE PET Scan

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

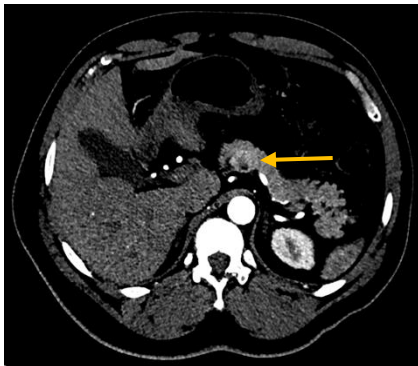
[Tesztelje tudását](#)

Ábra 52. MIP képp $[^{68}\text{Ga}]\text{Ga}$ - DOTATATE PET Vizsgálat

DOTATATE PET Vizsgálat

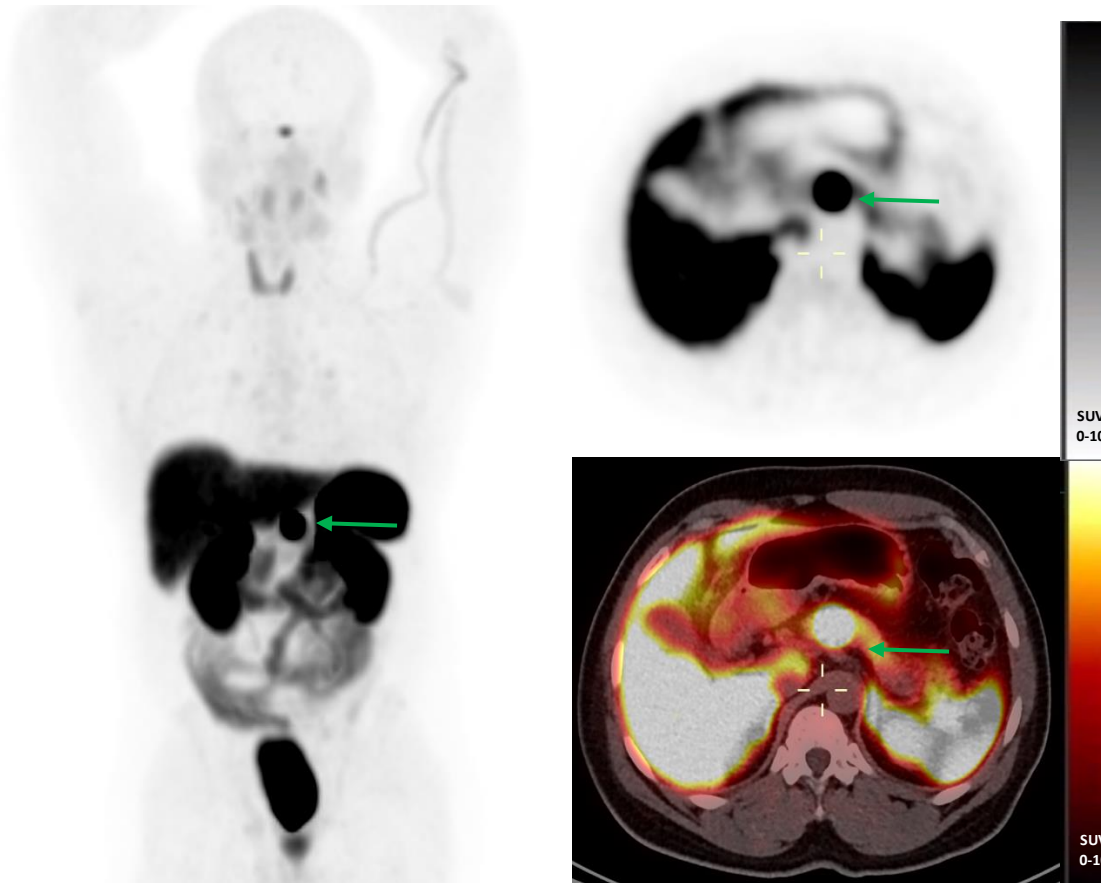
Eset: Pancreas neuroendocrin tumor

42 éves férfi. Kóros képlet a pancreasban a CT-n és MRI-n.



Ábra 53. Axialis kontrasztanyagós CT

A pancreas fej-test határon széli artériás halmozást mutató apró hypodens lézió látszik dorsalisán cystosus területtel (sárga nyíl). Az elváltozás diffúz intezív fokozott DOTATATE felvételt mutat, neuroendokrin dagantra utal (zöld nyíl).



Ábra 54. [⁶⁸Ga]Ga- DOTATATE PET vizsgálat



[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)
DOTATATE PET Scan

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



DOTATATE PET Vizsgálat



A vizsgálat hasznossága más képalkotó eljárásokkal összehasonlítva:

Számos vizsgálat azt mutatja, alacsony vagy közepes grádusú neuroendokrin tumorokban a [^{68}Ga]Ga-DOTATATE PET/CT pontosabb vizsgálómódszer, mint a konvencionális képalkotó eljárások beleértve a kontrasztanyagot CT vizsgálatot és az octreotide SPECT/CT –t az.

A legtöbb NET alacsony felvételt mutat a [^{18}F]FDG PET/CT-vizsgálaton. A [^{18}F]FDG PET/CT-vizsgálatot rosszul differenciált, magas grádusú NET primer és későbbi stádium meghatározásában (beleértve a műtét előtti staging-et) alkalmazzák.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)
DOTATATE PET Scan

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Take-Home Message



- A Nukleáris medicina vizsgálatómódszerei funkcionális információkat nyújtanak az egyéb képalkotó eljárások által nyújtott anatómiai információkon túl.
- A radiofarmakon, vagy radiogyógyszer egyesíti a radionuklidot és a gyógyszert, lehetővé téve a különböző szervek és élettani folyamatok célzott diagnosztikáját vagy terápiáját.
- A nukleáris medicina három fő modalitást használ: planáris leképezés, SPECT és PET.
- A SPECT és PET modalitásokat CT/MRI-el kombináljuk az elnyelés korrekció és az anatómiai lokalizálás céljából.
- Technetium-99m a leggyakrabban használt radioizotóp a planáris és SPECT képalkotáshoz.
- Fluor-18 FDG a leggyakrabban használt radiofarmakon a PET diagnosztikában.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

▶ [Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Irodalom



Bajc M, Schümichen C, Grüning T, et al (2019). EANM guideline for ventilation/perfusion single-photon emission computed tomography (SPECT) for diagnosis of pulmonary embolism és beyond. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*; 46: 2429–2451.

Boellaard R, Delgado-Bolton R, Oyen WJ, Giammarile F, Tatsch K, Eschner W, et al (2015) FDG PET/CT: EANM procedure guidelines for tumour imaging: version 2.0. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. Feb;42(2):328–54.

Broski, S. M., Hunt, C. H., Johnson, G. B., Morreale, R. F., Lowe, V. J., & Peller, P. J. (2014). Structural és functional imaging in parkinsonian syndromes. *Radiographics*, 34(5), 1273-1292.

Derenoncourt, P. R., Felder, G. J., Royal, H. D., Bhalla, S., Lang, J. A., Matesan, M. C., & Itani, M. (2021). Ventilation-perfusion scan: a primer for practicing radiologists. *Radiographics*, 41(7), 2047-2070.

Hofman, M. S., Hicks, R. J., Maurer, T., & Eiber, M. (2018). Prostate-specific membrane antigen PET: clinical utility in prostate cancer, normal patterns, pearls, és pitfalls. *Radiographics*, 38(1), 200-217.

Hofman, M. S., Lau, W. E., & Hicks, R. J. (2015). Somatostatin receptor imaging with 68Ga DOTATATE PET/CT: clinical utility, normal patterns, pearls, és pitfalls in interpretation. *Radiographics*, 35(2), 500-516.

Lim, M. M. D., Gnerre, J., & Gerard, P. (2018). Mechanisms of uptake of common radiopharmaceuticals [radiographics fundamentals] online presentation. *Radiographics*, 38(5), 1550-1551.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

▶ [Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)



Irodalom

Pésa, A., Homb, A. C., Krumm, P., Nikolaou, K., Huang, S. S., Jaber, W., ... & Rajiah, P. S. (2022). Cardiac Nukleáris medicina: Techniques, Applications, és Imaging Findings. *RadioGraphics*, 43(1), e220027.

Salerno, M., & Beller, G. A. (2009). Noninvasive assessment of myocardial perfusion. *Circulation: Cardiovascular Imaging*, 2(5), 412-424.

Virgolini, I.; Ambrosini, V.; Bomanji, J.B.; Baum, R.P.; Fanti, S.; Gabriel, M.; Papathanasiou, N.D.; Pepe, G.; Oyen, W.; De Cristoforo, C.; et al (2010) Procedure guidelines for PET/CT tumour imaging with 68Ga-DOTAconjugated peptides: 68Ga-DOTA-TOC, 68Ga-DOTA-NOC, 68Ga-DOTATATE. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging*, 37, 2004–2010.

Wallitt, K., Yusuf, S., Soneji, N., Khan, S. R., Win, Z., & Barwick, T. D. (2018). PET/CT in oncologic imaging of nodal disease: pearls és pitfalls: RadioGraphics fundamentals| online presentation. *Radiographics*, 38(2), 564-56



[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

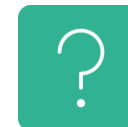


[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)

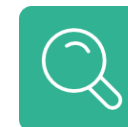


Tesztelje tudását



1. Milyen típusú sugárzást használnak a planáris és SPECT képalkotás során?

- a) alfa sugárzás
- b) röntgen
- c) ultraviola
- d) Gamma sugárzás



[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

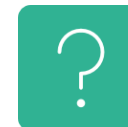
[Irodalom](#)



[Tesztelje tudását](#)



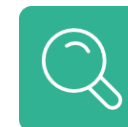
Tesztelje tudását



1. Milyen típusú sugárzást használnak a planáris és SPECT képalkotás során?

- a) alfa sugárzás
- b) röntgen
- c) ultraviola
- ✓ gamma sugárzás

A planáris és SPECT képalkotás gamma-sugárzást használ. Az alfa-sugárzást a sugárterápiában és bizonyos radionuklid terápiákban használják. A röntgensugárzást a hagyományos radiológiai képalkotó eljárásokhoz használják, beleértve a hagyományos röntgenfelvételt, a fluoroszkópiát és a komputertomográfiát. Az ultraibolya nem játszik szerepet a képalkotó vizsgálatokban.



[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

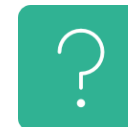
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

▶ [Tesztelje tudását](#)

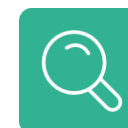


Tesztelje tudását



2. Mennyi Technetium-99m felezési ideje?

- a) 110 per
- b) 6 óra
- c) 68 perc
- d) 8 nap



[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

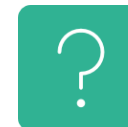
[Irodalom](#)



[Tesztelje tudását](#)



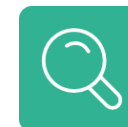
Tesztelje tudását



2. Mennyi Technetium-99m felezési ideje?

- a) 110 perc
- ✓ 6 óra
- c) 68 perc
- d) 8 nap

A technécium-99m felezési ideje 6 óra. Eég hosszú ahhoz, hogy szállítani lehessen, de nem túl hosszú ahhoz, hogy a beteg hosszabb ideig radioaktív legyen, ezért alkalmas radioizotóp a diagnosztikában.



[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

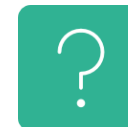
[Irodalom](#)



[Tesztelje tudását](#)



Tesztelje tudását



3. A technécium-99m-t a csontmetasztázisok értékelésére használják. Az alábbi rákos megbetegedések közül melyikben alkalmazzák a $[^{99m}\text{Tc}]\text{Tc}$ - HDP-t a csontmetasztázisok értékelésére?

- a) Prostata
- b) Tüdő
- c) Vese
- d) Pajzsmirigy

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

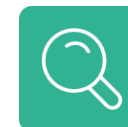
[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

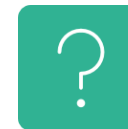
[Irodalom](#)

[▶ Tesztelje tudását](#)





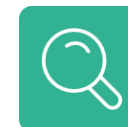
Tesztelje tudását



3. A technécium-99m-t a csontmetasztázisok értékelésére használják. Az alábbi rákos megbetegedések közül melyikben alkalmazzák a [99mTc]Tc- HDP-t a csontmetasztázisok értékelésére?

- ✓ Prostata
- ✓ Tüdő
- c) Vese
- d) Pajzsmirigy

A [99mTc]Tc- HDP hasznos az osteoblasztikus metastázisok, például a prosztata és az emlő tumorok esetében (lehetnek kevert metastasisok is). A lytikus/oszteoklasztikus csontmetasztázisok nem egyértelműen ábrázolódnak, megjelenhetnek csökkent aktivitású területként.



[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

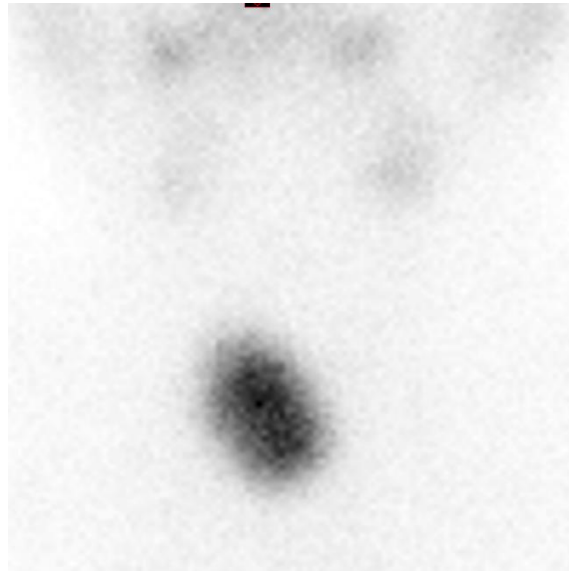


[Tesztelje tudását](#)

Tesztelje tudását

4. 36 éves nőbeteg a pajzsmirigy túlműködés klinikai és biokémiai tüneteivel jelentkezik. A kivizsgálás részeként $[^{99m}\text{Tc}]\text{Tc}$ -pertechnetát pajzsmirigyvizsgálat készült (lásd az 56. ábrát). Milyen diagnózist mutat a vizsgálat?

- a) Graves' betegség
- b) Toxicus multinodularis golyva
- c) Autonóm toxicus göb
- d) Subakut thyroiditis



Ábra 56. $[^{99m}\text{Tc}]\text{Tc}$ Thyroid scan



[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

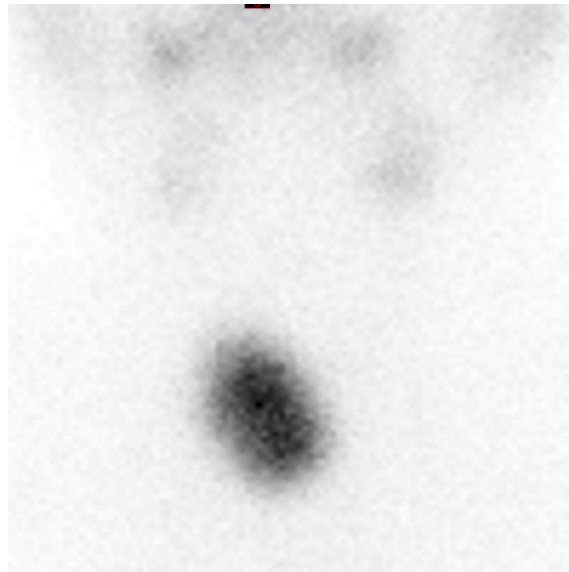
[▶ Tesztelje tudását](#)



Tesztelje tudását

4. 36 éves nőbeteg a pajzsmirigy túlműködés klinikai és biokémiai tüneteivel jelentkezik. A kivizsgálás részeként $[^{99m}\text{Tc}]\text{Tc}$ -pertechnetát pajzsmirigyvizsgálat készült (lásd az 56. ábrát). Milyen diagnózist mutat a vizsgálat?

- a) Graves' betegség
- b) Toxicus multinodularis golyva
- ✓ **Autonom toxicus göb**
- d) Subakut thyroiditis



56. Ábra $[^{99m}\text{Tc}]\text{Tc}$ Pajzsmirigy szcintigráfia

A pajzsmirigy jobb lebenyében kerek, fokális intenzív aktivitáshalmazás található. A pajzsmirigy jobb lebenyében autonóm göbnek megfelelő szcintigráfias kép.



[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

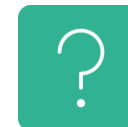
[Irodalom](#)

▶ [Tesztelje tudását](#)



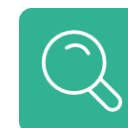


Tesztelje tudását



5. Az alábbiak közül melyik a vese DMSA szcintigráfia indikációja?

- a) Hegesedés a vesében
- b) e-GFR számítás
- c) Renalis obstrukció megítélése
- d) Corticomedullaris differenciálódás



[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)



[Tesztelje tudását](#)

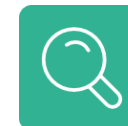
Tesztelje tudását



5. Az alábbiak közül melyik a vese DMSA szcintigráfia indikációja?

- ✓ Hegesedés a vesében
- b) e-GFR számítás
- c) Renális obstrukció megítélése
- a) Corticomedullaris differenciálódás

A DMSA-vizsgálatok lehetővé teszik a gócos vese-parenchyma-rendellenességek kimutatását, beleértve a vese hegesedésének értékelését is. A $[^{99m}\text{Tc}]\text{Tc-DTPA}$ -t az eGFR kiszámításához használják. A MAG3 renogram döntő szerepet játszik a veseelzáródás megerősítésében más képalkotó eljárások, például az ultrahang és a CT mellett. Az UH, a CT és az MRI a vese anatómiáját mutatja be, beleértve a vese kortikomedullaris differenciálódását is.



[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

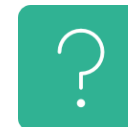
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

▶ [Tesztelje tudását](#)

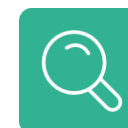


Tesztelje tudását



6. Az anyai emlőszövetet érő sugárdózis nagyobb a CTPA esetében, mint a V/Q vizsgálatnál.

A fenti állítás IGAZ/HAMIS?



[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

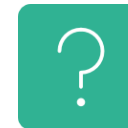
[Irodalom](#)



[Tesztelje tudását](#)



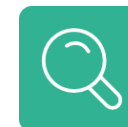
Tesztelje tudását



6. Az anyai emlőszövetet érő sugárdózis nagyobb a CTPA esetében, mint a V/Q vizsgálatnál.

A fenti állítás IGAZ.

A CTPA esetében az anyai emlőszövetet érő sugárdózis jellemzően nagyobb, mint a V/Q-vizsgálat esetében; a magzatot érő dózisok egyenértékűek.



[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)



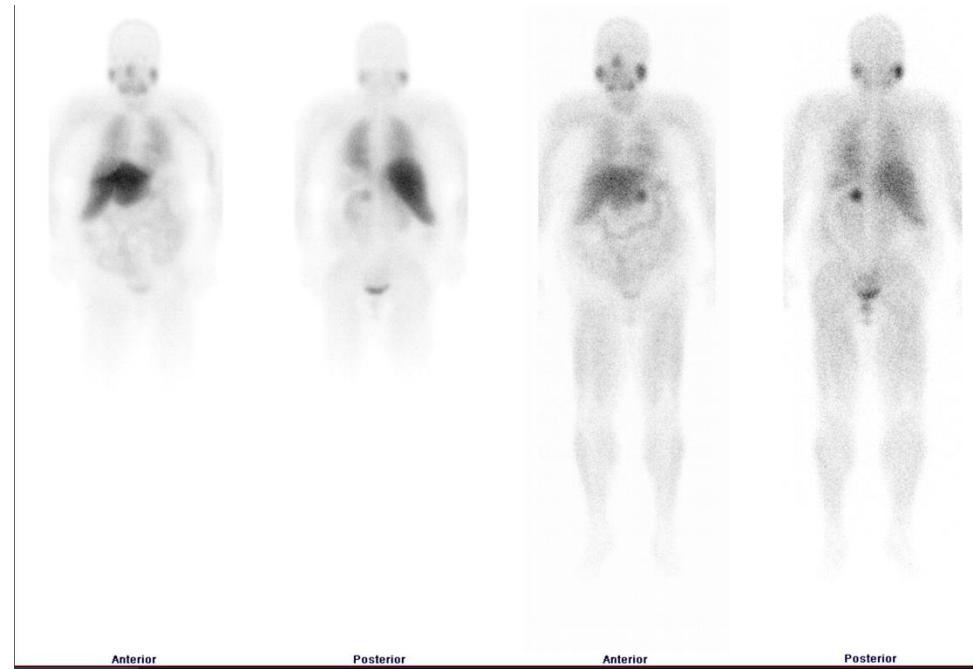
[Tesztelje tudását](#)

Tesztelje tudását

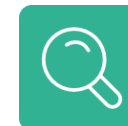


7. Az 57. ábra bal oldali pheochromocytomát mutat. Milyen nukleáris medicina vizsgálatot ábrázolnak ezek a képek?

- a) $[^{68}\text{Ga}]\text{Ga}$ - PSMA
- b) $[^{18}\text{F}]\text{FDG}$
- c) $[^{123}\text{I}]\text{I}$ - MIBG
- d) $[^{99\text{m}}\text{Tc}]\text{Tc}$ - pertechnetate



57. Ábra NM vizsgálat



[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

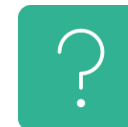
[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[▶ Tesztelje tudását](#)

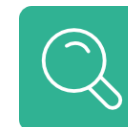
Tesztelje tudását



7. Az 57. ábra bal oldali pheochromocytomát mutat. Milyen nukleáris medicina vizsgálatot ábrázolnak ezek a képek?

- a) $[^{68}\text{Ga}]\text{Ga}$ - PSMA
- b) $[^{18}\text{F}]\text{FDG}$
- ✓ $[^{123}\text{I}]\text{I}$ - MIBG
- d) $[^{99\text{m}}\text{Tc}]\text{Tc}$ - pertechnetate

Az 57. ábra a $[^{123}\text{I}]\text{I}$ - MIBG-vizsgálatból származó képeknek felel meg. A $[^{68}\text{Ga}]\text{Ga}$ - PSMA-t metasztatikus prosztaták értékelésére használják. A $[^{18}\text{F}]\text{FDG}$ -t széles körben használják az onkológiában, neuroradiológiában és kardiológiában. A $[^{99\text{m}}\text{Tc}]\text{Tc}$ -pertechnetátot pajzsmirigy-vizsgálatokhoz használják.



[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

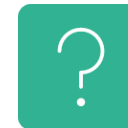
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[▶ Tesztelje tudását](#)



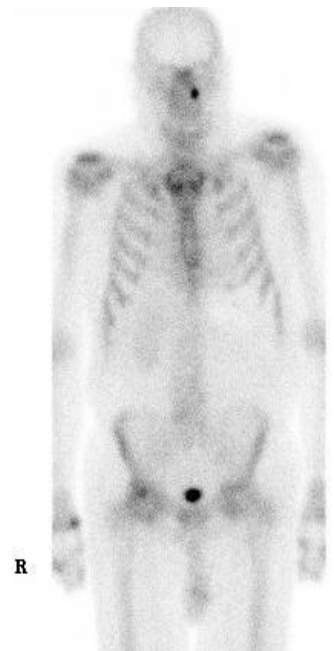
Tesztelje tudását



8. Melyik kép ábrázol FDG PET vizsgálatot?



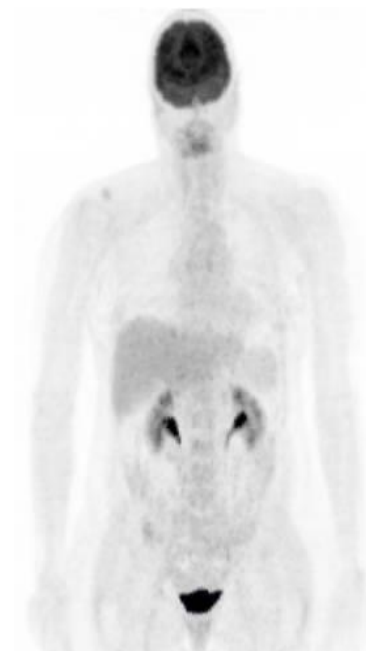
A



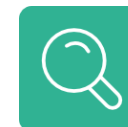
B



C



D



[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

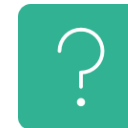
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

▶ [Tesztelje tudását](#)



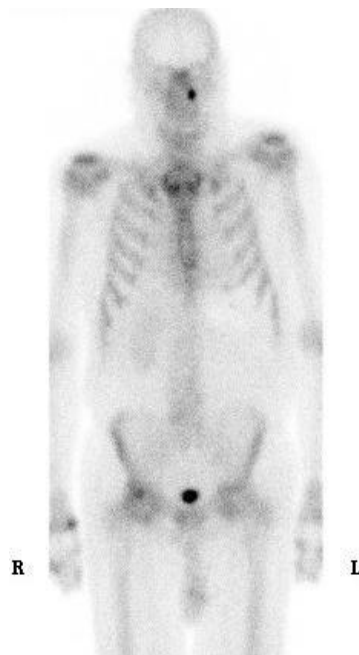
Tesztelje tudását



8. Melyik kép ábrázol FDG PET vizsgálatot??



A. $[^{68}\text{Ga}]\text{Ga}$ – DOTATATE PET vizsgálat



B. $[^{99\text{m}}\text{Tc}]\text{Tc}$ –HDP whole body bone vizsgálat



C. $[^{123}\text{I}]\text{I}$ –MIBG vizsgálat



D. $[^{18}\text{F}]\text{FDG}$ –PET vizsgálat



[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

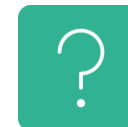
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

▶ [Tesztelje tudását](#)



Tesztelje tudását



9. Melyik radionuklidot alkalmazzák PSMA-jelölésre a prosztatatarák metasztatikus betegségének kimutatására?

- a) Gallium-68
- b) Rubidium- 82
- c) Iodine-123
- d) Technetium-99m

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

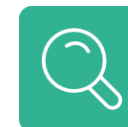
[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

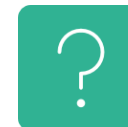
[Irodalom](#)

[▶ Tesztelje tudását](#)





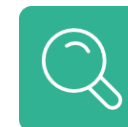
Tesztelje tudását



9. Melyik radionuklidot alkalmazzák PSMA-jelölésre a prosztatatarák metasztatikus betegségének kimutatására?

- ✓ Gallium-68
- b) Rubidium- 82
- c) Iodine-123
- d) Technetium-99m

A rubidium-82-t a szívizom perfúziós képalkotásában használják. A jód-123-at általában a pajzsmirigy képalkotó eljárásokban. A technécium-99m a legszélesebb körben használt radionuklid a planáris és SPECT-képalkotásban.



[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

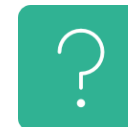
[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[▶ Tesztelje tudását](#)



Tesztelje tudását



10. Az alábbi szervek közül melyek mutatnak fiziológias felvételt DOTATATE PET képalkotás során?

- a) Agy
- b) Szív
- c) Lép
- d) Pancreas

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

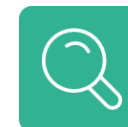
[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

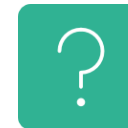
[Irodalom](#)

[▶ Tesztelje tudását](#)





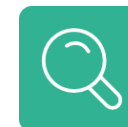
Tesztelje tudását



10. Az alábbi szervek közül melyek mutatnak fiziológisá felvételt DOTATATE PET képalkotás során?

- a) Agy
- b) Szív
- ✓ Lép
- d) Pancreas

A DOTATATE PET-vizsgálat során a fiziológisá felvétel a peptid specifikus receptorkötődéséhez és nem specifikus szöveti felvételhez kapcsolódik. A lép az SSTR-expresszió miatt mutatja a legnagyobb intenzitású fiziológisá felvételt. A normális fiziológisá felvételű egyéb szervek közé tartoznak a vesék, az agyalapi mirigy, a pajzsmirigy, a mellékvesék, a máj, a nyálmirigyek és a tápcsatorna.



[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)



[Tesztelje tudását](#)



Minden felhasznált anyag (beleértve a szellemi tulajdont és az illusztrációs elemeket) vagy a szerzőktől származik, vagy a szerzők jogosultak voltak az anyag felhasználására az alkalmazási jogszabályok szerint, vagy átruházható licencet kaptak a szerzői jog tulajdonosától.

[Bevezetés](#)

[Nukleáris medicina alapjai](#)

[Planar és SPECT Vizsgálatok](#)

[PET Vizsgálatok](#)

[Take-Home Message](#)

[Irodalom](#)

[Tesztelje tudását](#)