

Követelmények a gammasugárzás leképező eszközeivel szemben

VIZSGÁLAT	PARAMÉTER	ELFOGADHATÓ	RUTIN	AJÁNLOTT
Planáris gammakamerás leképezés alapkövetelményei	IU:	<10%	<8%	<5%
	kollimátor:	LEGP	LEGP + ME	
	Tc-FWHM:	<13 mm	<10 mm	
	ME-FWHM:		<16 mm	
	Dokumentáció:	polaroid, rtg. v. rollfilm, v. képdokumentációra alkalmas nyomtató		nagy pont- és árnyalat-felbontású film v. fólia + képdokumentációra alkalmas színes nyomtató (≥600 dpi)
Egyéb:		digitális korrekciók (legalább energia és homog.)	digitális kamera (en., lin. és homog.-korr.) digitális archiválás	
Dinamikus vizsgálat	Látómező:	Ø>25 cm	Ø>35 cm	
	Egyéb:	adattfeldolgozó		
Kapuzott szívvizsgálat		adattfeldolgozó, extrasystole-kiejtés		
Sztatikus vizsgálatok általában	IU:	<8%	<5%	<3%
	Látómező:		Ø>35 cm	□>50 cm
Csont	Látómező:	Ø>35 cm	□>50 cm	
	Egyéb:		2 detektor szemben	
Egésztest	Látómező:	Ø>35 cm	□>50 cm	
	Egyéb:	+ adattfeldolgozó		adattfeldolgozó 2 detektor szemben kontúrkövetés
Kis szerv (pajzsmirigy, ízület, mellékpajzsmirigy)	Tc-FWHM:	<10mm	<8mm	
	Kollimátor:		HR v. pinhole	
	ME-FWHM:		<10mm	

VIZSGÁLAT	PARAMÉTER	ELFOGADHATÓ	RUTIN	AJÁNLOTT
Gammakamera SPECT üzemmódban	IU:	<5%		<3%
	Tc-FWHM:	<10 mm		
	COR:	<2 mm	<1 mm	<0.5 mm
	Egyéb:	homog.-korrekció	COR-korrekció ≥ 2 detektor elliptikus pálya elnyelés-korrekció külső sugárforrással iteratív rekonstrukció	
Szívizom SPECT			2 detektor derékszögben	
Agyi SPECT	Tc-FWHM:	<8 mm		<7 mm (UHR v. fan-beam koll.)
	IU:	<3.5%		<3%
	körpálya sugara:	<15 cm	< 13cm	
	Egyéb:	fejtartó	fejrögzítés oldalt	≥ 2 detektor kisagy is befér

Megjegyzés:

Az alapkövetelmények sorai (vastagon szedve) vonatkoznak az alattuk levő sorokra is!

Definíciók

IU	integrális uniformitás a korrigált képen (NEMA specifikáció szerint, a hasznos látómezőre)
Tc-FWHM	Tc vonalforrás képének félértékszélessége (10 cm-re)
ME-FWHM	közepes energiájú vonalforrás képének félértékszélessége (10 cm-re)
Ø	hasznos látómező átmérője ill. szélessége
□	négyszögletes detektor látómezőjének szélessége
COR	középpont-vándorlás (korrigált)
LEGP	alacsony energiájú általános célú (kollimátor)
ME	közepes energiájú (kollimátor)
UHR	különösen nagy felbontású (kollimátor)

Melléklet: A követelményekben szereplő paraméterek mérése

Alapelvek

- A műszer telepítésekor ún. „átvételi vizsgálatot” kell végrehajtani, amelynek feladata annak bizonyítása, hogy a készülék megfelel a gyár által megadott jellemzőknek ill. működési paramétereknek. Ezek a mérési adatok egyben referenciaként szolgálnak a későbbiekhez.
- A méréseket mindig azonos körülmények között kell végrehajtani, hogy az eredmények összehasonlíthatóak legyenek.
- Egyes paramétereknek többféle értelmezése használatos (pl. a *differenciális uniformitást* 5 vagy 6 pixeles csoportokból számolják), és az egyes gyártók adatfeldolgozó programjában eltérő módszerek szerepelhetnek. A mérési eredményekkel együtt azt is meg kell adni, hogy a számolás melyik verzió szerint, illetve a mérés milyen beállításokkal készült.

Uniformitás ellenőrzése pontforrással

Kellékek:

- **Pontforrás:**
Egyszer használatos 1-2 ml térfogatú műanyag fecskendő (esetleg ampulla), benne akkora radioaktivitású Tc-99m oldattal, amely a mérés körülményei között nem ad 20 kcps-nél (újabb gyártmányú kameráknál, ha a gyártó leírása ezt megengedi, 30 kcps-nél) nagyobb számlálási sebességet detektoronként.
A fecskendőre inaktív tűt kell (műanyag védőkupakkal) feltűzni. A tű ne álljon a detektor felé. Az oldat térfogata ne legyen kevesebb 1 ml-nél.
- **Forrástartó:**
A pontforrást a detektor hasznos látómezője átmérőjének (négyzetes detektor esetén átlójának) legalább 5-szörösét elérő távolságra, a detektor középtengelye mentén rögzítő állvány.
Legkedvezőbb a felfelé fordított detektor felett a levegőben felfüggesztett forrás. Esetleg lefelé néző, maximálisan felemelt detektor is használható, ez esetben a forrás alá ólomlapot kell helyezni.
- **Ólommaszk:**
A hasznos látómezőn kívüli kristályfelületet lefedő, legalább 3 mm vastag ólomlemez (gyűrű).

Lépések:

1. Vegyük le a kollimátort, és állítsuk be a detektort úgy, hogy a forrástartó a látómező középpontjában állított, a kristályfelületre merőleges egyenesen legyen.
2. Helyezzük el az ólommaszkot a látómező középpontjára szimmetrikusan.
3. Tegyük bele a pontforrást a tartóba.
4. Állítsunk be 20%-os energia-ablakot a csúcs körül szimmetrikusan.
5. Gyűjtsünk be analóg és digitális (64*64-es mátrixú) képet 15-16 millió beütésig (detektoronként). Rögzítsük a begyűjtési időt.
6. Távolítsuk el a forrást és az ólommaszkot, majd szereljük vissza a kollimátort.

Egésztest-üzemmód homogenitás-ellenőrzése

(a sebesség, maszkmozgatási sebesség és érzékenység-korrektúra ellenőrzésére):

1. Felszerelt kollimátor elé rögzítsünk síkforrást.
2. Állítsunk be 20%-os energia-ablakot a csúcs körül szimmetrikusan.
3. Gyűjtsünk be egésztest-üzemmódban folyamatos mozgatással, a rutinvizsgálatokhoz használt felbontással.

Adatfeldolgozás:

1. Simítsuk meg a képet a következő súlytényezőkkel:

1	2	1
2	4	2
1	2	1

(Az üres képelemeket ne vegyük figyelembe.)

2. Keressük meg a látómező szélén azt a körvonalat, amelyen belül csak a képmező közepén található értékek legalább felét tartalmazó képelemek vannak. Ezen körvonal pontjaihoz vezető sugarakat csökkentjük:
 - 95 %-ra a **hasznos látómező**höz (UFOV)
 - 75 %-ra a **központi látómező**höz (CFOV).
3. Keressük meg a maximális (*Max*) és a minimális (*Min*) képelem-tartalmat az UFOV ill. CFOV területén. Az integrális uniformitás:

$$IU = \frac{Max - Min}{Max + Min} \cdot 100\%$$

4. A kép minden sorában illetve oszlopában, minden egyes 5 egymás melletti ill. alatti képelemből álló összefüggő területen belül keressük meg a legnagyobb (LN) és a legkisebb képelem-tartalmat (LK), és számoljunk belőle helyi uniformitást (HU):

$$HU = \frac{LN - LK}{LN + LK} \cdot 100\%$$

A differenciális uniformitás (DU) ezen értékek legnagyobbika:

$$DU = \max_{\text{összes}} (HU)$$

Felbontás mérése vonalforrással

Kellékek:

– Vonalforrás:

Egy legfeljebb 0.5 mm belső átmérőjű üveg, fém kapillárist vagy műanyag csövet töltünk fel (előzetesen jól összekevert) Tc-99m oldattal. A csövet egyenes (hajlékony cső esetén kifeszített) állapotban rögzítjük kemény papír vagy műanyag lapon.

- Ezen mérés előtt a kamera pixelméretét meg kell határozni az adott ZOOM-ra!

Lépések:

1. Szereljük fel azt a kollimátort, amellyel a rendszer felbontását mérni akarjuk, és helyezzük el a vonalforrást a képmátrix Y (ill. X) tengelyével párhuzamosan a kollimátor felületétől 10 cm-re (esetleg további mérésekhez a kollimátor felületére és attól 5 cm-re is).
2. Állítsuk be a ZOOM-ot és a mátrix-méretet úgy, hogy a képelem mérete a várt félérték-szélesség 1/10-ét ne haladja meg.
3. Gyűjtsünk képet addig, míg a legnagyobb képelem-tartalom legalább 150 lesz.
4. Összegezzük a kapott kép sorait (oszlopait), és képezzük az összeg aktivitásprofil-görbéjét: ez a vonalszétterjedési függvényt adja.
5. Mérjük meg a vonalszétterjedési függvény szélességét a csúcs 1/2 és 1/10 magasságánál: ezek adják a félérték- és tizedérték-szélességet (FWHM és FWTM).

Felbontás mérése egésztest-üzemmódban

1. Helyezzünk el két vonalforrást a vizsgált asztalon, keresztben ill. hosszában.
2. Gyűjtsünk be egésztest-üzemmódban folyamatos mozgatással, a rutinvizsgálatokhoz használt felbontással.

3. Feldolgozás: mint a sztatikus képnél.

Középpont-vándorlás mérése

Kellékek:

– **Pontforrás rendszeres ellenőrzéshez:**

Kb. 10-50 MBq Tc-99m kis térfogatban (0.1 ml, pl. egy műanyag fecskendő kónuszában).

Célszerű egy rúd végére rögzíteni, hogy a látómező megfelelő pontjába felfüggeszthető legyen.

– (Megjegyzendő, hogy az ellenőrzés - a gyártó ajánlásának megfelelően - **vonalforrással** is végezhető.)

– **A rendszer minősítéséhez:**

4 pontforrásból álló rendszer.

Lépések: célszerű az adott készülék gyári ajánlását követni; pl.:

1. Helyezzük el a pontforrást a kollimátorral felszerelt detektor forgástengelyétől 1-2 cm-re, és ugyanennyire a látómező középpontjától.
(Esetleg további mérésekhez a látómező közepétől messzebbre is).
2. Állítsuk be a lehető legnagyobb ZOOM-ot, és gyűjtsünk 64*64-es mátrixba kb. 60 képet 360 fokos íven, képenként legalább 10000 beütéssel.
3. Használjuk a gyártó által szolgáltatott programot, és számoljuk ki mind az X, mind az Y irányú átlagos eltérést a forgásközépponttól.

Irodalom

1. Quality control of nuclear medicine instruments
IAEA-TECDOC-602, 1991.
2. Quality control of gamma cameras and associated computer systems
Ed.: J. Hannan
Report No. 66, The Institute of Physical Sciences in Medicine, York, 1992.

Javaslat az „in vivo” izotóplaboratóriumban végzendő minőség-ellenőrzési eljárásokra

Naponta:

- gammakamera fotocsúcsra állítása vagy optikai kalibrációja
- analóg kamera homogenitás-ellenőrzése SPECT vizsgálat végzése esetén
- háttér-aktivitás ellenőrzése gammakamerával illetve üreges mérőhelyen
- aktivitásmérő (dóziskalibrátor) ellenőrzése kalibrációs forrással
- jódfelvételi mérőhely kalibrálása nyakfantommal
- üreges mérőhely fotocsúcsra állítása
- több csatornás mérőhely korrekciós mátrixának ellenőrzése, feltöltése

Hetente (a napi ellenőrzéseken kívül):

- optikailag kalibrálható gammakamera fotocsúcsra állítása
- digitális gammakamera homogenitás-ellenőrzése (pont- vagy síkforrással), szükség esetén a korrekciós mátrix újratöltése
- analóg gammakamera homogenitás-ellenőrzése (μZ -nélkül és μZ -vel); szükség esetén μZ -töltés
- gammakamera érzékenységének mérése
- SPECT készülék kameraközéppont-vándorlásának ellenőrzése, szükség esetén új korrekció kimérése
- analóg dokumentációs egység és filmelőhívó automata ellenőrzése (a pontforrásról röntgenfilmre statikus felvétel készítése és előhívása)

Negyedévenként (szakszerviz) (a napi és heti ellenőrzéseken kívül):

- kamera-kristály zárványképződésének ellenőrzése
- gammakamera geometriai torzításának (linearitásának) ellenőrzése, szükség esetén újraszabályozása
- üreges mérőhely érzékenységének megmérése
- gammakamera és adatfeldolgozó pixelméretének ellenőrzése pont vagy vonalforrással x,y irányban
- gammakamera-számítógép rendszerek síkbeli felbontásának ellenőrzése a rutinban használt kollimátorokkal
- gammakamera és adatfeldolgozó egység ellenőrzése idő-aktivitás görbe készítésével (pontforrásról készített gyors dinamikus felvételtől)
- a kollimátorok épségének ellenőrzése inspekcióval és mérése homogén sugárforrással
- SPECT üzemmód ellenőrzése 3D SPECT fantom leképezésével
- egésztest-üzemmódú kamera homogenitás- és felbontás-ellenőrzése

Két évente:

aktivitásmérő (dóziskalibrátor) hitelesítése (OMH)