



A HAZAI PET-CT KÖZPONTOK SUGÁRVÉDELMEÉNEK ÁTTEKINTÉSE, FEJLESZTÉSI JAVASLATOK KIDOLGOZÁSA

Sarkadi Margit, Vincze Árpád
Országos Atomenergia Hivatal, Budapest

XLIII. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam
Hajdúszoboszló, 2018. április 17-19.



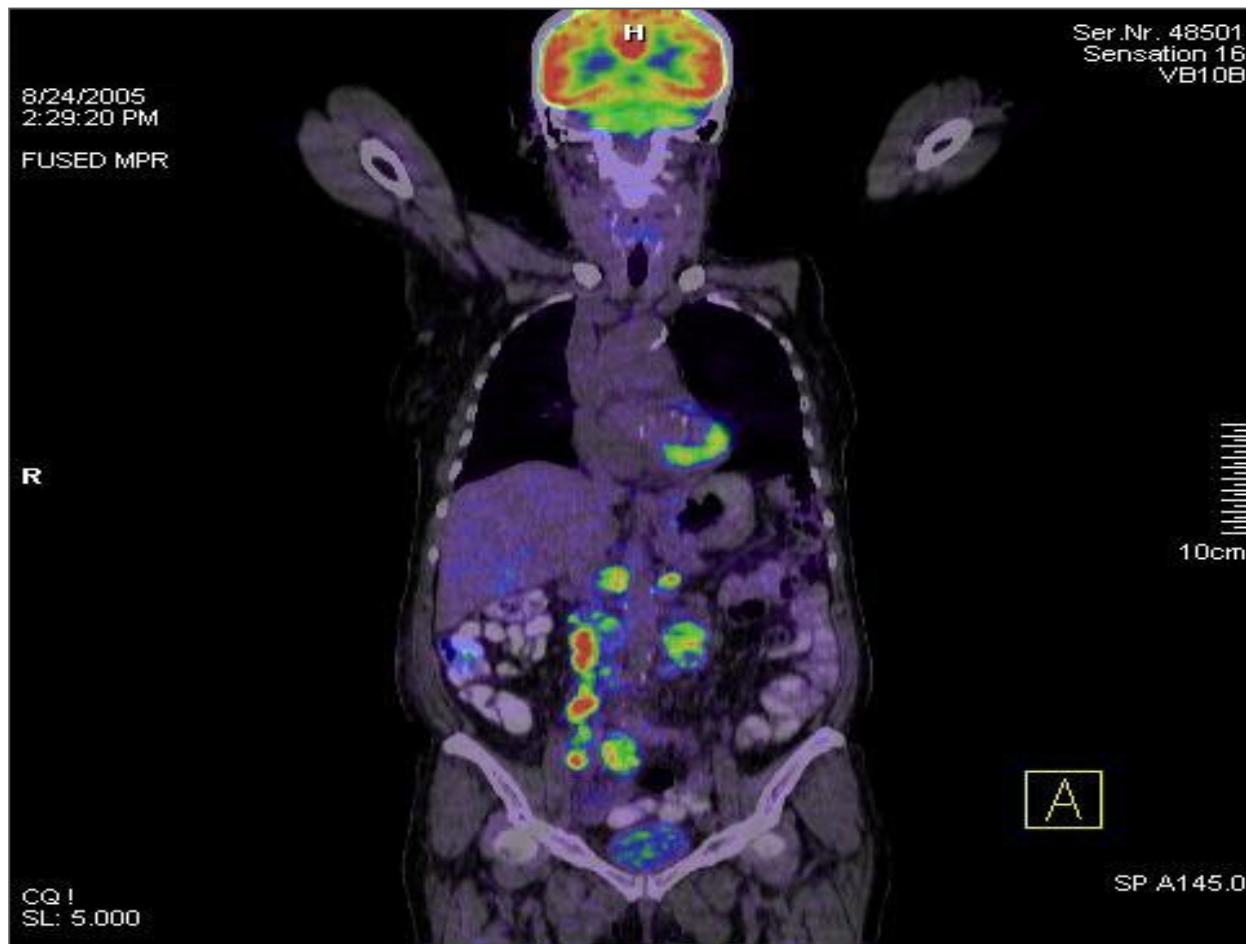
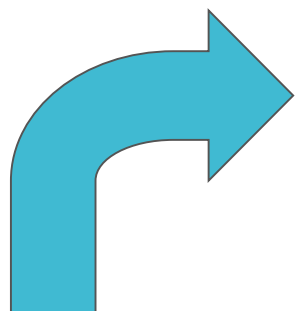
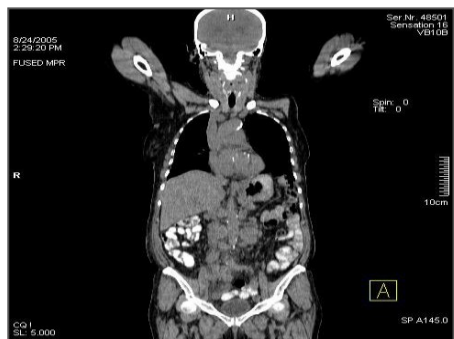
BEVEZETÉS

A magyarországi hibrid képalkotás területén vezető szerepet töltenek be a PET-CT berendezések. Napjainkban a PET-CT alkalmazások igen elterjedtek úgy a magán, mint az állami egészségügy területén. Hazánkban 10 PET-CT Központban 11 berendezéssel végzik a vizsgálatokat. A Központokban lehetőség van a NEAK által finanszírozott és a fizetős vizsgálatok végzésére. 2017 évben 30.000 NEAK által fizetett PET-CT vizsgálatot végeztek el hazánkban.

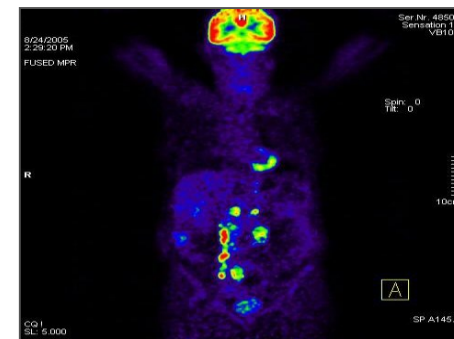
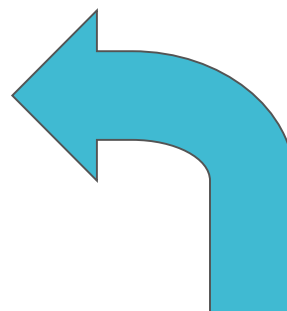
Kutatásunk célja az volt, hogy az OAH Felügyelőinek helyszíni mérési eredményei, valamint az ellenőrzési jegyzőkönyvek alapján feltárjuk a 10 hazai PET-CT Központ sugárvédelmi helyzetét, és fejlesztési javaslatokkal javítsuk a jelenleg kialakított sugárvédelmet.

PET-CT (2000-)

CT



PET





A PET VIZSGÁLATOK CÉLJA

Onkológia	Neurológia	Kardiológia
• Rák korai felismerése, vagy kizárása • A rák kiterjedtségének vizsgálata, áttétek kimutatása (stádium besorolás) • Jóindulatú és rosszindulatú daganat elkülönítése • Terápia hatásának vizsgálata-interim PET-CT (remisszió?), maradvány elváltozások értékelése (élő vagy elhalt rák?) • Stádium besorolás újraértékelése • Besugárzás tervezés	• Epilepsziás góc azonosítása (elsősorban gyógyszerrel nem kezelhető epilepsziás beteg estében az agysebészeti beavatkozás előtti kivizsgálás részeként) • Alzheimer-kór korai felismerése vagy kizárása, előrehaladottság értékelése • Alzheimer-kór elkülönítése más feledékenységgel, szellemi hanyatlással járó kórképektől	• Szívizom életképességének vizsgálata



PET VIZSGÁLATOK LEGFONTOSABB ALKALMAZÁSI TERÜLETEI

Onkológia	Neurológia	Kardiológia
• tüdőrák • vastag-, végbél rákok • melanoma malignum • lymphomák • fej-, nyaki daganatok • nyelőcsőrák • emlőrák • hasnyálmirigy rák • pajzsmirigy rák • hererák • petefészek rák • lágyrész daganatok • agydaganatok • elsődleges daganat keresés	• epilepszia • Alzheimer-kór és egyéb demenciák	• ischaemiás szív betegség • szívizom infarktus



PET RADIONUKLIDOK FIZIKAI TULAJDONSÁGAI

1. sz. táblázat: a PET radionuklidok fizikai tulajdonságai

Nuklid	Felezési idő	Bomlás típusa	Pozitron maximális energiája (MeV)	Foton emisszió (keV)	Foton / bomlás
^{11}C	20,4 min	β^+	0,96	511	2,00
^{13}N	10,0 min	β^+	1,19	511	2,00
^{15}O	2,0 min	β^+	1,72	511	2,00
^{18}F	109,8 min	β^+ , EC	0,63	511	1,93
^{64}Cu	12,7 h	β^+ , EC β^- , β^+ , EC	0,65	511, 1346	0,38, 0,005
^{68}Ga	68,3 min	β^+ , EC	1,9	511	1,84
^{82}Rb	76 s	β^+ , EC	3,35	511, 776	1,90, 0,13
^{124}I	4,2 d	β^+ , EC	1,54, 2,17	511, 603, 1693	0,5, 0,62, 0,3



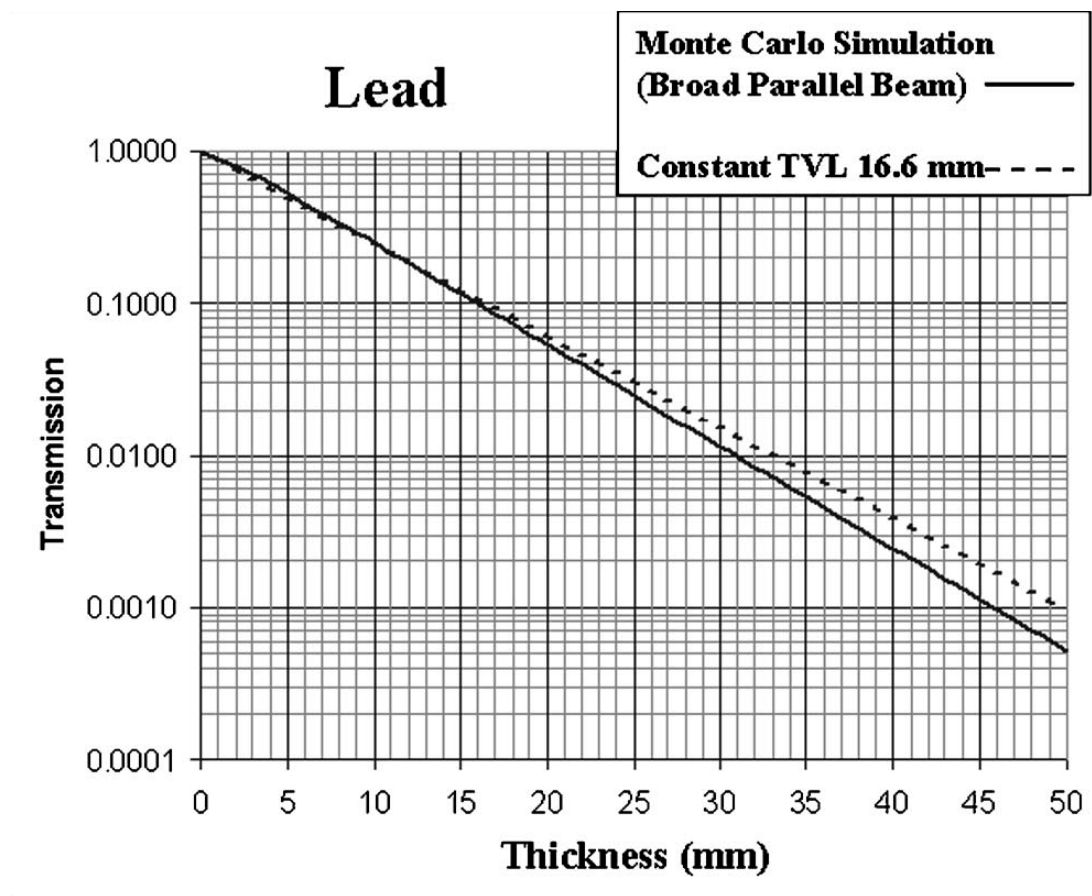
PET RADIONUKLIDOK KÖRNYEZETI DÓZISÁLLANDÓJA

2. sz. táblázat: a PET radionuklidok környezeti dózisállandója

Nuclide	Környezeti dózisállandó ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$)	1 óra alatt integrált dózis ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}$)
^{11}C	0.148	0.063
^{13}N	0.148	0.034
^{15}O	0.148	0.007
^{18}F	0.143	0.119
^{64}Cu	0.029	0.024
^{68}Ga	0.134	0.101
^{82}Rb	0.159	0.006
^{124}I	0.185	0.184

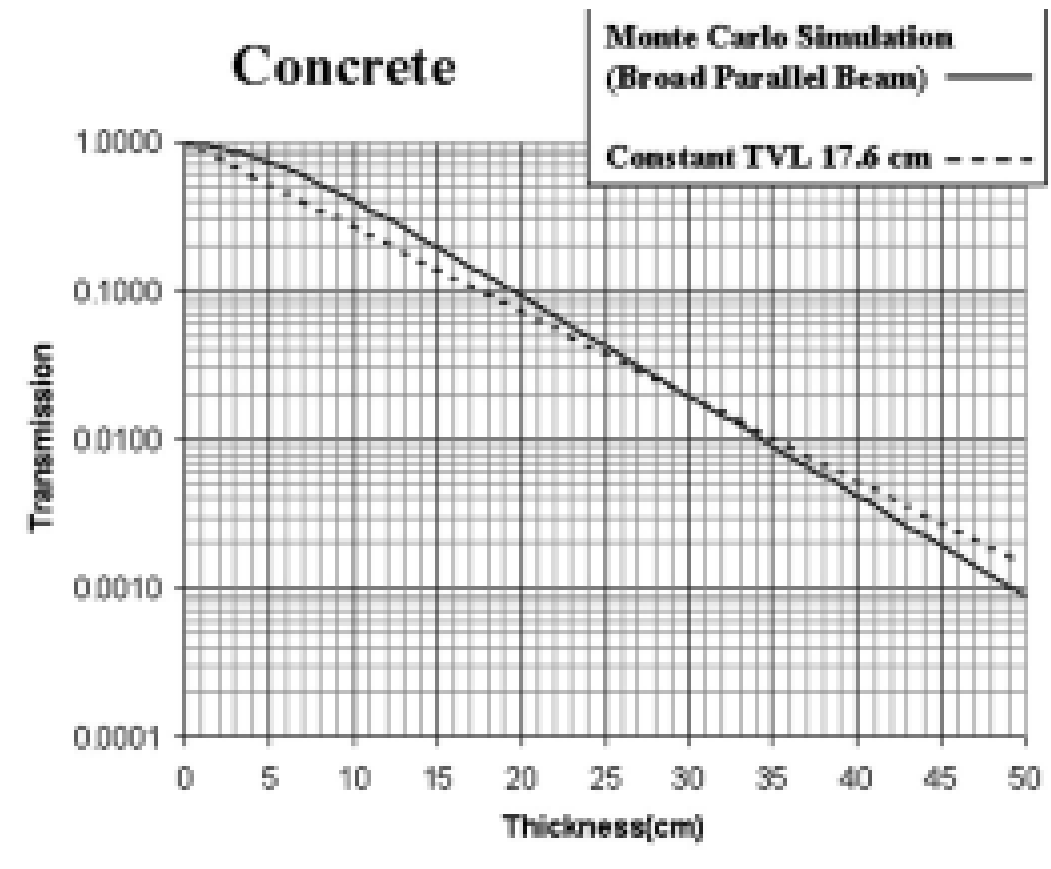


511 keV-s sugárzás széles gamma nyalábjának transzmissziós faktora



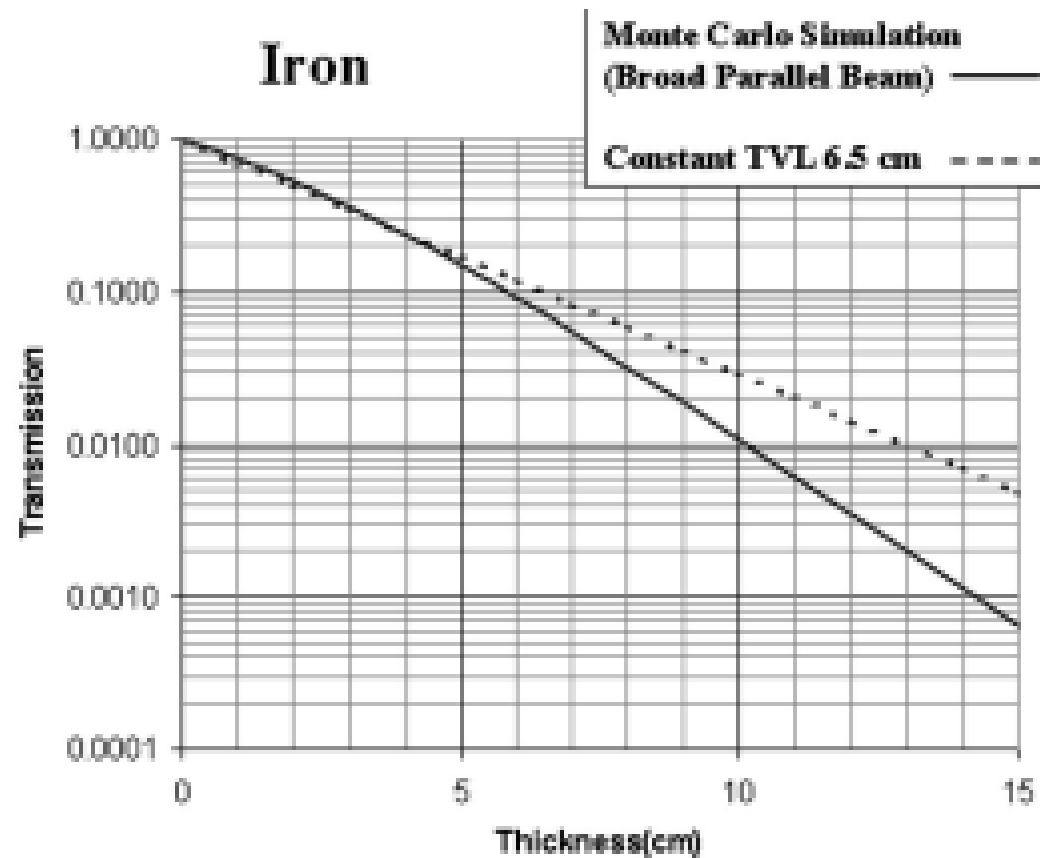
1. ábra. Az 511 keV-s sugárzás széles gamma nyalábjának transzmissziós faktorát ábrázolja, az ólom vastagságának a függvényében

511 keV-s sugárzás széles gamma nyalábjának transzmissziós faktora



2. ábra. A görbe az 511 keV-s sugárzás széles gamma nyalábjának transzmissziós faktorát ábrázolja, a beton vastagságának a függvényében

511 keV-s sugárzás széles gamma nyalábjának transzmissziós faktora



3. ábra. A görbe az 511 keV-s sugárzás széles gamma nyalábjának transzmissziós faktorát ábrázolja, a vas vastagságának a függvényében



511 KEV-S GAMMA SUGÁRZÁS ÁRNYÉKOLOÓ RÉTEGVASTAGSÁGAI

5. sz. táblázat

Árnyékoló anyag	Ólom (mm)	Beton (cm)	Vas (cm)
Felező rétegvastagság (HVL)	6	5	2,7
Tizedelő rétegvastagság (TVL)	17	16	6,4

Összehasonlítva az exponenciális modell és a Monte Carlo modell segítségével kapott tizedelő rétegvastagságok között eltérést találunk.



SUGÁRVÉDELMEZ BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

Számos tényező befolyásolja a sugárvédelem megtervezését a PET-CT Központ helyiségeire vonatkozóan.

Befolyásoló tényezők:

- a képalkotásban résztvevő páciensek száma,
- a páciensenként beadott radiofarmakon aktivitása,
- az időintervallum ameddig az összes páciens a PET-CT Központban tartózkodik,
- a helyiségek elhelyezkedése a PET-CT Központon belül és ezek környezete.

Ugyanakkor a PET működése is függ a pácienseknek beadott radioaktív készítmény mennyiségétől.



BEADOTT RADIOFARMAKON MENNYISÉGE

A vizsgálathoz szükséges radiofarmakon koncentrációt több tényező befolyásolja.

A beadott ^{18}F FDG aktivitása függ a páciens tömegétől, a PET-CT berendezés típusától és a CT protokolltól.

Felnőtt páciensek esetén 3,7 MBq/kg (gyermekek esetén ez az érték: 2-2,5 MBq/kg) a beadott adag minimum: 200 MBq, maximum: 400 MBq, a legjellemzőbb érték a 250-350 MBq.

A várakozási/beépülési idő 1 óra. Az átlagos vizsgálati idő 30 perc.



ALKALMAZOTT DÓZISÁLLANDÓ ÉS DÓZISTELJESÍTMÉNY

Az ^{18}F radioizotópok környezeti dózisállandójára vonatkozóan a $0,143 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2 / \text{MBq}\cdot\text{h}$ érték javasolt.

Egy pontszerű, sugárforráshoz, tőle 1 m-re, 37 MBq ^{18}F esetén, a dózisteljesítmény $5,3 \mu\text{Sv}/\text{h}$.



RADIOAKTÍV BOMLÁS HATÁSA

Jellemző, hogy a PET - nél használt radioizotópok nagyon rövid felezési idejűek. A fentiek miatt a t idő alatt akkumulált teljes dózis $D(t)$ értéke kisebb lesz, mint a dózisteljesítmény és az eltelt idő szorzata $[\dot{D}(0) \cdot t]$.

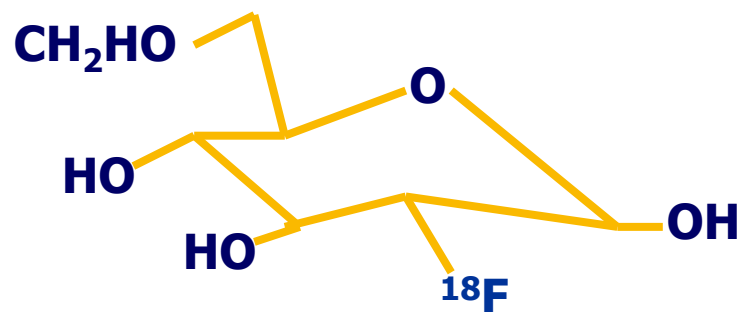
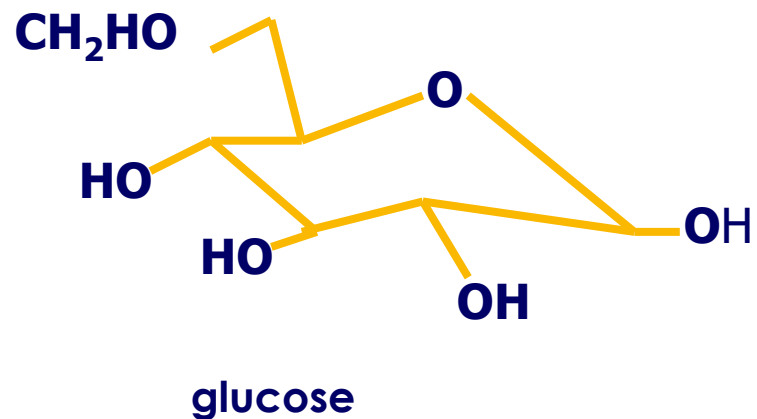
A redukciós tényező értékét a következő képen számíthatjuk ki:

$$R_t = \frac{D(t)}{[\dot{D}(0) \cdot t]} = \frac{1,443 \cdot (T_{1/2} \cdot t) \cdot [1 - \exp(-0,693t / T_{1/2})]}{t}$$

A fenti tényező ^{18}F esetén:

4. sz. táblázat					
Várakozási idő (min)	10	30	60	90	100
R_t	0,97	0,91	0,83	0,76	0,74

^{18}F FDG



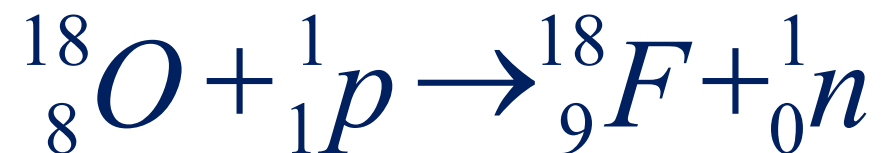
2-deoxy-2-(F-18) fluoro-D-glucose

- A legelterjedtebben használt radifarmakon
- A glukóz felhasználása
- A legtöbb tumorba könnyen beépül



^{18}F GYÁRTÁSA CIKLOTRONBAN

- Protonokat gyorsítunk
- ^{18}O targetet bombázunk velük
- Beépül a proton az ^{18}O -ba
- kibocsájt 1 neutront





MEDISO SPECT-PET-CT





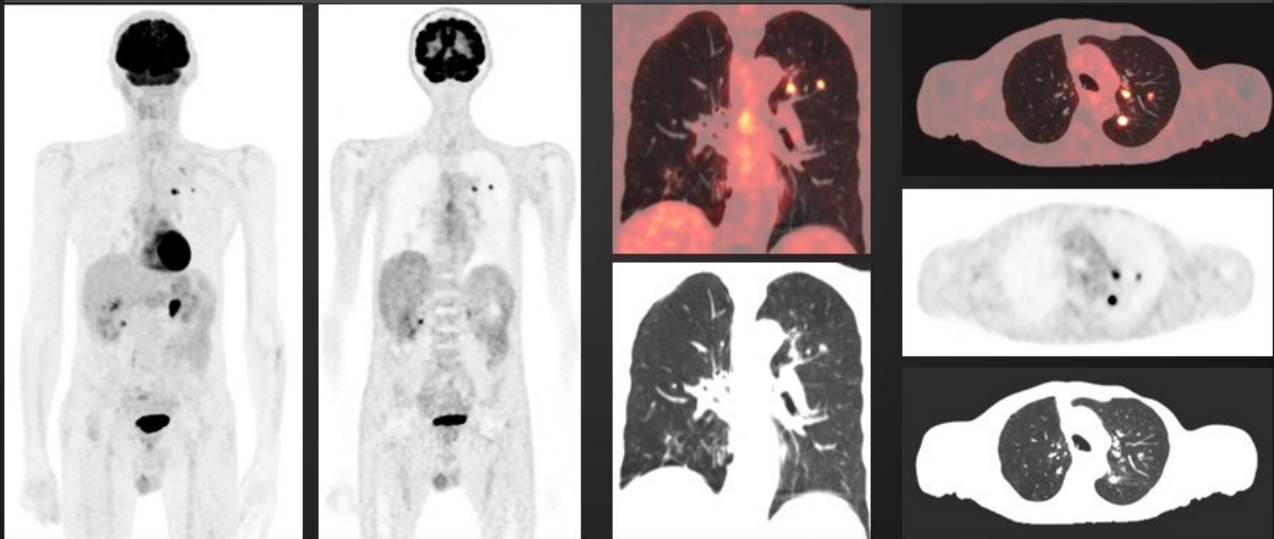
DISCOVERY IQ

DISCOVERY IQ 5-ring

$\frac{1}{2}$ THE TIME AND $\frac{1}{2}$ THE DOSE¹

Equipment	
Discovery IQ5-Ring	
Reconstruction	
Q.Clear	
Acquisition time	
10 min (2 min/bed)	
Injected Dose	
97.8 MBq ¹⁸ F-FDG 1.8 MBq/kg	
Patient BMI	
18	

10 min whole-body scan, 97.8 MBq (2.6 mCi) FDG





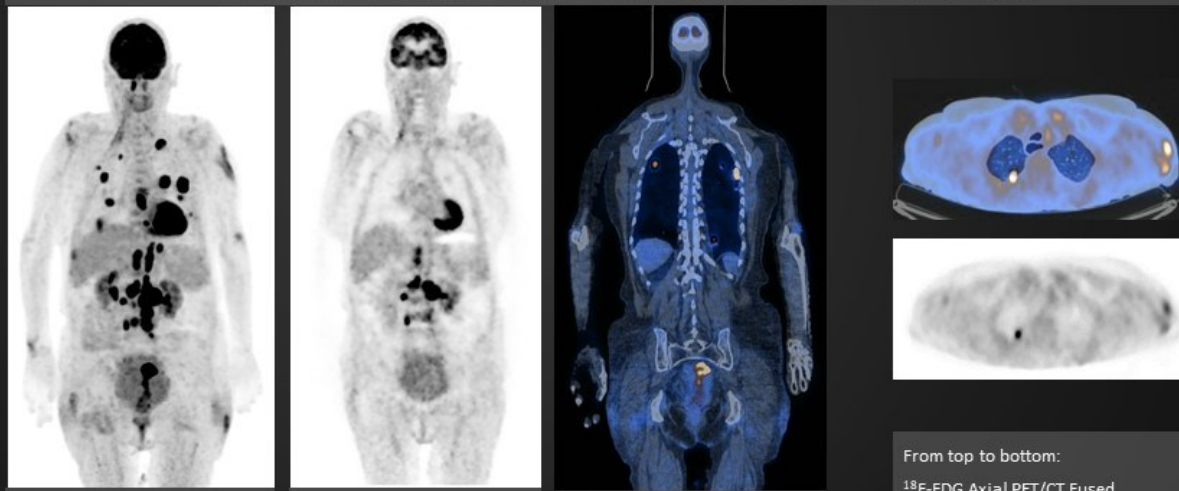
DISCOVERY IQ

DISCOVERY IQ 5-ring

3X FASTER SCAN ¹

Equipment	Discovery IQ5-Ring
Reconstruction	Q.Clear
Acquisition time	5 min (5 beds, 1 min/bed)
Injected Dose	331 MBq of ¹⁸ F-FDG (8.9 mCi)
Patient BMI	31

5 min whole-body scan – Patient with cervical carcinoid and Huntington's



From top to bottom:
¹⁸F-FDG Axial PET/CT Fused
¹⁸F-FDG Axial PET views.



GE PET-CT

A magas érzékenység több tényezőnek köszönhető.

- A GE LightBurst detektor rendszere az előző generációs detektorokhoz képest jelentős újításokat tartalmaz.
- A Discovery IQ PET/CT berendezések detektora skálázható. 3, 4 és 5 gyűrűs konfigurációban forgalmazták, melyek közül az IQ5 a leggyorsabb.
- A GE által kifejlesztett Q. Clear rekonstrukciós eljárás a kész képeken a jel-zaj viszonyt kétszeresére emeli a hagyományos eljárásokhoz képest. Ez természetesen azt jelenti, hogy kevesebb információból lehet jobb képet készíteni.



KÜLÖNBSÉGEK A HAGYOMÁNYOS NUKLEÁRIS MEDICINÁHOZ KÉPEST

^{99m}Tc 140 keV foton energia

HVL (Pb) kb. 0,3 mm

TVL (Pb) kb. 0,99 mm

PET radionuklidok foton energiája 511 keV

HVL (Pb) 6 mm

TVL (Pb) 17mm

PÁCIENS DÓZISTERE

Radiofarmakon	Dózisteljesítmény- 0,1 m, ($\mu\text{Sv/h}$)	Dózisteljesítmény- 1 m, ($\mu\text{Sv/h}$)
Tc-99m MDP (600 MBq)	114	5
F-18 FDG (350 MBq)	550	70

Azonnal a beadás után mért dózisteljesítmény. Megállapítható, hogy a ^{18}F esetén jóval nagyobb dózisteljesítmény mérhető, mint a $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -nél.

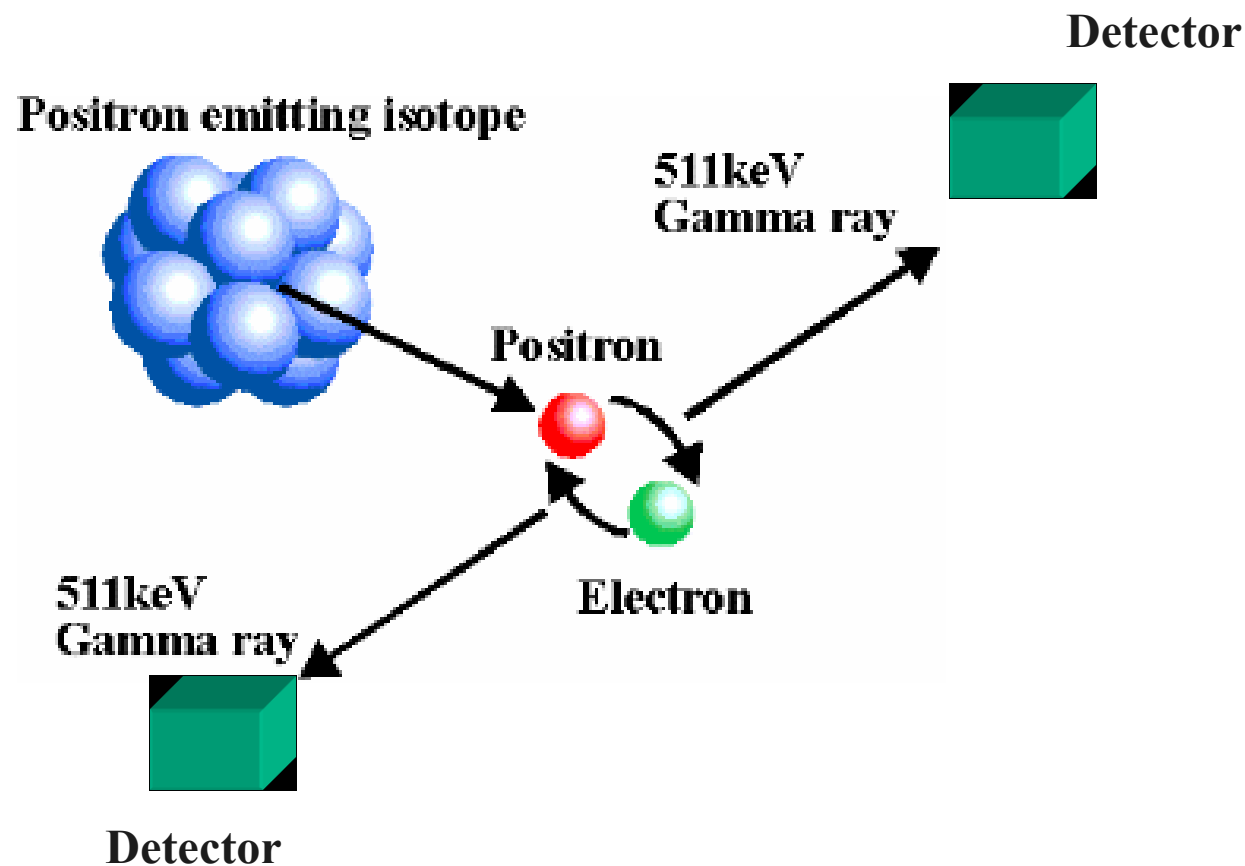


HAGYOMÁNYOS NUKLEÁRIS MEDICINA ÉS A PET-CT KÖZPONTOK VISZONYA

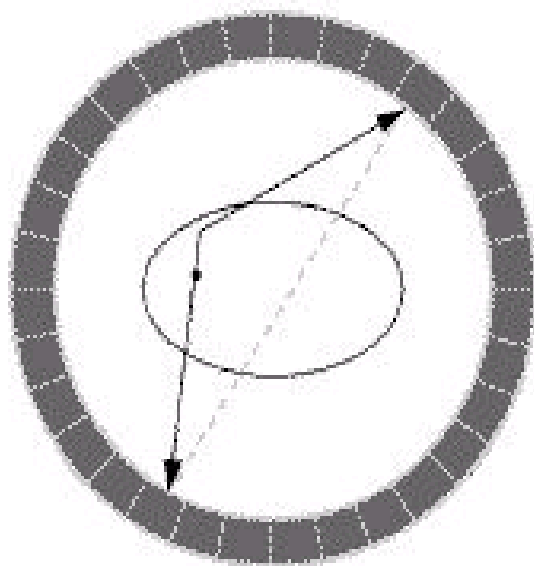
Az előzőekben felsorolt különbségek lehetetlené teszik a hagyományos nukleáris medicina és a PET egyidejű alkalmazását.

Kényszerhelyzet alakul ki a hármas modalitás esetén is. Itt is legalább időben szét kell választani, vagy más napokon, vagy más műszakban lehet végezni a PET és a hagyományos izotópdiagnosztikai vizsgálatokat.

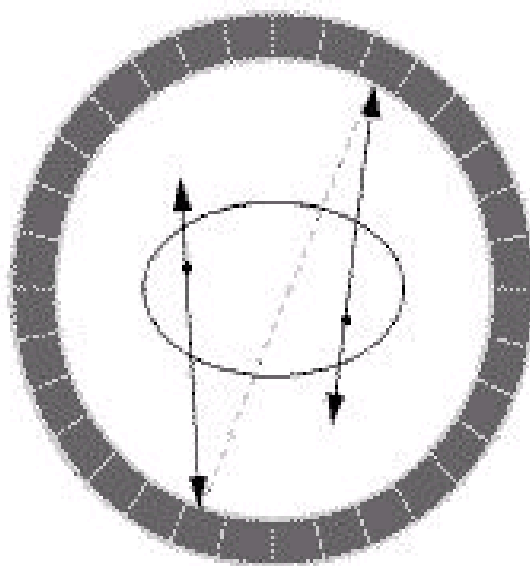
ANIHILÁCIÓ ÉS DETEKTÁLÁSA



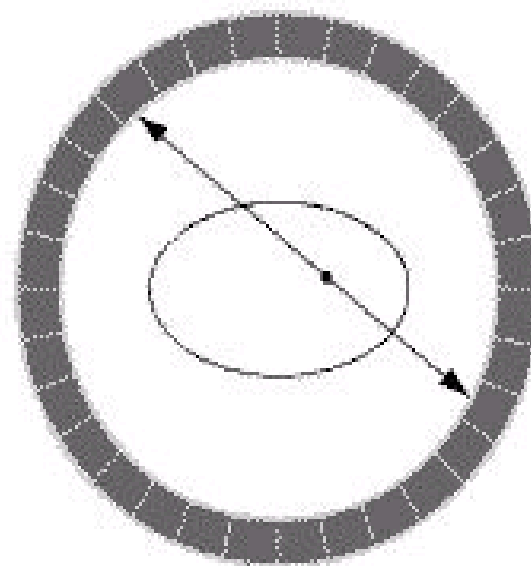
KÉPKIÉRTÉKELÉS



**Scattered
coincidence**

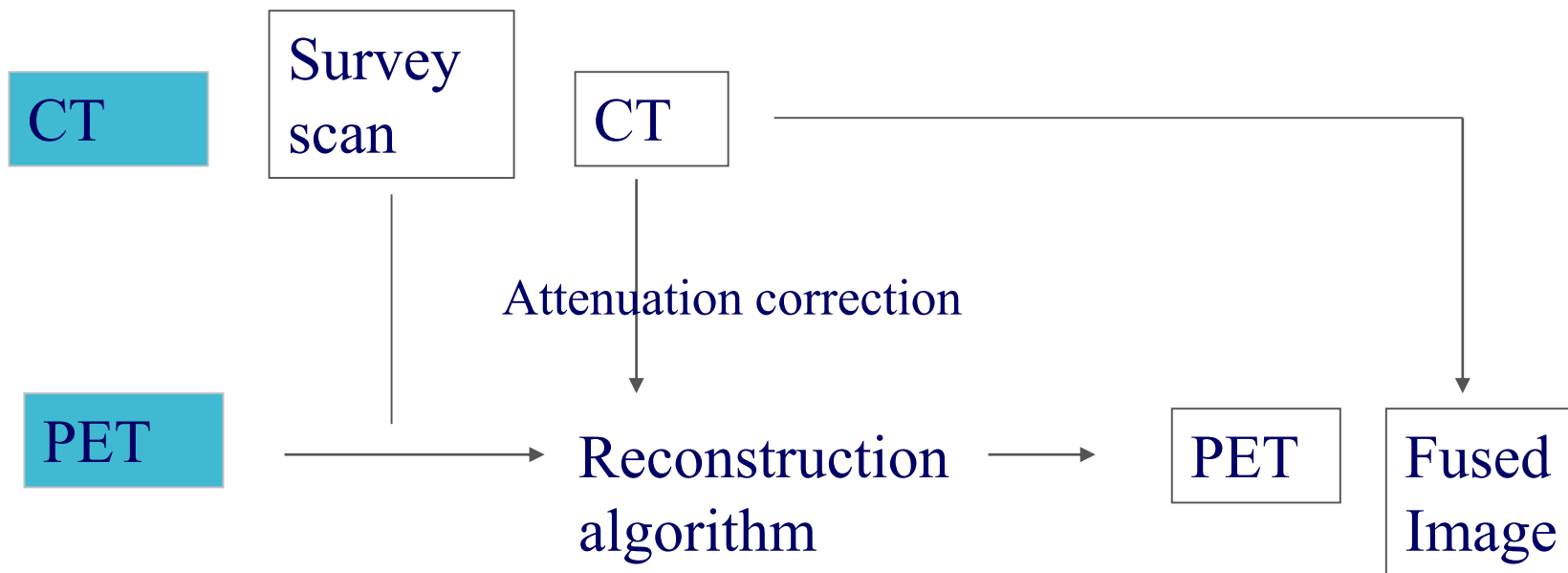


**Random
coincidence**



**True
coincidence**

PET-CT MŰKÖDÉSI ELVE



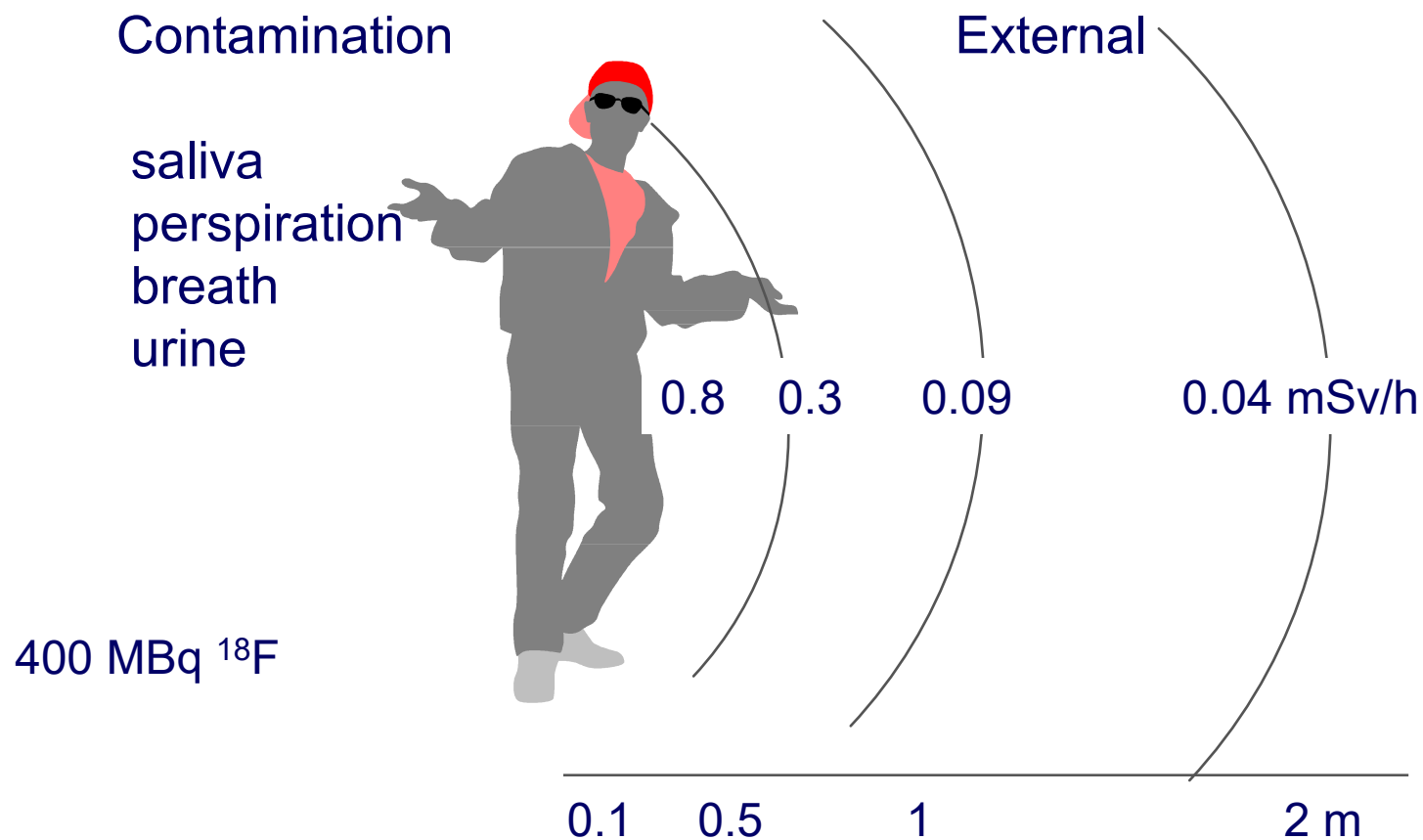


PET-CT SUGÁRTERHELÉSE

- Tipikusan egy ^{18}F FDG-vel végzett egésztest vizsgálat esetén 5-8 mSv effektív dózis származik a PET vizsgálatból.
- Ehhez hozzáadódik 8-10 mSv effektív dózis a CT vizsgálat miatt.



RADIOAKTÍV PÁCIENS KÖZVETLENÜL BEADÁS UTÁN



Benatar NA, Cronin BF, [O'Doherty M](#). Radiation dose rates from patients undergoing PET: implications for technologists and waiting areas. Eur J Nucl Med 2000; 27: 583-9

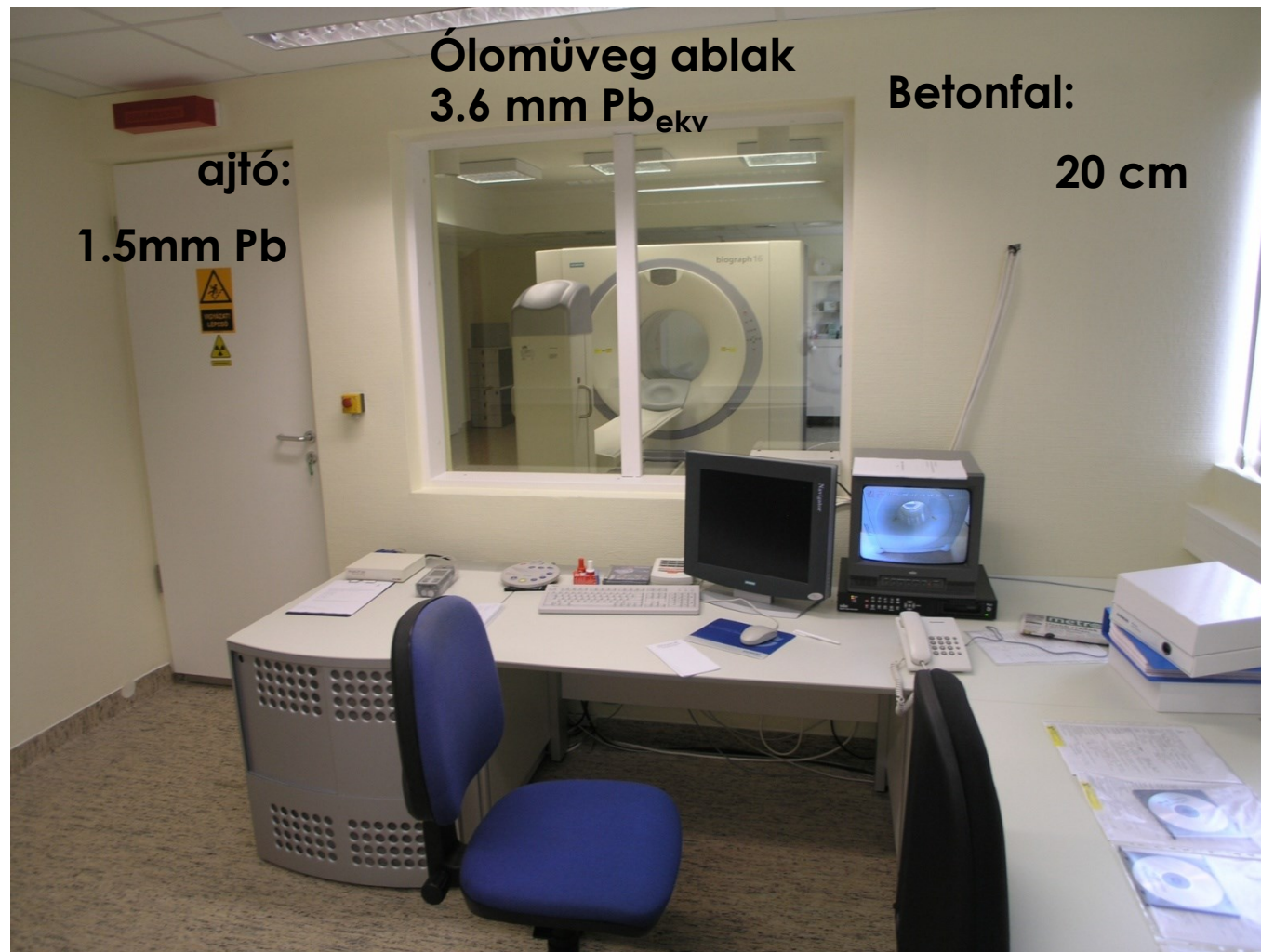


ÁRNYÉKOLÓ ESZKÖZÖK

Az 511 keV-s sugárzás elleni védelemben használt árnyékoló eszközöknél a legnagyobb gond az ólom magas értékű sűrűsége (11 kg/l).

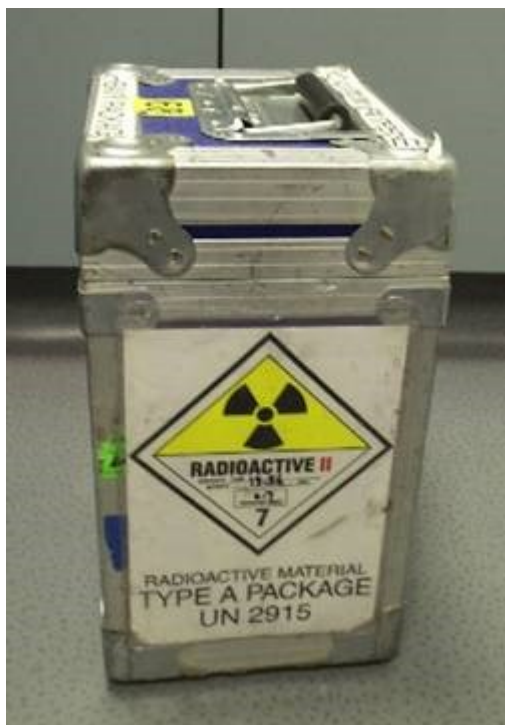


PET-CT VIZSGÁLÓK SUGÁRVÉDELMEÉNEK OPTIMÁLÁSA





SZÁLLÍTÓ ESZKÖZÖK



Container

Weight 15-25 kg



Liner

Lead container
(47-57 mm)



Source

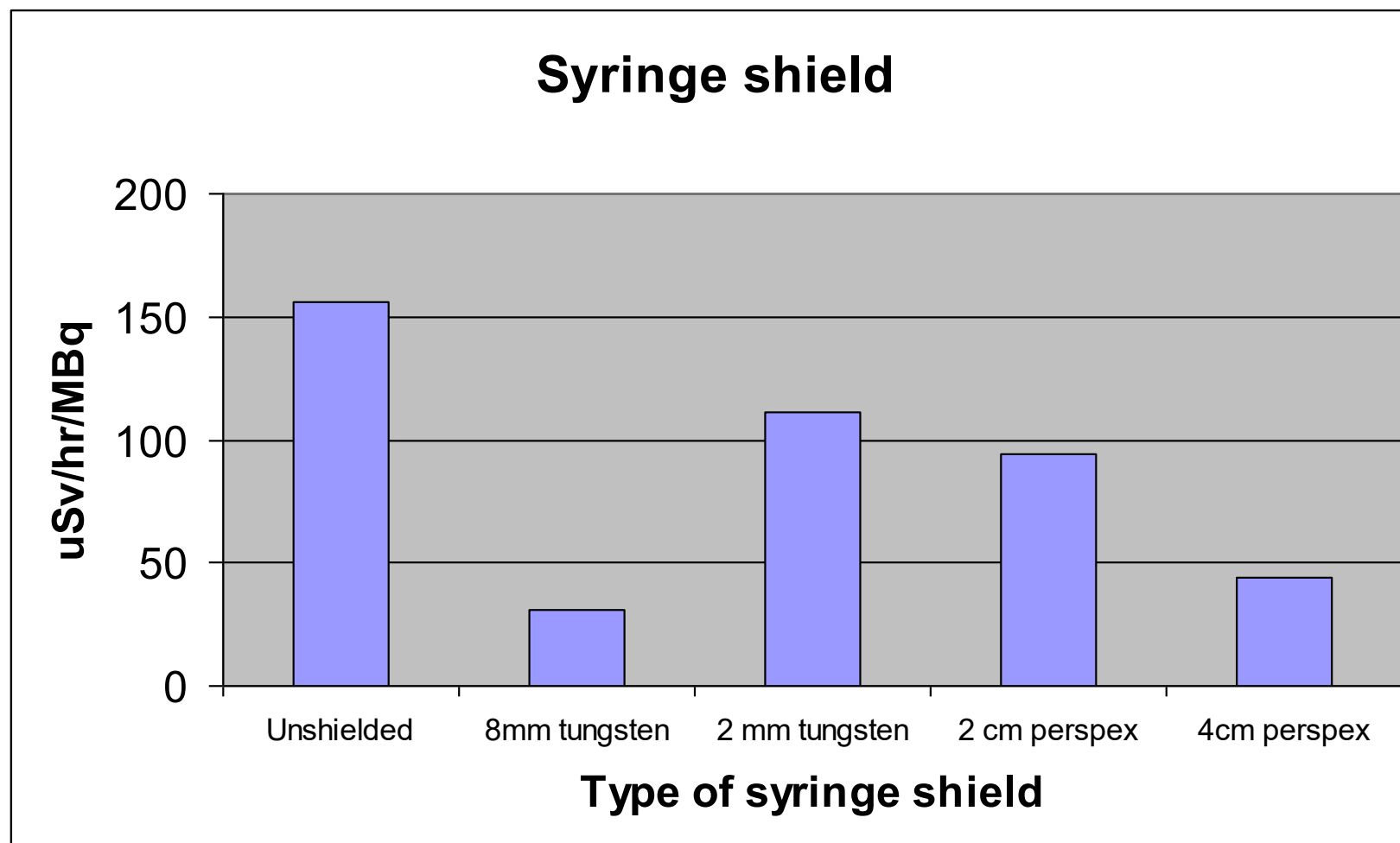
FECSENDŐVÉDŐK



^{99m}Tc -
(2 mm W)

^{18}F -FDG
(8 mm W)

^{18}F FDG-NÉL HASZNÁLT KÜLÖNBÖZŐ FECSEKENDŐVÉDŐK





HOSSZÚ CSIPESZEK – 30 CM

A 30 cm-s csipeszek használata 60%-kal csökkentik a dózist a 18 cm-s csipeszekhez képest.





BEADÁS ÉS SZÁLLÍTÁS

- Szárnyastű és kanül vénás beadáshoz
- Fecskendővédelem
- Fecskendővédővel ellátott injekciók szállítására alkalmas árnyékolt konténer
- Kesztyűk



RADIONUKLIDOK TÁROLÁSA



Biztonságos tárolás (Trezor) (sugárforrás/hulladék)

- 50 mm Pb
- Különféle méretekben
- Tömeg: 500-1500 kg
- 10^{-3} csökkenti a dózisteljesítényt
- Eltávolítása biztonságos



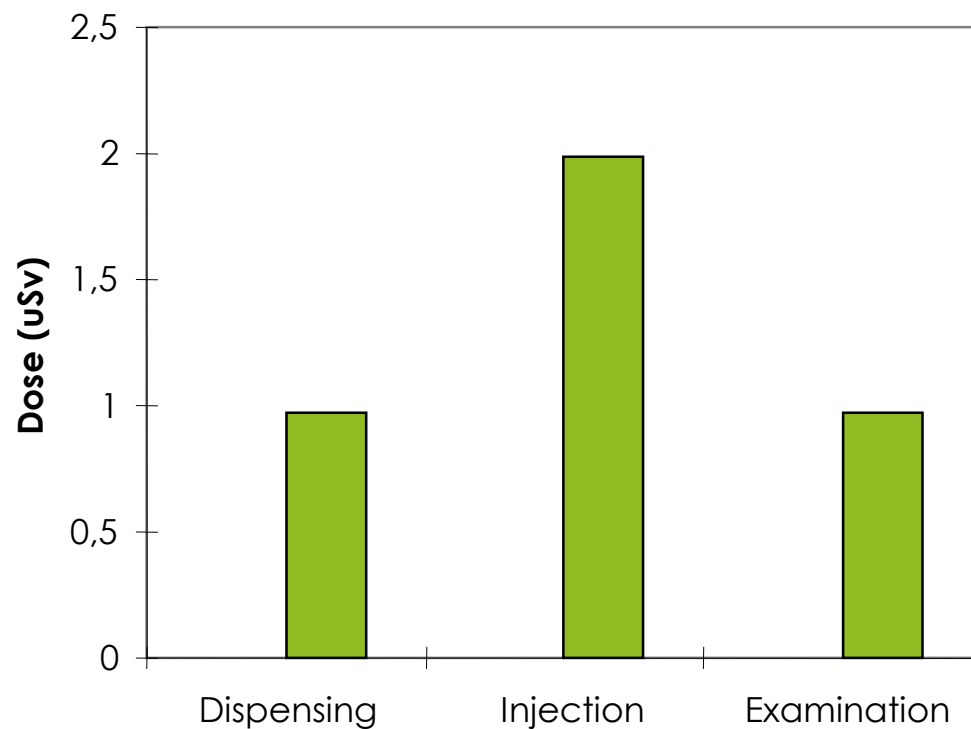
SZILÁRD HULLADÉK TÁROLÁSA

- Árnyékolt tartályok papírokhoz, kesztyűkhöz, üres injekciós üvegekhez és fecskendőkhöz.
- Különálló tartályok aktív és nem aktív hulladékhoz.
- A szennyezett ruhát 24 órán át védett szekrényben kell tárolni, mielőtt a ruhaneműt elszállítják.





TIPIKUS DÓZISÉRTÉKEK AZ ^{18}F -FDG VIZSGÁLATOKNÁL



Whole body scan
370 MBq ^{18}F FDG

Jól megtervezett PET-CT létesítményekben végzett mérések

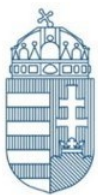


DOLGOZÓK EGÉSZTEST DÓZISA

Átlagos egésztest dózisok (jól megtervezett)

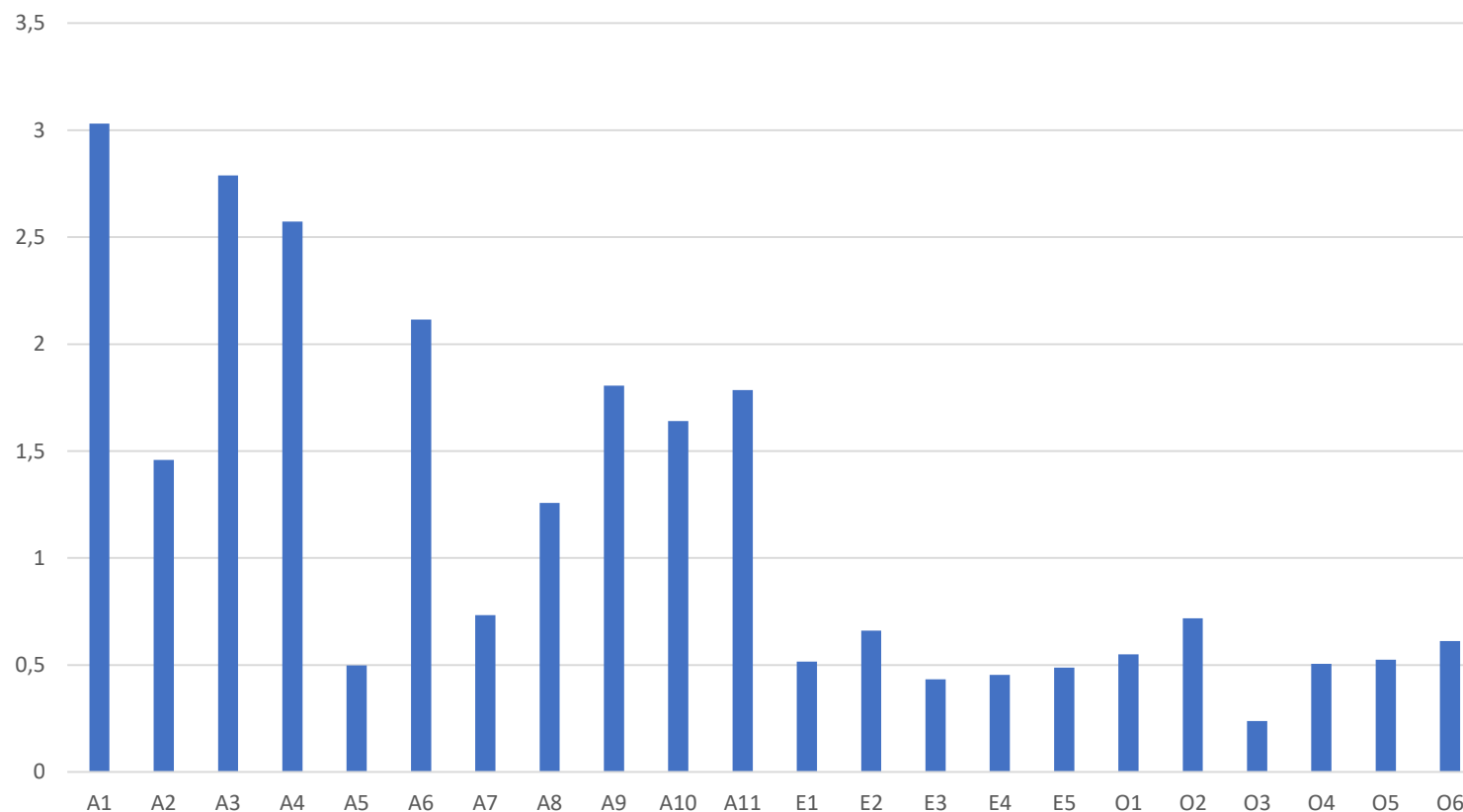
PET-CT létesítményekben:

- | | |
|---|------------------------------|
| - Ampulla kezdeti mérése | 2 μSv |
| - Osztás és beadás | 2-4 μSv /páciens |
| - Páciens pozicionálás/vizsgálat | 1-2 μSv /páciens |
| • A páciensek kísérete (WC, Vizsgáló, Váró) | 5-10 μSv /páciens |



ÉVES SZEMÉLYI DÓZISEGYENÉRTÉKEK AZ OKI OSSKI MÉRÉSEI ALAPJÁN

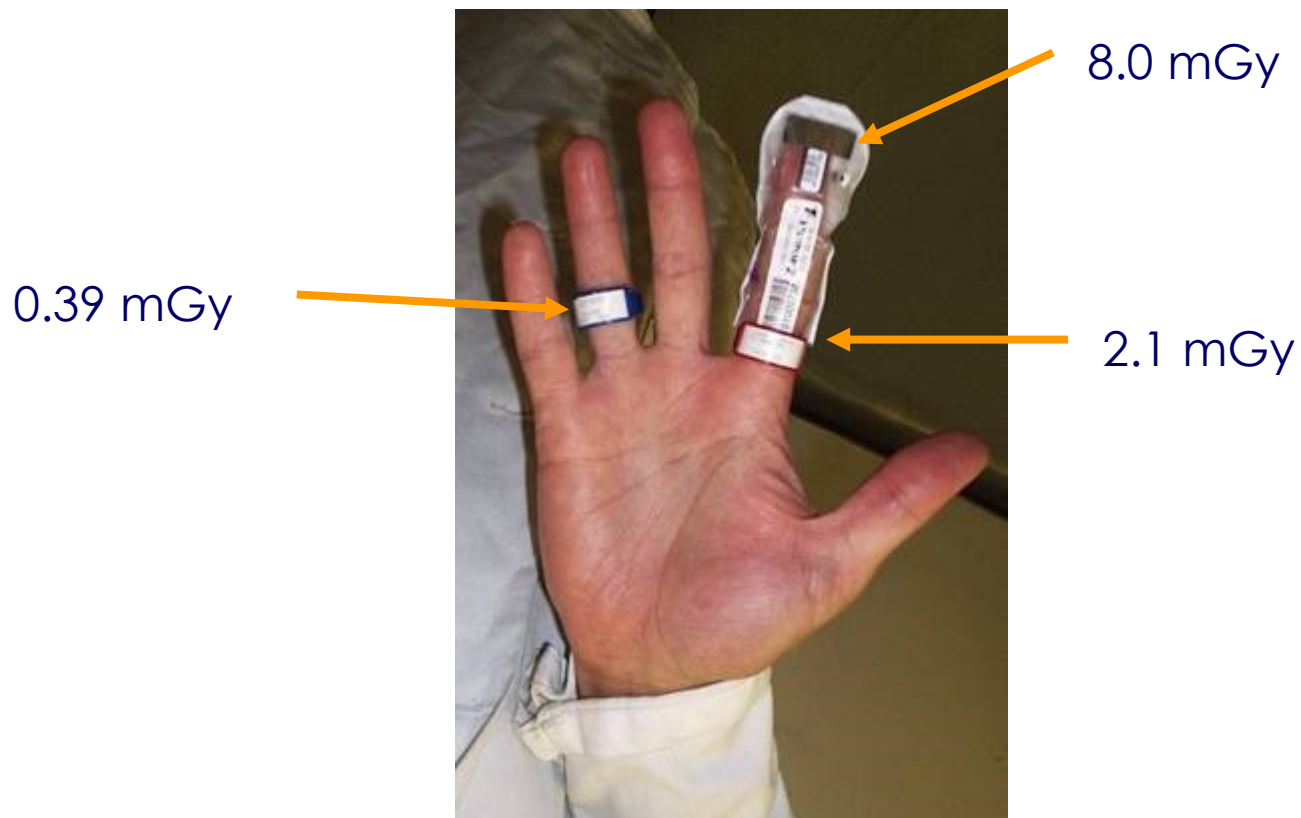
Éves Hp(10) mSv



Hagyományos Nukleáris Medicina és PET-CT vizsgálatokat végző NMI dolgozói
PTE KK NMI 2016. évi OKI OSSKI eredménylapok összegzése



MÉRT KÉZDÓZISOK ATTÓL FÜGGENEK HOL VISELTÉK A DÓZISMÉRŐT (^{18}F FDG)



Havi dózisok



MÉRT SZEM- ÉS KÉZDÓZISOK I.

SE ÁOK Nukleáris Medicina Tanszék PET-CT diagnosztika	8,3 GBq ^{18}F FDG automata beadás, 1 cm W védelem	$H_p(3) = 149 \mu\text{Sv}$ $H_p(0,07) = 347 \mu\text{Sv}$ $H_p(10) < 0,2 \text{ mSv}/2 \text{ hó}$
Taba Gabriella mérési eredményei Osztó, beadó: Karl 100 TLD anyag: mcp-n Radpro cube 400 rendszer		



MÉRT SZEM- ÉS KÉZDÓZISOK II.

SE ÁOK Nukleáris Medicina Tanszék PET-CT diagnosztika	17 GBq ^{18}F FDG automata beadás, fektetés, hulladékkezelés, 1 cm W védelem, 4 nap 80 páciens	$H_p(3) = 210 \mu\text{Sv}$ $H_p(0,07) = 620 \mu\text{Sv}$
Taba Gabriella mérési eredményei Osztó, beadó: Karl 100 TLD anyag: mcp-n Radpro cube 400 rendszer		



HAZAI PET-CT KÖZPONTOK

- AFFIDEA DIAGNOSZTIKA Kft. Szeged
- Bács Kiskun Megyei Kórház, NMO
- Békés Megyei Központi Kórház Pándy Kálmán Tagkórháza NMO
- Medicopus Nonprofit Kft. Kaposvár
- Pécsi Tudományegyetem KK NMI
- Pozitron Diagnosztikai Kft. Budapest
- ScanoMed Kft. Budapest
- Scanomed Kft. Debrecen
- Semmelweis Egyetem ÁOK Nukleáris Medicina Tanszék
- Szegedi Tudományegyetem ÁOK Szent-Györgyi Albert KK NMI



HAZAI PET-CT BERENDEZÉSEK

- Ge Discovery IQ típusú PET-CT
- Ge Discovery IQ típusú PET-CT
- Ge Discovery MI PET-CT
- GE Discovery ST típusú PET-CT
- MEDISO ANYSCAN PET/CT
- MEDISO Anyscan SPECT-CT-PET
- MEDISO Anyscan SPECT-CT-PET
- MEDISO Anyscan SPECT-CT-PET
- Philips Gemini TF 64 PET/CT
- Siemens Biograph 64 TruePoint19 típusú PET/CT
- Siemens Biograph mCT Exel CT típusú PET-CT



PET-CT KATEGÓRIÁBA SOROLÁSA

- A 487 (XII.30.) Korm. Rendelet 25. § (1) paragrafusa alapján I. sugárvédelmi kategóriába tartozik:
- bc) az MSZ 62-7 szabvány szerinti III. típusú orvosi izotóplaboratóriumok üzemeltetése,
- 5. melléklet a 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelethez a hibrid berendezéseket (SPECT-CT, PET-CT) II. sugárvédelmi kategóriába sorolja.

Javaslat: a magasabb kategóriába való besorolás választása a sugárvédelmi szakértők részéről.



PÁCIENSEK ELBOCSÁTÁSÁNAK FELTÉTELEI I.

A kidolgozás alatt álló új EMMI páciensrendelet alapján a nyitott radioaktív izotóppal végzett vizsgálatokra és kezelésekre vonatkozó elbocsátási feltételekre a következő alkalmazandó szabály vonatkozik:

- „...amíg a beteg teste középtengelyétől bárhol, 1 méter távolságban, erre alkalmas és hitelesített környezeti dózisegyenérték-teljesítménymérővel mért érték meghaladja a **25 $\mu\text{Sv/h}$ -t**” a beteg nem bocsájtható el.
- A sugárforrássá vált aktív páciens mentővel történő elszállításakor a mentősök részéről ellenállás tapasztalható az őket ért sugárterhelés miatt.



PÁCIENSEK ELBOCSÁTÁSÁNAK FELTÉTELEI II.

Javaslat:

- Sugárvédelmi szakértők írják be az SL-be az elbocsátási feltételeket átkonvertálva időre a rendeletben szereplő dózis-teljesítmény értékre vonatkozóan.
- A páciens elszállító mentősök alapfokú sugárvédelmi képzésben kellene részt venniük, tekintettel arra, hogy sugárforrást szállítanak. Ezzel a félelmüket és nem megfelelő hozzáállásukat is oldani lehetne.



MÉRÉSI EREDMÉNYEK AZ OAH HELYSZÍNI ELLENŐRZÉSI JEGYZŐKÖNYVE ALAPJÁN I.

• Mérési körülmények:	182 MBq F-18 izotóppal vizsgált beteg
Háttérsugárzás: A2-210.1 Preparáló helyiségben	<u>max.</u> 0,15 [$\mu\text{Sv/h}$]
1. F-18 Hordozó konténer felületén:	<u>max.</u> 0,48 [$\mu\text{Sv/h}$]
2. F-18 Hordozó konténerben ólomtégely felületén:	<u>max.</u> 841 [$\mu\text{Sv/h}$]
3. F-18 Hordozó konténerben ólomtégely felületén nyitott tégelynél:	<u>max.</u> 12.100 [$\mu\text{Sv/h}$]
4. Melegfülke-aktivitásmérő/beállító asszisztens kézdózisa:	<u>max.</u> 24.000 [$\mu\text{Sv/h}$]
5. Melegfülke-aktivitásmérő/beállító asszisztens 1 m távolságban:	<u>max.</u> 7,46 [$\mu\text{Sv/h}$]
6. PET kalibrációt beállító injekciót tartalmazó tégely felületén:	<u>max.</u> 3,46 [$\mu\text{Sv/h}$]
7. PET kalibrációhoz szükséges injekció felületén:	<u>max.</u> 11.400 [$\mu\text{Sv/h}$]



MÉRÉSI EREDMÉNYEK AZ OAH HELYSZÍNI ELLENŐRZÉSI JEGYZŐKÖNYVE ALAPJÁN II.

A2-210 Beadó helyiségben

8. Automata FDG osztóba helyezett nyitott F-18 tégely felszínén:	<u>max.</u> 21.800 [μ Sv/h]
9. Automata FDG osztóba helyezett zárt F-18 tégely felszínén:	<u>max.</u> 1.400 [μ Sv/h]
10. Automata FDG osztó védelme felett működés nélkül:	<u>max.</u> 0,31 [μ Sv/h]
11. Automata FDG osztó védelme felett működés közben:	<u>max.</u> 741 [μ Sv/h]
12. Automata FDG osztó működése közben ólomvédelem mögött:	<u>max.</u> 1,21 [μ Sv/h]
13. Automata FDG osztó működése közben ólomvédelem nélkül:	<u>max.</u> 12,1 [μ Sv/h]
14. F-18 izotóppal jelölt páciens karjánál:	<u>max.</u> 141 [μ Sv/h]

A2-208 Vizsgáló helyiségben

15. SPECT/CT/PET berendezést kezelő I. sz. személy helyén vezérlőben:	<u>max.</u> 0,21 [μ Sv/h]
16. SPECT/CT/PET berendezést kezelő II. sz. személy helyén vezérlőben:	<u>max.</u> 0,22 [μ Sv/h]
17. Vizsgáló helyiség ajtajában:	<u>max.</u> 0,31 [μ Sv/h]
18. SPECT/CT/PET vizsgálóban szakasszisztens	<u>max.</u> 20,1 [μ Sv/h]



MÉRÉSI EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

- A bemutatott mérési eredmények alapján a dolgozók éves effektív és kéz dózisa nem éri el az éves foglalkozási dóziskorlátot.
- A fenti adatok is alátámasztják, hogy a PET-CT munkahely kivitelezése megfelel a sugárvédelmi leírásnak és a MSZ 62-7:2017 szabványnak.
- Az elvégzett munkahelyi sugárvédelmi mérések alapján a foglalkoztatottak dózisa alul marad a 487/2015 (XII:30.) Korm. Rendeletben előírt foglalkozási dóziskorlátoknak.



JAVASLAT AZ OAH ÁLTAL KIALAKÍTANDÓ MÉRÉSI PROTOKOLLRA I.

- Az MSZ 824:2017 Sugárzás elleni védelem orvosi és állatorvosi röntgenmunkahelyeken számú és című szabvány részletesen leírja a röntgenmunkahelyek sugárvédelmi mérésének a protokollját, amely tartalmazza a berendezés beállítását, a geometriai beállítást, az alkalmazandó vízfantomot.
- Az MSZ 62-7 szabvány az „Ionizáló sugárzás elleni védelem. 7. rész: Sugárvédelem nyitott radioaktív anyagok alkalmazásakor” sajnos nem tartalmazza a sugárvédelmi mérések protokolljait.



JAVASLAT AZ OAH ÁLTAL KIALAKÍTANDÓ MÉRÉSI PROTOKOLLRA II.

Javaslatok:

- Mérési protokollok kialakítása az összes izotópos alkalmazásokra vonatkozóan.
- Egységes ellenőrzési jegyzőkönyv kialakítása.
- Az izotópos alkalmazásoknál alapvetően két fajta „sugárforrás” van jelen: az izotóp és az aktív páciens. Fentiek miatt a méréseknél is követni kellene az izotóp és a páciens útját.

Az egységes mérési pontok/feltételek kialakítása lehetővé tenné, hogy az izotópos munkahelyek is összehasonlíthatók legyenek a röntgenmunkahelyekhez hasonlóan.



ÖSSZEFOGLALÁS

Fejlesztési javaslataink:

- Sugárvédelmi szakértők írják be az SL-be az elbocsájtási feltételeket átkonvertálva időre a rendeletben szereplő dózis-teljesítmény értékre vonatkozóan.
- A páciens elszállító mentősöknek alapfokú sugárvédelmi képzésben kellene részt venniük, tekintettel arra, hogy sugárforrást szállítanak. Ezzel a félelmüket oldani, a nem megfelelő hozzáállásukat javítani lehetne.
- Mérési protokollok kialakítása az összes izotópos alkalmazásokra vonatkozóan.
- Egységes ellenőrzési jegyzőkönyv kialakítása.
- Az izotópos alkalmazásoknál alapvetően két fajta „sugárforrás” van jelen: az izotóp és az aktív páciens. Fentiek miatt a méréseknél is követni kellene az izotóp és a páciens útját.



KÖVETKEZTETÉSEK

Megállapítható, hogy a hazai PET-CT berendezések sugárvédelme jó irányban halad. Az újonnan telepített készülékek minőségileg sokkal magasabb szintet képviselnek, melyeknek jelentős pozitív sugárvédelmi következményei is vannak.

Annak ellenére, hogy a PET-CT-k működése sugárvédelmi szempontból megfelelő, reméljük, hogy fejlesztési javaslataink igen komoly segítséget nyújtanak a leendő PET-CT Központok tervezőinek, a Sugárvédelmi Szakértők munkájában, illetve a saját Hatósági munkákban is.

IRODALOM

1. IAEA RPOP Radiation protection in PET-CT
2. 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről
3. MSZ 62-7:2017. Ionizáló sugárzás elleni védelem. 7. rész: Sugárvédelem nyitott radioaktív anyagok alkalmazásakor
4. Mark T. Madsen, Jon A. Anderson, James R. Halama, Jeff Kleck, Douglas J. Simpkin, John R. Votaw, Richard E. Wendt III, Lawrence E. Williams, Michael V. Yester: Med. Phys. 33 (1), January 2006
5. GE Healthcare: LightBurst Detector, Whitepaper, GE Healthcare
6. GE Healthcare: Q.Clear, Steve Ross, Ph.D., GE Healthcare
7. Melissa C. Martin, M.S., FACR, PET/CT - Site Planning and Shielding Design, National Symposium on Fusion Imaging and Multimodalities: Technical and Regulatory Considerations Kansas City, KS February 18-20, 2004
8. Benatar NA, Cronin BF, O'Doherty M. Radiation dose rates from patients undergoing PET: implications for technologists and waiting areas. Eur J Nucl Med 2000; 27: 583-9
9. MSZ 824:2017. Sugárzás elleni védelem orvosi és állatorvosi röntgenmunkahelyeken
10. .../2017. (...) EMMI rendelete az egészségügyi szolgáltatások nyújtása során ionizáló sugárzásnak nem munkaköri kötelezettségük keretében kitett személyek egészsége védelmének szabályairól
11. Nuclide Safety Data Sheet Fluorine – 18, www.nchps.org

KÖSZÖNÖM A MEGTISZTELŐ FIGYELMET!

