

^{99m}Tc -MDP hatására kialakuló dózistér mérése csontszcintigráfia esetén a beteg közvetlen közelében

Király R.¹, Pesznyák Cs.^{1,2}, Sinkovics I.³, Kanyár B.⁴

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Centrum

²BME, Nukleáris Technikai Intézet

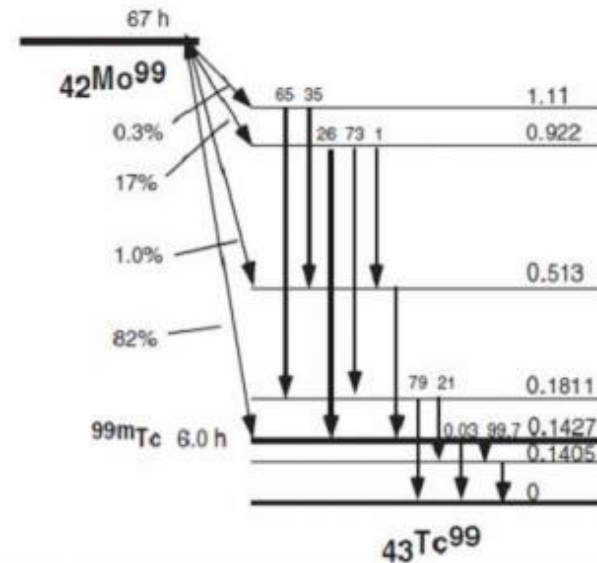
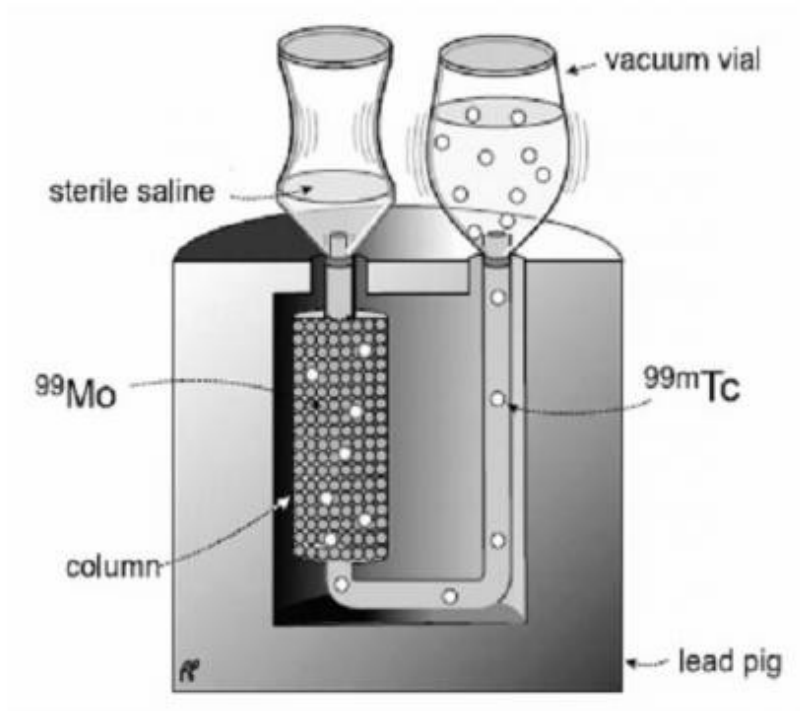
³Országos Onkológiai Intézet, Nukleáris Medicina Osztály

⁴Semmelweis Egyetem, Sugárvédelmi Szolgálat

^{99m}Tc Technécium

- Diagnosztikai célra a ^{99m}Tc Technécium az egyik leggyakrabban (85%) alkalmazott izotóp a nukleáris medicinában
- $E_{\gamma}=140\text{ keV}$, $T_{1/2}=6,02\text{ óra}$,
bomlási mód: IM, előállítási mód: reaktor

^{99m}Tc -előállítás



Molibdén - technécium
generátor

^{99}Mo bomlási
sémája

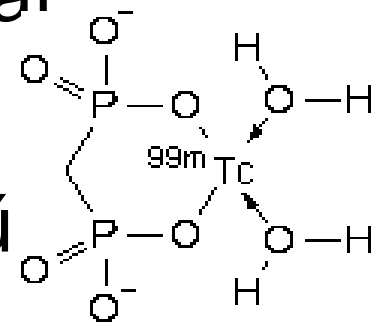
<http://oftankonyv.reak.bme.hu/tiki-index.php?page=Nukle%C3%A1ris+medicina+fizikusoknak&structure=Tank%C3%B6nyv+Fizikusoknak>

Király: ^{99m}Tc -MDP hatására kialakuló dózistér mérése

^{99m}Tc -MDP

Preparálás

- ^{99m}Tc -jelzett metilén difoszfónát (MDP) elkészítése a fiolához adott steril fiziológiás sóval hígított megfelelő mennyiségű nátrium- ^{99m}Tc pertechnetát hozzáadásával történik a gyártó utasításainak megfelelően.
- Ezután ellenőrzik a radiokémiai tisztaságát.



^{99m}Tc -MDP alkalmazásai

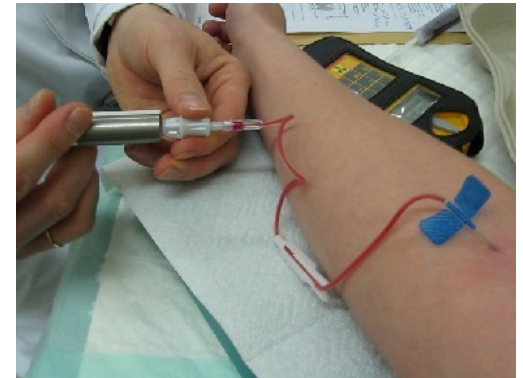
1. Onkológiai indikációk:

- a. Primer daganatok (Pl. osteosarcoma, Ewing sarcoma)
- b. Másodlagos daganatok
(csontmetastasis: emlő, prosztatata, tüdő)

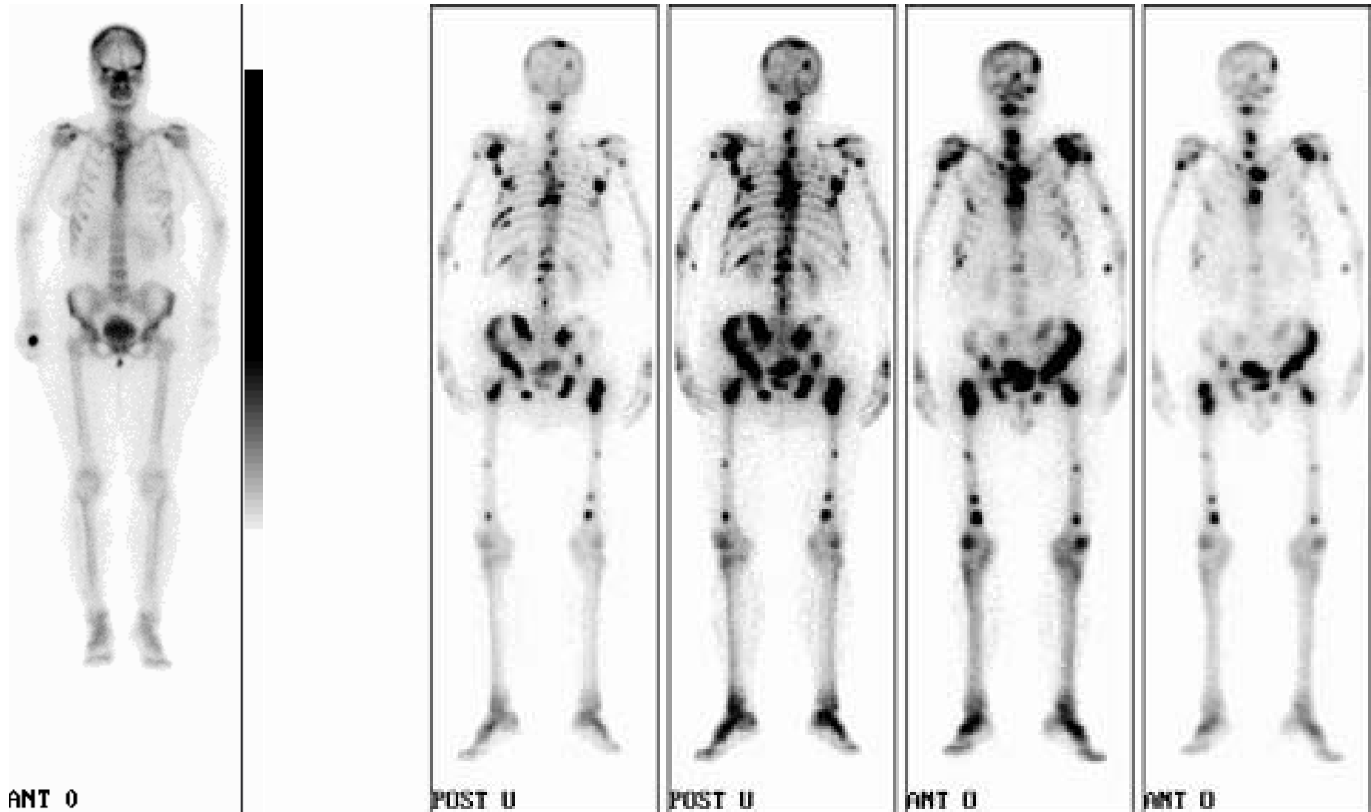
2. Nem daganatos megbetegedések (Pl. osteomyelitis, osteoporosis, arthropathiák)

^{99m}Tc -MDP

- Általában a beadandó aktivitás:
300 - 740 MBq
- A beadás módja: iv.
- A képfelvételek gamma



^{99m}Tc -MDP-csontszcintigráfia

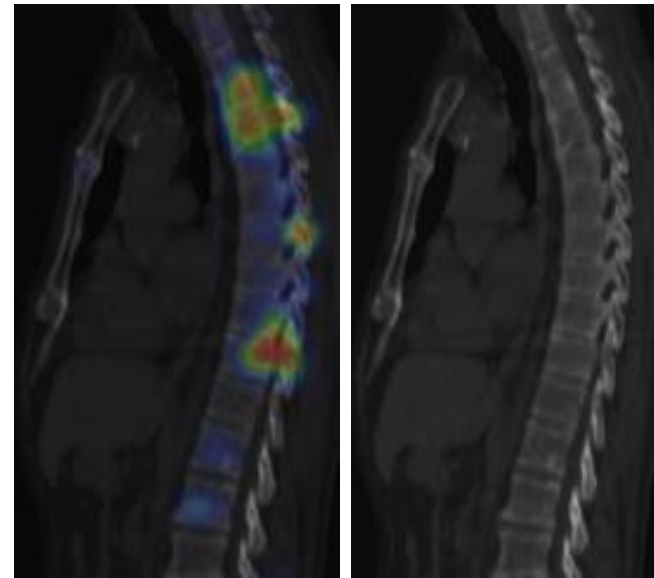
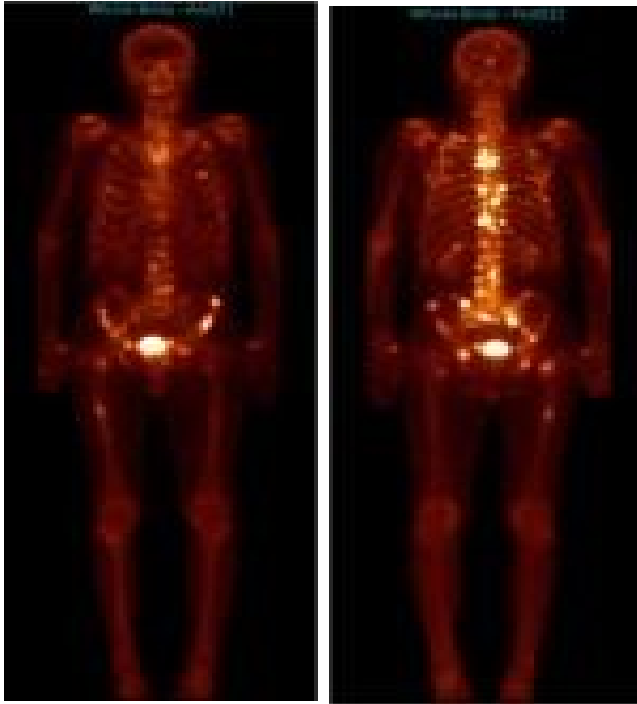


Normál egésztest

Csontmetastasis egésztest
felvételei

^{99m}Tc -MDP csontszcintigráfia

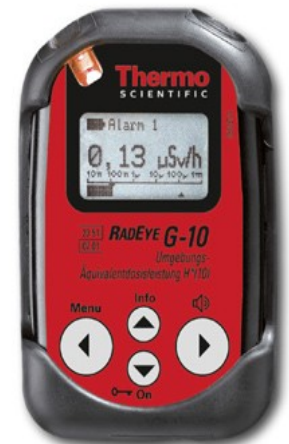
Csontszcintigráfia: anterior és posterior egésztest felvételek. SPECT-CT sagittalis sík, fúziós kép és CT felvétel. A CT felvételeken egyértelmű csontszerkezeti eltérés még nem látható.



Képek: <http://oftankonyv.reak.bme.hu/tiki-index.php?page=Nukle%C3%A1ris+medicina+fizikusoknak&structure=Tank%C3%B6nyv+Fizikusoknak>

Mérőműszerek

- Hitelesített Victoreen 451P típusú ionizációs kamra, amely besugárzási dózisteljesítmény mérésére Sv/h van kalibrálva gamma és röntgensugárzásra 20 keV - 2 MeV közti energia tartományban
- ThermoScientific RadEye G-10 típusú GM cső detektor. méréshatárra 100 mSv/h



Mérések

- 3 betegnek mértük a dózisterét
- ^{99m}Tc -MDP I.D.= 900 MBq/beteg
- A leképezés 2,5 óra után történt a beadástól
- A méréseket a beinjektálástól számított 30. és 180. percben végeztük
- A méréseket 4 irányban (AP, PA, BAL, JOBB OLDAL) és 5 távolságban (0,1m; 0,5m;1m;1,5m;2m) végeztük

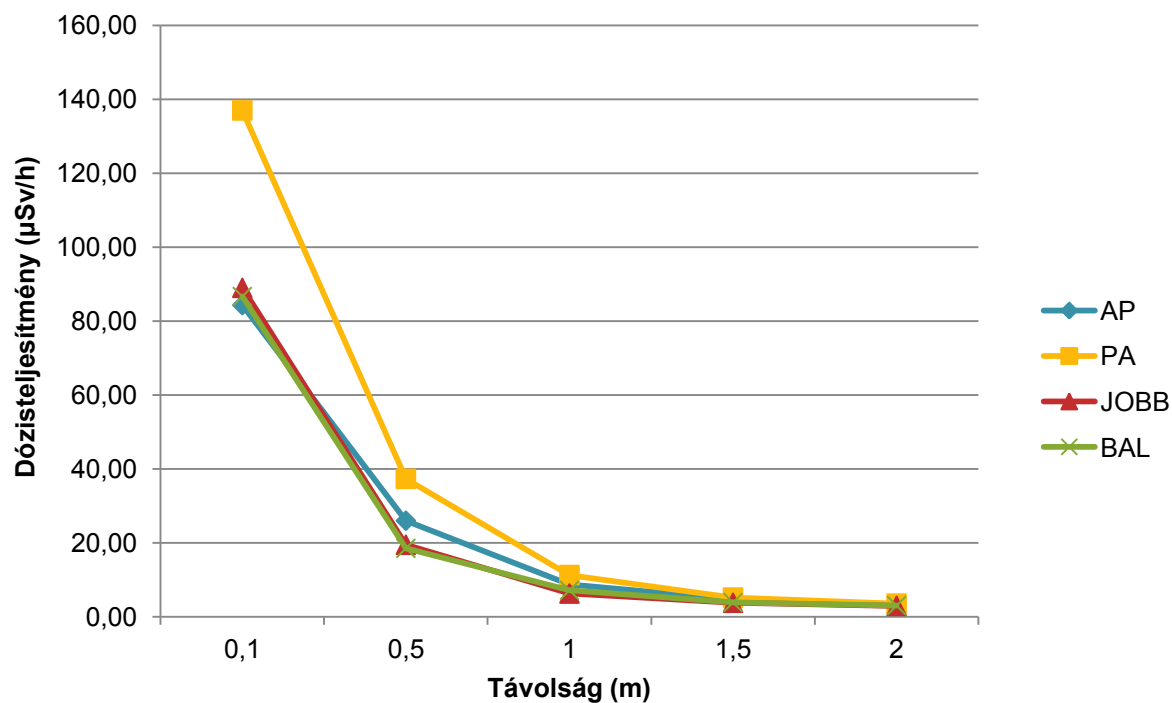
Mérések

Átlagos dózisteljesítmények 30 és 180 perccel injektálás után

Mérési távolság (m)	AP $\mu\text{Sv/h}$		PA $\mu\text{Sv/h}$		JOB B $\mu\text{Sv/h}$		BAL $\mu\text{Sv/h}$	
	30 perc	180 perc	30 perc	180 perc	30 perc	180 perc	30 perc	180 perc
Testfelszín								
0,1	84,33	32,29	137,00	81,98	89,00	22,06	86,67	40,90
0,5	26,00	9,89	37,33	12,40	19,50	9,78	18,53	17,37
1	8,77	5,54	11,30	5,11	6,30	3,86	7,17	3,87
1,5	4,77	2,28	5,20	3,10	3,80	2,15	3,87	2,19
2	3,13	1,68	3,57	1,89	2,97	1,59	3,03	1,34

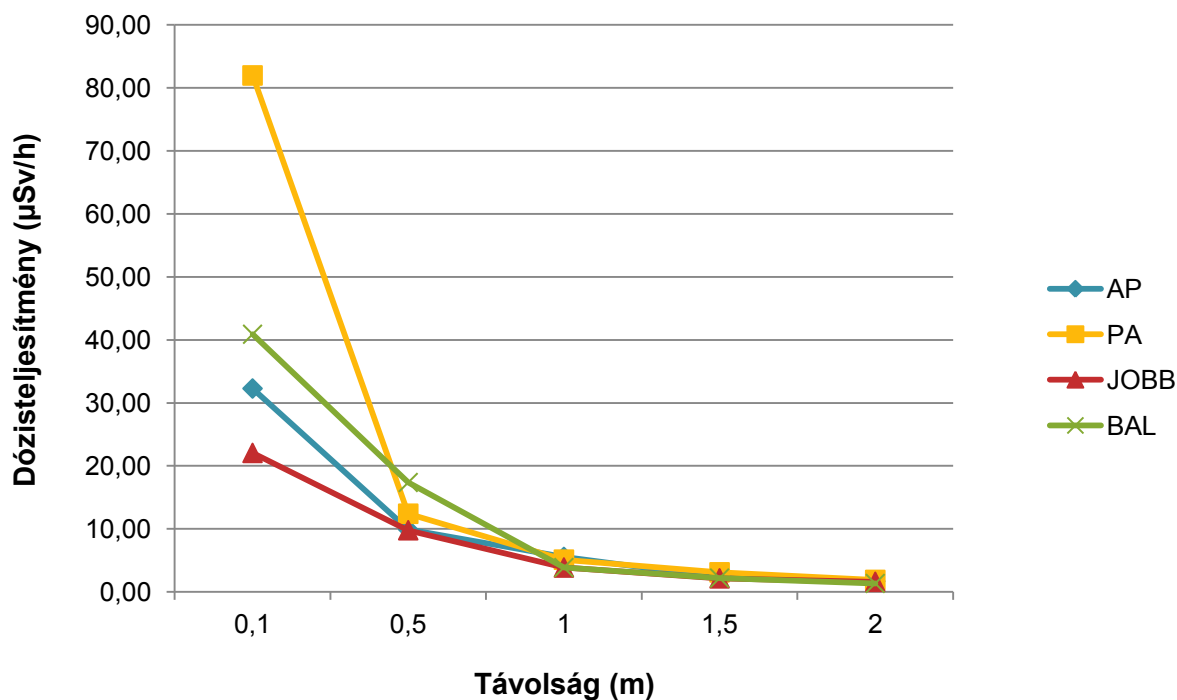
Mérések

Átlagos dózisteljesítmények 30 perccel injekció után



Mérések

Átlagos dózisteljesítmények 180 perccel injektálás után



Eredmények

Teljes bomlásra becsült dózisok, a mért dózisteljesítmények alapján, a következő képlettel számoltuk:

$$D(\infty) = 1,44 * T_{1/2} * \dot{D}(0)$$

ahol: $\dot{D}(0)$ mért dózisteljesítmény ($\mu\text{Sv/h}$)

$D(\infty)$ leadott dózis (mSv)

$T_{1/2}$ fizikai felezési idő (6,02 h)

$t = \infty$

Eredmények

30 és 180 perccel injekciózás utáni mérési adatokból teljes bomlásra becsült dózisek

Mérési távolság (m)	AP (mSv)		PA (mSv)		JOB (mSv)		BAL (mSv)	
	30 perc	180 perc	30 perc	180 perc	30 perc	180 perc	30 perc	180 perc
Testfelszín								
0,1	0,73	0,28	1,18	0,71	0,77	0,19	0,75	0,35
0,5	0,22	0,09	0,32	0,11	0,17	0,08	0,16	0,15
1	0,08	0,05	0,10	0,04	0,05	0,03	0,06	0,03
1,5	0,04	0,02	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02
2	0,03	0,01	0,03	0,02	0,03	0,01	0,03	0,01

Eredmények

Az irodalomból (ICRP 80) származó adatokból ^{99m}Tc -MDP vizsgálattal járó belső sugárterhelése:

	A legnagyobb elnyelt dózist érintett szervek (mGy/MBq)			A = 900 MBq Elnyelt dózis (mGy)
	felőtt	15 éves	5 éves	felőtt
Vese	0,0073	0,0088	0,018	6,57
Vörös csontvelő	0,0092	0,010	0,033	8,28
Hólyagfal	0,048	0,060	0,073	43,2
Csontfelszín	0,063	0,082	0,22	56,7
	Effektív dózis (mSv/MBq)			Effektív dózis (mSv)
	0,0057	0,0070	0,014	5,13

T_{eff} - effektív felezési idő

$$T_{\text{eff}} = (T_{\text{biol}} * T_{1/2}) / (T_{\text{biol}} + T_{1/2})$$

$T_{\text{biol}} = 24$ h biológiai felezési idő

$T_{1/2} = 6,02$ h fizikai felezési idő

$$T_{\text{eff}} = 4,8 \text{ h}$$

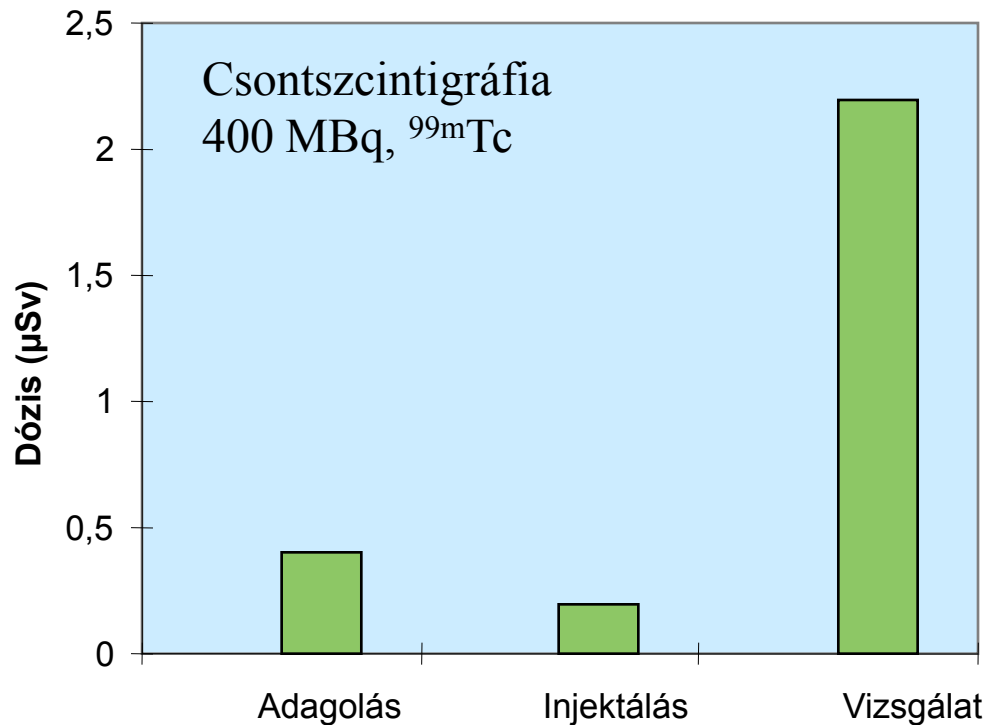
Eredmények

30 és 180 perccel injekciózás utáni mérési adatokból becsült dózisosok effektív felezési

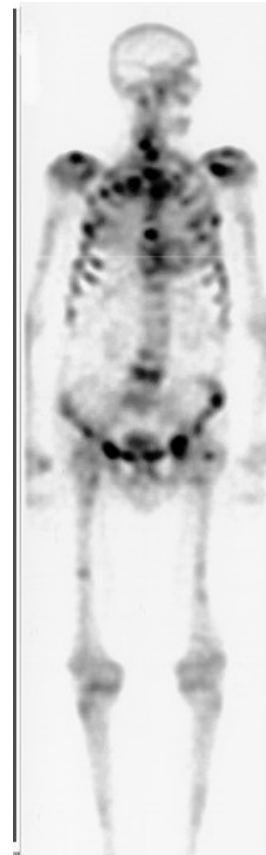
Mérési távolság (m)	AP (mSv)		PA (mSv)		JOB (mSv)		BAL (mSv)	
	30 perc	180 perc	30 perc	180 perc	30 perc	180 perc	30 perc	180 perc
Testfelszín								
0,1	0,58	0,22	0,95	0,57	0,62	0,15	0,60	0,28
0,5	0,18	0,07	0,26	0,09	0,13	0,07	0,13	0,12
1	0,06	0,04	0,08	0,04	0,04	0,03	0,05	0,03
1,5	0,03	0,02	0,04	0,02	0,03	0,01	0,03	0,02
2	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01

Eredmények

Személyzetre vonatkozó sugárterhelés

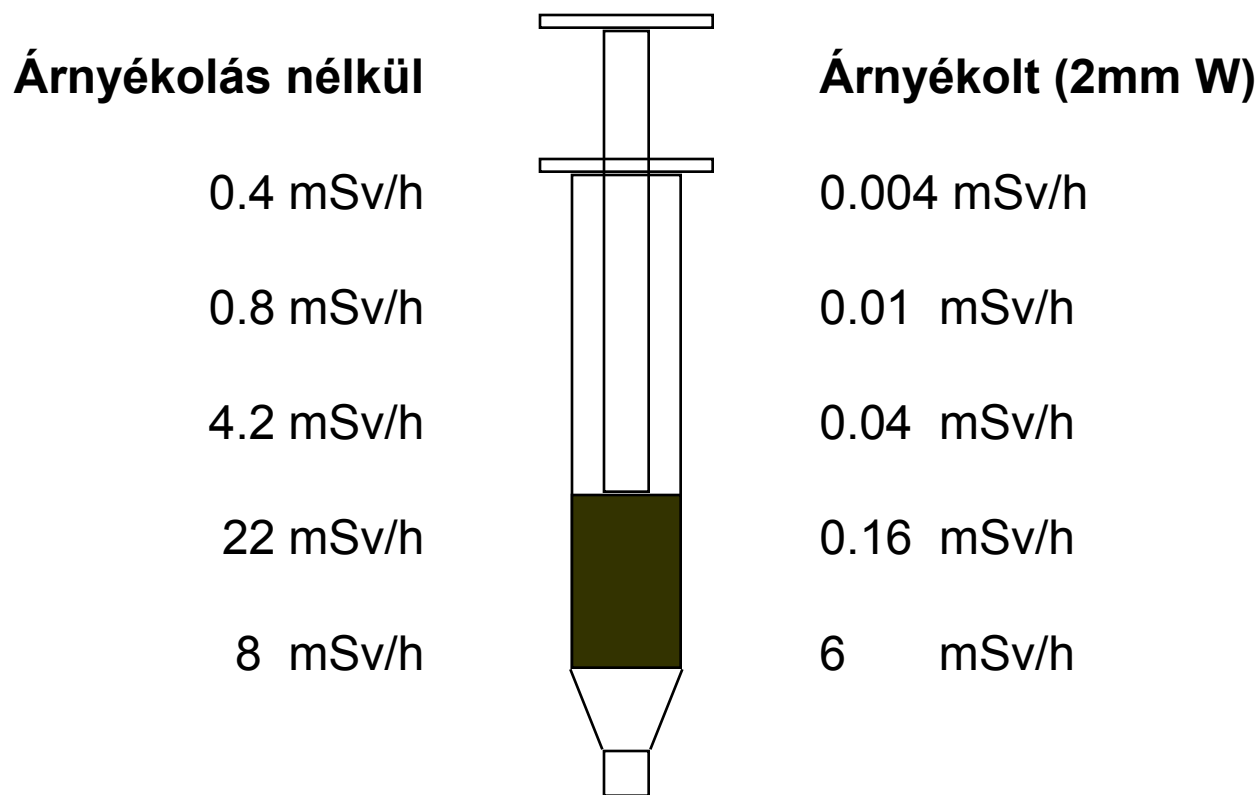


*IAEA Training Material on Radiation Protection in Nuclear Medicine



Eredmények

Személyzetre vonatkozó sugárterhelés



^{99m}Tc 400 MBq /1 ml

*IAEA Training Material on Radiation Protection in Nuclear
Medicine

Király: ^{99m}Tc -MDP hatására kialakuló dózistér mérése

Eredmények

Dózisszámítás pontszerű, levegőben lévő sugárforrásra (radiofarmakonra):

- $$D(0 \rightarrow t) = \frac{1,443 * A * T_{1/2} * \Gamma * \left(1 - e^{\frac{-0,693 * t}{T_{1/2}}}\right)}{r^2}$$

ahol: D – effektív dózis (μSv)
Γ - külső γ dózisállandó (μSv*m²/MBq*h)
A – pontforrás aktivitás (MBq)
r – távolság (m)
t – idő (h)

<http://www.doseinfo-radar.com/ExposureCalculator.html>

Eredmények

Effektív dózis értékek a távolság és eltöltött idő függvényében (900 MBq ^{99m}Tc -MDP aktivitással injektált betegekből származó sugárzásnál)

A = 900 MBq	1 óra	2 óra	3 óra	4 óra
0,5 m	0,072 mSv	0,140 mSv	0,190 mSv	0,240 mSv
1 m	0,018 mSv	0,034 mSv	0,048 mSv	0,061 mSv
1,5 m	0,010 mSv	0,015 mSv	0,021 mSv	0,027 mSv

Következtetés

- 0,5 m távolságban posterior irányban nagyobb a dózis, a csontokban történő elnyelődés következményeként
- 1,5 m-es távolságban a beteg szférikus forrásként tekinthetjük
- a felezési idő mellett a beteg egyéni szöveti abszorpciója is hatással van a dózis csökkenésére



Köszönöm a figyelmet!