



# A NUKLEÁRIS MEDICINA LABOROK KÖRNYEZETI HATÁSAI, HATÓSÁGI SZEMPONTOK AZ OAH ENGEDÉLYEZÉSI ELJÁRÁSAIBAN

Sarkadi Margit  
Országos Atomenergia Hivatal, Budapest

XLVIII. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam  
Gyula, 2023. április 18-20.



# BEVEZETÉS

A Nukleáris Medicina laboratóriumok környezeti hatásai közé két fő kibocsátási típus tartozik.

- **Közvetett kibocsátás:** az aktív betegek, úgy az izotópdiagnosztikai vizsgálatok, mint az izotópterápiás kezelések utáni elbocsátása során a beadott radioaktivitás egy részét intézményen kívülre a testükben kiviszik. Ebben az értelemben az izotópdiagnosztikai és izotópterápiás tevékenység következtében indirekt radioaktív anyag kibocsátás történik, azonban a betegek távozáskor a testükben kivitt aktivitás kibocsátása térben és időben elkülönül egymástól.
- Radioaktív hulladékok, illetve radioaktivitással szennyezett szilárd, folyékony vagy légnemű hulladékok **közvetlen kibocsátása**.



# BETEGEK ELBOCSÁTÁSÁNAK FELTÉTELEI I.

A vizsgálat és a terápia után a **21/2018. (VII. 9.) EMMI rendelet** az egészségügyi szolgáltatások nyújtása során ionizáló sugárzásnak nem munkaköri kötelezettségük keretében kitett személyek egészsége védelmének szabályairól szóló rendeletnek, vagy a mindenkor aktuális vonatkozó jogszabályoknak megfelelően be kell tartani az elbocsátási feltételeket.



## BETEGEK ELBOCSÁTÁSÁNAK FELTÉTELEI II.

A 21/2018. (VII. 9.) EMMI rendelet alapján az alábbiak szerint kell eljárni:

„24. § (1) Nyitott sugárforrásokkal végzett vizsgálatot vagy terápiát követően **nem bocsátható el a beteg, amíg** a radioaktív anyag a szervezetében olyan mértékű, hogy az várhatóan a környezetében tartózkodók 30  $\mu\text{Sv}$ -t meghaladó sugárterhelését okozhatja, vagy **a teste középtengelyétől** bárhol, **1 méter távolságban**, erre alkalmas és hitelesített **környezeti dózisegységérték-teljesítménymérővel** mért érték **meghaladja a 25  $\mu\text{Sv/h-t}$ .**”





# ELBOCSÁTÁSI FELTÉTELEK TELJESÜLÉSE I.

- **Diagnosztikai eljárások** során, a hagyományos nukleáris medicina vizsgálatok esetén, már a beadást követően, valamint az első vizeletürítés után, a PET vizsgálat során, legtöbbször a vizsgálat végére (kb. 1,5 óra ) teljesül az elbocsátási feltétel.
- ❖ A **Tc-99m**-el jelzett radiofarmakonok a kiválasztással, elsősorban vizelettel ürülnek a szervezetből, de az aktivitás csökkenése, tekintve a rövid felezési időt (6 óra), legnagyobb részében a fizikai bomlásból származik. A beadott aktivitás kb. 1-2 %-a távozik a NM laborban a vizelettel. A beadás és a NM laborból történő távozás idejére 3 órát számolva, a beteg, a testében a beadott aktivitás kb. 69%-át viszi magával. Ennél a radioizotópnál azonban figyelembe kell venni a gyors fizikai felezést, továbbá, hogy a radioizotóp a különböző lágy szervekben kötődik meg, ahol fizikailag bomlik le, így a radioaktív anyagnak az exkrétumokkal való teljes távozás, a beteg otthonában nem éri el a hazavitt aktivitás 1%-át. Tehát a maximális beadott aktivitás esetén (0,8 GBq), a beteg otthonában az exkrétumokkal távozó aktivitás 0,00552 GBq.
- ❖ A felhasznált Tc-99m radioizotóp rövid felezési ideje miatt a környezeti felhalmozódása kizárható.



## ELBOCSÁTÁSI FELTÉTELEK TELJESÜLÉSE II.

### ➤ **Izotópterápia:**

#### ❖ Radiojód terápia:

- Ambuláns kezelés (0,150 GBq – 0,550 GBq): a beadást követően min. 2 óra várakozás az aktív váróban, majd az elbocsátási feltétel teljesülése után általános sugárvédelmi szabályokkal történő elbocsátás.
- Kórházi bent fekvő jódterápia (0,550 GBq – 3,7 GBq): min. 5 napig történő bent fekvés az izotópterápiás kórteremben, majd az elbocsátási feltétel teljesülése után szigorú sugárvédelmi szabályokkal történő elbocsátás.



## ELBOCSÁTÁSI FELTÉTELEK TELJESÜLÉSE III.

- ❖ **Ambuláns radiojód terápia** esetén a beadott aktivitás minimum 26%-a a pajzsmirigyben halmozódik, és innen 80 napos biológiai felezési idővel ürül ki. Ez azt jelenti, hogy a pajzsmirigynél az aktivitás csökkenést elsősorban a fizikai felezés (8 nap) okozza, az aktivitás közel 74%-a az exkrétumokkal távozik és ebből 30% a NM laborban, míg a maradék 44% a beteg otthonában. Tehát a maximálisan beadott aktivitás esetén (0,550 GBq), a beteg otthonában az extrétumokkal távozó aktivitás 0,242 GBq.





## ELBOCSÁTÁSI FELTÉTELEK TELJESÜLÉSE IV.

- ❖ **Bent fekvő nagy dózisú radiojód terápia** során a betegek 5 napig tartózkodnak a terápiás kórteremben. A tartózkodási idő alatt a vizelettel kiürülő aktivitás, ami a beadott aktivitás legalább 62%-a, zárt dezaktiváló rendszerben kerül gyűjtésre, amelyből a bekerült radiojód lecsengéséig nem történik kibocsátás. A bent tartózkodás alatt a széklettel ürülő aktivitás a teljes aktivitás kb. 2%-ának tekinthető.
- ❖ A beadott aktivitás kb. 74%-a az exkrétumokkal távozik és ebből 64% a bent fekvés során, míg a maradék 10% a beteg otthonában. Tehát a maximális beadott aktivitás esetén (3,7 GBq), a beteg otthonában az exkrétumokkal távozó aktivitás 0,37 GBq. Természetesen ez akkor igaz, ha a beteg pajzsmirigye megtartott.
- ❖ A felhasznált I-131 radioizotóp rövid (8 nap) felezési ideje miatt a környezeti felhalmozódása kizárható az ambuláns és a bent fekvő radiojód terápia esetén is.





## ELBOCSÁTÁSI FELTÉTELEK TELJESÜLÉSE V.

- ❖ Daganat terápia: I-131 MIBG-el vagy Lu-177-el (3,7 GBq – 11,1 GBq) min. 4-5 napig történő bent fekvés az izotópterápiás kórteremben, majd az elbocsátási feltétel teljesülése után szigorú sugárvédelmi szabályokkal történő elbocsátás.
- ❖ Fájdalomcsillapító (palliatív) izotópterápia (0,150 GBq - 0,4 GBq): ambuláns kezelés, néhány óra (2-3 óra) aktív váróban történő várakozás után, az elbocsátási feltétel teljesülése mellett általános viselkedési és sugárhigiéniai szabályok betartatásával történő elbocsátás.
- ❖ Ízületi terápia: ambuláns kezelés (0,04 GBq - 0,4 GBq), esetleg kórházi bent fekvéssel. A megfelelő mobilizációs idő eltelte után, az elbocsátási feltétel teljesülése mellett általános viselkedési és sugárhigiéniai szabályok betartatásával történő elbocsátás.

Ambuláns és bent fekvő kezelés elbocsátott betegei részére egyaránt: írásos sugárvédelmi tájékoztató.



# OAH ENGEDÉLYEZÉSI ELJÁRÁSAIBAN SZÜKSÉGES PARAMÉTEREK

Orvosi izotóplabor kialakításának néhány speciális követelménye az MSZ 62-7: 2017 Magyar Szabvány alapján:

- Nincs szükség elkülönített víz és lefolyórendszerre (kivéve a fekvőbeteg jódterápiás kórterem aktív vizeletgyűjtőjét).
- Nincs szükség különleges szellőzési követelményekre (kivéve az elszívó- és lamináris fülkét a meleglaborban, és a terápiás kórtermet).
- Általában nincs szükség speciális építészeti sugárvédelemre, a helyi árnyékolás legtöbbször elegendő, (kivéve a PET laboratóriumokat és a bent fekvő jódterápiát).



# DIAGNOSZTIKAI CÉLÚ DOMINÁNS RADIOIZOTÓPOK ÉS JELLEMZŐIK

Radioizotóp	Felezési idő	Energia $\gamma$ (keV)	K $\gamma$
Tc-99m	6 óra	140	$1,97 \times 10^{-5} \text{ mSvh}^{-1} \text{ MBq}^{-1} \text{ m}^2$
F-18	109,77 perc	511	$134,46 \text{ } \mu\text{Gy/h} \times \text{m}^2 \times \text{GBq}^{-1}$



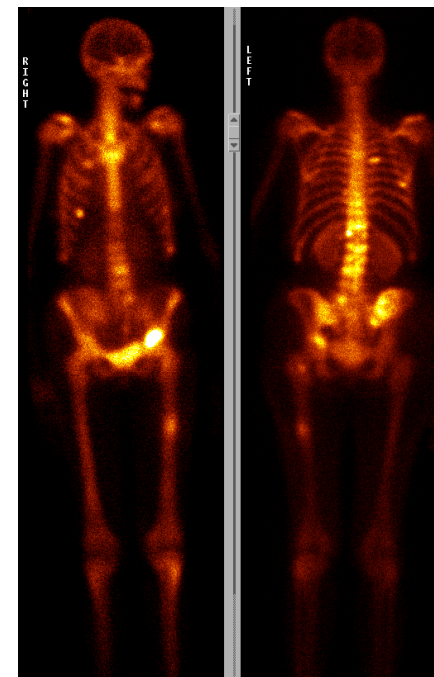
# IZOTÓPTERÁPIÁS KEZELÉSEKRE HASZNÁLT RADIOIZOTÓPOK ÉS JELLEMZŐIK

Radioizotóp	Felezési idő	Energia $\gamma$ (keV)	Energia $\beta$ (keV)	Energia $\alpha$ (keV)	$K\gamma$ ( $\mu\text{Gy}/\text{h} \times \text{m}^2 \times \text{GBq}^{-1}$ )
I-131	8 nap	364	248-807		50,2
Ho-166	26,83 óra	81	184		
Lu-177	6,6 nap	113; 208	490		4,7
Ra-223	11,435 nap	10-1270	445-492	5000-7500	0,06 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / \text{h} / \text{MBq}$
Sm-153	46,284 óra	103	max. 810		4,5
Y-90	64 óra	1730	2250		0,45



# RADIOAKTÍV HULLADÉK A NUKLEÁRIS MEDICINÁBAN I.

Nyitott radioaktív készítmények izotópdiagnosztikai és izotópterápiás felhasználása radioaktív hulladék, illetve általában radioaktivitással szennyezett hulladék keletkezésével jár.





# RADIOAKTÍV HULLADÉK A NUKLEÁRIS MEDICINÁBAN II.

**Radioaktív hulladék:** olyan hulladék amiben a szennyező radioizotóp aktivitása is, és specifikus aktivitás koncentrációja is meghaladja a vonatkozó mentességi szintet, mely lehet szilárd, folyékony és légnemű.

A NM-ban diagnosztikai vagy terápiás célra rutin szerűen felhasznált radioizotópok olyan rövid felezési időjűek (< 65 nap), hogy azokat elegendő lebomlásig tárolni, olyan radioaktív hulladék, amit ki kellene bocsátani, nem keletkezik.

## ➤ **Szilárd hulladék:**

- használt izotóp generátorok
- kalibráló, képminőség ellenőrző/javító zárt sugárforrások
- üres ampullák, használt injekciós tűk, fecskendők, törölő/felitató
- szűrőpapírok, vatták, védőkesztyűk, szennyeződött ruhaneműk
- bent fekvő terápiás beteg által használt tárgyak



# RADIOAKTÍV HULLADÉK A NUKLEÁRIS MEDICINÁBAN III.

## ➤ **Folyékony hulladék:**

- fel nem használt radioaktív folyadékok
- jódterápiás beteg vizelete
- folyadék szcintillációs oldatok (in vitro izotópdiaagnostika)

## ➤ **Gáznemű hulladék:**

- tüdőventillációs vizsgálatok
- elszívásos védelem párolgásra hajlamos készítmények kezelésénél
- betegek által kilehelt levegő (kórházi fekvőbeteg jódterápia)

## ➤ **Biológiai hulladék:**

- vérrel, egyéb testnedvvel szennyezett hulladék
- izotópos műtétek
- állatkísérletek





# RADIOAKTÍV HULLADÉK A NUKLEÁRIS MEDICINÁBAN IV.

- **Zárt radioaktív sugárforrások**, amelyeket kalibrációra, képminőség ellenőrzésre, illetve javításra használnak, valamint az anatómiai jelölőceruzák. A zárt sugárforrásokat radioaktív hulladékként Püspökszilágyon el kell temettetni (végleges elhelyezés).

Ritkábban újra tokozás és újra felhasználás.

Egyes gyártmányoknál a gyártó a sugárforrást cseréli és elszállítja.



# RADIOAKTÍV HULLADÉKOK TÁROLÁSA



Napközben keletkező radioaktív hulladék gyűjtése

Radioaktív hulladéktároló



# RADIOAKTIVITÁSSAL SZENNYEZETT HULLADÉK KIBOCSÁTÁSA

**Kibocsátás:** tekintettel arra, hogy mind az izotópdiagnosztikában, mind az izotópterápiában alkalmazott radioizotópok felezési ideje 65 napnál rövidebb, a hulladékot „lecsengésig” kell tárolni.

**„Lecsengésig tárolás”:** legalább 10 felezési ideig történő tárolás.

**Kalibráló zárt sugárforrások:** felezési idejük 65 napnál hosszabb, következésképpen a kalibráló sugárforrásokat Püspökszilágyon el kell temettetni.

**Izotóp generátor:** lecsengésig ( $> 1$  MBq) tárolás: 40 nap.



# ÖSSZEFOGLALÁS I.

## ➤ **Közvetett kibocsátás**

- ❖ Az aktív betegek által kivitt radioaktivitásnak is vannak környezeti hatásai, amik elsősorban a közvetlen környezetet (családtagokat), másodsorban a külső környezetet érintik.
- ❖ A betegek távozáskor a testükben kivitt aktivitás kibocsátása térben és időben elkülönül egymástól.
- ❖ A hatások mérsékeltek, a radioizotópok környezeti felhalmozódása kizárható.
- ❖ A hatások további csökkentése érdekében a betegeket részletes sugárvédelmi tájékoztatóval bocsátják el, melyben leírt sugárhigiéniai szabályok betartatására hívják fel a figyelmüket.



## ÖSSZEFOGLALÁS II.

### ➤ **Közvetlen kibocsátás**

- ❖ Radioaktív hulladék közvetlen kibocsátásával a Nukleáris Medicina laborok a környezetet nem terhelik. Köszönhetően annak, hogy a kórházi fekvőbeteg jódtérápia során keletkező, dezaktiváló tartályban összegyűjtött radioaktív vizeletet lecsengésig tárolják.
- ❖ Radioizotópokkal kismértékben szennyezett hulladékok kibocsátására ugyanakkor sor kerül (pl. aktív beteg WC tartalma). Köszönhetően az alkalmazott diagnosztikai és terápiás radiofarmakonok rövid felezési idejének, a környezet ebből származó terhelése egyrészt nem jelentős és átmeneti, másrészt a radioaktív szennyeződés nem képes felhalmozódni.



**KÖSZÖNÖM A MEGTISZTELŐ FIGYELMET!**

