

Semmelweis Egyetem Sugárvédelmi Szolgálat
Éves Belső Sugárvédelmi oktatás

Sugárvédelem



Hatások (dózistól függő)

The Low Dose Dilemma, G. J. Köteles

<https://www.nnk.gov.hu/cejoem/Volume4/Vol4No2/ce982-01.html>

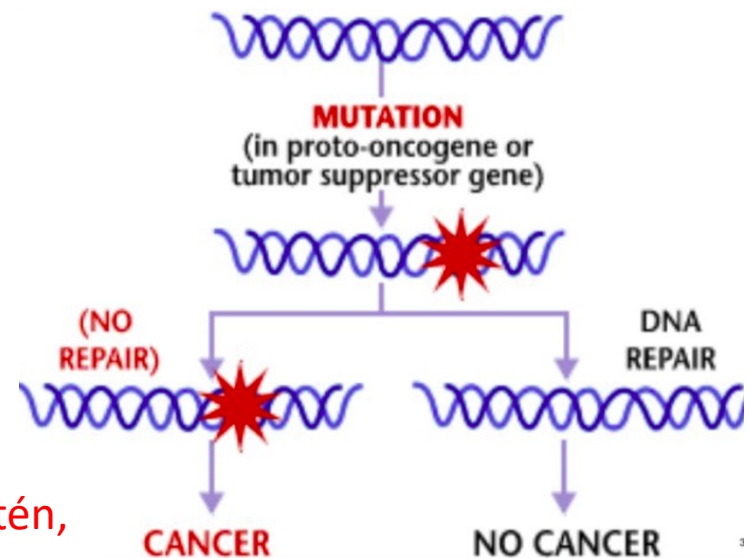
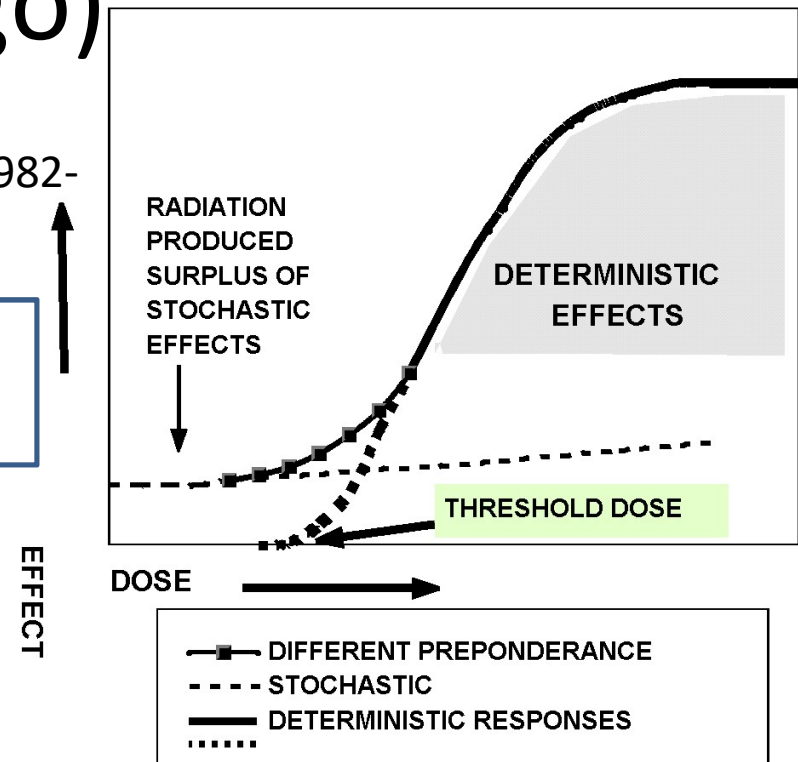
Determinisztikus hatások (sérülés, határérték felett)

- Cataracta (0,1Gy felett), bőr sugár sérülése (3Gy felett), átmeneti meddőség

Sztochasztikus hatások (nincs alsó határ, kockázat növekedés)

- daganatos betegségek kockázat növekedése (5,7%/Sv egész test besugárzásnál), öröklődőhatások (ICRP 103 0,2%/Sv, felnőtteknél 0,1%/Sv), magzatra való hatás,

Egy határérték (250mSv) meghaladó elszenvedett dózis esetén, melyik hatás jelenti a sugársérülést?



Kockázatkezelés

1 < Sv, (Gy) terápiás dózisok

200-300 mSv sugárzás hatása mérhető a vérben, tünetek nélkül

Egyéni dózis

Nem elfogadható kockázat

KORLÁT 20mSv

12-18mSv CT és PET CT vizsgálat páciens dózisa

Tolerálható kockázat

6mSv Hatósági kivizsgálási szint

3,5-3,7 mSv természetes háttér

ALARA szint

2mSv = 40μSv/ hét

Elfogadható kockázat

CVC labor fluoroszkópiás munka végzés
egy műszak alatt, 2-5μSv/egész test, 5-

15μSv/szem dózis járulék

Dózis megszorítások tizedelő elv

1mSv várandós édes anya dózis járuléka, munka közbe

A humán sugárbetegség diagnosztikájának módszerei

Vizsgálati módszerek:	A károsodás indikátorai:	Vizsgálati anyagok:
cytogenetika	chromoszóma-aberrációk, SCE	PHA-stimulált lymphocyták
mikronukleusz vizsgálat	karyomerek, tört chromosoma darabok	PHA-stimulált lymphocyták, csontvelő sejtek
„comet assay” – egysejt elektroforézis	a DNS egyik vagy mindkét láncából, törés után kivált DNS-fragmentumok	bármelyik sejt fajta /előnyös: a nem vagy lassan osztódó sejteknél
„IN SITU” hybridizáció	chromosoma-aberrációk	mononukleáris vérsejtek
denaturációs gélelektroforézis	DNS-sérülések	az összes sejtfeleség
alaki elució	DNS-sérülések	összes sejt
DNS-szekvencia meghatározása	DNS-mutációk	összes sejtfeleség

DETERMINISZTIKUS HATÁS

A humán akut sugár-szindróma

Szindróma típusok:			
	haematológiai	gastrointestinalis	központi idegrendszeri
determináns szerv	csontvelő	vékonybél	agy
küszöbdózis	0,87 Gylev	4,3 Gylev	17,4 Gylev
lateciaidő	2-3 hét	3-5 nap	¼-3 óra
halálozási küszöbdózis	1,74 Gylev	8,7 Gylev	43 Gylev
jellemző klinikai tünetek(symptomák)	rossz közérzet, láz, dyspnoe, leukopenia, thrombopenia, purpura, fáradtság, fertőzések	hányinger, hányás, hasmenés, anorexia, rossz közérzet, emésztési zavarok, dehydratio, elektrolit-vesztés, kollapszus, fertőzések	letargia, tremor, ataxia, convulsio
domináns kórbonctani tünetek	csontvelő atrophia, pancytopenia, haemorrhagia, anaemia	bélepithelium depletio, neutropenia (károsodás a csontvelőben!), fertőzések	vasculitis, encephalitis, meningitis, oedema

Egészségügyben főleg bőrt érintő determinisztikus hatásokat láthatunk

Ph. Rubin and G. W. Casarett: Clinical Radiation Pathology. W. B. Saunders Co., Philadelphia, London and Toronto, 1968.

http://oftankonyv.reak.bme.hu/tiki-index.php?page=Az+ioniz%C3%A1l%C3%B3+sug%C3%A1rz%C3%A1s+biol%C3%B3giai+hat%C3%A1sa_ptg

Acute Radiation Syndrome (ARS)

A humán akut sugárszindróma

Tünetek megjelenése pár óra –hetek között, részt test besugárzásnál ($>1\text{Gy}$) felett

4 fázis:

- Kezdeti fázis : pár órával a besugárzás után
- Látens fázis: rövidebb dózistól függ, átmeneti javulás
- Klinikai tünetek megjelenése: súlyosságát ez a kezdeti és a látens fázis hosszától is függ, lefolyása a dózistól, sugár tip. Sugár érzékenységtől és érintett testrésztől is függ.
- Halál vagy lassú javulás

Dózis meghatározás ARS esetén:

Biológiai módszer: klinikai tünetek diagnózisa, lymphocita szám, kromoszóma aberráció meghatározás stb.

Fizikai módszer: dózis rekonstrukció (számítással), személyi doziméter adatok



Cutaneous radiation syndrome (CRS) „kután szindróma”



A bőr sugárkárosodását elsőként Leppin röntgencső építő mérnök észlelte a saját bőrén

Tünet	Dózis (Gy)	Idő (nap)
Erythema	3-10 (kb. 1 ó sugárment idő)	14-20
Elipáció	>3	14-18
Száraz bőr hámlás	8-12	25-30
Nedves bőr hámlás	15-20	20-28
Hólyagosodás	15-25	15-25
Fekélyesedés	>20	14-21
Necrosis (mélyebb rétegek)	>25	>21

SKIN PEAK DOSE 3Gy kb. 1 ó sugárment idő, egy irányból,

Sugár források hatása

- Peru, Yanango 2000 (3,7 TBq, Ir-192 (4Sv/h dózis teljesítmény, sugárforrás hátsó farzsebben 6 órán keresztül)





**Effects on Leg
(13:00pm 2/21/99)**



**16 Days After
the incident
3/8/99**



**Effects on Leg
(70 days after the
incident 5/3/99)**



**Leg Amputation
(10/18/99)**



**Severe Infection
12/14/99**

Csernobyli baleset, béta sugárzók hatása bőrre



Chernobyl experience

- ARS and radiation burns



Szabályozás kezdete 1928 ICRP

First ICRP meeting 1928

The main intention was protecting medical staff practicing with the sole radiations being employed at that early time, namely X-rays and radium emissions.

Motive?: Occupational radiation protection (of radiologists)



EU BSS 2013

ICRP kiadvány fejlődése szemlencse dózisa

Kiadvány	Éves dózis korlát	Cataracta kialakulásának küszöbértéke
ICRP 1977	300 mSv	15 Sv
ICRP 2007	150 mSv	5 Sv akut/ 8Sv több adagban
ICRP 2012	20 mSv	500 mGy (akut, több adagban, krónikus)

Test Hp(10):20mSv/év
Szem Hp(3) :20mSv/év
Bőr Hp(0,07):500mSv/év

IAEA Safety Standards for protecting people and the environment

Radiation Protection and Safety of Radiation Sources International Basic Safety Standards

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY
VIENNA, 2014

Melyik nemzetközi kiadványok írják le a dózis korlátok értékét és tartalmazzák a páciens dózis meghatározáshoz szükséges faktorokat?

THE MEDICAL PHYSICS CONSULT

MAHADEVAPPA MAHESH, MS, PhD, RICHARD L. MORIN, PhD

3 362) - tabag x | GroupWise x | NEWS +

www-news.iaea.org/ErfView.aspx?mId=69a3d2a3-6f67-40a8-a972-691145e2b97e

Kiemelt ügyfelek fel... WACOM login RADAR Exposure a... RADAR Home gyakorlati sugárvéd... Radioactive Quack... Radiation Protectio...

IAEA NUCLEUS You are not signed in. Sign In Register

NEWS The Information Channel on Nuclear and Radiological Events

Home Events The INES Scale About News

Lens of the eye overexposure to interventionalist radiologist

Posted on: 26 June 2020 [Print View](#)

Event Date: **31 December 2019** Event Type: **Other**

Event Location: **United Kingdom, United Kingdom, Wales, Hospital** INES Rating: **2 (Final)**

During interventional radiography procedures for medical purposes, one operator received a cumulative dose to the lens of the eye, over one year, in excess of a statutory dose limit. The increasing dose to the lens of the eye was not observed in the monthly dosimetry reports until the end of 2019. Several failures were identified including failure of management systems, irregular use of personal protective equipment (PPE) and use of dosimetry not approved to measure the equivalent dose to the lens of the eye. Dose estimates have been made based using assumptions that were judged as realistic based on operator recollection of PPE use. The operator has not reported any deterministic effects to the eye. Based on the available information the best estimated equivalent doses to the lens of the eye were 25.8 mSv. The annual dose limit in the UK for the lens of the eye is 20.0 mSv according to the relevant legislation. The incident has been investigated by the Health and Safety Executive of Great Britain and the case is now closed.

Site Sponsors

IAEA NEA WANO

This site is hosted by the International Atomic Energy Agency (IAEA) and co-sponsored by the Nuclear Energy Agency of the Organization of Economic Cooperation Development (OECD/NEA) and World Association of Nuclear Operators (WANO).

Disclaimer

This site is hosted by the IAEA, however, event reports are filed

Legfontosabb változások-alapelvek

- Az új EU BSS érinti a radiológiai területeket
- **Indoklás/Optimálás** kiemelkedő és kiterjed a betegellátás minden területére, tartalmazza a betegek tájékoztatását, felelősségi köröket és dózis adminisztrációs kötelezettségeket.
- Tartalmazza a diagnosztikai referencia szintek használatát és az orvos fizikus szakértő fogalmát és szerepét a beteg ellátásban.
- Csökkentette a szem dózis korlátot 150mSv-ről 20mSv-re (korábbi cataracta tanulmányok :*Milacic (2009), Ciraj-Bjelac et al (2010), Mrena et al (2011), Dauer et al (2010), Anastasian et al (2011), Vano et al (2010), Jacob (2012)*)
- A felelősségi körök és biztonsági funkciókért való személyek megnevezése, minőségbiztosítás.

Az EU BSS legkésőbb 2018 február 6.-ig be kellett vezetni a magyar jogrendbe

*487/2015. (XII.30.) Korm. Rend, az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről-> **2/2022 (IV.29) OAH rendelet***

OAH (munkavállalók és lakosság)

MUNKAHELYI SUGÁRVÉDELMI SZABÁLYZAT

21/2018.(VII.9.) EMMI rendelet, az egészségügyi szolgáltatások nyújtása során ionizáló sugárzásnak nem munkaköri kötelezettségük keretében kitett személyek egészsége védelmének szabályairól

NNK (volt decentrumok)Páciensek (QC)

Sugárvédelem feladata

Betartani és betarttatni a biztonságos munkavégzéshez szükséges technológiát és munkakörülményeket .

Munkakörülmények:

Kialakított védelem funkciói (pl: ólomárnyékolás, lehúzható védő pajzs, kilincs, lámpa, elszívás, burkolatok stb)

Védőeszközök (köpenyek, tokok, távtartók)

Biztonsági tényezők (pl. fizikai védettség illetéktelen bejutás ellen),

Funkcionális kialakítások: pl betegút kialakítás, tartózkodási helyek védelem, lakosság védelme

Technológia:



A kialakított védelmi funkciók megfelelő használata, viselkedés, szabályok betartása.(helyi szabályozások pl:Munkahelyi Sugárvédelmi szabályzat (MSSZ) , oktatások, ellenőrzések, Mérések)



Engedélyes, üzemeltető, tervező szakértő feladatai

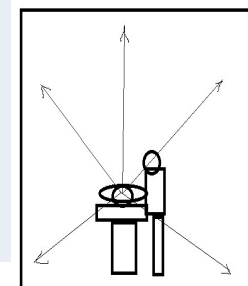
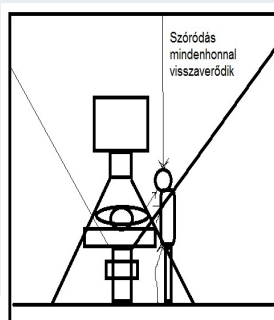
Sugárvédelmi megbízott

Munkavállalókat érintő feladatok

Alapelvek: Indoklás, Optimálás, Korlátozás

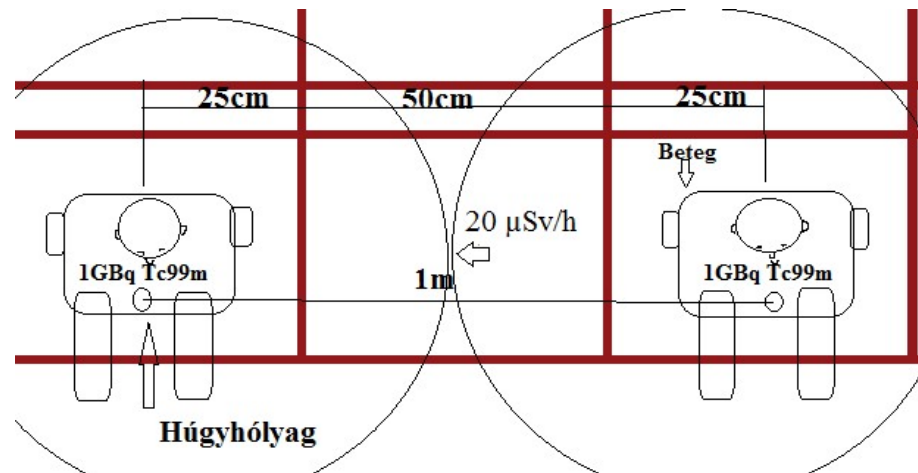
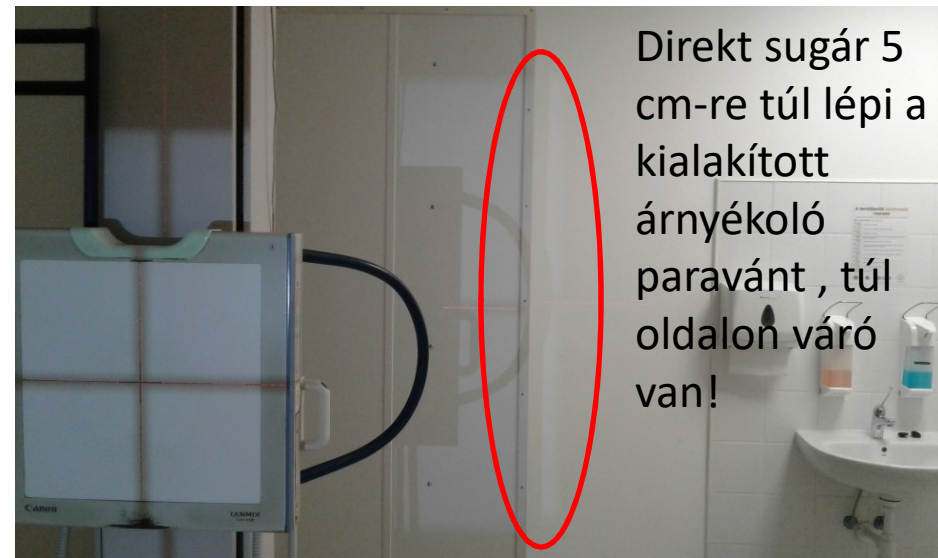


	Röntgen sugárzás 20-150keV	Gamma foton sugárzás 150keV-2MeV
Spektrum	Folytonos (egy adott energia tartományban mindenütt jön) Sugárvédelmi szempontból nem jó.	Vonalas (egy adott energián jön) Sugárvédelmi szempontból kedvezőbb.
Alkalmazási időtartam:	2 sec-10min. Sugárvédelmi szempontból kedvezőbb.	Dózis térben való tartózkodási idő. Sugárvédelmi szempontból nem jó.
Anyagra való energia leadás szempontjából:	Nagy mennyiségben nyelődik el és ad le energiát a sejteknek. Sugárvédelmi szempontból nem jó.	Kisebb mennyiségben nyelődik el, de nagyobb energiát tud leadni. Sugárvédelmi szempontból kedvezőbb.
Védekezés:	Ólom köpeny/ólom védelem, fellépő szórt sugárzás jelentős veszélyt jelent. Sugárvédelmi szempontból kedvezőbb.	Nem lehet 511keV gamma ellen ólomruhával védekezni túl nehéz ruha kellene de feleslege mert a 511keV fotonok nagyon kis mennyisége nyelődik el a testben de kevés a szórt sugárzás. Sugárvédelmi szempontból nem jó.



A védelem a tervezésnél kezdődik!

- Minden munkahelyt szabványok szerint kell kialakítani és üzemeltetni. (ez eltér a külföldi ncrp 147 szabványtól ami csak a tervezésre vonatkozik)
- Röntgen munkahelyeken elsősorban a kV, mA és a távolságok és betegszám számítanak (szakértő határozza meg)
- Nukleáris Medicina munkahelyen a felhasznált aktivitások és tartózkodási idők és a beteg szám (itt nagyon nagy eltérések is lehetnek)



Alkalmazott szabványok

- MSZ 824:2017 Sugárzás elleni védelem orvosi és állatorvosi munkahelyeken
- MSZ 62-7:2017 Az ionizáló sugárzás elleni védelem. 7. rész: Sugárvédelem nyitott radioaktív anyagok alkalmazásakor
- MSZ 62-2/2017 Az ionizáló sugárzás elleni védelem. 2. rész: A foton- és elektronsugárzás elleni védelem
- NCRP Report.No.147 (rtg. Árnyékolás tervezése)
- AAPM report No.3,1993 (CT árnyékolás tervezés)

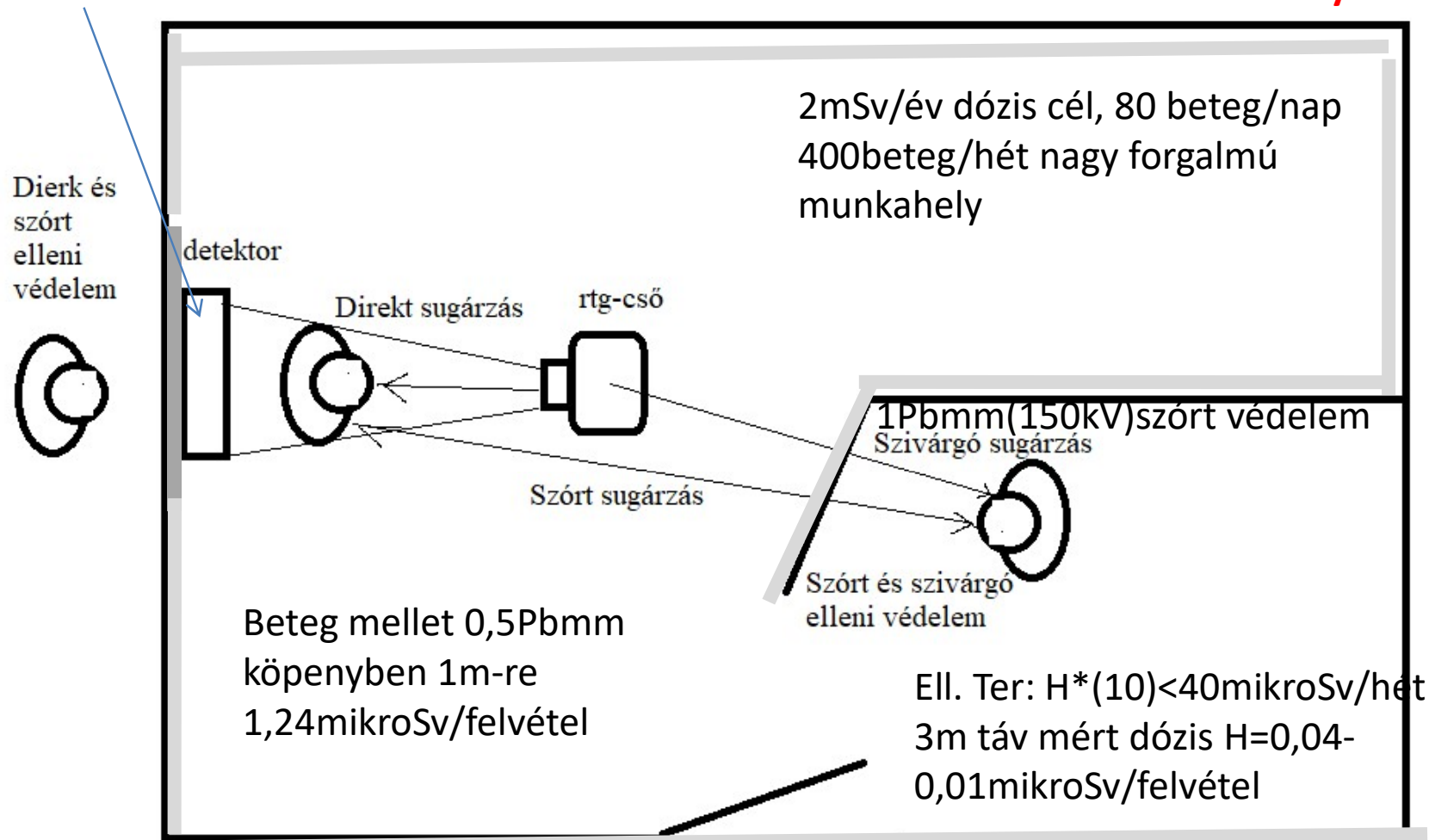
Tervezési dózis cél (dózis megszorítás) az az érték amit szeretnénk árnyékolással elérni (ezt az adott technológiára tervezzük.)

Magyarországon általában a dózis korlát 1/10 rész tehát 2 mSv. ($H^*(10) < 2\text{mSv}$).

Felvételi munkahely esetében

**Irányíthatom a direkt
sugarat a vezérlő
irányába? NEM**

3Pbmm direkt védelem+1Pbmm(150kV)szórt védelem



Fel. Ter: $H^*(10) < 6 \text{ mikroSv/hét}$

**0,5Pbmm kisebb forgalmú hely árnyékolása esetén is, a
vezérlőben a 3m táv .-ra mért dózis $H = 0,04 -$
 $0,01 \text{ mikroSv/felvétel} \rightarrow 100$ beteget meghaladó vizsgálat nem
okoz jelentős dózis növekedést (20mikroSv/hét)**

Beépített árnyékolás ajánlás szabvány szerint

Munkahely	Névleges feszültség (kV)	Ólomegyenérték (mm)	
		Direkt sugárzás	Szórt és szivárgó sugárzás
mammográfia	35	---	0,5
felületi- és közel-terápia	60	1,5	0,5
intraorális fogröntgen	70	---	0,5
kisállat-felvételező	70	1,5	0,5
panoráma felvételező	90	---	0,5
fogászati CBCT(*)	120	---	0,5–1,5
diagnosztika(**)	125	3,0	0,5
diagnosztika(***)	150	3,0	1,0
CT-vezérlő és T=1 védett hely	140	---	1,5
CT, T < 1 (nincs állandó tartózkodás)	140	---	1,0

Jelmagyarázat:

*A szórt és szivárgó sugárzás elleni árnyékolás ólomegyenértéke a sugárforrás-árnyékolás távolságától és az árnyékolással védett hely tartózkodási faktorától függ.

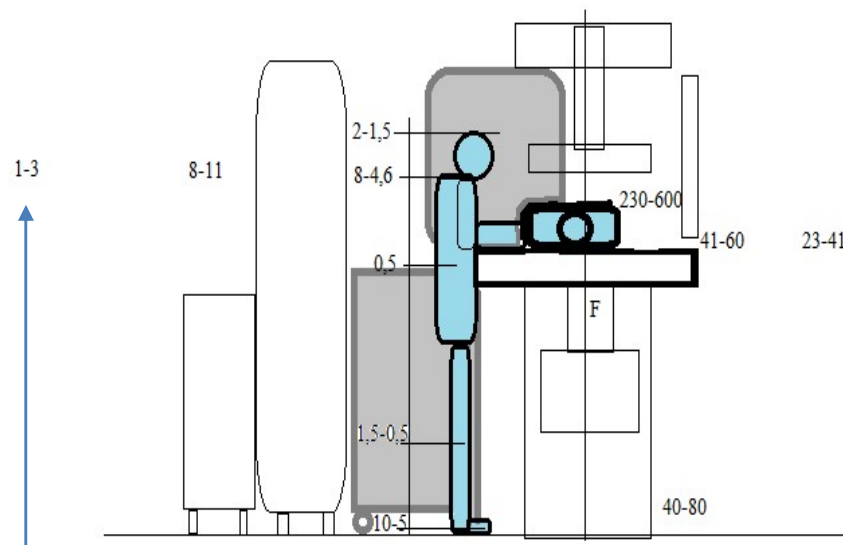
**A vezérlő ólomüveg ablakának ólom egyenértéke legalább legyen.

***A vezérlő ólomüveg ablakának ólom-egyenértéke legalább legyen.

Betegellátásban hol lehet sugárzás?

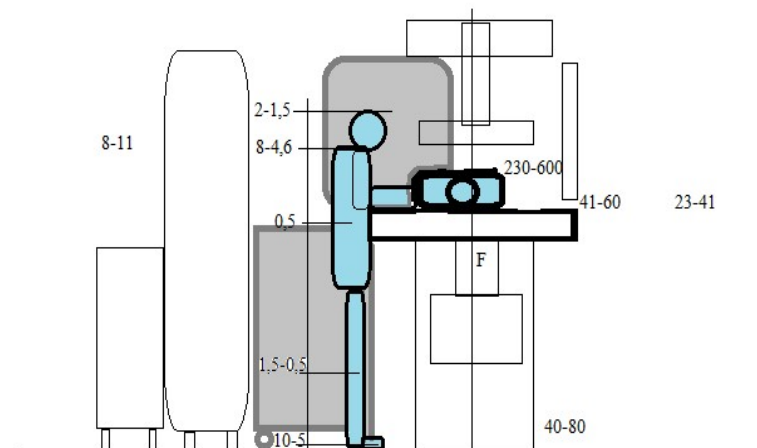
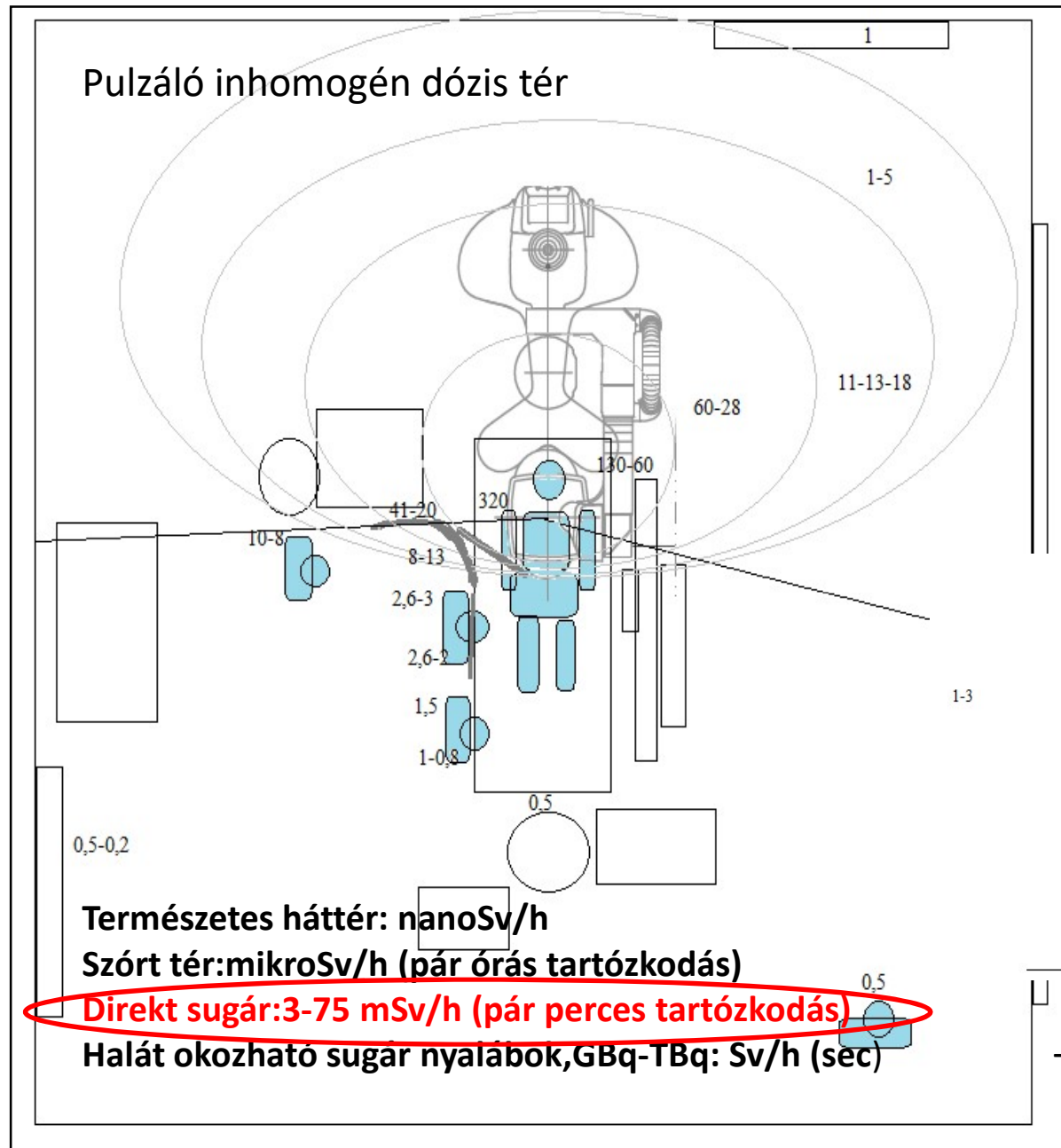
Szakorvosi és rezidens képzés alatt ionizáló sugárzás alkalmazása.

- Radiológiai alkalmazás (Diagnosztika-röntgen)
- Sebészet (röntgen)
- Nukleáris medicina – diagnosztika és terápia



$H^*(10)$ dózis teljesítmény mikro Sv/h-ban

Intervenciós műtő dózis értékei $H^*(10) \mu\text{Sv/h}$



Természetes háttér 0,1-0,2 $\mu\text{Sv/h}$

Körülbelül mennyivel szórt sugárzási tér dózis teljesítmény különbség ugyan annál a berendezésnél ugyan abban a pozícióban átvilágítás és fluoro üzemmódban? A kV és mA beállításoktól függően körülbelül 10-50 szer kisebb a fluoro üzemeltetés esetén a dózis teljesítmény.

Hol mennyi sugárzás éri az orvost az asszisztenseket és betegápolókat?

- Nukleáris medicina: nukleáris kardiológia orvos keze Hp(0,07) 11-300 μ Sv/nap, szem Hp(3) 1-10 μ Sv/nap, de baleseti szituációba ezek az értékek nagyságrendet ugranak (mSv)
- Nukleáris medicina asszisztensek: a legnagyobb kéz dózisek 1-8 mSv/hét, szem dózisek 0,2-0,8mSv/hét, egyénileg nagyon változó külön monitorin ellenőrzést igényel. Baleset esetén dózis korlát túl lépés előfordulhat
- PET-CT kb. 1/10-e a hagyomán
- Intervenció, sebészet kéz 0,3-1 100mikroSv/beavatkozás, nagy
- Terápiák magas kéz és szem dóz

1.2.6 Ionizáló sugárzást létrehozó berendezések üzemeltetése

1.2.6.1 Berendezés ellenőrzése

Típusa/megnevezése: CT berendezés	Sugárvédelmi besorolás:	Alkalmazás jellege:
Gyártó: Philips Healthcare (Suzhou) Co.Ltd	<input checked="" type="checkbox"/> II. kategória	<input checked="" type="checkbox"/> orvosi és állatorvosi
Típus: Incisive		
Gyári szám(ok): 500139		
Időszakos felülvizsgálat dátuma ^{4/2009. EüM rendelet 27. § (1)}		-
Átvételi vizsgálat / utolsó állapotvizsgálat dátuma ^{21/2018 EMMI rendelet 11. § (5)}		2020.08.24.
Helyiség azonosítója (ahol a berendezés található):		Fsz.B1, SBO, K01.57 helyiség
A berendezés működtetésére jogosultak száma:		9 fő
Elvégzett mérések a fenti gyári számú berendezésre:		
Mérésre használt, hitelesített műszer:	Victoreen 451P-DE-SI-RYR	
Mérési körülmények: <i>paciens alkalmazásával</i>		
Háttérsugárzás: Beállítási paraméterek: <i>a vezérlőben</i> <i>a bejáratú ajtónál</i>	0,1[μ Sv/h] 120 kV; 13mA, < 0,01 [μ Sv/exp.] < 0,01 [μ Sv/exp.]	
Egyéb információk:		

A munkavállalónak milyen kockázat növekedése van?

- Ha sugaras munkakörben dolgozik és évi 20mSv/év dózis korlát alatti dózist szenved el 18 éves korától 65 éves koráig, akkor a daganatos betegség kialakulásának kockázata 1:1000,
- A magyar szabvány évi 2mSv dózis megszorításra tervezi a munkahelyeket tehát ha nincs dózis megszorítás túllépés akkor 1:10000 (az országban 37 000 fő sugaras munkavállaló dolgozik)
- A Páciensek sokkal többet kapnak
- Éves környezeti dózis terhelés 3,7mSv



©Esa Ringbom/Comedy Wildlife Photography Awards 2020

Tanulmányok kis dózis hatások egészségügyi dolgozóknál

- UK radiológusok 1897-1979 2700fő férfi radiológusok: Átlagos dózis 1950 előtt 0,1Sv 1950 után 0,05 Sv, Eredmény: keringési betegségek előfordulása növekedett, átlagos halálozási értéktől való eltérést nem találtak.
- US radiológus asszisztensek: 146000 fő, 73% nő, daganatos betegségek előfordulása nem emelkedett, a korai években <1940=1.22, 1940es évek=1.00, 1960as években 1.00 keringési betegségek előfordulása magasabb volt.

Nem daganatos betegségek kockázata

- Japán atombomba túlélők adataiból (Ozasa et al. 2012) mortalitás kockázata keringési megbetegedésekben $ERR/Gy=0,11$, cerebrovasculáris betegségek $ERR/Gy=0,09$
- Keringési megbetegedésekre 1Gy alatti tartományban nem találtak határértéket
- Cerebrovasculáris megbetegedésekre 0,5Gy határértéket találtak.(10-20 évvel később jelentkeznek)
- Cataracta kialakulása:krónikus expozíció 0,1Gy felett, azonnali károsodás 0,5-2Gy egyszeri besugárzás esetén

Védekezés



- Védőeszközök használata,: detektor közel cső távol a páciensről, kollimáció, fluoro- átvilágítás fps. csökkentés arány beállítás,utolsó kép megtartás, árnyékolások elhelyezése/mozgatása, szemüveg, low dose. opciók, sugár menet idő csökkentés, visszaszóró felületek elkerülése
- Mérés, ellenőrzés egyénre szabott műtéti idők
- Műtőben való felszerelés ellenőrzése, beállítás, sug.véd, orv.fizikus
- Oktatás, gyakorlás, rontott képek elemzése, min.ir.
- Képminőség javító eljárások DVA, manuális beállítások d. csökkentés (orvos fizikus segítségével (nem csak az létezik amit a szerviz beállított!))

- Thornton, J Vasc Interven Radiol 21:1703-1707, 2010



Table 1
Left Lens Exposure while Operating at Patient's Groin during Low-dose PA Fluoroscopy and In-room PA DSA of Upper Abdomen

Shielding Strategy	Low-dose PA Fluoroscopy			PA DSA		
	Lens Dose Rate		Lens Dose Reduction Factor	Lens Dose Rate		Lens Dose Reduction Factor
	mSv/h	mR/h		mSv/h	mR/h	
Image intensifier at 20 cm	1.18	135	—	—	—	—
Image intensifier at 3 cm (close)	0.54	62	—	—	—	—
Plus leaded table skirt	0.492	56.2	RM	4.3	500	RM
Plus unleaded eyeglasses	0.489	55.8	1.0	4.3	500	1.0
Plus leaded eyeglasses	0.052	5.9	9.5	0.64	74	6.8
Plus scatter-shielding drape	0.041	4.7	12.0	0.18	20.3	24.6
Plus leaded eyeglasses and scatter-shielding drape	LLD	LLD	> 1,000	0.032	3.5	143
Plus ceiling-suspended shield	LLD	LLD	> 1,000	0.028	3.2	132
Plus ceiling-suspended shield and scatter-shielding drape	LLD	LLD	> 1,000	LLD	LLD	> 1,000
Plus rolling shield	LLD	LLD	> 1,000	LLD	LLD	> 1,000

Note.—LLD = below the lower limit of detection (0.001 mSv/h); RM = reference measurement.

Amikor védelem nélkül
preparálsz a
meleglaborban



Dózis teljesítmény meghatározására vonatkozó számítási módszerek

Pontforrásra vonatkozó sugárzó anyag esetén:

$$D = \Gamma \cdot A \cdot t / r^2$$

ahol: D: Elnyelt dózis [μGy], t idő [h] alatt, r távolságban [m], Γ :
külső- γ dózisállandó [$\mu\text{Gy.h}^{-1} / \text{GBq.m}^{-2}$], A: pontforrás aktivitása
[GBq]

Pl. I-131 esetén: $\Gamma = 50 [\mu\text{Gy.h}^{-1} / \text{GBq.m}^{-2}]$

Térfogati és felületi gamma –, ill. beta-sugárzástól (külső dózis
levegőben, ill. felülettől)

$$S = K_{\gamma} \cdot C \cdot t$$

Ahol: S: effektív dózis, v. egyenérték dózis [Sv], C: radionuklid
koncentráció [térfogati: Bq.m^{-3} ; felszíni: Bq.m^{-2}], K_{γ} :külső
gamma- (ill. beta) dózisegyüttható

[térfogati: $(\text{Sv.m}^3)/(\text{Bq.s})$; felszíni: $(\text{Sv.m}^2)/(\text{Bq.s})$], –a beta-sugárzás
esetén bőrdózist kell számolni (K_{β})

A számításokhoz használható online elérhető

<http://www.radprocalculator.com/Gamma.aspx> dózis számoló
program. Ez nem veszi figyelembe a fékezési rtg.-t és kicsit felül
becsül a valóságban mért értékekhez.

A legnagyobb használt aktivitások és tőlük 1m távolságban és 2 mm Pb védelem alatt mért dózis teljesítmény értékek.

Számítás : $D_{\gamma} = (K_{\gamma} \cdot A) / l^2$, D_{γ} dózis teljesítmény ($\mu\text{Sv/h}$), K_{γ} levegőre vonatkozó dózis állandó ($\mu\text{Sv m}^2/\text{GBq} \cdot \text{h}$), A aktivitás (GBq), l távolság (m),

Izotóp	maximális beadott aktivitás	1m távolságban mért dózis teljesítmény	2mm Pb védelem 1m távolságra számított dózis teljesítmény
Tc-99m	1GBq/beteg	15-20 $\mu\text{Sv/h}$	1 $\mu\text{Sv/h}$
Sm-153	2,5GBq/beteg	10-15 $\mu\text{Sv/h}$	1 $\mu\text{Sv/h}$
Y-90	400MBq/beteg	4-10 $\mu\text{Sv/h}$	0,5 $\mu\text{Sv/h}$
I-131	550MBq/beteg	20-25 $\mu\text{Sv/h}$	16 $\mu\text{Sv/h}$

Dózis terek-elszenvedett dózisok I-131 betegek környezetében

- 20-25mikroSv/h (100mikroSv/h) védő ruházatban több óra naponta (30 perces tartózkodás 0,5Pbmm köpeny alatt kb. 1mikroSv Hp(10) okozhat, szem 1-10mikroSv Hp(3) személyi egyenérték dózist szenvedhet el.
- 0,5-5mSv/h (ampulla felülete, beteg keze beadáskor) pár 10 sec. Tartózkodás mellett 1-10mikro Sv Hp(10), 1-10mikroSv Hp(3) lehet elszenvedni,
- Megjegyzés: bár a beteg test felületé mSv/h H*(10) mérhető ahol a személyzet áll (test, fej) általában 10-50mikroSv/h mérhető
- mSv Hp(10),Hp(3) elszenvedése bőr felületi szennyezésével szenvedhető el, vagy tűszúrásos balesettel

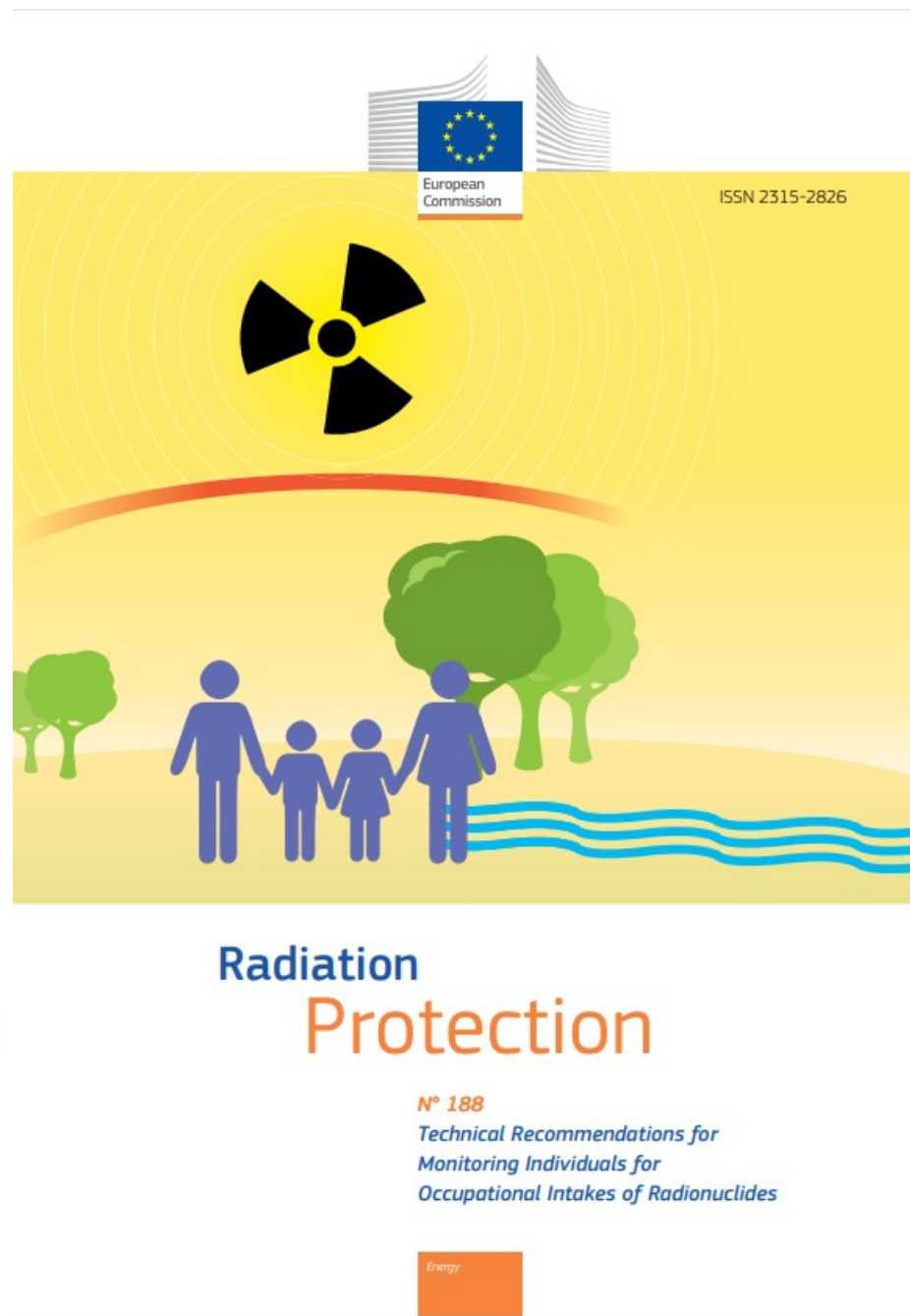
Corrigenda

Corrigenda to ICRP *Publication 119*: Compendium of Dose Coefficients based on ICRP *Publication 60* [Ann. ICRP 41(s) 2012]

The authors regret that some errors were introduced into ICRP *Publication 119*. A corrected version of the supplementary data, reflecting the corrections below, will be made available through the ICRP website. Please accept our apologies for any inconvenience caused.

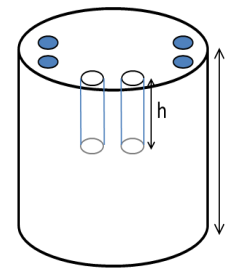
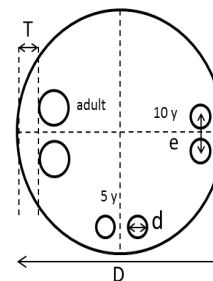
The corrections in this Publisher's Note are reflected in an erratum consisting of a full, corrected version of the original ICRP *Publication 119*, published as supplementary material to ICRP *Publication 123* [Ann. ICRP 42(4) 2013] and appearing on Science Direct.

Page: Table	Line	Should read:	Currently reads:
32: A.1	2 from bottom	Nb-98m	Nb-98
34: A.1	18 from bottom	Rh-102m	Rh-102
	15 from bottom	Rh-102	Rh-102m
46: A.1	10 from bottom	N/A	Ta-180 1.0E13y M ... 8.4E-10
	9 from bottom	N/A	S 0.01 ... 1.4E-08
	8 from bottom	Ta-180	Ta-180m
49: A.1	28	Ir-192n	Ir-192m
53: A.1	9 from bottom	1.405E10y	1.405E1y
57: A.1	8	Es-250m	Es-250
94: G.1	10 from bottom	Nb-98m	Nb-98
96: G.1	24 from bottom	Rh-102m	Rh-102
	21 from bottom	Rh-102	Rh-102m
108: G.1	14 from bottom	N/A	Ta-180 1.0E13y M ... 6.4E-09
	13 from bottom	N/A	S 0.01 ... 2.6E-08
	12 from bottom	Ta-180	Ta-180m
110: G.1	8 from bottom	Ir-192n	Ir-192m
115: G.1	19	1.405E10y	1.405E1y
119: G.1	14 from bottom	Es-250m	Es-250
123: I.1	7	RLAT	LLAT
	12	LLAT	RLAT
		7.82E-02	9.08E+00
125: J.1	5	RLAT	LLAT
		LLAT	RLAT
126: J.1	3	RLAT	LLAT
		LLAT	RLAT



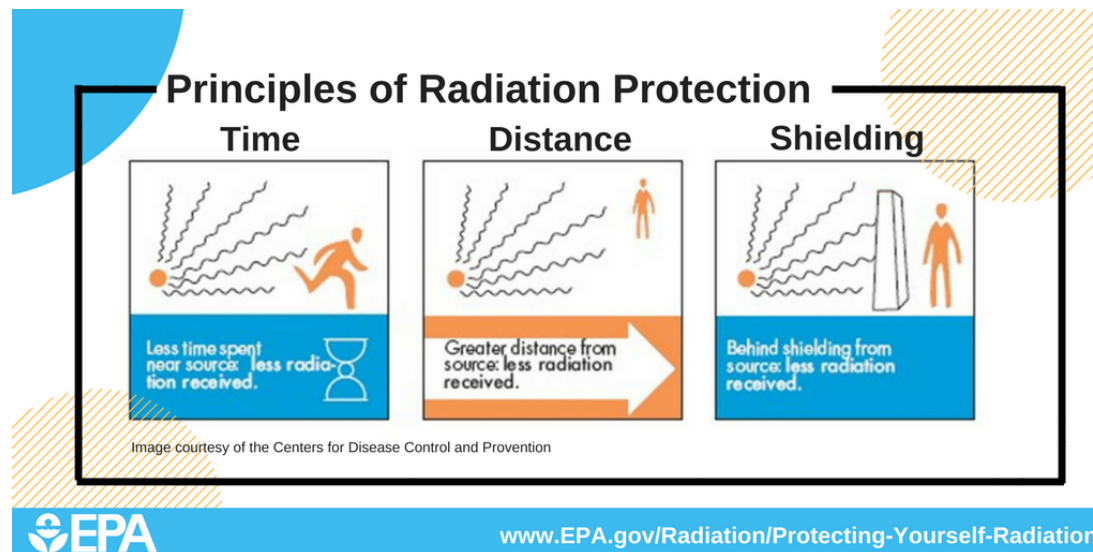
Saját ellenőrzési lehetőségeink, számítások

Figyelő rendszer paraméterezés I-131 pjm. ellenőrzésre:				
Figyelő rendszer helyszíne:klinika			
Figyelő rendszerben vizsgált munkavállalók száma, neve	1	név	Kockázati besorolás:	II.
Vizsgált izotóp	I-131	Felvételi útvonal	Inhaláció	
Mérési módszer	Nyaki bőrfelületen mért felületi szennyezettség mérővel mért (cps/15,2cm ²)			
	Ht:1 (cps/15,2 cm ²)		hatásfok 0,0022 (cps/15,2cm ² /Bq)	
Geometria	bőrfelülettől mért 0,3 cm távolságban 15,2 cm ² felületen			
Figyelő rendszer mintavételi gyakorisága	14 nap			
Feljegyzési szint	27,1 (0,1mSv)			
Munkahelyi kivizsgálási szint	542 (2mSv)			
Hatósági kivizsgálási szint	1626 (6mSv)			
Éves dózis korlát túllépése	5420 (20mSv)			
Mérő eszköz:	RadEye felületi szennyezettség mérő			



Eszközök típusai

- Mobil
- Fixen telepített
- Személyi védő eszközök
- Kiegészítő védőeszközök

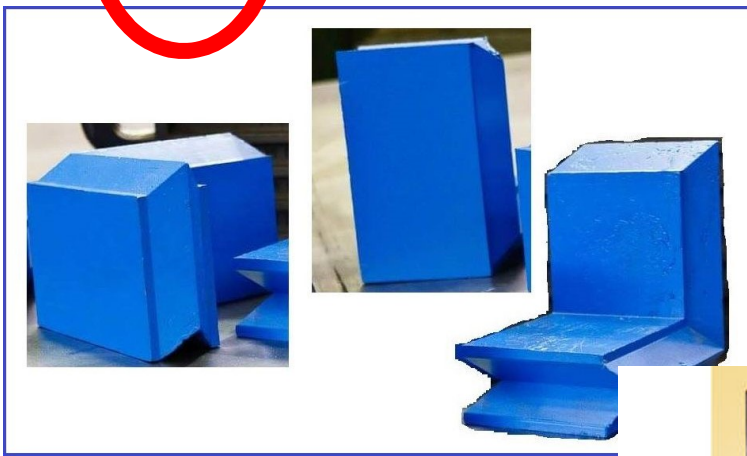
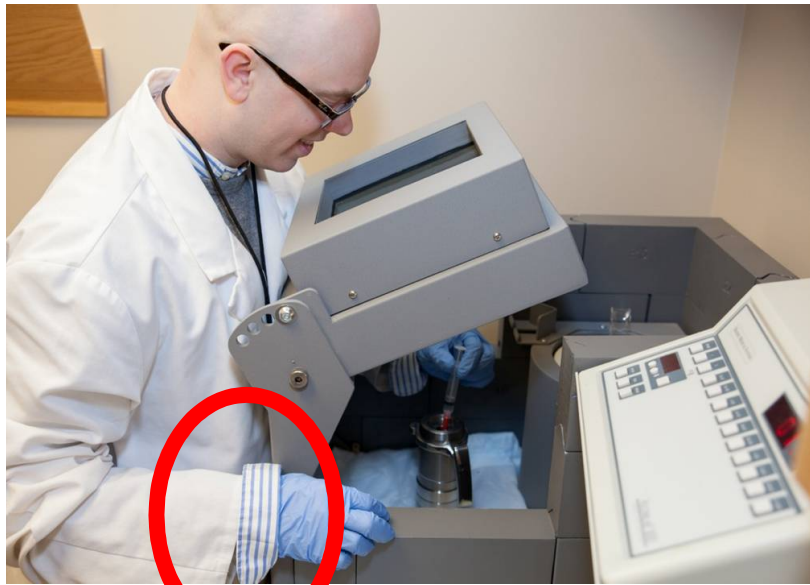


Funkció szerint felhasználás

- Külső sugárzás elleni védelem (árnyékolás, távtartók)
- Belső sugárterhelés elleni védelem (maszk, elszívás, szabályozás)

Sugárzás típusától függő felosztás

- Röntgen sugárzás: direkt, szórt, szivárgó sugárzás (150kV alatti)
- Nagy áthatoló képességű röntgen és gamma fotonok elleni védelem
- Izotópok elleni védelem: alfa, béta, gamma különböző árnyékolások







Tungsten Syringe Shields



Dose Preparation Workstation



PET Tungsten Syringe Shields



Unit Dose Pig



Pig Shipping Bag



PET Shipping System



Vial Pig



Vial Pig PET Shipping System



Injection/Resting Chair



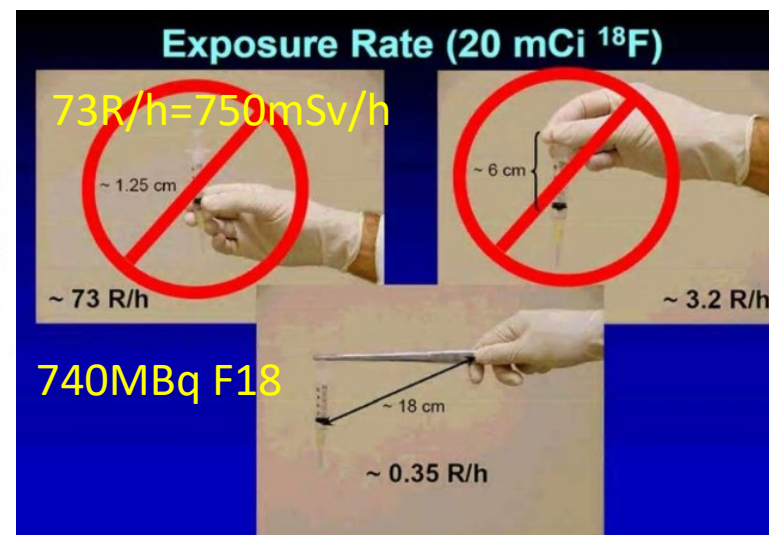
Shielded Syringe Carrier



Syringe Holder



Sharps Container



MSSZ-ből

Egyéni védőeszköz használat elrendelés feltételei: Egyéni védő eszköz használata (0,5Pbmm ólom köpeny, 0,5Pbmm ólom pjm. védő, 0,5-1Pbmm ólom szemüveg, tokok és távtartó csipesz) annak a munka vállalónak, aki ionizáló sugárzás mellett dolgozik kötelező. Védőszemüveg kötelező annak a munka vállalónak, aki a beteg közvetlen közelében 1-3m távolságban tartózkodik. Annak a munkavállalónak, aki felügyelt helyen tartózkodik nem kötelező védőeszközt viselni. A védő eszközöket rendeltetés szerűen kell használni. A svsz. oktatást tart rendeltetés szerű használatról. A sugárforrásokat nem szabad felügyelet nélkül hagyni és takarást kell alkalmazni.

A gamma bomlókat ólom tokban kell tárolni (**1cm vastag minimum**). **A béta izotópokat 1cm plexi védelem kell használni. Béták árnyékolásához nagy atomsúlyú elemek használata tilos. A nagy energiájú béta terápiás anyagok először 1cm plexi majd kiegészítő ólom tokba kell tárolni. (min 1cm Pb tok) Alfa sugárzók saját árnyékolásában 1cm Pb kell tárolni. Pozitron bomlókat KT6-os vagy TEMA tokban min 1cm Wolfram ekv. árnyékolással kell fedni.** Beteg árnyékolásra 1-2Pmm ólom paravánok használhatóak. Terápiás beadó egységeket (radioembolizáció) a gyártó által dedikált saját 1cm plexi dobozában kell tartani. Generátort a saját gyári árnyékolásán kívül tárolni tilos. Egyéb kutatáshoz használt radioaktív anyagot vagy forrás úgy kell árnyékolni hogy a felszínétől **10 cm a $H \cdot 10 < 25 \text{mikroSv/h}$** .(ezt az svsz határozza meg) Radioembolizációnál a DSA laborban, ha van lehúzható 0,5Pbmm ekv. ólomplexi arcvédő pajzs azt használni kell.Tc-99m minimum 4Pbmm fecskendő védő vagy ennek megfelelő wolfram árnyékoló kell használni beadáskor. A kimért fecskendőket 5Pbmm ólomlemezsel árnyékolják. **I-131 minimum 3,5cmPb ólomárnyékolás kell.**

PET-CT beadónál az automata beadó KARL-100 saját árnyékolását kell használni a szállításhoz a saját automata injektáló árnyékolásban szabad anyagot mozgatni (**1cm wolfram**). A PET-CT kalibrációhoz használt fantomokat a saját árnyékolásában kell tárolni. A TLD rendszer kalibráló besugárzójából a Sr-90 forrást kivenni tilos. Minden nem napi rutin munkától eltérő tevékenység esetén az svsz. által ellenőrizni kell az árnyékolások megfelelőségét.

Személyi sugár terhelés ellenőrzés módja:

- hatósági doziméterrel vagy az egyetem által üzemeltetett TLD rendszerrel vagy EPD doziméterrel. Doziméter viselését a munkáltató rendeli el a munkavállalónak.
- A TLD és EPD gyakorisága a használatától függően a svmb. rendeli el az ott dolgozókra vagy ideiglenesen tartózkodókra.
- Egyéni védőeszköz használata annak a munkavállalónak, aki ionizáló sugárzás mellett dolgozik kötelező.

Munkafelületek szennyezettsége: a dörzsminta vételt a MSZ 62-7:20177 sz. szabvány és a MI 19382-77 műszaki irányelv alapján kell végezni. A dörzsminta mérését NaI vagy LaBr szcintillációs detektorral, (NaI 4π geometria, OSJER labor üzemeltetésében) kell mérni, a dörzsminták további ellenőrzését lágy béták esetén és béta terápiás izotópok esetén folyadék szcintillációs mérés technikával a svsz. egyedi módszere alapján kell végezni (az ISO EN 9698:2010, ISO EN 13162:2011 sz. szabványok alapelveit alkalmazva).

Környezeti dózis teljesítménymérés: mérésügy hatóság hitelesített dózis teljesítmény mérővel, szűrő próba szerűen az OSJER laboratórium bevonásával, (levegő mintavétel, szennyvízmérés)

Munkakörülmények ellenőrzése:

Évente egyszer a sugárvédelmi minőségbiztosítási program keretén belül a svmb. által vagy a svsz. által le kell ellenőrizni a SL-ben meghatározott védelmi feltételeket. (lámpa, árnyékolás, elszívás, ajtó, kilincs, jelzések berendezés stb.) Védelmi rendszerek sérülése esetén azonnal ellenőrzést kell végezni. (pl hatósági doziméter érték indokolatlan növekedése) Védőeszközök vizuális ellenőrzése negyedévente dózis teljesítmény mérővel kötelező. Az ellenőrzések időpontjai: Egyetemi munkavédelmi ellenőrzés alkalmával és belső auditok alkalmával, szűrőpróba szerű ellenőrzés az egyetemi sugárvédelmi szolgálat által.

Izotópos beteg elbocsátási kritérium

21/2018. (VII. 9.) EMMI rendelet

14. A nyitott radioaktív izotóppal végzett vizsgálatokra és kezelésekre vonatkozó elbocsátási feltételek és a zárt sugárforrások tartós beültetésére alkalmazandó szabályok

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 μ Sv-t meghaladó sugárterhelését okozhatja**, vagy a teste középtengelyétől bárhol, 1 méter távolságban, erre alkalmas és hitelesített környezeti dózisegyenérték-teljesítménymérővel mért érték meghaladja a **25 μ Sv/h-t**.

(2) A kezelőorvos a radiofarmakon-tulajdonságok, a beteg fizikai, fiziológiás és pszichoszociális állapota, valamint szociális helyzete alapján az elbocsáthatóság vonatkozásában az (1) bekezdésben foglaltaktól eltérhet.

(3) Az elbocsátáskor mért **dózisteljesítményt és az ebből becsült maradék aktivitás értékét a zárójelentésben fel kell tüntetni. (ez gyakorlatban nagyon pontatlanul kivitelezhető)**

(4) Nyitott sugárforrásokkal végzett vizsgálatot vagy terápiát, vagy zárt sugárforrás tartós beültetésével járó kezeléseket követően a beteg támogatását, gondozását a szükséges mértékre kell korlátozni.

(5) Radioaktív izotópokkal végzett diagnosztikai vagy terápiás eljárás alkalmazása esetén a **betegnek a 2. melléklet szerinti írásbeli tájékoztatót kell átadni, amely tartalmazza a beteggel kapcsolatba kerülő személyek sugárterhelése csökkentésének módszereit és a kezelés kockázatát.**

(6) Az olyan nyitott sugárforrással végzett vizsgálatok vagy kezeléseket, vagy a zárt sugárforrás tartós beültetésével járó kezeléseket alkalmával, melyek esetén a beteg környezetében az (1) bekezdés szerint meghatározott dózisfeljesítmény meghaladhatja az 1 mSv/h értéket, a (3) bekezdésben foglaltakon túl, a jogszabályi rendelkezéseknek megfelelő tájékoztatást követően, a **beteg rendelkezésére kell bocsátani egy, a 3. melléklet szerinti adattartalommal rendelkező kártyát, mely tájékoztatást ad a beteg vizsgálatával vagy kezelésével kapcsolatos legfontosabb információkról.**

INFORMÁCIÓÁRAMLÁS RIASZTÁS ESETÉN

TEENDŐK VÉSZHELYZET ESETÉN

Mind a külső, mind a belső riasztás vagy a Klinikai Rektor helyetteshez, vagy a SvSz-hoz, vagy az SE OSJER szervezetéhez érkezhetsz. Az egyetemi intézmény sugárvédelmi megbízottja direkt módon is kezdeményezheti a ~~BFKH NF KESZ~~ és az OSKSz értesítését, de a SvSz vezetőjét, vagy helyettesét ekkor is értesíteni kell.

OAH 2016-tól!!!!!!

Név	Beosztás	munkaidő alatt	munkaidőn kívül
Dr. Prof. Merkely Béla	Rektor		
Taba Gabriella	Sv. Szolg. vezető	T: 459-1500/51812 taba.gabriella@semmelweis-univ.hu	T: 20-663-37-69 tabagabi@gmail.com
Dr. Voszka István	Sv. Szolg. vez. hely.	T: 459-1500/60234 F: 266-6656 Voszka.Istvan@med.semmelweis-univ.hu	T: 20-663-2126
Dr. Kári Béla	SE-OSJER lab. vezető	T: 459-1500/53153, Kari.Bela@med.semmelweis-univ.hu	T: 20-380-0804

Külső riasztási elérhetőségek

Országos Sugáreg. Készenléti Szolg. +36 20-93-64-847
Országos Atomenergia Hivatal +36 20-54-75-656

Gyanús jelek

Fagyasztóban/hulladék között tokot találunk

Gazdátlan röntgen berendezés



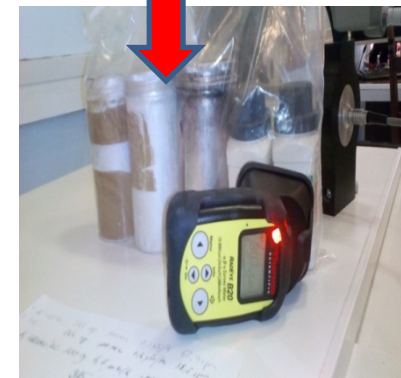
Sárga sugárveszélyes feliratú zsákok



Izotóp laborban kiömlött anyag

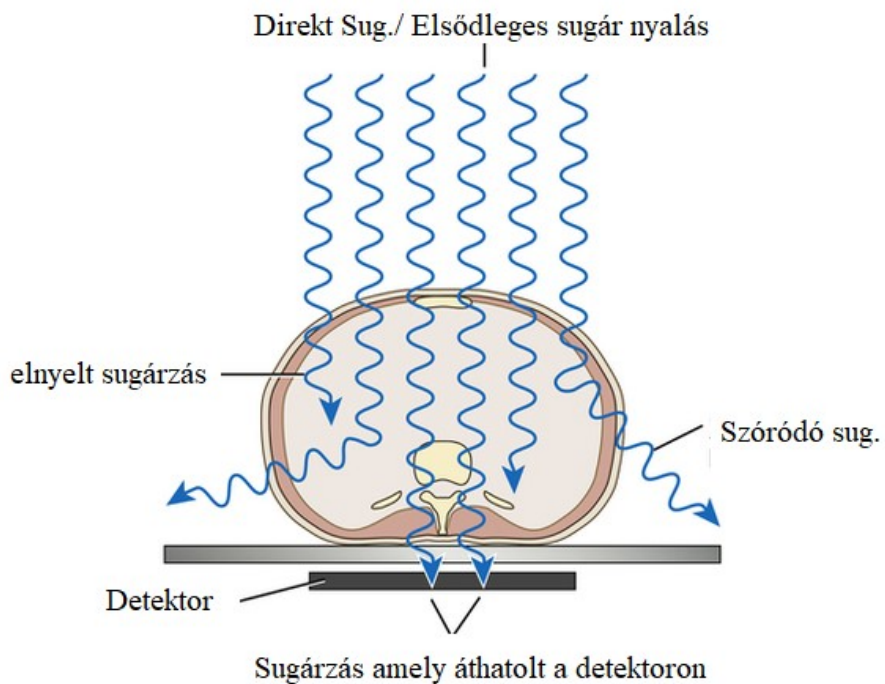
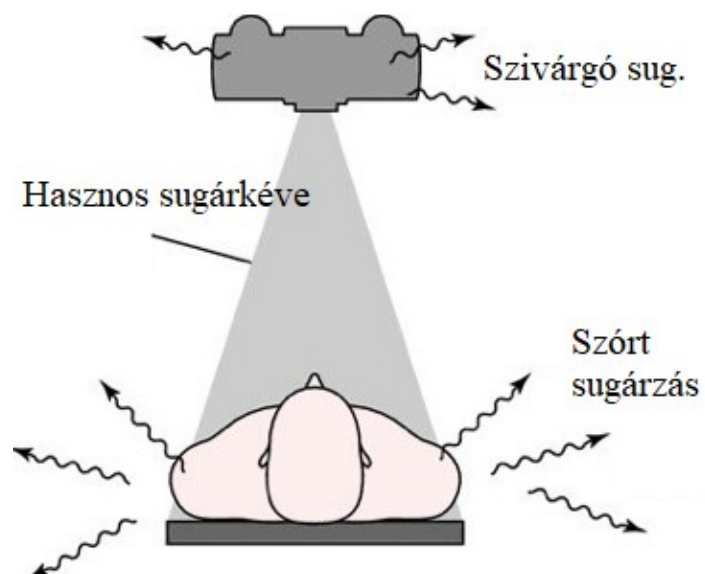
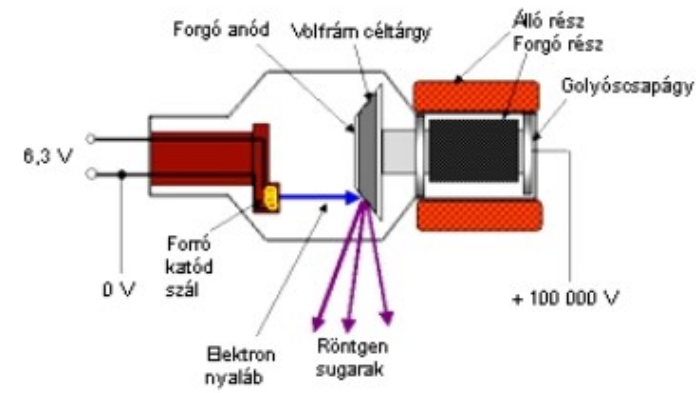
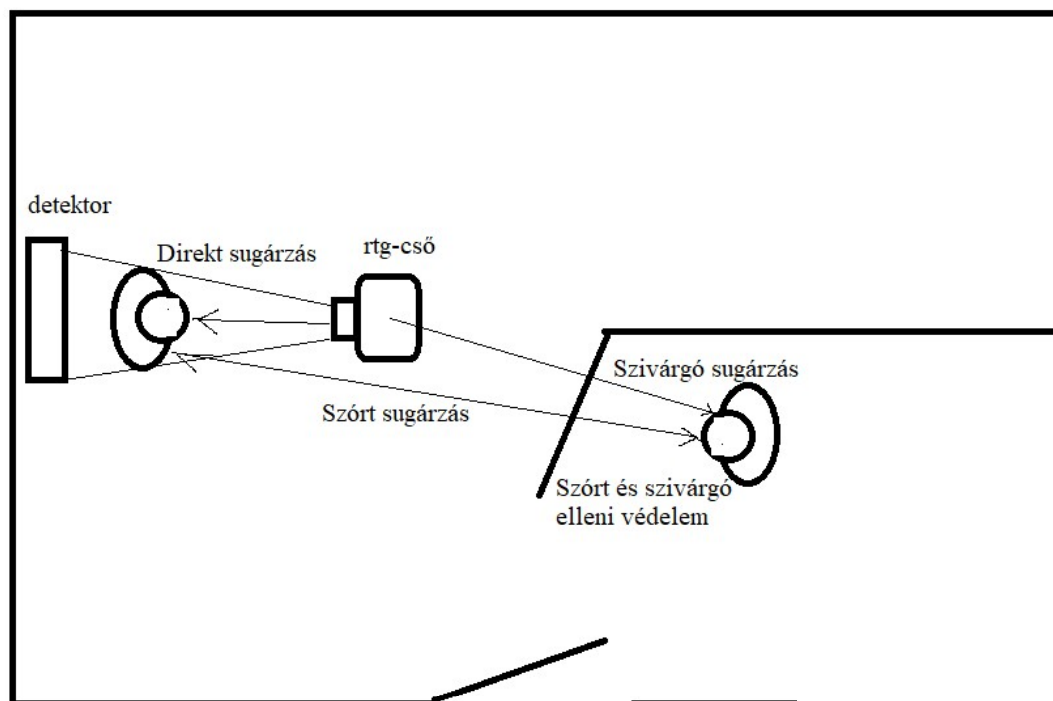


Orosz feliratú sárga konzervek vagy URÁN feliratú üveg



Röntgen munkahelyek

Dierk és
szórt
elleni
védelem



A munkavállalók és a lakosság sugárvédelme

A sugárárnyékolások tervezésekor alkalmazandó tervezési dóziscél foglalkozási kategóriára a Rendelet szerinti évenkénti effektív dóziskorlát (20 mSv) 1/10 része, azaz 2 mSv/év effektív dózis, a lakossági kategóriára a vonatkozó évenkénti effektív dóziskorlát (1 mSv) 3/10 része, azaz 0,3 mSv/év effektív dózis, illetve azok időarányos mennyiségei. Tervezéskor felhasználható legrövidebb időarányos rész a heti dózis. Feltételezve az éves sugárterhelés egyenletes eloszlását, a heti dóziscél az éves tervezési dóziscél ötvened része.

Tehát 40 mikroSv/hét (munkavállalókra), 6 mikroSv/hét (lakosság által használt területen), a dózis megszorítás módosítható a dózis cél lehet magasabb is. (kéz, szem dózisoknál indokolt) Ezeket az értékkel találkozunk a SUGÁRVÉDELMI LEÍRÁSBAN

Röntgenmunkahelyek közvetlen környezetében a tervezési dóziscél ne haladja meg a 100 μ Sv/év effektív dózist, ha ott lakás, szülészeti-, nőgyógyászati-, gyermekosztály, bölcsőde, óvoda vagy iskola van.

Ez a fejezet gyakorlatilag a dózis korlát és a dózis megszorítást alkalmazását írja elő

B melléklet,(előírás) Sugárvédelem tervezéséhez a

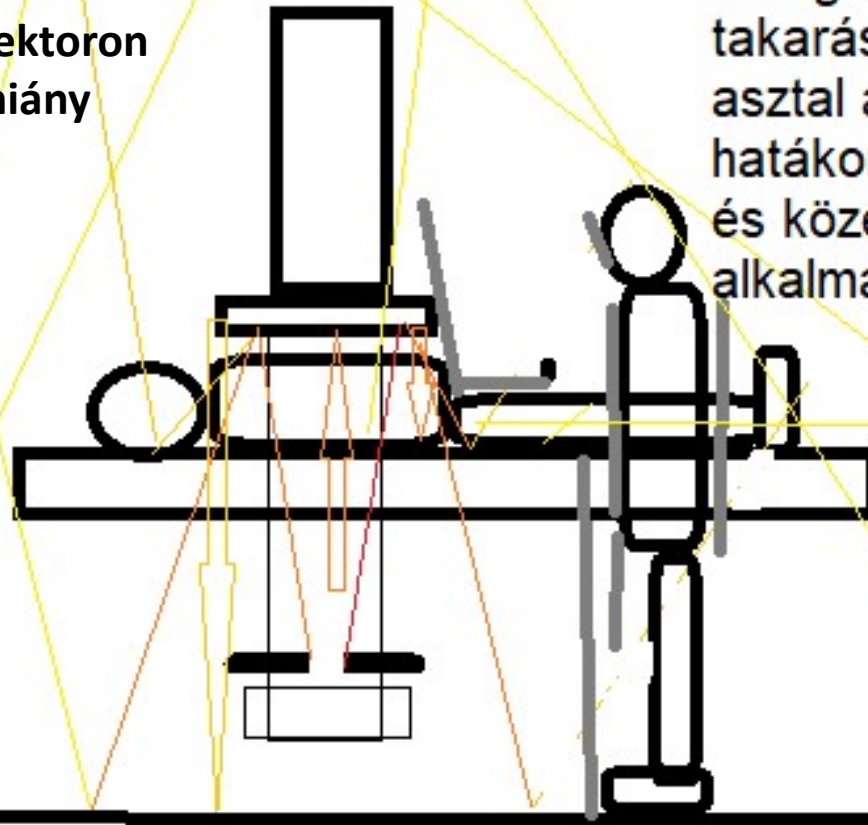
B1. táblázatban lévő ólomegyenértékek csak az feltételek teljesülése esetén használhatók

- a röntgenmunkahely munkaterhelése az A1. táblázata *(MUNKATERHELÉSEK)* szerinti értékeken belül marad;
- a röntgenhelyiség 10% eltérésen belül megfelel a szabvány alapterületi normáinak; *(ALAPTERÜLET BELMAGASSÁG ELŐÍRÁS)*
- telepített röntgenberendezések esetében a sugárforrás-árnyékolás távolsága legalább 1,5 m legyen, kivéve a fogröntgen berendezéseket, a Bucky-állványt, a csontsűrűség-vizsgálót, a kisállat-felvételezőt és a mammográfot;
- *12 cm-es tömör téglafal mind a 150 kV-ig felszabályozható diagnosztikai, mind a CT-munkahely szórt és szivárgó sugárzás elleni védelem követelményeit kielégíti.*
- *Padlófödém esetében a 15 cm vastag betonfödém a sugárvédelmi követelményeket kielégíti.*
- *Direkt sugárzást vezérlőre irányítani tilos!*

Tehát munkahely tervezésnél figyelembe kell vennem az adott helység méretét, a berendezés szabályos telepítését, beépített védelem szükségességét. Utólag nem módosítom a beépített védelmet szakértő és engedélyeztetés nélkül, nem szabad nagyobb teljesítményű gépet be tenni mint, amire a védelem tervezve lett. (pl a C-ívet nem cserélem ki DSA-ra, vagy nem helyezek át direkt sugárzás védelem paravánt)

Páciens direkt sugárzásban történő takarása, a felültett 25% meghaladó mértékben **DÓZIS többletet okoz!** Az automatika feltekeri a teljesítmény a detektoron keletkezett foton hiány miatt!

Mi történik ha a direkt sugárzás útjában lévő felületének több mint 25%-át letakarom árnyékoló anyaggal?



ólom plexi lehúzz,
ólomplexi alsó takarás elhelyez
beteg hasi rész kiegészít
takarással (p.d növekedés)
asztal alsó körkörös védelme
hatékony de p.d növelést okoz, kis
és közepes sugármenetnél
alkalmazható

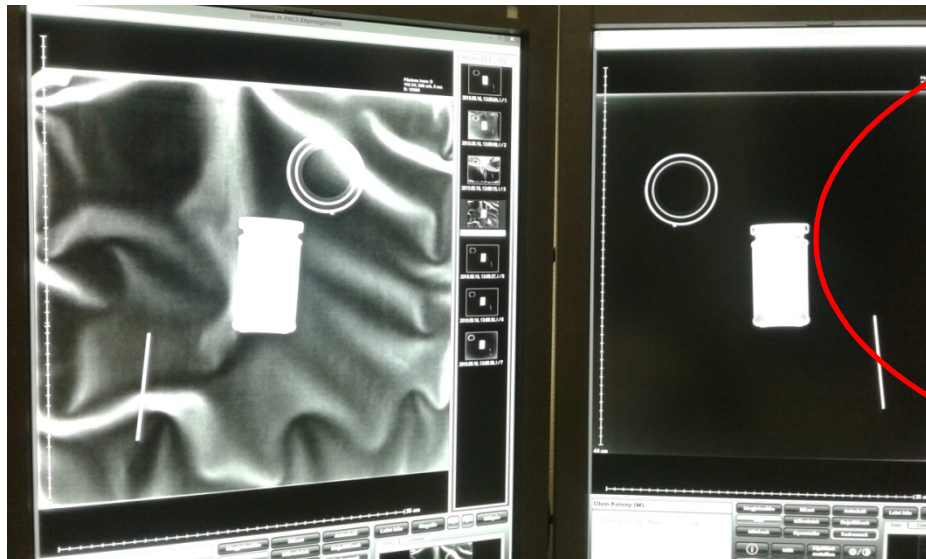
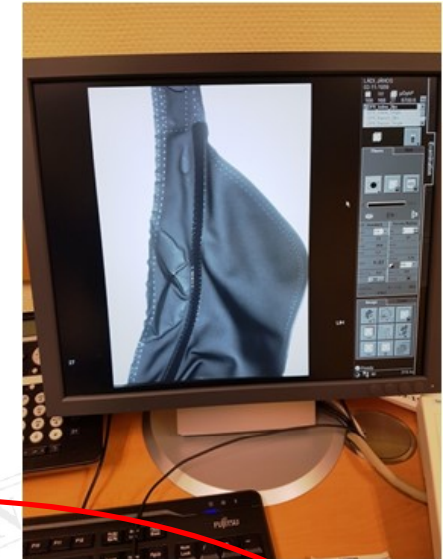
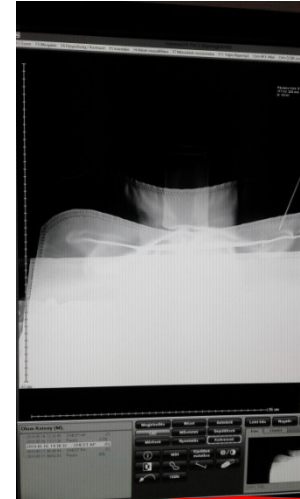
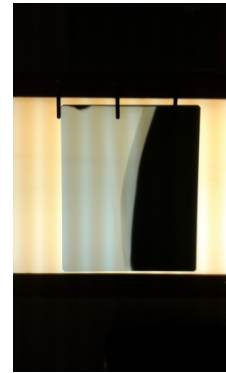
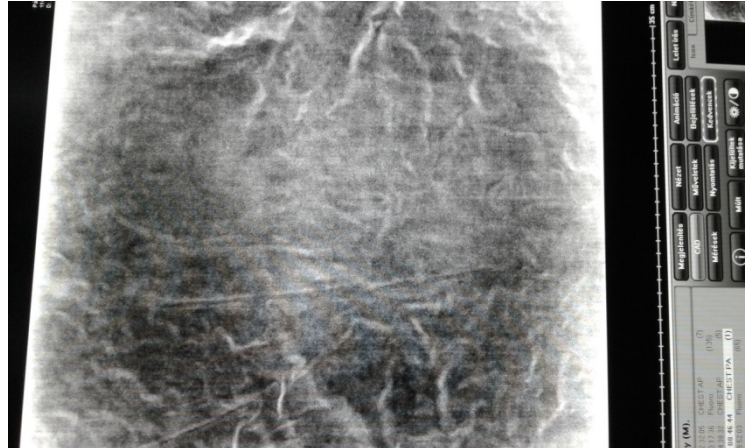
Távolság akár 1m is sokat számít,
Sugár menet idő
Csőirány (alulról, lehetőleg ne az orvos felé)
Szóró közeg kerülés (nem álok közel tárgyakhoz!)

Személyzet: kijelölt védett zónában legyen,
anszet. nem mászik be a cső alá! Lehúzható
plexi ernyőzött zónájában tartózkodunk,
nem mászkálunk, aki mászkál az szóró
közeg is egyben!

p.d. csökkentő módszer Intervenciós radiológia (DSA)	Bőr dózis lehetséges csökkenése	Effektív dózis lehetséges csökkenése
Szűrés növelése (+0,1 vagy 0,2mm Cu szűrőzés)	25-50%	10-30%
növelje a cső feszességét	20-30%/10kV	5-15%/10kV
Oldalirányú cső használat csökkentése (dőlés szög 30fok alatt)	50-75%	20-40%
Változó besugárzási irányok	>50%	-
Low dose beállítások	25-50%	25-50%
Cső az asztal alatt vs. Cső felülről	50%	50%
Besugárzott terület méret csökkentése (ROI)		Méret függő
Rács optimalizálás	30%	30%
Fluoro üzemmód sv.DSA , minél kisebb fs. (képtimalizálás)	50%	50%
Utolsó kép megtartás	változó	Melyik módszerekkel lehet hatékonyan csökkenteni a dózisokat intervenciós radiológiai eljárásoknál (DSA)
Cső-detektor távolság monitorozás (amutomata), tervezés		

Védőruházat ellenőrzése

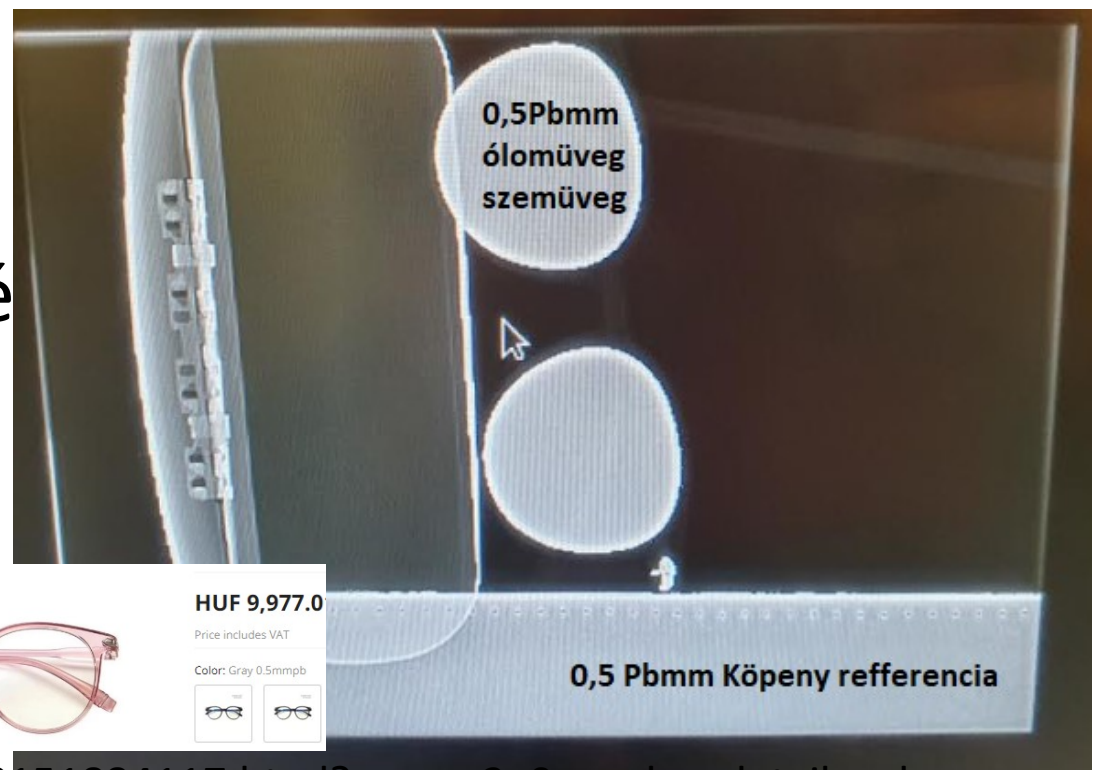
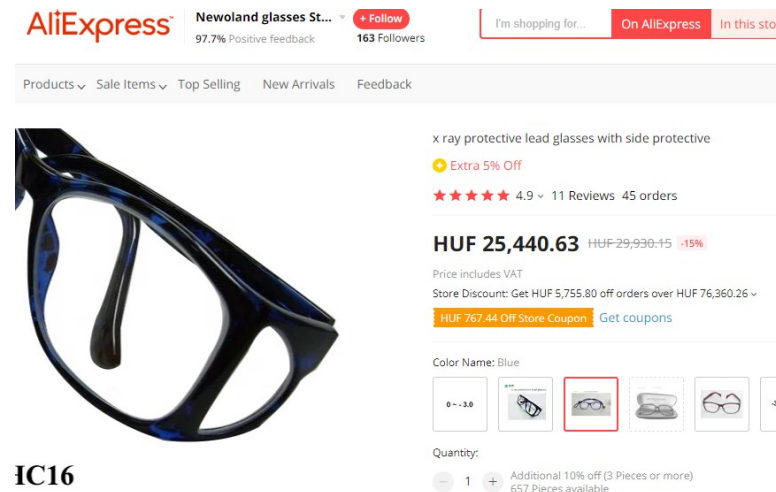
Példák anyaghibára és jó köpenyre



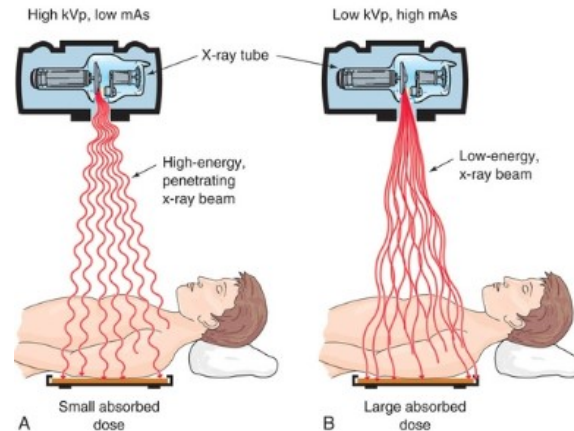
Megtévesztő hogy a 0,5Pbmm köpeny alatt a direkt sugárban látszanak a tárgyak, ez azért van mert a direkt sugárzás átmegy a 0,5Pbmm ólmon teljes védelmet a 4Pbmm ad.(150kV-nál)

Frontális védelem
elégséges ott, ahol
nem oldal irányban
áll az orvos, vagy
asszisztensek akik
távolabb
tartózkodnak

Oldalsó árnyékolt
szemüveg DSA eseté
asztallal
párhuzamosan álló
orvos számára
ajánlott

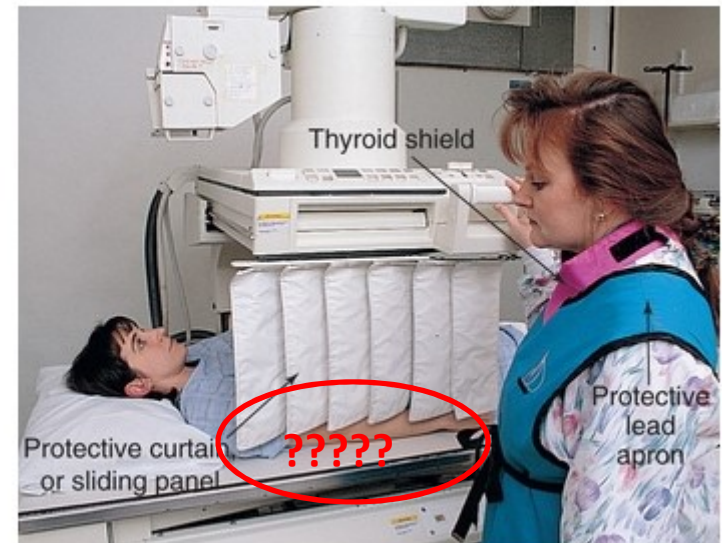


https://www.aliexpress.com/item/4000151884117.html?spm=a2g0o.order_detail.order_detail_item.3.2497f19cBhVURj



75 kVp 16 mAs	Good chest radiograph
100 kVp 4.5 mAs	Good chest radiograph*
*Reduces patient exposure by 70%	

C



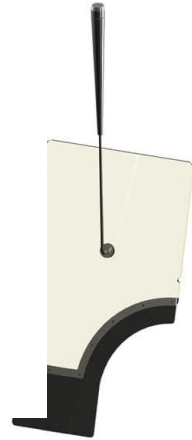


Helyes oldal és akril plexi elhelyezés: sík átfedés





Mik a sugárvédelem megvalósításának három hatékony módszere? Idő, távolság, árnyékolás.





Nincs rendesen pozícionálva a B!!!!



- Kb. 1 cm rés van a két árnyékolás között az asztal peremén, cső közvetlen az orvos könyökénél van alul!

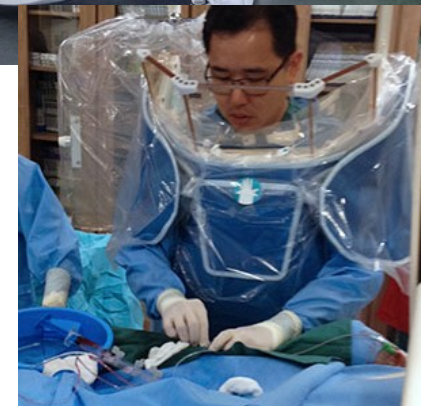
Gyakorlati példa:

Zero Gravity alkalmazása: Beszerzésre került egy ólomköpenyt helyettesítő kiegészítő árnyékoló eszköz, amely csökkenti a súly terhelést a beavatkozást végző orvosnál. (felfüggesztett ólom köpeny kiegészítő pajzzsal)

A gyártó nem tudott használható dozimetria adatokat biztosítani a védőeszköz hatékonyságával kapcsolatban. Állításuk szerint azért nyújt nagyobb védelmet az eszköz mert 0,5Pbmm helyett 1,5Pbmm frontális védelmet biztosít.

Viszont eltért a szabványos kör körös védelemtől és nem vette figyelembe a hátulról, visszaszórt sugárzást.

Ezért a sugárvédelmi szolgálat kiegészítő méréseket és számításokat végzett az eszköz ellenőrzése céljából.



A számítások és a mérések eredménye alapján a védőeszköz nem teljesítette a forgalmazó állításait, mi szerint ez a berendezés jobb, mint a körkörös 0,5Pbmm védelem. Továbbá ergonómiailag sem kényelmes, mert a felhasználó nem tud ráhajolni a kezelendő területre így látása korlátozva van.

Tájékoztató számítások alapján feltételeztük, hogy frontális irányból 1mGy dózist szenved el mind két geometria (zg. és a körkörös 0,5Pbmm védelem)

Feltételeztük, hogy a visszaszóródó sugárzás 10-20% mértékű lehet ($H^*(10)$ mért adatok arányát vettük figyelembe. (pl hatósági jegyzőkönyvből)

A zg. esetén ha az egész test 1mGy elnyelt dózis röntgen sugárzást kap, abból a hátulról jövő elnyelt dózis 0,1-0,2mGy.

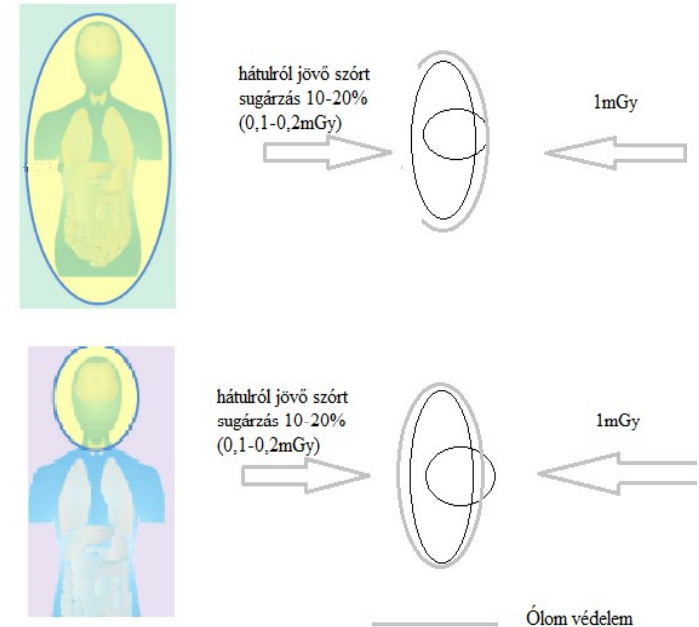
Ebből számítva az effektív dózis:

$0,12 \times 0,1 = \text{csontfelszín} + 0,12 \times 0,1 (\text{agy}) + 0,12 \times 0,1 (\text{gyomor}) + 0,01 \times 0,1 (\text{bőr}) + \dots = \mathbf{0,1 \text{ mSv}}$ (10%-os szórást feltételezve) (effektív dózis) (mivel szöveti súlytényezők összege 1)

A 0,5Pbmm ólomköpeny körkörös védelemre számolva, ha csak a fej exponálódik: $0,01 \times 1 (\text{agy}) + 0,012 \times 1 \times 10\% (\text{csont felszín}) + 0,01 \times 1 \times 15\% (\text{bőr}) = \mathbf{0,026 \text{ mSv}}$ effektív dózis kapunk.

Tehát a körkörös 0,5Pbmm ólomköpeny+pjmv. körülbelül 3-szoros nagyobb védelmet nyújt, mint a zg. A mérési eredményeink (frontális egész test értékre) 2,5szeres nagyobb védelmet adtak a 0,5Pbmm körkörös védelem javára. Ami alátámasztotta az előzetes számításainkat. A 0,5Pbmm és a 1,5Pbmm frontális védő hatásának különbsége gyakorlatilag elhanyagolható mivel a 0,5Pbmm köpenyek alatt a $H_p(10)$ értékek több évtizedre visszamenőleg mérés határ alatti eredményt adnak. Ezért ez nem is vettük figyelembe.

A számítást próbáltuk méréssel ellenőrizni, sajnos a beszerzés előtt korlátozott lehetőséggel, mivel a berendezés csak pár napig volt a klinikán. A beszerzés után a használatát letiltottuk a releváns mérési eredmények kiértékeléséig, vagy ameddig a gyártó értékelhető és visszavezethetően bizonyítja állítását. Ezt a gyártó nem tette meg ezért a saját mérési adataink alapján határozzuk meg az eszköz használhatóságát.



Indoklás-optimalizálás-korlátozás

Az előzetes számítások és a mérések alapján megállapítható hogy a gyártó dozimetriai állításai nem helytállóak. A körkörös 0,5Pbmm védelem pajzsmirigy védővel és 0,75Pbmm szemüveggel 3-2,5 szerez nagyobb védelmet biztosít a használó számára.

Az alkalmazását az alábbi feltételek mellett lehetséges:

- felhasználó orvos eü. okok miatt aki, nem terhelhető körkörös védelem súlyával, erről orvosi indoklást szerez be.
- A cső irány csak letről felfelé irányulhat, nem szabad oldalirányú sugárnyalábot alkalmazni főleg az orvos irányába. Olyan műtési geometriai elrendezésnél alkalmazható, ahol teljesül az MSZ 824:2017 sz. szabvány feltétele tehát az orvos testén (bele értve a hátát is) a dózis teljesítmény nem érheti el a **15 μ Sv/h** értéket.
- A használó orvosnak amennyiben csak a zg. védő eszközt használja nem lépheti túl a 35-45 perces sugármenet időt hetente.

Várandós nők védelme-tájékoztatás

A káros hatások kockázat növekedése a nemzetközi **irodalom (ICRP 106) alapján** 10mGy feletti méhet érő sugárzás éréknél kezd el változni.

Születési rendellenesség küszöbértéke 100-200mGy. Ez az elszenvedett dózis hatás elsősorban a központi idegrendszert érinti. A központi idegrendszer fejlődési rendellenesség függ a magzat korától. A legérzékenyebb időszak a 8-15 hetes időszak. (előtte mindent vagy semmi)

A 25-ik héttől a magzat sugárérzékenysége jelentősen csökken. A 25 hét és a 42 hét között a csecsemő kockázati értékeivel lehet számolni.

A fejlődési rendellenességek 100mGy-től 1000mGy tartományban elsősorban IQ csökkenést, 1000mGy feletti dózis esetén mikrokefália előfordulását okozhatják. (100mGy méhet érintő dózis mennyiség kb. 3 db. 5 fázisú medence CT vizsgálattal érhető el). (Felnőtt lakosság esetén 1000mGy egésztest besugárzás kockázata 5,7% daganatos betegség előfordulást eredményez.)

*természetes háttér sugárzás: környezetünkben előforduló kozmikus és földi sugárzások összessége amely kb.3,7 mGy/év

**mGy az elnyelt dózis mértékegysége,; egy gray (Gy) egy joule per kilogrammnak felel meg: 1 Gy = 1 J/kg

Méhet érő dózis (mGy)	Fejlesztési rendellenesség valószínűsége 100 esetből	A gyermek 1-19 koráig előforduló daganatos betegség kialakulása 10 000 esetből
0	3	3
1	3	3
5	3	3
10	3	4
50	3	6
100	3	9
>100	valószínűleg igen	-

Páciensek védelme és dozimetriája

- 21/2018 EMMI rendelet bevezetése a gyakorlatba
- Indokoltság/optimalás (pl: SL-be be lehet integrálni)
- Minőisgbiztosítási programok (pl: SL-be be lehet integrálni)
- Beteg elbocsátási kritériumai (pl: SL-be be lehet integrálni) 25mikroSv/h 1 méterről (kb /600MBq Jód-131)
- Beteg tájékoztatás
- Dózis adatok adminisztrálása
- Hatósági bejelentési kötelezettségek
- Amennyiben nincs szakmai protokoll (vagy hatósági útmutató) nemzetközi kiadványok is alkalmazhatók

Sugárbiológiai és Sugár-egészségügyi Főosztály

[Főosztály kezdőlapja](#)[Sugár-orvostani Osztály](#)[Orvosi, Lakossági és Munkahelyi Sugáregészségügyi Osztály](#)[Nem-ionizáló Sugárzások Osztálya](#)[Sugáregészségügyi Vizsgáló Laboratórium](#)[Országos Sugáregészségügyi Készenléti Szolgálat](#)[Dokumentumtár](#)[Módszertani útmutatók](#)[Lakossági tájékoztatók](#)[Letölthető kiadványok](#)[Sugárvédelem](#)[Környezeti sugárzási szintek az SSFO \(OSSKI\) telephelyén](#)[Környezeti sugárvédelmi monitoring rendszerek](#)[Egészségügyi Radiológiai Mérő és Adatszolgáltató Hálózat \(ERMAH\)](#)[Országos Környezeti](#)[Sugárbiológiai és Sugár-egészségügyi Főosztály](#) ▶ [Sugárvédelem](#) ▶ [Orvosi sugárterhelések](#)

Orvosi sugárvédelem

ORVOSI SUGÁRVÉDELEM

Megjelent: 2020. április 06.
Módosítás: 2021. január 28.

A gyógyászatban az ionizáló sugárzások felhasználásával végzett eljárásokat összefoglalóan **radiológiai eljárásoknak** nevezzük. Ezeknek három csoportját különböztethetjük meg, melyek a diagnosztikai radiológia, a nukleáris medicina (mely lehet diagnosztikai célú és terápiás), illetve a sugárterápia. Az ionizáló sugárzások alkalmazása során gondoskodni kell a páciensek és az őket támogatók megfelelő sugárvédelméről, melynek részletes szabályait a 21/2018. (VII. 9.) EMMI rendelet *az egészségügyi szolgáltatások nyújtása során ionizáló sugárzásnak nem munkaköri kötelezettségük keretében kitett személyek egészsége védelmének szabályairól* írja le.

A páciensek védelme érdekében sarkalatos fontosságú, hogy a megfelelő szakmai útmutatók álljanak rendelkezésre az egyes eljárások alkalmazásának feltételeiről (3. §), melyet az országos tisztifőorvos ezúton tesz közzé a honlapján. Az ezen oldalon található szakmai útmutatók tartalmazzák az egyes eljárások kivitelezésének részletes leírását, a szükséges kiegészítő berendezések felsorolását; ahol szükséges, ott a javasolt technikai paramétereket is közlik. Ezekon felül annak érdekében, hogy az ésszerűen elérhető legalacsonyabb mértékű legyen az eljárások kockázata, leírják az eljárások indikációit és kontraindikációit, alkalmazásukat terhesség esetén és a páciens várható sugárterhelésének mértékét.

[Általánosan indokolt radiológiai eljárások - FOGÁSZATI RADIOLÓGIA](#)[Általánosan indokolt radiológiai eljárások - DIAGNOSZTIKAI ÉS INTERVENCIÓS RADIOLÓGIA](#)[Általánosan indokolt radiológiai eljárások - INTERVENCIÓS RADIOLÓGIA](#)[Általánosan indokolt radiológiai eljárások - NUKLEÁRIS MEDICINA](#)[Általánosan indokolt radiológiai eljárások - SUGÁRTERÁPIA](#)[Röntgendiagnosztika - szakmai útmutatók](#)

Sugarbiológiai és Sugár-egészségügyi Főosztály

Főosztály kezdőlapja

Sugár-orvostani Osztály

Orvosi, Lakossági és Munkahelyi Sugár-egészségügyi Osztály

Nem-ionizáló Sugárzások Osztálya

Sugár-egészségügyi Vizsgáló Laboratórium

Országos Sugár-egészségügyi Készenléti Szolgálat

Dokumentumtár

Módszertani útmutatók

Lakossági tájékoztatók

Letölthető kiadványok

Sugárvédelem

Környezeti sugárzási szintek az SSFO (OSSKI) telephelyén

Környezeti sugárvédelmi monitoring rendszerek

Egészségügyi Radiológiai Mérő és Adatszolgáltató Hálózat (ERMAH)

Országos Környezeti Sugárvédelmi ellenőrző Rendszer (OKSER)

Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (HAKSER)

Sugarbiológiai és Sugár-egészségügyi Főosztály [Sugárvédelem](#) [Orvosi Sugárterapiások](#)

ÁTMENETI, ORSZÁGOS ÉRVÉNYESSÉGŰ DIAGNOSZTIKAI IRÁNYADÓ SZINTEK

Megjelent: 2021. október 07.

Módosítás: 2021. október 07.

Röntgendiagnosztika – felvételezés		
OENO kód	Eljárás megnevezése	Átmeneti diagnosztikai irányadó szint, (DAP, mGy.cm ²)
31310	Mellkasfelvétel, AP/PA	600
31820	Térd, kétirányú felvétel	300
31840	Boka, kétirányú felvétel	100
31650	Medence, AP felvétel	6.000
31440	Has natív felvétel	4.000
31740	Osukló, kétirányú felvétel	75
31102	Koponyafelvétel, kétirányú	1000
31860	Láb, kétirányú felvétel	115
31604	Váll, AP felvétel	1200
31542	Lumbalis gerinc, kétirányú felvétel	5.000

https://www.nnk.gov.hu/index.php/sugarbiologiai-es-sugar-egeszsegugyi-foosztaly/sugarvedelem/orvosi-sugarterhelesek/600-orvosi-sugarvedelem#diagnoszt_interv_rad

nnk.gov.hu/index.php/sugarbiologiai-es-sugar-egeszsegugyi-foosztaly/sugarvedelem/c
ek fel... WACOM login RADAR Exposure a... RADAR Home gyakorlati sugárvéd...

SAKTERÜLETEK SZAKRENDSZEREK PROJEKTEK KÖZÉRDEKŰ KAPCSO

regeszsegugyi osztaly

ionizáló Sugárzások Osztálya

regészsegugyi Vizsgáló
tatórium

agos Sugáregészsegugyi
enléti Szolgálat

mentumtár

ódszertani útmutatók

kossági tájékoztatók

tölthető kiadványok

rvédelem

örnyezeti sugárzási szintek az
SFO (OSSKI) telephelyén

örnyezeti sugárvédelmi
onítoring rendszerek

Egészsegugyi Radiológiai
Mérő és Adatszolgáltató
Hálózat (ERMAH)

Országos Környezeti
Sugárvédelmi ellenőrző
Rendszer (OKSER)

Hatósági Környezeti
Sugárvédelmi Ellenőrző
Rendszer (HAKSER)

emzeti Radon Cselekvési Terv

A gyógyászatban az ionizáló sugárzások fell
eljárásoknak nevezzük. Ezeknek három csoport
nukleáris medicina (mely lehet diagnosztikai c
alkalmazása során gondoskodni kell a páciens
részletes szabályait a 21/2018. (VII. 9.) EMMI r
sugárzásnak nem munkaköri kötelezettségük ke
le.

A páciensek védelme érdekében sarkalatos
rendelkezésre az egyes eljárások alkalmazásánál
közé a honlapján. Az ezen oldalon található sz
részletes leírását, a szükséges kiegészítő ber
paramétereket is közlik. Ezeken felül annak érc
legyen az eljárások kockázata, leírják az eljárá
esetén és a páciens várható sugárterhelésének m

[Általánosan indokolt radiológiai eljárások - FOGÁ](#)
[Általánosan indokolt radiológiai eljárások - DIAGN](#)
[Általánosan indokolt radiológiai eljárások - INTER](#)
[Általánosan indokolt radiológiai eljárások - NUKL](#)
[Általánosan indokolt radiológiai eljárások - SUGÁ](#)

 [Röntgendiagnosztika - szakmai útmutatók](#)

 [Nukleáris medicina - szakmai útmutatók](#)

 [Sugárterápia - szakmai útmutató](#)

 [Fogászati radiológia - szakmai útmutató](#)

Has-Kismedence

Protokoll	Akut has - Gyulladás - kontraszt	
Indikáció	Hasi gyulladásos folyamatok pl. appendicitis, tályogok,	
Előkészítés	4-6 óra éhezés, bőséges folyadék bevitel	
Kontrasztanyag	A kontrasztanyag mennyiség átlagos testalkatra van megadva. Javasolt testsúly és kontrasztanyag töménységtől függővé tenni az adagolást.	
	per os	Isd. megjegyzés
	per rectum	
	i.v.	
	mennyiség (ml)	100
	sebesség (ml/s)	2-3
	Só mennyiség (ml)	30-50
	késleltetés (s)	60-90 sec vagy BT+40-60 sec
	bolus tracking helye	aorta

Mérések

	Fázisok	Portális
	Vizsgálandó terület	Has-kismedence (rekesztől a symphysis aljáig)
Rekonstrukciók, képanyag	Felirat/label	Portális - Lágyrész
	Ablak	Lágyrész
	Szeletvastagság	2-3 mm
	Increment	
	Irány	AXI+COR+SAG
	Kernel/Filter	Soft
	Típus	MPR

Megjegyzés Sovány páciensek esetében amennyiben az általános állapot engedi per os kontrasztanyag adása előnyös lehet. Vékonybél és tályog elkülönítés, appendix megtalálásában segíthet.

Irodalom

Adatgyűjtés számítási faktorok kiválasztása

- A CT vizsgálat dózis járulékát az alábbi képletek lehet megbecsülni:
- $E = k \times DLP$
- ahol k [$\text{mSv.mGy}^{-1}.\text{cm}^{-1}$] a empirikus súlyzó tényező az ICRP 103 alapján gyermek kora alapján kell kiválasztani az adattáblázatból. A DLP a CT vizsgálat során a gépből kinyert leadott energiára vonatkozó adat a dózis-hossz szorzat (dose-length product, DLP[mGy.cm]) A 15 évesnél idősebb gyermek dózis konverziós tényezőit a felnőtt szám adatokkal kell számolni. Ezt akkor is el kell végezni ha a gyermek 15 éven aluli de felnőtt test tömeggel rendelkezik (67kg nagyobb)

2. CT-expozícióból származó dózis járulék meghatározása

- Számolási minta : Gyermek test tömege 30kg és 10 éves hasi régió vizsgált, DLP:240mGy.cm
- Ki választott k érték: $0,017$ [$\text{mSv.mGy}^{-1}.\text{cm}^{-1}$]
- $E_{CT} [\text{mSv}] = 240 * 0,017 = 4,08$ [mSv]

		0 éves		1 éves		5 éves		10 éves		15 éves		felnőtt	
		Fej	test	Fej	test	Fej	test	Fej	test	Fej	test	Fej	test
Fej és nyak		0,014		0,009		0,007		0,005		0,004		0,003	
Fej és nyak		0,009		0,006		0,004		0,003		0,002		0,002	
Nyak		0,023		0,013		0,009		0,007		0,005		0,005	
Mellkas	ICRP 103	0,051	0,099	0,033	0,064	0,024	0,047	0,017	0,033	0,012	0,024	0,011	0,021
Mellkas	ICRP60	0,045	0,087	0,029	0,057	0,021	0,041	0,015	0,028	0,011	0,021	0,009	0,018
AP		0,047	0,092	0,031	0,06	0,022	0,043	0,014	0,028	0,011	0,022	0,009	0,018
CAP		0,044	0,086	0,029	0,056	0,021	0,041	0,014	0,028	0,011	0,021	0,009	0,018
Has		0,045	0,088	0,032	0,063	0,022	0,043	0,017	0,032	0,014	0,027	0,011	0,022
Medence	ICRP 103	0,028	0,054	0,021	0,041	0,015	0,028	0,009	0,017	0,008	0,015	0,006	0,011
Medence	ICRP60	0,036	0,069	0,027	0,053	0,019	0,038	0,012	0,023	0,01	0,02	0,007	0,014

https://www.icrp.org/page.asp?id=5

<div>ICRP Report 95 (joint with ICRP) ICRP 2019 Proceedings</div> <div><div>ICRP</div><div>ABOUT ICRP ▾ WHO WE ARE ▾ WHAT WE DO ▾ EVENTS ICRP AEDIA</div><div>DONATE</div></div> <div>Operational Quantities for External Radiation FREE! Proceedings of the Fourth International Symposium on the System of Radiological Protection</div>	
ICRP Publication 146	FREE! Radiological Protection of People and the Environment in the Event of a Large Nuclear Accident

Free to Download

Publication	Title
ICRP Publication 145	Adult Mesh-type Reference Computational Phantoms
ICRP Publication 144	Dose Coefficients for External Exposures to Environmental Sources
ICRP Publication 143	Paediatric Computational Reference Phantoms
ICRP Publication 142	Radiological Protection from Naturally Occurring Radioactive Material (NORM) in Industrial Processes
ICRP Publication 141	Occupational Intakes of Radionuclides: Part 4
ICRP Publication 140	Radiological Protection in Therapy with Radiopharmaceuticals
ICRP 2017 Proceedings	Proceedings of the Fourth International Symposium on the System of Radiological Protection
ICRP Publication 139	Occupational Radiological Protection in Interventional Procedures
ICRP Publication 138	Ethical Foundations of the System of Radiological Protection
ICRP Publication 137	Occupational Intakes of Radionuclides: Part 3
ICRP Publication 136	Dose Coefficients for Non-human Biota Environmentally Exposed to Radiation
ICRP Publication 135	Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging
ICRP Fukushima Proceedings	Proceedings of the International Workshop on the Fukushima Dialogue Initiative
ICRP Publication 134	Occupational Intakes of Radionuclides: Part 2
ICRP Publication 133	The ICRP Computational Framework for Internal Dose Assessment for Reference Adults: Specific Absorbed Fractions
ICRP Publication 132	Radiological Protection from Cosmic Radiation in Aviation
ICRP 2015 Proceedings	Proceedings of the Third International Symposium on the System of Radiological Protection
ICRP Publication 131	Stem Cell Biology with Respect to Carcinogenesis Aspects of Radiological Protection
ICRP Publication 130	Occupational Intakes of Radionuclides: Part 1
ICRP Publication 129	Radical Dose Assessment for Reference Adults: Specific Absorbed Fractions

Berendezések biztonságos üzemeltetése

- **Hogy vegyek át berendezést?**
- Sugárvédelem: csak érvényes engedély, vagy engedély nélkül csak tárolásra. Ha nem egyetemi tulajdon, akkor használati jog átadási szerződéssel vehetem át. (ezen legyen a gyári szám)
- Csak forgalomba hozatali engedéllyel rendelkező berendezést szabad átvenni és használni.
- Csak az adott engedélyben szereplő sugárvédelmi kialakításhoz engedélyezett berendezést szabad venni, különben külön engedélyeztetni kell. (pl: egy C-íves helyett nem teszek be egy DSA-t) berendezést csak az engedélyemben szereplő helyszíneken szabad használni. (nem adom kölcsön a szomszéd klinikára és nem is veszem át)
- Röntgen berendezés csak átvételi vizsgálat után (NNK OSSKI) szabad bekapcsolni és végezhető el a betanítás.(ha a gép használt el kell kérni az átvételi jegyzőkönyvét)
- **Új/használt berendezés bejelentése:** az illetékes hatóság felé 30 napon belül jelenteni kell a gép cserét, vagy csak tárolni szabad(pl az átvételi vizsgálatokig).
- A bejelentést a sugárvédelmi szolgálat teszi meg az ATDR keresztül, ehhez egy adatszolgáltatási lapot kell kitölteni. A bejelentéssel egy időben kérni kell a hatósági ellenőrzést is. (ki jön a hatósági ellenőr) ha megvan, az OAH (sugárvédelmi bejelentés, engedély) ezek után le kell jelenteni az ÁNTSZ felé .
- **Régi berendezéssel kapcsolatos feladatok:** szerviz jegyzőkönyv a leszerelésről, illetve ha nem használják, akkor a jegyzőkönyvben szerepeljen: ionizáló sugárzásra nem alkalmas mondat. Ezek után több lehetőség van: tárolni kell, hulladékként elszállítják (hulladék átvételi jegyzőkönyv körny. védelemtől /E-hulladék) vagy használati jog átadással át kell adni a szerviznek, vagy más egységnek. Az elszállítás és a dokumentációt le kell jelenteni az OAH-nak a sugárvédelmi szolgálaton keresztül. A hatóságnak leadandó dokumentációk: szerviz jegyzőkönyv és az hulladék átadás, vagy használati jog átadási jegyzőkönyv.
- **Berendezés kölcsön adása:** csak olyan helyre szabad kölcsön adni, ahol van érvényes engedély és azonos teljesítményi paraméterekre lett tervezve a sugárvédelem. Pl 125kV C-ív helyére nem szabad 150kV tenni. Az átadást használati jog átadással kell ledokumentálni és mind két klinika be kell, hogy jelentse az OAH-nak. (utána ÁNTSZ-nekezt nem tudom pontosan) csak olyan helyre adhatom kölcsön ahol műszakilag megoldott az üzemeltetése (pl bírja a földem, befér a liftbe, van áram és informatika)

1. táblázat: Összefoglaló a röntgenberendezések minősegbiztosításáról

Vizsgálat fajtája	Jogszabályi előírás	Milyen berendezésekre kötelező	Vizsgálat jellege, Előírt gyakorisága	Kik végzi?
Átvételi vizsgálat	21/2018. EMMI rendelet, 11.§ (4) a)	újonnan üzembe helyezett röntgenberendez és	QA*: teljes állapotfelmérés. Használatbavétel előtt (egyszeri vizsgálat).	NNK SSF**
Állapotvizsgálat	21/2018. EMMI rendelet, 11.§ (4) b)	minden röntgenberendez és	QA: teljes állapotfelmérés. Évente és nagyobb karbantartások után.	NNK SSF**
Állandósági vizsgálat	21/2018. EMMI rendelet, 11.§ (1)	minden röntgenberendez és	QA: rutin ellenőrzés. Naponta, hetente, X havonta.	Maga az engedélyes
Időszakos felülvizsgálat	4/2009. EüM rendelet, 17.§ és 13. melléklet	minden üzemelő röntgenberendez és (kivéve a CT)	QA: villamos, mechanikai és biztonsági vizsgálat. Intervenciós röntgen esetén évente, egyéb röntgen esetén 2 évente, és szerviz-beavatkozások után.	A kijelölt és az orvostech nikai hatóság erre feljogosító határozatáv al rendelkező szervezetek

*QA: quality assurance, minősegbiztosítás

Hol lehet megrendelni?

Sugárbiológiai és Sugár-egészségügyi Főosztály

Főosztály kezdőlapja

Közérdekű adatok

Sugár-orvostani Osztály

Orvosi, Lakossági és Munkahelyi
Sugáregészségügyi Osztály

Nem-ionizáló Sugárzások Osztálya

Sugáregészségügyi Vizsgáló
Laboratórium

Országos Sugáregészségügyi
Készenléti Szolgálat

Dokumentumtár

Módszertani útmutatók

Lakossági tájékoztatók

Letölthető kiadványok

Sugárvédelem

Környezeti sugárzási szintek az
SSFO (OSSKI) telephelyén

Környezeti sugárvédelmi
monitoring rendszerek

Egészségügyi Radiológiai
Mérő és Adatszolgáltató
Hálózat (ERMAH)

Országos Környezeti
Sugárvédelmi ellenőrző
Rendszer (OKSER)

Sugárbiológiai és Sugár-egészségügyi Főosztály • Sugárvédelem • Orvosi Sugárterhelések

ÁLLAPOTVIZSGÁLATOK ÉS ÁTVÉTELI VIZSGÁLATOK

Megjelent: 2022. november 25.
Módosítás: 2023. január 12.

A **21/2018. (VII.9.) EMMI rendelet** 11. § szerint a klinikai célú első használatbavétel előtt az engedélyes köteles a berendezéseken átvételi vizsgálatot, ezt követően rendszeresen állapotvizsgálatot végeztetni az NNK-val. A már használatban lévő röntgenberendezések állapotvizsgálatát évente kell megkérni, kivéve fogászati intraorális, csontdenzitometriai és kórtermi mobil röntgenberendezéseket, ahol két évente esedékes a vizsgálat.

Az NNK akkreditált Sugáregészségügyi Laboratóriuma a vizsgálatokat az érvényben lévő szabványok és nemzetközi ajánlások alapján kalibrált, illetve hitelesített mérőeszközökkel végzi. Az átvételi és állapotvizsgálatok a röntgenberendezések minőségellenőrző programjának alapjait teremtik meg. Annak érdekében, hogy a berendezés életében bekövetkező változásokat nyomon tudjuk követni a két vizsgálat típus műszaki tartalma lényegében megegyezik.






A vizsgálatok átlagos **ideje** megfelelő körülmények mellett fogászati -, kórtermi mobil- és C-íves sebészeti röntgenberendezéseknél 1 óra, felvételi és/vagy átvilágító berendezéseknél, intervenciós és mammográfiás berendezéseknél 2 óra, valamint CT berendezéseknél 2-3 óra.

A vizsgálat **nem tévesztendő össze** azokkal a sugárvédelmi mérésekkel, amit más hatóságok engedélyező tevékenységük során végeznek, valamint az OGYÉI által feljogosított cégek időszakos felülvizsgálatával.

A vizsgálatok díjai önköltségszámítás alapján kerülnek meghatározásra minden évben.

Az egyes vizsgálatokhoz a mellékelt útmutatók érhetőek el, illetve ezek tartalmazzák az engedélyesek által végzendő méréseket is, a minőség-ellenőrző program megalapzásához.

Melléklet(ek):

-  Vizsgálatok díjai.pdf
-  Megrendelői adatlap_2022.12.19.pdf
-  Módszertani útmutató_LINAC.pdf
-  Módszertani útmutató_radiológia.pdf
-  Vizsgálatok.pdf

A vizsgálatok szintjei és elnevezései

1. Átvételi vizsgálat (= acceptance test = Abnahmeprüfung): A berendezés üzembe helyezése előtt végzendő részletes állapotfelmérés, amely speciális mérőeszközöket és speciális szakértelmet (vagyis fizikusi vagy mérnöki közreműködést) igényel. Világosan meg kell különböztetni az átvételi vizsgálatot az ún. átadás-átvételi vizsgálatától. Ez utóbbit a felszerelő cég végzi a vevő jelenlétében. (Elvben nem zárható ki, hogy ennek egyes eredményei – megfelelő jogi szabályozás és független külső szakértők részvétele esetén – az átvételi vizsgálat részeként is elfogadásra kerülhessenek.) Az átvételi vizsgálat egyik célja annak ellenőrzése, hogy a leszállított berendezés megfelel-e a szállítási szerződésben specifikált műszaki paramétereknek (és az esetleges helyi előírásoknak), a másik célja a minőségügyi program számára az ún. alapértékeknek a meghatározása, amelyek a későbbiekben összehasonlítási alapként szolgálnak. Az átvételi vizsgálat tehát egyszeri vizsgálat.

A vizsgálatok szintjei és elnevezései

2. Állapotvizsgálat (= status test = Zustandsprüfung): A részletes állapotfelmérés újra elvégzése a helyi szabályozás által előírt rendszerességgel (legtöbb esetben évente, de pl. mammográfok esetén indokolt lehet félévente), továbbá „szükség esetén” (ez általában a jelentősebb szerviz-beavatkozást, pl. röntgencső, képerősítőcső vagy DR detektor cseréjét jelentheti) soron kívül is. Mivel az állapotvizsgálatok fő célja a paraméterek változásának megállapítása, alapvetően az átvételi vizsgálat (vagy az első állapotvizsgálat) alkalmával mért paramétereket kell újra megmérni és az eredeti értékekkel összehasonlítani. Ezért terjedelme lényegében az átvételi vizsgálatéval azonos, bár némi egyszerűsítés lehetséges. Így például állapotvizsgálat alkalmával esetlegesen mellőzhető lehet a dokumentáció meglétének újraellenőrzése, valamint (ha nem történt részegység-csere) a szivárgó sugárzás és az asztallap sugárgyengítésének ismételt vizsgálata. Az állapotvizsgálat mérőeszköz- és szakértelem-igénye megegyezik az átvételi vizsgálatéval.

A vizsgálatok szintjei és elnevezései

3. Állandósági vizsgálat (= constancy test = Konstanzprüfung): A felhasználók (engedélyesek) által végzendő, napi-heti-havi rendszerességű egyszerűbb ellenőrzések, amelyeknek célja a teljesítőképesség állandóságának ellenőrzése.

álladósági vizsgálat = constancy test = Konstanzprüfung) illetően lényegében nemzetközi és európai konszenzus áll fenn, bár akadnak országok, ahol eltérő a terminológia. Így például Nagy-Britanniában az állapot- és az állandósági vizsgálatokat együttesen „routine performance testing”-nek nevezik, és azon belül különböztetnek meg – a szükséges gyakoriság, felszerelés és szakértelem különbözősége szerint – két fokozatot. Az IEC (Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottság) is lényegében így tekinti, a „routine performance testing”-et (tehát azon belül az állapotvizsgálatot is) „constancy testing”-nek nevezve. Németországban az állapotvizsgálatot is átvételi vizsgálatnak nevezik, és csak ötévenként kötelező elvégeztetni, ugyanakkor az egészségügyi intézmény által végzendő állandósági vizsgálatok megkövetelt szintje és eszközigénye igen magas.

A röntgenberendezések technikai minőség-ellenőrző vizsgálatainak harmadik szintje az engedélyesek által végzendő ún. állandósági vizsgálatok. Ezek legtöbbször nem is nevezhetők „mérésnek”, hanem nagyobb beruházást nem igénylő, egyszerűbb eszközökkel elvégezhető ellenőrzésekről van szó. Ezek annak igazolására szolgálnak, hogy a berendezés működése a legutóbbi vizsgálat óta nem változott meg jelentősen, azaz olyan mértékben, hogy az orvosi fizikusok vagy szakszerviz segítségét kelljen kérni. Ezek az egyszerű, de sűrűn, egyes esetekben naponta végzendő ellenőrzések a helyi személyzet feladatát képezik,

<https://www.nnk.gov.hu/attachments/article/1796/Vizsg%C3%A1latok.pdf>

Szakasz	Fejezet	Vizsgálat megnevezése	Forrás	Felszerelés	Vizsgálatok gyakorisága	Elfogadási kritériumok
3.2.1	3.2.1.1.	Szemrevételezéses és mechanikai vizsgálatok	1	Szobahőmérő Ellenőrzési lista	Naponta Ritkábban	Isd. Leírás
3.2.2	-	Rontott-felvétel elemzés	2	Adatlap	Negyedévente	< 5%
3.2.4	-	Megjelenítők	3, 4, 5	AAPM TG18QC vizsgálóábra Vonalzó Nagyító	Naponta	Isd. Leírás
3.2.9	3.2.9.1	Képmínőség vizsgálata	50	Vizsgálóábra		
3.2.9	3.2.9.2	Automatikus dózisszabályozó ellenőrzése	7	Vizeskanna/plex		
3.2.10	3.2.10.1	Átvilágítók kombinált vizsgálata	6	Vizeskanna/plex Vizsgálóábra		
3.2.11	3.2.11.1	Fantomfelvétel készítése	8	Fantom Fantomfelvétele Nagyító		
3.2.11	3.2.11.2	Automatikus dózisszabályozó ellenőrzése	9	Plexi AI lemez		
3.2.11	3.2.11.3	Képreceptor homogenitása (csak CR/DR rendszereknél)	9	Plexi		
3.2.13	3.2.13.1	Előhívó hőmérsékletének meghatározása	1, 10, 11	Szobahőmérő		
3.2.13	3.2.13.2	Szenzitometria (alapfátyol, érzékenység, kontraszt)	1, 10, 11	Szenzitometriai Filmdenzitometria		
3.2.13	3.2.13.3	A rögzítőoldat pH-értéke	1, 10, 11	pH-mérő papírcs		
3.2.13	3.2.13.4	Kazetták szemrevételezése és karbantartása	1, 10, 11	Fóliaazonosító c Filctoll		
3.2.13	3.2.13.5	Erősítőfóliák karbantartása	1, 10, 11	Tisztítókészlet		
3.2.13	3.2.13.6	Kazetták fényzárásának vizsgálata	1, 10, 11	Filmnéző szekré		
3.2.13	3.2.13.7	Erősítőfólia-film kontaktus vizsgálata	1, 10, 11	Vizsgálótest		



**Útmutató a röntgendiagnosztikai
berendezések és képmegjelenítők
átvételi és állapotvizsgálatai, valamint
állandósági vizsgálatai elvégzéséhez**

2022.

Gamma kamera és képalkotása

- Képkorrekciók és kalibrációk
- A szcintillációs eseményekre számolt pozíciókat mátrixba, azaz képbe gyűjtjük. A pixelméret megválasztásakor arra kell ügyelni, hogy túl kicsi méret esetén az abba érkező beütések statisztikája gyenge lesz. Jellemző mátrixméretek: a 64x64, 128x128, 256x256, stb. A pozíció meghatározása után kapott nyers képek jellemzően torzak – a torzulás mértéke és milyensége függ az alkalmazott pozíciószámító módszertől, de további korrekciók, illetve kalibrációk minden esetben szükségesek. A torzulás megnyilvánulhat abban, hogy a kép nem lesz lineáris (egyenes képe nem egyenes lesz), nem lesz homogén (homogén "megvilágítás" strukturált képet ad), szélhatások (összemosódás, összenyomódás) jelennek meg, energiában nem kalibrált, vagy nem lesz középen a kép. Ezeket a hibákat kijavító kalibrációk a következők:
- Spektrum (energia offset) kalibráció
- PMT előerősítők beállítása (autotuning)
- Spatreg (Spatial image offset) kalibráció
- Linearitás kalibráció
- Intrinsic (kollimátor nélküli) uniformitás kalibráció.

Gamma kamera és képalkotása

- Leképezési jellemzők vizsgálata
- A gamma-kamerák minősítési eljárásait a NEMA-NU1-2007 szabvány rögzíti. Pontosán megadja, hogy mit kell mérni, hogyan kell kiértékelni és mit kell megadni a kamera jellemzéséhez. A NEMA által meghatározott leképezési jellemzők a következők:
- Intrinsic (kollimátor nélküli) térbeli felbontás
- Intrinsic energiafelbontás
- Intrinsic uniformitás
- Rendszer felbontás (extrinsic, kollimátorral)
- Intrinsic linearitás
- Spatreg hiba (multiple window spatial registration)
- Terhelhetőség (count rate)
- A térbeli felbontás meghatározásához kapillárisal vagy pontforrással kell mérést végezni és kiértékelni, amely során a pontválasz vagy vonalválasz félérték-szélességét határozzuk meg.

SPECT (Single Photon Emission Comuter Tomograph) képalkotás

A gamma kameránál megjelenő leképezési hibákon túl a SPECT-nél újabbak jelennek meg a fejmozgatás, a hosszabb felvételi idő és a kvantitatívítás kialakítása miatt. Ilyen hibák olvashatóak alább felsorolásba szedve.

- Forgási középpont korrekcióra (COR)
- Mozgáskorrekció (MC)
- Partial-volume effect (PVE) korrekció

PET készülékek minősegbiztosítása

- Térbeli felbontás
- Szórás frakció, számlálási veszteség és véletlen-koincidenciák mérése
- Érzékenység
- Pontosság: korrekciók számlálási veszteséghez és véletlen koincidenciákhoz
- Képminőség, gyengítés- és szóráskorrekció pontosságának ellenőrzése

3. táblázat: Állandósági vizsgálatok gyakorisága

Vizsgálat megnevezése	Gyakoriság	Film-fólia (FF)	Foszforlemez (CR)	Digitális radiográfia (DR)	Szakasz
Fantomfelvétel készítése és kiértékelése	Hetente	X	X	X	4.2
Az automatikus expozícióvezérlő ellenőrzése	Ld. jobbra	Naponta	Hetente	Hetente	0
Előhívó hőmérséklete	Naponta	X			4.4.1
Szenzitometria	Naponta	X			4.4.2
Rögzítőoldat pH-értéke	Havonta	X			4.4.3
Kazetták szemrevételezése és karbantartása	Félévente	X			4.4.4
Erősítőfóliák karbantartása	Hetente	X			4.4.5
Kazetták fényzárása	Félévente	X			4.4.6
Erősítőfólia-film kontaktus	Félévente	X			4.4.7
Sötétkamra fényzárása	Félévente	X			4.4.8
Sötétkamralámpák megfeleltetése	Félévente	X			4.4.9
Filmnéző szekrények	Félévente	X			4.4.10
Képmegjelenítés	Naponta		X	X	4.5.1
Képreceptor homogenitása	Hetente		X	X	4.5.2
Rontófelvétel-elemzés	Negyed-évente	X	X	X	4.6
Mechanikai és szemrevételezéses vizsgálatok	Naponta	X	X	X	4.7

Sugár védelmi minőség biztosítás

Izotóp

- Dózis kalibrátor kalibrációja mérésügyi hatósággal
- Hiteles mérő eszközök
- Qc ellenőrzés forrásokkal
- Szennyezések felszámolása, dekontamináció
- Technológiák pontos betartása, pl: kesztyű csere
- Távolság tartás, idő faktorok,
- Védő eszközök ellenőrzése