

Sugárvédelmi tervezés, kockázatelemzés, dózistervezés, optimalás témakör:

12.2.2. Személyi és kollektív védőeszközök
alkalmazása röntgensugárzást- illetve radioaktív
anyagot alkalmazó munkahelyeken

Védőeszközök alkalmazásának célja

- 2/2022 OAH. Rendelet teljesülése
- ALARA elvek megvalósítása

Védőeszközök követelménye: az adott technológiához meghatározott dózis megszorítás betartása. (tehát az adott dózis megszorításra kell tervezni)

Külső belső sugárterhelés és az adott izotóp típusának, kémiai fizikai tulajdonságainak megfelelően kell alkalmazni.

A védő eszközöket rendeltetés szerűen kell használni!

Szabványi előírásokban az adott alkalmazási területre határoznak meg védőeszköz paramétereket.

Egyéni védőeszközök ellenőrzése a 18/2008 (XII.3) megszűnt!

Gyakorlatban a védőeszközök ellenőrzésének módja és gyakorisága a MSSZ-ben található és a sv. szakértő határozza meg.

Védekezés alapelve: idő, távolság, árnyékolás (az idő számít a legjobban)

Védekezés módok

- Szabályozással :MSSZ, szabványok szerint
- Ellenőrzéssel: szabványok és SL szerint
- Munkahelyi ellenőrzések: levegő akt.konc, felületi szennyeződés, dózis teljesítmény,
- Gyakorisága: Rendszeres vagy szűrőpróba szerű vagy balesti helyzetben
- Technikai védelem: építészeti kialakítások, gépészet, alapterületek, csatorna, beépített árnyékolások
- Személyi védő eszközök: külső vagy belső sugár terhelés ellen

Személyi és kollektív védőeszközök

- Személyi: amikor egy adott személy védelmét szolgálja pl: védő szemüveg, maszk (külső/belső s. terhelés ellen)
- Kollektív: amikor az adott munkahely dolgozóit védi pl. elszívás, beépített árnyékolások (figyelő ablak) (külső/belső s. terhelés ellen)

Elhelyezésük: Fixen telepített, vagy mobil

Sugárzás típusához igazodó: rtg. Esetében direkt vagy szórt sugárzás ellen, izotópok esetén az izotóp típusához és az energiához igazodó (alfa béta gamma neutron, 150keV alatti/feletti. MeV tartomány stb.

Megjegyzés az MSZ 824:2017 szabvány 300kV gyorsító feszültségre vonatkozik, az MSZ 62-7:2017 nem vonatkozik a 2/2022 OAH. rendelet hatálya alá nem eső tevékenységekre, és az urán és a tórium vegyületek mikromorfológiai felhasználására.

Röntgen munkahelyeken használ védőeszközök technológia függőek

Diagnosztikai röntgenberendezések használati csőfeszültség-tartományai	
Mammográf	25...40 kV
Intraorális rtg.	60...70 kV
Fogászati panoráma	60...90 kV
Fogászati CT (CBCT) (álló és fekvő)	80...120 kV
Hordozható IO berendezés	60...70 kV
Felvételi rtg. (fixen telepített, mobil, kabinos)	40...150 kV
Átvilágító rtg. (sebészeti képerősítők, DSA)	60...111 kV
CT	80...140 kV
Terápiás rtg. (felületi terápiás berendezés)	20...250 kV
Multimodalitás berendezések: PET-CT, SPECT-CT, MR-CT, SPECT-PET-CT	80...140 kV

fix és mobil védő eszközök

- Direkt sugárzás ellen: 3-4 Pbmm (Buckytól függően) MSZ 824:2017 B1 táblázat alapján,
- Szórt sugárzás ellen: diagnosztika 0,5Pbmm, CT:1-1,5Pbmm körkörös
- 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.
- ratkóczy állvány, lehúzható ólomplexi (1Pbmm intervenció), kiegészítő lelógó 0,5Pbmm takarás stb.

Személyi védőeszközök szabvány szerint

Intervenciónál legalább 0,35Pbmm körkörös köpeny szükséges.(körkörös védelem forgás és cső irány változtatás esetén.)

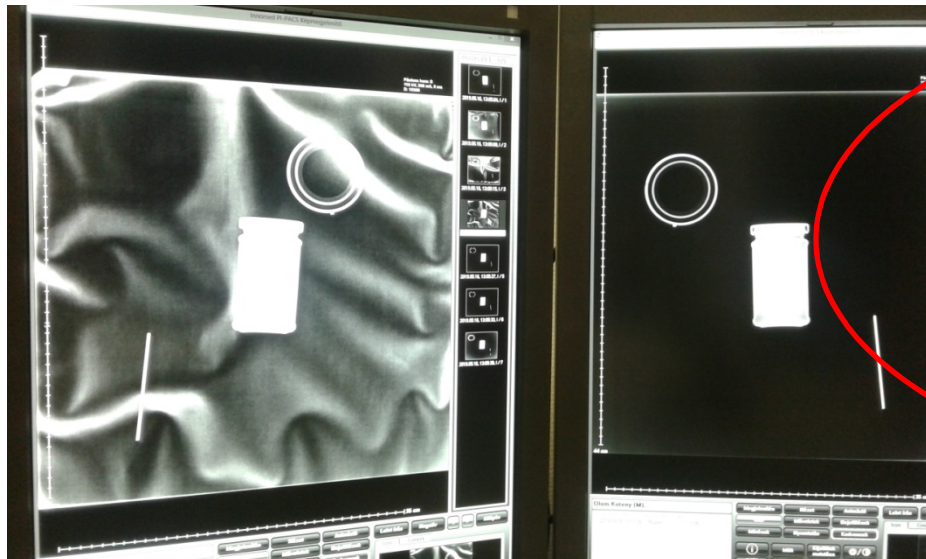
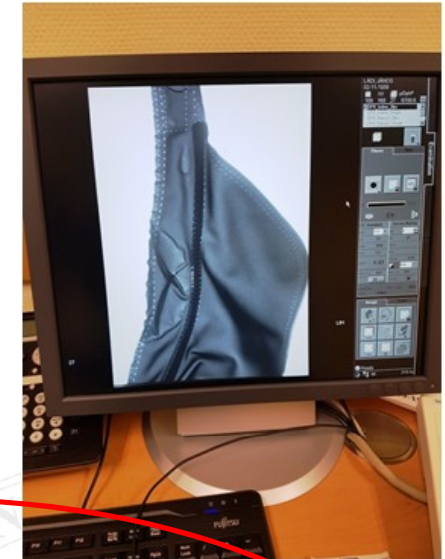
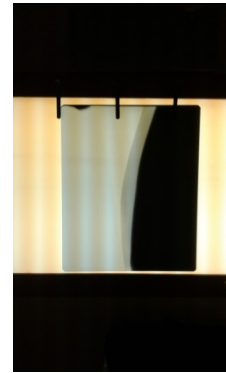
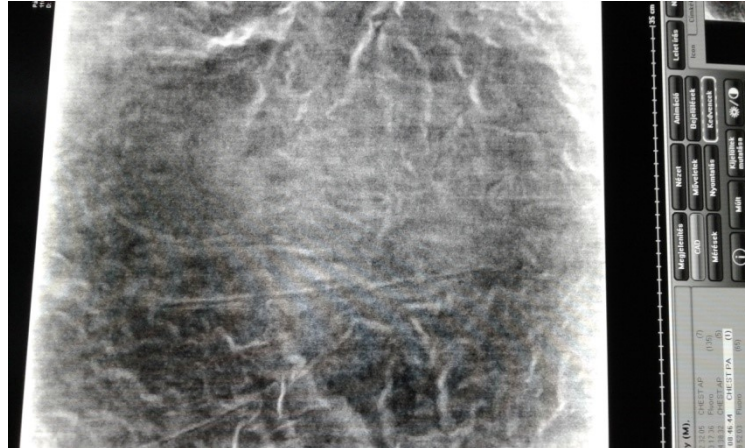
Azok számára, ahol a pajzsmirigy sugárterhelése elérheti a 20 mSv/év egyenérték dózist, illetve a szemlencse sugárterhelése elérheti a 6 mSv/év egyenérték dózist, kötelező a pajzsmirigyvédő gallér, és a szemet védő, legalább 0,5 mm ólom egyenértékű védőszemüveg használata. (ólomszemüveg általában a szórt sugárzás 80%-át fogja meg a többi fentről és hátulról jön)

Ólomköpenyek ellenőrzése negyedévente átvilágítással vagy felvételi ellenőrzéssel,

Vizuális ellenőrzés minden használat előtt.

Védőruházat ellenőrzése

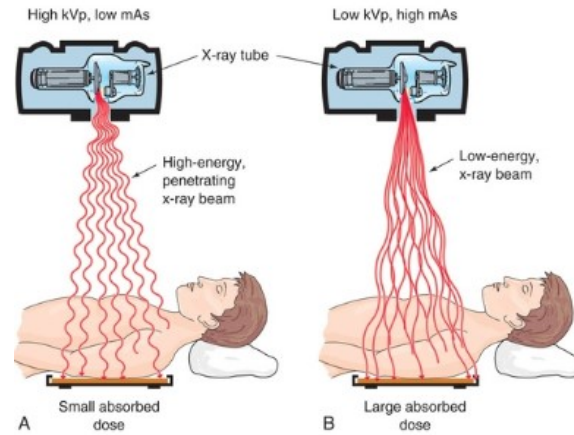
Példák anyaghibára és jó köpenyre



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)

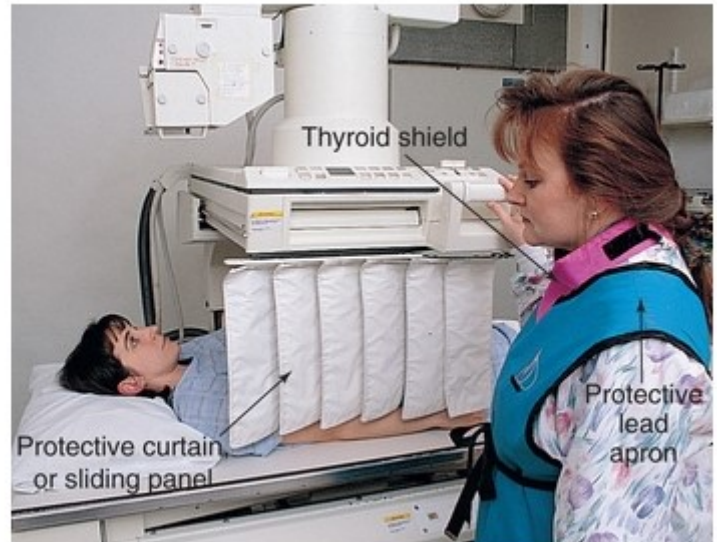
Részlet Magyar Zsolt Béla oktatási anyagából,
Pumonológiai Klinika





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

C

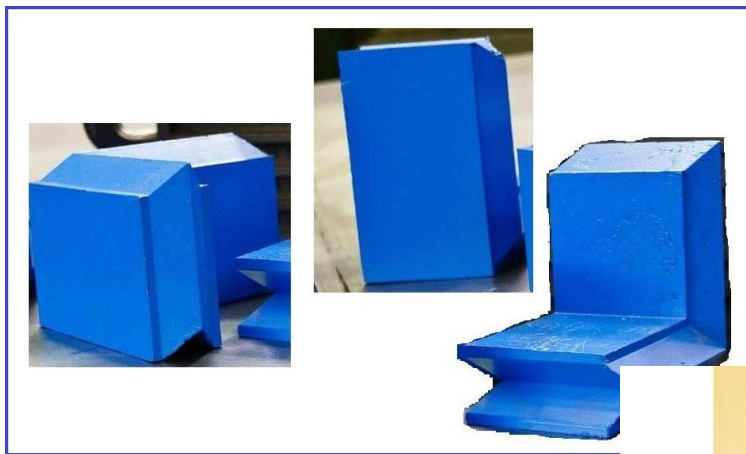


Izotóp laboratóriumi építészeti kialakítások

- Egy üzemi bejárattal rendelkező helyiség csoport, illetéktelenek belépésének megakadályozása, felületek megfelelő szilárdságú és dekontaminálható hézagmentes legyen.
- Épületgépészeti kialakítások: víz és lefolyó rendszerre vonatkozó előírások, mély medencés könyökkel nyitható csaptelep, kézszáritási előírás, tükör, stb. AB lab.(személyi zsilip zuhanyzóval), radio jód terápiás kórterem: vizelet gyűjtő rendszer és pihentető rendszer,
- Légtechnika: LAH (levegő aktivit. konc. határérték)
 $LAH = (AM / 1,2 * 2000) \geq LAK$, friss levegő befújás, szennyezés terjedésének kerülése, nyomás lépcsők,

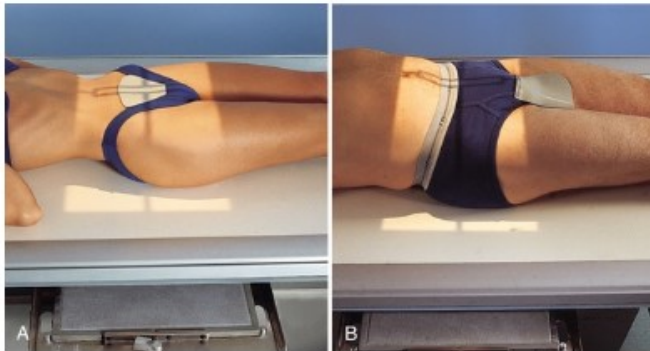
Kiegészítő árnyékolások

- Béta sugárzók (200keV nagyobb) 5GBq nagyobb aktivitásnál:kéz, szem védelemről helyi árnyékolással távtartóval kell védekezni. (béták pl: 1cm plexi)
- Gamma sugárzóknál :200keV alatti fotonenergia esetén árnyékolt munka asztal elégséges, egyébként Aktivitás/izotóp függő védelmet kell kialakítani:lsd. SL szakértő , 200keV felett: manipulátor, ólomtéglatakarás egyedi árnyékolások
- Egyéni védőeszközök: inkorporáció csökkentése, kéz szem dózisos csökkentése,(elszívás, csipeszek, távtartók, tokok stb)
- Szabvány szerinti beavatkozási szintek, dekontamináció





Páciensek védelme



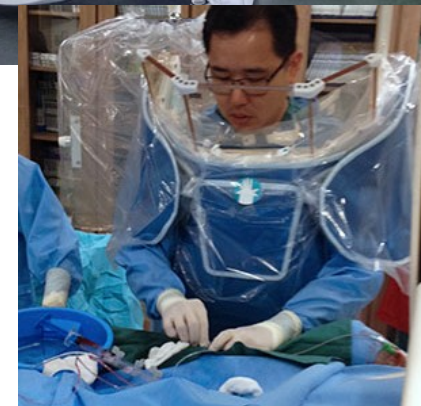
Gyakorlati példa:

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.

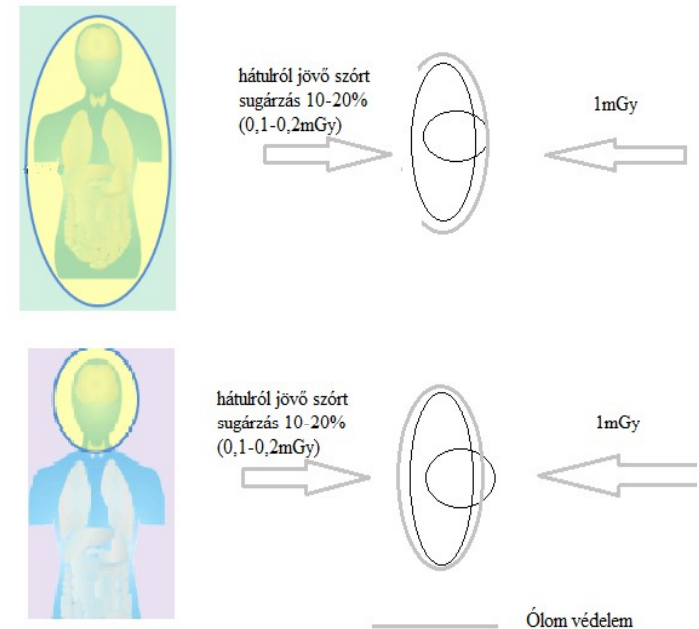
Ebből számítva az effektív dózis:

$0,12 \times 0,1 = \text{csontfelszín} + 0,12 \times 0,1 (\text{agy}) + 0,12 \times 0,1 (\text{gyomor}) + 0,01 \times 0,1 (\text{bőr}) + \dots = \mathbf{0,1 \text{ mSv}}$ (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.



Jegyzőkönyv				
Simmelweis Egyetem Sugárvédelmi Szolgálat				
Jegyzőkönyv sorszám:		iktató szám:		
Helyszín:				
Dátum:				
Mérést végezte:	(svsz.svszvez)			
Mérés célja:	Zero Gravity ólom köpeny kiváltó sugvéd. eszköz tesztelés			
Mért dózis mértékegysége:	H*(10) , Hp(10), Hp(3), Hp(0,07) (μSv)			
Dózis ellenőrzés módja:	Mérésügyi hatóság által hitelesített ionkamrás dózismérővel H*(10) környezeti dózis mérés, hiteles egésztest és résztest dozimetriai TLD rendszer (passzív dozimetria)			
Mérőeszközök adatai:	Victoreen 450 ionkamrád dózis mérő		Készülék hitelesített:	igen
Passzív dozimetriai rendszer:	TLD CUBE 400			igen
Mérés módja:	dózis telejsítmény mérés H*(10), passzív dozimetria 2 személy együtt működésével (Dr.1(reff.zg nélkül), Dr. 2(zg-val)). Dr.1:record 15/F85, fuloro/IT fsp,detail:Low, Hemo, beteg 1:t=0:13:51, Cumulated dose:663(mGy), DAP:4695(cGycm2), beteg2: t=0:01:13, Cumulated 106mGy, DAP:999(cGycm2), Dr.2 beteg: t=:06:07, Cumulateg dose 739mGy, DAP 45,49Gycm2			
Dozimetriai ellenőrzést biztosítja:		svmv, hatósági személyi doziméterrel		
Személyi doziméter viselés ellenőrzése:		igen		
-				
Mérési pont	geometria	pillanatnyi dózis telejsítmény tartomány H*(10)(μSv/h)	Összes dózis /műtét (μSv)	össz dózis/sugármenet idő (μSv/perc)
Dr.1 0,5Pbmm köpeny alatt elől	Hp(10)		0	0,00
Dr.1 0,5Pbmm köpeny felet hátul	Hp(10)		8	0,53
Dr.1i szem	Hp(3)		12	0,80
Dr.1 kéz	Hp(0,07)		42	2,80
Dr.2 zg. alatt elől	Hp(10)	1-5	7	1,17
Dr.2 hátul	Hp(10)	2-35	8	1,33
Dr.2szem	Hp(3)	1-5	6	1,00
Dr.2 kéz	Hp(0,07)	2000-150	274	45,67

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.