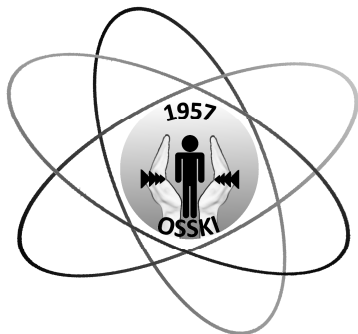




Egy retrospektív dozimetriai elemzés

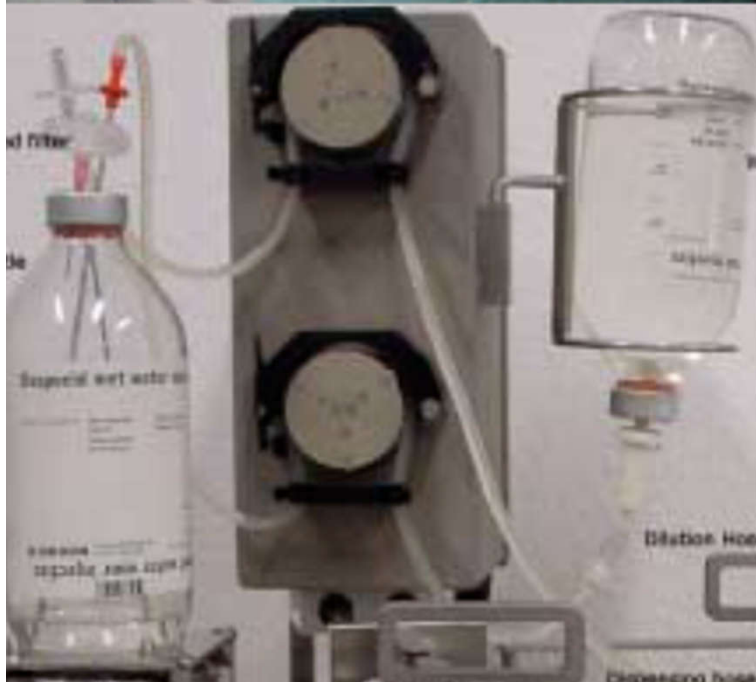
Elek Richárd, Lajos Máté, Fülöp
Nándor

*Országos Közegészségügyi Intézet
Sugáregészségügyi Főosztály*

A konkrét eset ismertetése

- 2016. nyara: Egy FDG* osztó automata perisztaltikus pumpája ellenkező irányba forog (≈ 10 év alatt harmadszor)
- Kb. 30 GBq FDG oldat csepegett le az osztófülke alaplemeztére
- Az oldatot dekontaminálta 1 fő, az esemény után 40-50 perccel, ≈ 15 perc időtartamban
- Az ebből várható sugárterhelést $\approx 1,5$ mSv-nek becsülték előzetesen

* FDG: ^{18}F -ral nyomjelzett dezoxi-glükóz





lózismérők jelzései:

$$H_{p,TLD}(10) = 23 \text{ mSv}$$

$$H_{p,gyűrű}(0,07) = 15 \text{ mSv}$$

$$H_{p,el}(10) = 5,5 \text{ mSv}$$



A retrospektív elemzés lépései

Az elemzés céljának meghatározása

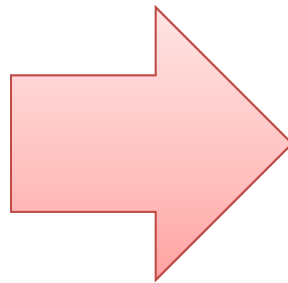
Expozíciós helyzet meghatározása

Besugárzási útvonalak meghatározása

A dózis becsléséhez alkalmazott módszer(ek) kiválasztása

A becslés bizonytalanságának értékelése

Az eredmények bemutatása, értékelése



Tényleges foglalkozási sugárterhelés becslése

Rendkívüli esemény elhárítása

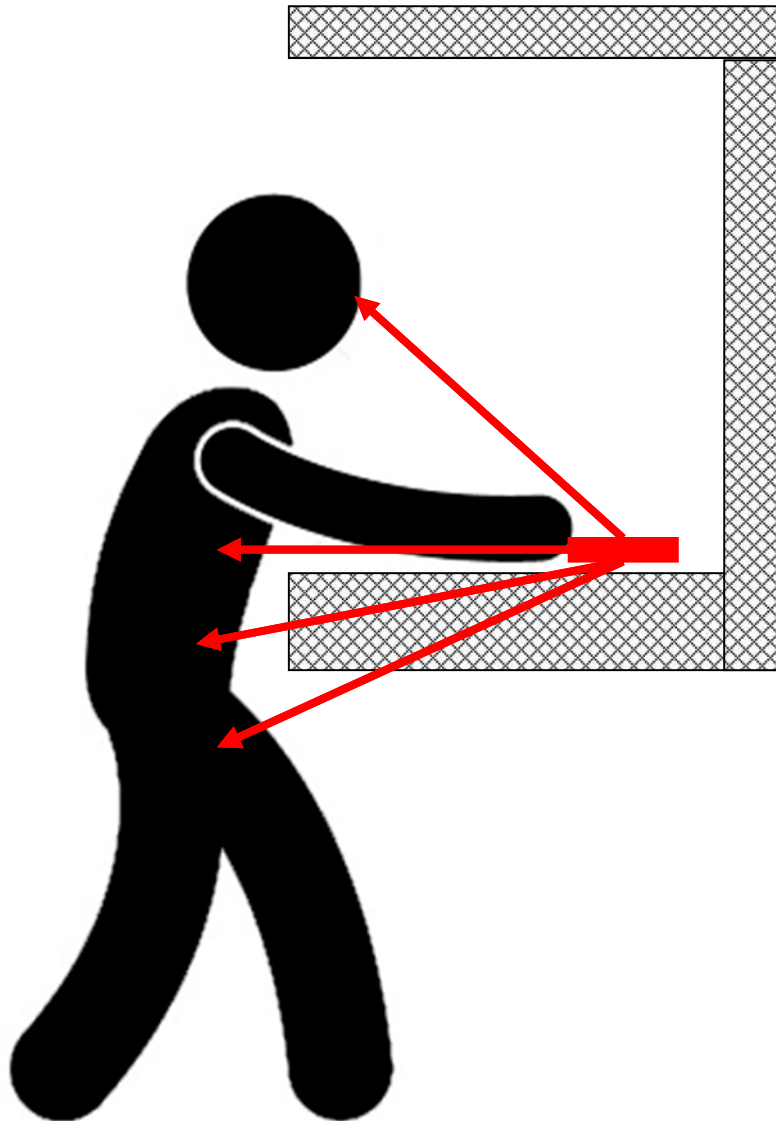
Külső sugárterhelés, részleges árnyékolással

Fantommal végzett számítás

A számítást tekintjük helyesnek, „realisztikus” feltételezésekkel

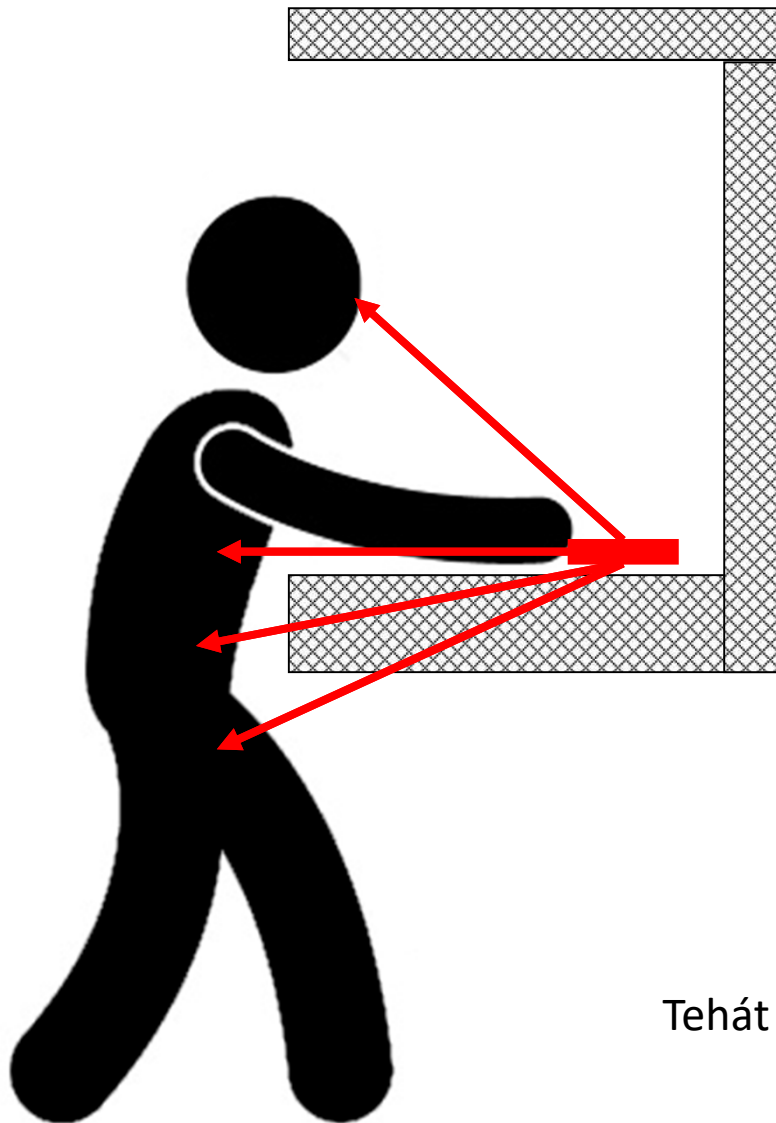
Következtetések

A módszer ismertetése I.



- A forrás fluense alapján a szerveket és szövetek geometriai közepét érő elnyelt dózist határoztuk meg 500 keV-es fotonoktól (árnyékolás!)
- Az ICRP 116-ban közölt „sztenderd összefüggések” (B melléklet) felhasználásával az AP geometriában kiszámítottuk a szerveket érő egyenérték dózist

A módszer ismertetése II.



$$\Phi_T(r_T) = Q \cdot \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot r_T^2} \cdot f_{T,shield}$$

ahol a fluens kiszámításához:

Q : a forrás hozama (1)

r_T : a szerv közepének távolsága

$f_{T,shield}$: a T szerv közepe és a forrás közötti árnyékolás

$$f_{T,x} = \exp\left(-\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_x \cdot \rho_x \cdot l_x\right)$$

ahol:

$(\mu/\rho)_x$: x anyag tömeggyengítési együtthatója

ρ_x : x anyag sűrűsége

l_x : x anyag vastagsága a nyaláb útjában

Tehát T szövet elnyelt dózisa: $D_T(d) = K_T \cdot \Phi_T$

A modell adatai

- A BOMAB* fantom fizikai méreteit alkalmaztuk
- A fantomot kiegészítettük a sugárterhelés szempontjából fontos szervek elhelyezkedésével
- A szervek méreteit és középpontjukat adtuk meg
- Az expozíció során a szervek helyzete állandó

	Alak	Magasság	Mélység	Szélesség
		cm	cm	cm
Fej	Ellipszoid	20	19	14
Nyak	Kör	10	13	13
Mellkas	Ellipszoid	40	30	20
Deréktáji régió	Ellipszoid	20	36	20
Combok	Kör	40	16	16
Lábak	Kör	40	13	13
Karok	Kör	60	10,5	10,5

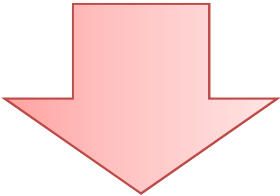
* BOMAB: Bottle Mannequin Absorber, kat. sz.: NTSBMP01

szerv/ szövet	z magasság cm	csont %	vörös csontvelő %	bőr %	átlagos vastagság cm	csontozat gyengítő vastagsága cm
agy	165	3%	8%	5%	14,45	3,26
szem	160	–	–	–	–	–
arckoponya	155	3%	8%	5%	14,53	3,26
nyálmirigy	150	–	–	–	3,00	–
pajzsmirigy					3,00	
nyak	145	2%	–	3%	11,56	2,60
nyelőcső	145	–	–	–	–	–
emlők	130	21%	38%	13%	10,85	4,90
tüdő	130			–	10,85	
gyomor	110	5%	–	13%	21,71	0,98
máj	90	16%	45%	15%	10,85	–
húgyhólyag					5,00	–
petefészkek					3,00	–
belek					23,78	–
combok	60	22%	–	16%	14,17	3,2
lábszárak	20	15%	–	13%	11,52	2,6
felkarok (mérete)	25	6%	–	7%	9,30	2,1
alkarok (mérete)	25	6%	–	7%	9,30	2,1
kezek (mérete)	10	2%	–	3%	9,30	2,1

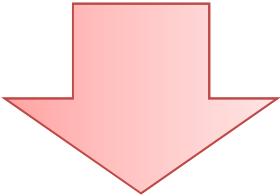
Az egyenérték dózis meghatározása

$$H_p(d) = Q \cdot K_a$$

A személyi dózismérő alapján meghatároztuk K_a -t


$$D_{mellek}(d) = K_a \cdot \frac{\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{EN,air}}{\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{EN,tissue}}$$

Az emlőt ért K_a -ból kiszámítható az emlőben elnyelt dózis


$$H_T = w_R \cdot \overline{D}_T$$

Az előzőekben ismertetett táblázatból adódik a többi szervre és szövetre az elnyelt dózisok átlagainak aránya

Összesített foglalkozási sugárterhelés

E	14,84	mSv, effektív dózis	korlát 74%-a
H_{szem}	9,5	mSv, egyenérték dózis	korlát 47%-a
H_{bőr, átlagos}	41,0	mSv, egyenérték dózis	korlát 88%-a
H_{bőr, maximális}	438,4	mSv, egyenérték dózis	
H_{végtag}	61,7	mSv, egyenérték dózis	korlát 12%-a

A sugárterhelés megközelíti az éves dóziskorlátot!

Tapasztalatok - önkritika

- Az alkalmazott módszernél kényelmesebb, pontosabb, de idő- és számításigényesebb lehetőség -> Monte Carlo szimulációk
- Kielégítő bizonytalansággal becsülhető a sugárterhelés a „sztenderd” módszerrel (ICRP 116)
- A vélhetően jelentősebb mértékű sugárterhelések esetén sokkal időigényesebb maga az adatgyűjtés és értékelés

Konklúziók

- Rövid felezési idejű izotópokat nem szükséges azonnal dekontaminálni (itt $T_{1/2}$: 110 perc)
- Dekontaminálási eljárás
- A gyűrűdozimétert valamely ujjon kell viselni
- Gyakorlás inaktív körülmények között (BEIT)
- Az elhárításkor elszenvedhető dózist tervezni kell
- Hiteles (megbízható) műszer szükséges

Köszönjük a megtisztelő figyelmet!

[1] BOMAB PHANTOM. Nuclear Technology Services, Inc. 635 Hembree Parkway Roswell, GA 30076.

http://ntsincorg.com/bomab_phantom.htm

[2] ICRP, 2010. Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for External Radiation Exposures. ICRP Publication 116, Ann. ICRP 40(2–5)

[3] NIST Standard Reference Database, National Institute of Standards and Technology (NIST), Department of Commerce.

[4] International Standard ISO 4037-3:1999(E), First edition, 1999-06-15. X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy — Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and the measurement of their response as a function of energy and angle of incidence.

[5] Josiane Daure, Jean Gouriou, Jean-Marc Bordy: Conversion coefficients from air kerma to personal dose equivalent $H_p(3)$ for eye-lens dosimetry. Laboratoire National Henri Becquerel. Rapport CEA-R-6235, 2009. ISSN 0429-3460