

Páciens dozimetria

Taba Gabriella

Bővített fokozatú Sugárvédelmi
Tanfolyam
Semmelweis Egyetem

- 1869 Mendelejev periodusos rendszer felfedezése
- 1895 Röntgen felfedezése
- 1896 Becquerel radioaktivitás
- 1898 Curie Po.Ra
- 1915 Brit Röntgen Társaság első ajánlása
- 1920 első röntgen és rádium használat
- 1922 USA átveszi a Brit javaslatokat
- 1920-1930 sugárvédelmi szervezetek USA
- 1930 maghasadás és láncreakciók
- 1940 első láncreakció és kísérleti robbantások
- 1959 Szabályzások nemzetközi szinten
- 1970 Környezetvédelmi vonatkozások bevezetése
- 1995 Magyar Atomtörvény
- 2016 EU-s jogharmonizációk

A SÉRÜLÉS TÍPUSÁNAK MEGOSZTLÁSA A TÚLÉLŐK KÖZÖTT

Sérülés	A túlélők százaléka
Robbanás (mechanikus)	70
Égési sérülések (villanás és láng)	65
Nukleáris sugárzás (kezdeti)	30



HIROSHIMÁBAN ÉS NAGASAKIBAN

Zóna	Lakosság	Sűrűség (négyzetmérföldenként)	Halott	Sérült
Hirosima				
0-0,6 mérföld	31 200	25 800	26 700	3000
0,6-1,6 mérföld	144 800	22 700	39 600	53 000
1,6-3,1 mérföld	80 300	3500	1700	20 000
Összesen	256 300	8500	68 000	76 000
Szabványos baleseti arány: 261 000 (sebezhető terület 9,36 négyzetmérföld).				
Nagasaki				
0-0,6 mérföld	30 900	25 500	27 300	1900
0,6-1,6 mérföld	27 700	4400	9500	8100
1,6-3,1 mérföld	115 200	5100	1300	11 000
Összesen	173 800	5800	38.000	21 000
Szabványos baleseti arány: 195 000 (sebezhető terület 7,01 négyzetmérföld).				

Gilbert U-238 Atomic Energy Lab



Gilbert U-239 Geiger Counter



Radium Boot Polish



Radium Brand Butter Carton



Radium Brand Cigarettes



Radium Brand Cigars



Radium Brand Enamel



Radium Clipper



Radium Dye Company Bottle



Radium Hand Cleaner



Radium Lump Gloss Starch



Radium Matches



Radium Playing Cards



Radium Radia



<https://www.orau.org/health-physics-museum/collection/brands/index.html>

Creators and Creations in Nuclear Science and Engineering

<p>Ins Ewige wiederholen... Keiner gönnt das Reich Dem andern; dem gönnt's keiner, der's mit Kraft erwarb Und kräftig herrscht. Dem jeder, der sein inures Selbst Nicht zu regieren weiß, regierte gar zu gern Des Nachbars Willen, eigem stolzem Sinn gemäß... Hier aber ward ein großes Beispiel durchgekämpft: Wie sich Gewalt Gewaltigerem entgegenstellt, [...] Das wird sich messen. Weiß die Welt doch, wem's gelang. Wachfeuer glühen, rote Flammen spendende, Der Boden leuchtet vergoßnen Blutes Widerschein, [...] Der Zelten Trug verschwindet, Feuer brennen blau. Doch über mir! weich unerwartet Meteor? Es leuchtet und beleuchtet körperlichen Ball.</p>	<p>It repeats eternally... No one freely gives the realm To another; to the one whose power won it And whose strength rules. For everyone, who does not even know How to govern his own inner self, would all too gladly rule over His neighbour's will, prompted by his own proud mind... But here a great example was fought to the end. How force battles against a greater force, [...] This is tested. The world knows who won. Bonfires glow, sending out red flames: The ground is soaked with images of spilled blood, [...] The illusion of dwellings vanishes, the fires burn blue. But overhead, what sudden meteor is this? It shines and illuminates the whole world.</p>
---	--

Johann von Goethe. 1832. *Faust Part Two*.
Act II. Klassische Walpurgisnacht. Erichtho.

1497

1514 CHAPTER 8. CREATORS & CREATIONS IN NUCLEAR SCIENCE & ENGINEERING

Heinrich Greinacher
(1880–1974)

Hans Geiger
(1882–1945)

Walther Müller
(1905–1979)



1544 CHAPTER 8. CREATORS & CREATIONS IN NUCLEAR SCIENCE & ENGINEERING

Name	Born	Lived	German world	Scientific contributions
Nicholas Kemmer	Russian	1911–1998	Education, work	Plutonium
George Kistiakowsky	Russian	1900–1982	Education	Implosion
Gerald Klein	German	19??–19??	Education, work	Nuclear devices
Stanley Kronenberg	Polish	1927–2000	Education	Nuclear bomb tests
Heinrich Gerhard Kuhn	German	1904–1994	Education, work	Gaseous diffusion
Nicholas Kurti	Hungarian	1908–1998	Education, work	Gaseous diffusion
Heinz London	German	1907–1970	Education, work	MAUD Committee
Heinz Maier-Leibnitz	German	1911–2000	Education, work	Fission reactors
Werner Maurer	German	19??–19??	Education, work	Fission reactors
Maria Goeppert Mayer	German	1906–1972	Education	U enrichment, H bomb
Kurt Mendelssohn	German	1906–1980	Education, work	MAUD Committee
Hans Mohaupt	Swiss	1915–2001	Education, work	Shaped charges
Stanislaw Mrozowski	Polish	1902–1999	Education, work	U enrichment
John von Neumann	Hungarian	1903–1957	Education, work	Implosion, H bomb
Klara Dan von Neumann	Hungarian	1911–1963	Education, work	Computation
Lothar Nordheim	German	1899–1985	Education, work	Reactors, plutonium
J. Robert Oppenheimer	American	1904–1967	Family, education	Director
Friedrich Paneth	Austrian	1887–1958	Education, work	Nuclear chemistry
Wolfgang Panofsky	German	1919–2007	Family, education	Shockwaves
Rudolf Peierls	German	1907–1995	Education	Bomb design
George Placzek	Czech	1905–1955	Education, work	Reactors, bomb theory
I. I. Rabi	Austrian	1898–1988	Work	Bomb theory
Eugene Rabinowitch	Russian	1901–1973	Education, work	Reactors
Joseph Rotblat	Polish	1908–2005	Education	Radiation
Heinz Schlicke (?)	German	1912–2006	Education, work	Detonators?
Otto Schwede	German	1912–2005	Education, work	U enrichment
Emilio Segrè	Italian	1905–1989	Education	Fission measurements
Franz Simon	German	1893–1956	Education, work	U enrichment
Kurt Starke	German	1911–2000	Education, work	Enrichment, breeding, extraction
Ernst Stuhlinger	German	1913–2008	Education, work	Reactors, particle accelerators
Hans Suess	Austrian	1909–1993	Education, work	Nuclear theory, D ₂ O, enrichment
Leo Szilard	Hungarian	1898–1964	Education, work	Reactors
Edward Teller	Hungarian	1908–2003	Education, work	H bomb
Stanislaw Ulam	Polish	1909–1984	Education	Implosion, H bomb
Victor Weisskopf	Austrian	1908–2002	Education, work	Fission bomb theory
Wilhelm Westphal	German	1882–1978	Education, work	Fission applications
Eugene Wigner	Hungarian	1902–1995	Education, work	Reactors, plutonium
Friedwardt Winterberg	German	1929–	Education, work	Many aspects of fission/H-bombs
Karl Wirtz	German	1910–1994	Education, work	Heavy water, enrichment, reactors
Gernot Zippe	Austrian	1917–2008	Education, work	Uranium centrifuges

**Geiger-Müller
radiation detector**

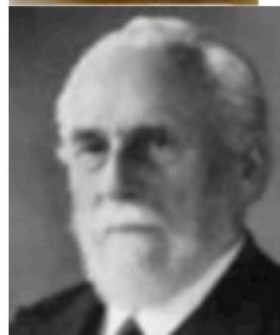




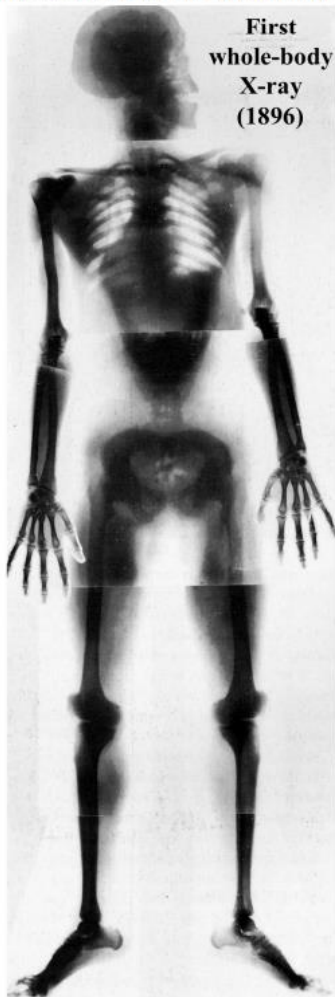
Wilhelm Röntgen
(1845–1923)



First medical X-ray
(1895)



Ludwig Zehnder
(1854–1949)



First whole-body X-ray
(1896)

A kémiai molekulák izotópjelölését Hevesy György (magyar, 1885–1966) fejlesztette ki. A radio-kémiai reakciók révén a biológiai rendszerek és a környezet forradalmasította a kémia, a biológia és a földtudomány megértését.

A radioizotóppal jelölt molekulák továbbra is széles körben elterjedtek orvosi diagnosztikához és rákterápiához használják. Hevesy kémiai Nobel-díjat kapott 1943-ban

Isotope labeling of chemical molecules

George de Hevesy (1885–1966) Rudolf Schoenheimer (1898–1941)



Friedrich Paneth (1887–1958)

Hilde Levi
(1909–2003)

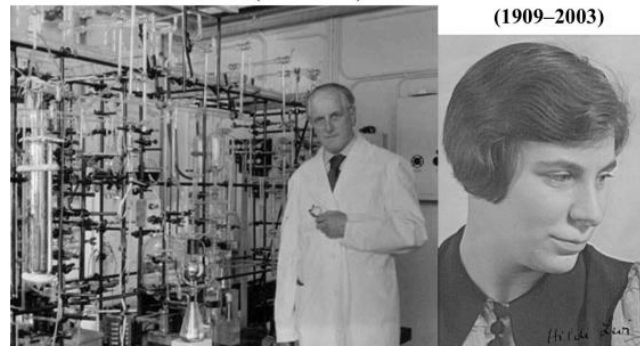


Figure 8.4: George de Hevesy, Hilde Levi, Friedrich Paneth, and Rudolf Schoenheimer developed isotope labeling of chemical molecules.

Marietta Blau
(1894–1970) developed
photographic film
particle detectors

Hartmut Kallmann
(1896–1978)
developed organic
scintillators

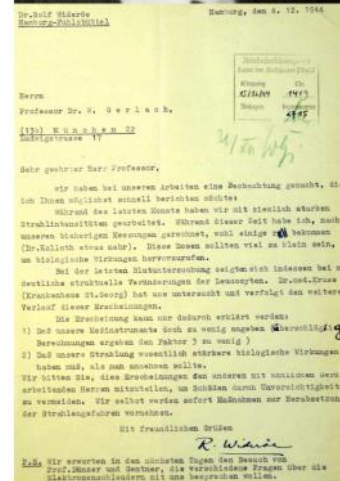
Karl Przibram
(1878–1973)
developed inorganic
scintillators



Scintillator
for radiation
detection

Figure 8.8: Marietta Blau developed photographic film particle detectors, Hartmut Kallmann created organic scintillator particle detectors, and Karl Przibram developed inorganic scintillator detectors.

Rolf Wideröe (1902–1996)
Particle accelerators (1923–)



Über ein neues Prinzip zur Herstellung hoher Spannungen¹.

Von
Rolf Wideröe, Berlin.

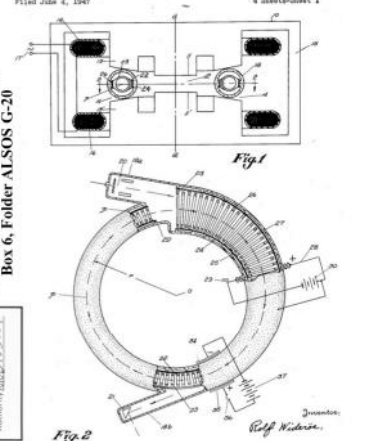
- I. Einleitung.
- II. Die Dreiphasenprinzipien der Elektroden.
- III. Die Prinzipien der Spannerzeugung.
- IV. Die Theorie der resultierenden Spannungen.
- V. Die experimentelle Durchführung.
- VI. Ergebnisse der Versuchsergebnisse.
- VII. Ausblick des Verfahrens.
- VIII. Die Konstruktion des Apparates.
- IX. Die Prinzipien.
- X. Die Grundgleichungen.
- XI. Experimentelle Untersuchungen.
- XII. Zusammenfassung.

I. Einleitung.
Schwierigkeiten in der Berechnung hoher Spannungen.
Bekanntlich liegen alle Schwierigkeiten bei der Herstellung hoher Spannungen in der Beherrschung der elektrostatischen Felder. Alle technischen Isoliermaterialien haben eine begrenzte Isolierfähigkeit, bei einer gewissen Feldstärke erlösigen sie durch und werden leitend. Die Höhe der erzeugten Spannung wird demnach hauptsächlich durch die stark anziehenden Dimensionen der Isolierung begrenzt.
Es besteht nun aber die Möglichkeit, dass Gassen der erzeugten Spannungen wesentlich zu erhöhen, indem man elektrostatische Felder weitgehend vermeidet und die Hochspannungserzeugung mit Hilfe schnellbewegter Elektronen und Ionen vornimmt.

Poteniale und kinetische Spannungen.
Wenn sich elektrische Ladungen durch ein elektrisches Feld bewegen, speichern sie einen Teil der Feldenergie als kinetische Energie auf. Für die kinetische Energie gilt das allgemeine Gesetz, daß sie immer mit der potentiellen Energie verknüpft ist, im Entzenden und im Verschwinden.
Entsprechend dieser Tatsache erweist es sich auch zureichend, von der Spannung einer bewegten Ladung zu reden. Die Ladung erhält dann (in Analogie zu den Energiegesetzen) diese kinetische Spannung, wenn sie durch eine entsprechende potentielle Spannung geleitet ist.

Zwei Wege der Spannungserzeugung.
Bei der Herstellung hoher potentieller Spannungen ist man hauptsächlich zwei Wege gegangen.

¹ Dissertation eingereicht am 28. 04. 1927 bei der Technischen Hochschule Aachen.
Oct. 23, 1951 **R. WIDEROE** **2,572,551**



NARA RG 319 Entry NM3-82A, Box 6, Folder ALSOS G-20

Figure 8.10: Rolf Wideröe designed the first particle accelerators in 1923 and spent decades developing and building particle accelerators.

A **sugárvédelem története** a 19. és 20. század fordulóján kezdődik annak felismerésével, hogy a természetes és mesterséges forrásokból származó ionizáló sugárzás káros hatással lehet az élő szervezetekre.

Míg egykor hanyagul kezelték a radioaktív anyagokat és a röntgensugarakat, addig a 20. században a sugárzás veszélyeinek tudatosítása világszerte különféle megelőző intézkedések bevezetéséhez vezetett, aminek eredményeként sugárvédelmi szabályozást hoztak létre.

Bár a radiológusok voltak az első áldozatok.

A sugárkárosodás következtében sok ember amputációt szenvedett, vagy rákban halt meg. A radioaktív anyagok mindennapi felhasználása egykor divat volt.

(Radium/Thórium)

A második világháború alatti atombombák ledobása nagy változást hozott a sugárzáshoz való viszonyulásban. (Hiroshima Nagasaki)

A természetes kozmikus sugárzás, a környezetben található radioaktív anyagok, például a radon és a rádium hatásai, valamint a nem ionizáló sugárzás potenciális egészségügyi veszélyeivel elkezdett foglalkozni a tudományos élet. Védelmi intézkedéseket dolgoztak ki és vezettek be világszerte, felügyeleti eszközöket hoztak létre, sugárvédelmi törvényeket és rendeleteket alkottak.

A 21. században az előírások még jobban szigorodnak. Az ionizáló sugárzás intenzitásának megengedett határértékeit folyamatosan csökkenek. A sugárvédelem fogalma ma már a nem ionizáló sugárzás kezelésére vonatkozó előírásokat is tartalmazza.

https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_radiation_protection

A sugárzás hatásainak korai megjelenései

Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923) 1895-ben felfedezett röntgensugárzása tudósok, orvosok és feltalálók kiterjedt kísérleteihez vezetett.

Az első röntgengépek nagyon nagy sugárdózisokkal működtek. (0,1Gy-1Gy) 1896 februárjában John Daniel és William Lofland Dudley (1859–1914) a Vanderbilt Egyetemen végzett egy kísérletet, amelyben Dudley fejét megröntgenezték, ami hajhullást eredményezett.

Herbert D. Hawks , a Columbia Egyetemen végzett , súlyos égési sérüléseket szenvedett a kezén és a mellkasán a röntgensugárzással végzett demonstrációs kísérletek során. (több mint 3Gy)

Tudományos folyóiratok égési sérülésekről és hajhullásról számoltak be. **Nikola Tesla (1856–1943) volt az egyik első kutató, aki kifejezetten figyelmeztetett a röntgensugárzás lehetséges veszélyeire az 1897. május 5-i *Electrical Review*-ban – miután eredetileg azt állította, hogy teljesen ártalmatlanok.**

Az 1940-es évekig a röntgenkészülékeket mindenféle védelmi biztosíték nélkül üzemeltették. Röntgent magát a megszokás kímélte meg a többi röntgenhasználó sorsától. Mindig a zsebében hordta az exponátlan fotólemezeket, és úgy találta, hogy azok exponáltak, ha ugyanabban a szobában tartózkodik az exponálás alatt. Így rendszeresen elhagyta a szobát, amikor röntgent készített. (77 évesen halt meg végbél rákban)

A röntgensugarak diagnosztikai célú felhasználását a fogászatban C. Edmund Kells (1856-1928), egy New Orleans-i fogorvos úttörő munkája tette lehetővé (1896)-ban. Kells öngyilkos lett, miután sok éven át sugárzás okozta rákban szenvedett. Egyszerre egy ujját amputálták, később az egész kezét, majd az alkarját, majd az egész karját.

https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_radiation_protection



Az akkori korlátozott ismeretek miatt a keze is súlyos sugárkárosodást szenvedett, több ujját és jobb kézközépcsontját is elvesztette. Munkássága volt az alapja többek között az ólomgumi kötények megépítésének.

Heinrich Albers-Schönberg (1865-1921), a világ első radiológus professzora 1903-ban javasolta a herék és petefészkek ivarmirigyek védelmét. Az elsők között védte meg a csírasejteket nemcsak az akut sugárkárosodástól, hanem a kisméretű sugárkárosodástól is. Albers-Schönberg 56 évesen halt meg sugárkárosodásban, akárcsak Guido Holzkecht és Elizabeth Fleischman kollégái.

Kezdeti korlátozások

1947-ben az Egyesült Államokban plakátokat helyeztek ki, hogy felhívják a figyelmet a sugárvédelemre.

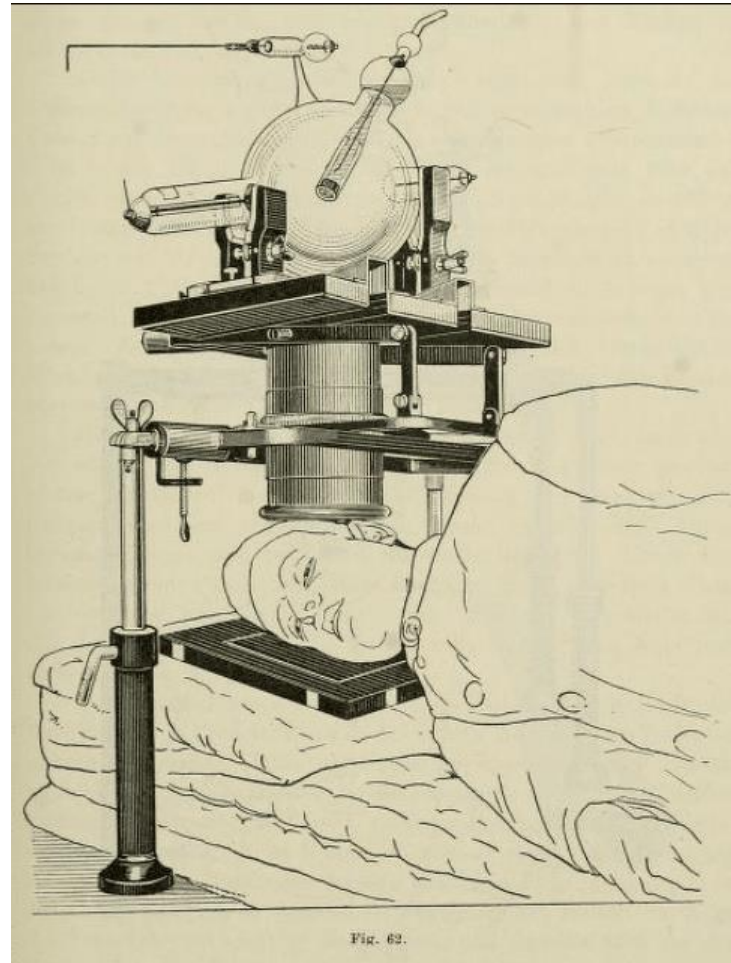
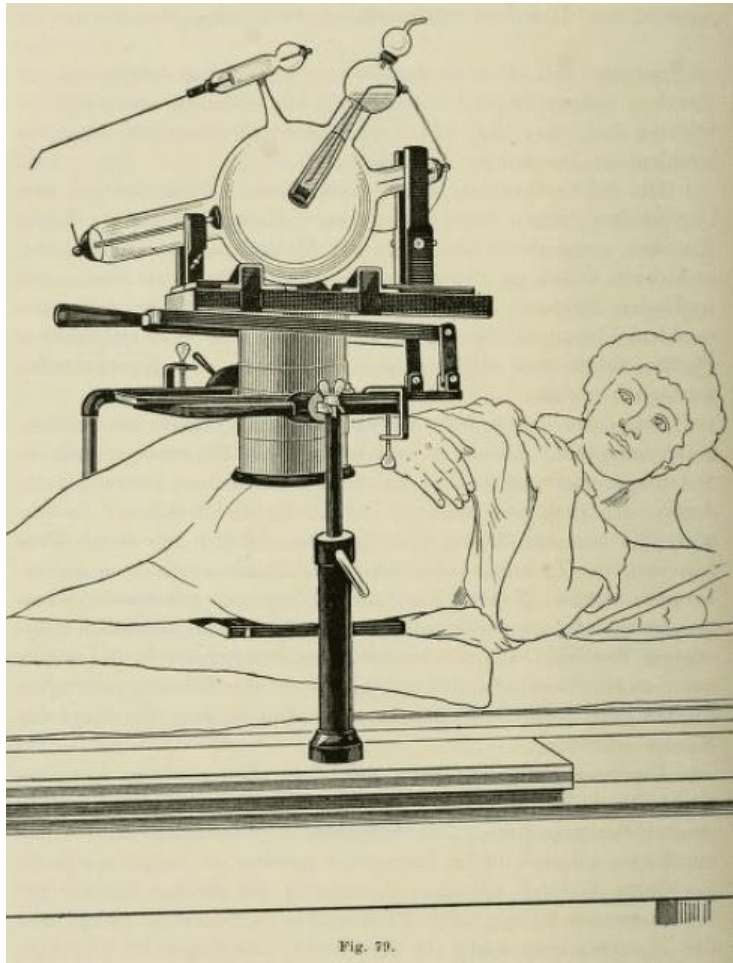
1896-ban Wolfram Fuchs mérnök számos röntgenvizsgálat során szerzett tapasztalatai alapján azt javasolta, hogy a lehető legrövidebb ideig tartsák az expozíciós időt, maradjanak távol a tubustól, és fedjék be a bőrt vazelinnel .

1897-ben William Fuchs és Otto Schmidt chicagói orvosok voltak az első felhasználók, akiknek kártérítést kellett fizetniük egy betegnek a sugárkárosodásért.

1901-ben **William Herbert Rollins** (1852-1929) fogorvos ólomüveg védőszemüveg használatát szorgalmazta a röntgensugárzással végzett munka során, hogy a röntgensövet ólommal vonják be, és a test minden területét ólommal fedjék be. kötények. Több mint 200 cikket publikált a röntgensugárzás lehetséges veszélyeiről, de javaslatait sokáig figyelmen kívül hagyták.

A sugárvédelem tovább fejlődött az olyan új mérőeszközök feltalálásával, mint például **Guido Holzkecht** (1872-1931) kromoradiométere 1902-ben, (1864-1938) és Henri Noiré (1878-1937) radiométere 1904/05-ben, és a Robert Kienböck (1873-1951) kvantimétere 1905-ben , amely lehetővé tette azon dózisok meghatározását, amelyek korlát értknek tekinthetőek.

Izotópokkal kapcsolatban: A rádium okozta veszélyeket a Brit Röntgen Társaság is felvette , amely 1921-ben tette közzé első memorandumát a rádiummal való munka veszélyeiről.



Fő tankönyve, a Die Röntgentechnik, radiográfiai technikákat írt le, és olaszra és oroszra is lefordították. Első Radiológia tankönyvek egyike.

<https://litfl.com/heinrich-albers-schonberg/>

1902-ben az osztrák Guido Holzkecht kezdeményezte az első dozimetriai méréseket. Holzkecht radiológus volt Bécsben, Ausztriában. Módszerével intézetében jelentősen csökkent a sugárterhelés.

A radiometert röntgensugárzásnak tették ki, a benne lévő sókeverék megváltozott a színe (sárgától-zöldig). (A tesztcsíkokat a beteg testére helyezik, és besugározzák.)

A csíkok sugárzás hatására megváltoztatták a színüket. A végső szint összehasonlítjuk a táblázattal. Ennek a radiométernek az egységét "Holzkecht"-nek nevezték el fejlesztője, Dr. Guido Holzkecht után.

Holzkecht 1910-ben csatlakozott a Bécsi Pszichoanalitikus Társasághoz. Később Sigmund Freudot is kezelte, sikertelenül kísérletet tett adjuváns besugárzással Freud szájüregi laphámsejtes karcinómájára (amelynek végül Freud belehalt)

Holzkecht is sugárzás hatásai miatt halt meg 58 éves korában nevét a németországi Hamburgban, 1936-ban felállították a Minden nemzet röntgen- és rádiummártírjainak emlékművön.

<https://medicinhistoriska.sahlgrenska.se/utstallningar/manadens-foremal/2014/>

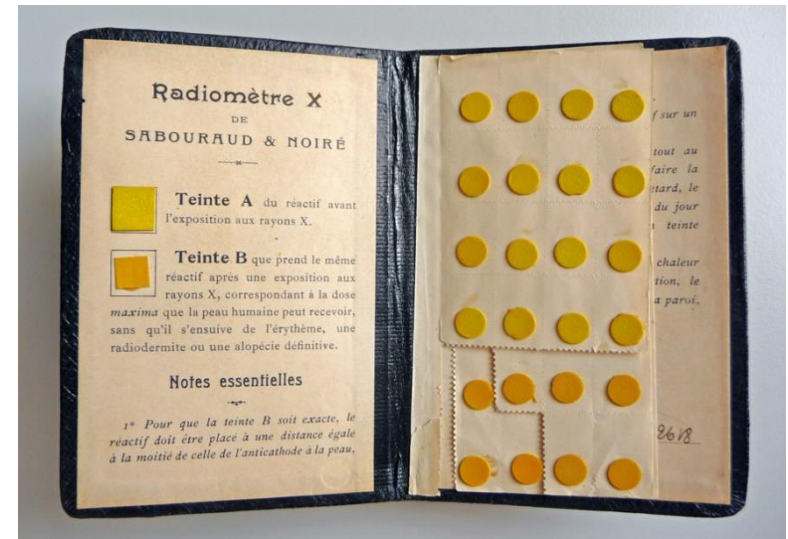
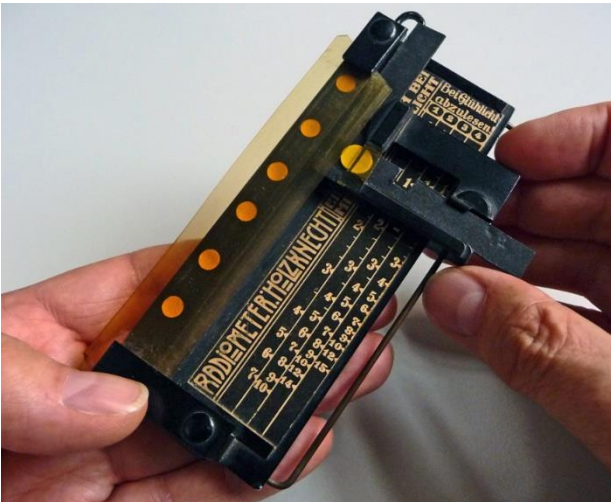


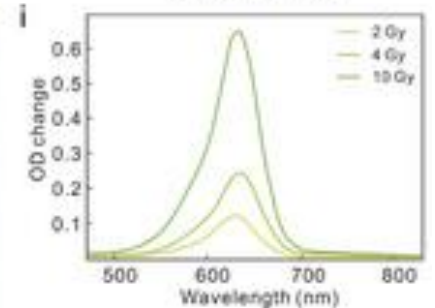
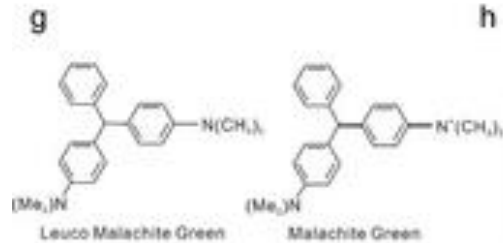
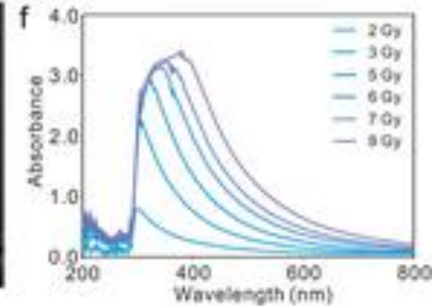
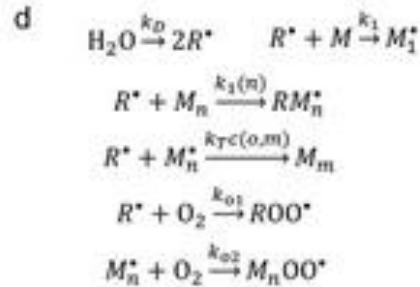
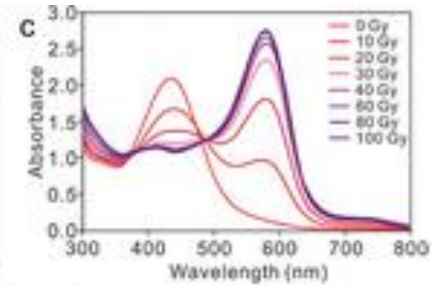
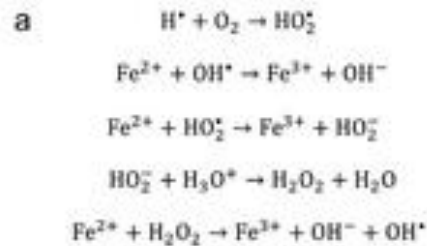
A röntgensugarak mennyiségének mérésére két párhuzamos kutatási ágat fejlesztettek ki, az egyik a kémiai, a másik az elektromos mérési módszerekkel, ismertebb a dozimetria gyűjtőfogalommal.

A Guido Holzknacht radiométer(1902) egy kémiai mérési módszer, és azon a tényen alapszik, hogy egy speciális vegyi anyag színe világoszöldről sárgáról rozsdabarnára változik a röntgensugárzás hatására. (pl vas vagy réz vagy króm vagy mangán vegyiérték változása töltés többlet hatására)

A Sabouraud & Noiré által gyártott és forgalmazott tabletták segítségével a besugárzott tabletták színeltolódását színskálával hasonlították össze. (Radiometer x)

Guido Holzknacht professzor (1872-1930), a bécsi Általános Kórház radiológusa továbbfejlesztette a Sabouraud radiométert azáltal, hogy leegyszerűsítette a színes tabletták összehasonlítását, és egy konkrét dózist H (Holzknacht) mutatott 1-től 24-ig vagy 32-ig. Napfényben történő fehérités után a mérőtabletták 6 alkalommal újra felhasználhatók voltak, mielőtt felhasználnak minősülnének.





Fricke gél dosimetria

<https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/adfm.202406186>

Egyéb felhasználás:

Pedoszóp

Az 1920-as évek óta sok cipőboltban helyeztek el [pedoszópokat](#) Észak-Amerikában és Európában, csak az Egyesült Államokban több mint 10 000-et, Jacob Lowe bostoni fizikus találmánya nyomán.

Ezek röntgenkészülékek voltak, amelyeket a cipők illeszkedésének ellenőrzésére és az értékesítés elősegítésére használtak, különösen a gyermekek számára. A gyerekeket különösen lenyűgözte a lábcsontjuk látványa. Gyakran naponta többször is röntgenfelvételt készítettek a különböző cipők illeszkedésének értékelésére. A legtöbb a hetvenes évek elejéig kapható volt a cipőboltokban. Az ügyfél által elnyelt dózis (116 [rad](#)), azaz 1,16 Gy körül lehetett .

Az 1950-es években, amikor már rendelkezésre álltak az egészségügyi kockázatokról szóló orvosi ismeretek, a pedoszópok azzal a figyelmeztetéssel érkeztek, hogy a cipővásárlókat nem szabad naponta háromszor és évente tizenkét alkalommal használni.....

Németországban a gépeket csak 1976-ban tiltották be.

A fluoroszkópia ellenőrizetlen röntgensugárzást bocsátott ki, amely folyamatosan sugározta a gyermekeket, a szülőket és az eladókat. A gép csupa fából készült Árnyékolással nem rendelkezett. Így különösen magas dózisokat kaptak a pénztárosok mert általában a pedoszópot a pénztárgép közelében helyezték el.



Leopold Freund (1868-1943) bécsi bőrgyógyász (Cseh országban született) 1896-ban használt először röntgent a betegek kezelésére. Sikeresen besugározta egy fiatal lányt.

Freund 1902-ben írta az első orvosi tankönyvet a sugárterápiáról, és 1903-ban adta ki [Leopold Freund 1903].

1897-ben Hermann Gocht (1869–1931) publikálta a trigeminus neuralgia röntgensugarakkal történő kezelését,

Alekszej Petrovics Szokolov (1854–1928) pedig az ízületi gyulladás sugárterápiájáról írt a legrégebbi radiológiai folyóiratban, az *Advances in the field of X-rays* c. *RöFo*).

1922-ben a röntgensugarakat biztonságosnak ajánlották számos betegség esetén és diagnosztikai célokra. A sugárvédelem olyan dózisok ajánlására korlátozódott, amelyek nem okoznak bőrpírt (bőrvörösödést). Például a röntgensugarakat népszerűsítették a mandulaműtét alternatívájaként

Azzal is dicsekedett, hogy a diftériahordozók 80%-

ában a [Corynebacterium diphtheriae](#) két-négy napon belül már nem volt kimutatható besugárzást követően.

Az 1930-as években Günther von Pannewitz (1900–1966), a németországi freiburgi radiológus tökéletesítette az általa a degeneratív betegségek *röntgen-stimulációs sugárzását* . Az alacsony dózisu sugárzás csökkenti a szövetek gyulladásos reakcióját. (Paliatív kezelés)

Körülbelül **1960**-ig [a spondylitis ankylopoetica](#) (A Bechterew-kór (más néven SPA: *spondylitis ankylopoetica*) olyan degeneratív kórkép, mely elsősorban *a gerincoszlopot alkotó csigolyák közti ízületek* gyulladásos állapotával, majd ezen *ízületek elmeszesedésével, s emiatt fokozódó mozgáskorlátozottsággal jár.*) vagy [a favus](#) (fejgomba) betegségben szenvedő gyermekeket sugárzással kezelték, ami hatékony volt, de évtizedekkel később a betegek körében megnövekedett rákos megbetegedések száma.

(A mortalitást 15 577 *spondylitis ankylopoeticában* (AS) diagnosztizált betegnél vizsgálták 1935 és 1957 között az Egyesült Királyságban, akik közül 14 556 kapott röntgenkezelést. 1992. január 1-jére a **kohorsz több mint fele meghalt.**)

Röntgenterápia diftéria ellen, 1922. A röntgenasztalt kifejezetten gyermekek kezelésére tervezték, a nagyfeszültségű vezeték veszélyeinek kiküszöbölésére.

Radiation therapy (1896)

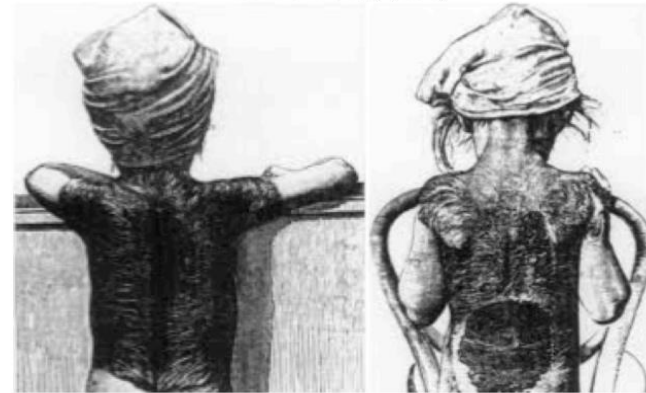
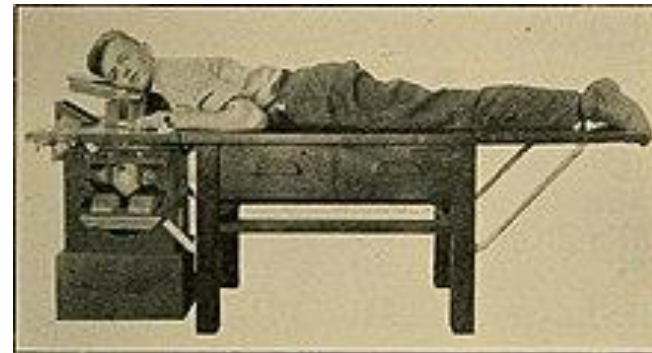


Figure 8.2: Leopold Freund and Eduard Schiff invented radiation therapy. In 1896, they used X-rays to successfully treat a young girl with hairy growths on her entire back. They continued to develop and employ radiation therapy in the following years.





Leleplezésekor az emlékmű 169 nevet tartalmazott, tizenöt különböző nemzettől, ábécé sorrendben; 1959-ben már 359, a kiegészítéseket négy különálló kőtáblán sorolták fel az eredeti oszlopos kőemlékmű mellett.

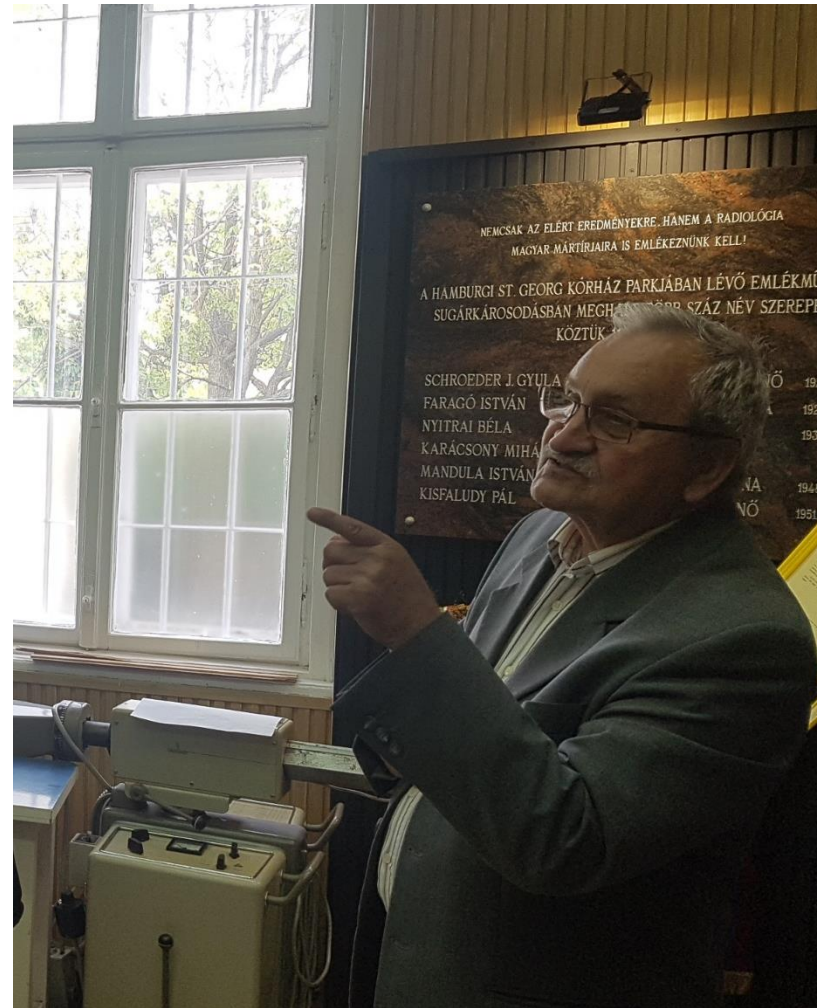
Radiológiai emlékmű (Hamburg-St. Georg)

2024. október 30-án elhunyt Boross János, a kapuvári Röntgen Múzeum alapítója, vezetője.

Munkája elismeréseként a Magyar Radiológusok Társasága tiszteletbeli tagjává, a Magyar Radiográfusok Egyesülete örökös tiszteletbeli tagjává választotta.

A kapuvári múzeumban van az egyetlen olyan emlék tábla amely összesítve emlékszik meg a Magyarországon sugárzás következtében elhunyt áldozatokról. (11 fő)

Minden nemzet, röntgenológusa és radiológusa,
TISZTELETÉRE ÍRÓDOTT KÖNYV (fordítója)



Pácienst adatokat a leleten fel kell tüntetni de nem értelmezhető hogy milyen dózisokra gondolnak, 4 melléklet van hivatkozásképp.

Minőség biz. program: OSKI átvételi(minden új berendezésnél és állapot vizsgálat (évente), ÁNTSZ (korm hiv) napi, heti havi ell?, az OTH útmutatót ad hogy kell min. programot csinálni

Szakmai kollégium útmutatóját kell használni amit az OTH weboldalán elér de ha nincs akkor a kollégiumnak 4§.közlönyben publikálni kell. Ha ettől eltérsz vagy nincs koll. útmutató a 4§ szerint új eljárást kell engedélyzned.(amikez a koll hozzájárulás és az OSSKI szakvéleménye kell)

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

Ha ismételten túl léped a orsz.kollálta megadott szintet vagy rendkívüli eseményed van akkor ki kell vizsgálni javító int. kell tenni és 15 napon belül az OTH-nak lejelenti a kivizsgálást követően

Végfelhasználói kötelezettségek

Indoklást és optimalizálást kell csinálni dokumentáltan és az assziszt.írásban kell ledokumentálni, hogy a vizsgálatot hogy végzi. Minden felelősség a kezelő orvosé.Korábbi diagn, adatokat leleteket össze kell gyűjteni. Minden páciénrről a 4 mell,adatait kell archiválni.

Érvényes 2018.7.9-től

Minden páciens 4 mellékelet szerinti adatait évente az OTH-nak összesített jelentésben meg kell küldeni júni 30-ig. Csak olyan berendezést vehetsz ami a dózis adatokat méri megadja és informatikailag továbbítja (magyarul erad dicom kompatibilis)



Klinikai auditot kell csinálnod 5 évenet az OTH-nál lévő auditor listából a jegyzőkönyvet 8 napon belül meg kell küldeni az OTH-nak

Orvos fizikusok feladatai: nem egyértelmű mindenebe benne van de nem az övé a felelősség

Mindenkit tájékoztatnod kell még a segítő kísérőket is és dózis megszorítást kell alkalmazni a segítőkre életmentőkre. Ha ilyen életmentős eset van be kell jelenteni az OTH-nak

Indokoltság - Optimálás

21/2018. (VII.9.) EMMI rendelet eljárás alkalmazási feltételei alapján

Indokoltságért és optimálásért felelős személy

szakorvos, kezelő orvos

Indokoltság

Csak szakmailag indokolt esetben, illetve mértékben és a sugárterhelést kapó személy érdekében lehet alkalmazni, feltéve, hogy az alkalmazással járó kockázat kisebb az alkalmazás elmaradásával járó kockázatnál, továbbá, hogy a besugárzástól várható eredmény más rendelkezésre álló, sugárterheléssel nem járó orvosi eljárás útján nem érhető el.(ALARA elv)

Indokoltság megalapozása

[Indokoltságának megalapozása érdekében a beutaló orvosok részére a szakmai kollégium módszertani levelet ad ki az eljárás alkalmazásának szakmai követelményeiről, amely tartalmazza a becsült páciensdózisokat is. Amennyiben szakmai protokoll nem áll rendelkezésre a szakorvos a nemzetközi ajánlásokat veszi figyelembe. A kezelést végző szakorvos és a beutaló orvos konzultál a vizsgálat/beavatkozás szükségességéről.](#)

Optimálás

Sugárterhelés optimálása páciensre vonatkozóan: optimálás valamint az indokoltság megalapozása érdekében a beutaló orvos és a kezelőorvos intézkedik a tervezett eljárás alkalmazása szempontjából fontos korábbi diagnosztikai adatok beszerzéséről, értékeléséről és dönt a diagnosztikai vagy terápiás eljárás paramétereiről vagy elvégzéséről. Az orvos dönt az alkalmazás indokoltságáról figyelembe veszi a páciens korát, állapotát és későbbi sugárterhelést, amelyeket a betegsége kezelése miatt szenved el. Az irányadó diagnosztikai/terápiás szinteket alkalmazzák.

Diagnostische Referenzwerte

Diagnostische Referenzwerte sind keine Grenzwerte für die Patientendosis und gelten nicht für einzelne individuelle Untersuchungen.

Diagnostische Referenzwerte für Röntgenuntersuchungen

Diagnostische Referenzwerte (DRW) für Röntgenuntersuchungen stellen – anders als für nuklearmedizinische Untersuchungen – keine Optimalwerte dar, sondern sind als obere Richtwerte zu betrachten, die in der Regel (weit) unterschritten werden sollten.

Zur Kontrolle der Einhaltung der DRW sind die Mittelwerte der Dosis für die verschiedenen Untersuchungen von mindestens zwei erwachsenen Personen mit einem Mittelwert ihrer Körpergewichte zwischen 65 und 75 kg oder von mindestens zehn, unselektierten erwachsenen Personen unbekanntem Körpergewichtes heranzuziehen. Diese Kontrolle ist für alle verwendeten röntgendiagnostische Einrichtungen durchzuführen.

Tabelle 1:
Diagnostische Referenzwerte für Röntgenaufnahmen bei Erwachsenen

Aufnahme	Dosisflächenprodukt [cGy·cm ²]	Eingangsdosis [mGy]	Oberflächendosis [mGy]
Abdomen ap	300	5,6	8
Becken ap	300	4,2	6
LWS ap	200	7,4	10
LWS lat	400	12,0	16
Mammografie	–	–	10
Schädel ap/pa	100	3,0	4
Schädel lat	100	2,3	3
Thorax pa	28	0,2	0,3
Thorax lat	100	0,9	1,2

Tabelle 2:
Diagnostische Referenzwerte für Durchleuchtungsuntersuchungen bei Erwachsenen

Untersuchung	Dosisflächenprodukt [cGy·cm ²]
Dünndarm	6500
Irrigoskopie	4600
Ösophagus	1300
ERCP	4500

Tabelle 3:
Diagnostische Referenzwerte für angiografische Untersuchungen und interventionelle Eingriffe bei Erwachsenen

Angiografie / interventioneller Eingriff	Dosisflächenprodukt [cGy·cm ²]
Koronarangiografie	6000
PTCA + Stent	13000
Becken-Bein-Angiografie	6600
Phlebografie	550

Referencia
értékek, osztrák
minta

Tabelle 4:
Diagnostische Referenzwerte für CT-Untersuchungen bei Erwachsenen

CT-Untersuchung	CTDI _w [mGy]	DLP [mGy·cm]
Abdomen	22	1200
Becken	26	650
Hirnschädel	60	1300
LWS	44	550
Oberbauch	20	740
Thorax	20	550

Diagnostische Referenzwerte für nuklearmedizinische Untersuchungen

Diagnostische Referenzwerte (DRW) für nuklearmedizinische Untersuchungen sind als Optimalwerte für die zu verabreichenden Aktivitäten anzusehen. Abweichungen davon sind nur in begründeten Fällen zulässig.

Für pädiatrische Untersuchungen sind – abhängig vom Körpergewicht des Kindes – nur Bruchteile der in Tabelle 5 angeführten Erwachsenen-Aktivität zu verabreichen. Diese Bruchteile sind in Tabelle 6 zu finden.

Tabelle 5:
Diagnostische Referenzwerte für nuklearmedizinische Untersuchungen bei Erwachsenen

Organ/Verfahren	Radiopharmakon	Aktivität [MBq]
Schilddrüse	Tc-99m-Perthchnetat	80
	I-123-Natriumiodid	20
Skelett	Tc-99m-DPD, -MDP, -HDP	550
Nieren	Tc-99m-MAG3, -DMSA	110
Herz	Tl-201-Chlorid	100
	Tc-99m-Tetrofosmin	700
RNV	Tc-99m-Erythrozyten	750
Lunge	Tc-99m-MAA, -HAS	110
	Tc-99m-DTPA/Aerosol	400
Gehirn	Tc-99m-HMPAO	740
	Tc-99m-DTPA, -Perthchnetat	650
	I-123-Benzamid, -β-CIT	185
Entzündungen	Tc-99m-HIG, -MAK, -Granulozyten	550
	Tc-99m-Nanocoll	500
Entzündungen, Sarkoidose	Ga-67-Citrat	185

Orvosi sugárterheléssel járó tevékenységekre vonatkozó minőségbiztosítási program

<p>21/2018. (VII.9.) EMMI rendelete az egészségügyi szolgáltatások nyújtása során ionizáló sugárzásnak nem munkaköri kötelezettségük keretében kitett személyek egészsége védelmének szabályairól</p>	<p>8. § (1) A kívánt diagnosztikai eredményt az ésszerűen elérhető legalacsonyabb sugárterheléssel kell megszerezni (optimalás /indoklás). Ennek érdekében az országos páciensdózis felmérés eredményeire támaszkodva, országos érvényű diagnosztikai irányadó szinteket kell alkalmazni, és a szakmai kollégium ajánlásait (OTH weboldalán kell elérni, jelenleg ezek nem elérhetőek)</p> <p>b) rendszeres minőségbiztosítást és minőség-ellenőrzést kell alkalmazni egyetem minőség irányítási rendszerének keretén belül. 5 évente független klinikai auditot kell végeztetni. (Ez nem működik)</p> <p>c) A rendelet szerinti páciens és hozzá tartozók segítői gondozókat tájékoztatni kell az elszennvedett dózisokról és annak kockázatáról,</p> <p>d) A páciens becsült dózisa a vizsgálat anyag tartalmazza és archiválása a helyi dokumentációs kezelési szabályzat alapján történik. DICOM file típusban a páciens pontos dózis becsülésére vonatkozó releváns adatok megtalálhatóak.</p> <p>e) A rendelet szerinti adat szolgáltatási kötelezettségnek, ha lehetséges eleget kell tenni minden év július 31-ig. (az illetékes hatóságnak) (Ez nem működik)</p> <p>f) A rendelet szerinti tájékoztatás és kártyát kell a betegek számára biztosítani. Elbocsátási kritériumnak meg kell felelni (25 mikroSv/h 1m távolságban)</p> <p>g) A páciens becsült dózisa a vizsgálat anyag tartalmazza és archiválása a helyi dokumentációs kezelési szabályzat alapján történik. A dokumentációban a páciens pontos dózis becsülésére vonatkozó releváns adatok megtalálhatóak.</p> <p>h) dózis kalibrátornak mérésügyi hatóság által kalibrálnak kell lennie <u>(ez nem kötelező)</u></p>
---	--

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 μSv -t meghaladó sugárterhelését okozhatja, vagy a teste középtengelyétől bárhol, **1 méter távolságban, erre alkalmas és hitelesített környezeti dózisegyenérték-teljesítménymérővel mért érték meghaladja a 25 $\mu\text{Sv/h}$ -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.**

(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 dózisteljesítmény 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.**

Dózis adatok archiválása, jelentés küldés

- **9. A népességi dózisok becslése**
- **19. § (1)** Az engedélyes nyilvántartást vezet a betegeket érő összes expozícióról és besugárzásról a 4. melléklet szerinti adattartalommal, amelyet személyazonosító adatok nélkül minden év június 30-ig továbbít az OKI részére.
- **(2)** Az OKI az (1) bekezdés szerint megküldött adatok alapján statisztikai értékelést végez, amelyből becslést ad a lakosság dózisára, és a nemzetközi szervezetek felé teljesíti adatszolgáltatási kötelezettségét.
- Rendelet 4-es melléklete szerint archiválni kell a dózis adatokat (kV,mA,...6 oldalas felsorolás)

4. melléklet a 21/2018. (VII. 9.) EMMI rendelethez

A besugárzások, expozíciók során releváns paraméterek

1. Általánosan minden expozíció során számon tartandóak az alábbi adatok:

- 1.1. A beteg testmagassága a vizsgálat vagy kezelés megkezdésekor.
- 1.2. A beteg tömege a vizsgálat vagy kezelés megkezdésekor.
- 1.3. A vizsgálat vagy kezelés során alkalmazott modalitás megnevezése.
- 1.4. Az alkalmazott berendezés vagy berendezések, eszközök gyártói.
- 1.5. Az alkalmazott berendezés vagy eszköz típusának megnevezése.
- 1.6. Az alkalmazott berendezés egyértelmű azonosítása (pl. gyári szám).
- 1.7. Az eljárás végzéséért felelős személy neve, beosztása.
- 1.8. Gondozó vagy segítő részvétele esetén a sugárterhelésének becsült értéke.

2. Röntgenberendezéssel végzett felvételezéskor:

- 2.1. Az alkalmazott röntgensőfeszültség (kV).
- 2.2. A berendezés állandó és a vizsgálat során alkalmazott kiegészítő szűrési.
- 2.3. A beállított vagy visszajelzett röntgensőáram-idő szorzat (mAs).
- 2.4. A fókusz–képreceptor távolság.
- 2.5. A beállított mezőméret.
- 2.6. A fókusz és a beteg belépőoldali bőrfelszíne közötti legkisebb távolság.
- 2.7. A felvételezett anatómiai régió.
- 2.8. A berendezésre szerelt dózis-terület szorzat mérő eszköz által kijelzett érték és annak kalibrációs faktora, ha rendelkezésre áll.
- 2.9. A képalkotás módja (film-fóliás képalkotó rendszer, foszforlemez, egyéb digitális képreceptor).

3. Röntgen átvilágításakor:

- 3.1. Az alkalmazott röntgenső feszültségek (kV).
- 3.2. A berendezés állandó és az átvilágítások során alkalmazott kiegészítő szűrési.
- 3.3. A beállított vagy visszajelzett röntgenső áram (mA).
- 3.4. A generátor beállítása az átvilágításhoz, üzemmód és beállított impulzussűrűség.

**Ne menjünk bele ezt csak
központi szoftveres megoldással
lehet megoldani az EESZT-ből.
Az adat szolgáltatást
„felvételenként” kell le adni!**

Várandós nők védelme-tájékoztatás

A káros hatások kockázat növekedése a nemzetközi irodalom (ICRP) 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.

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 rendelleneségek 100mGy-től 1000mGy tartományban elsősorban IQ csökkenést, 1000mGy feletti dózis esetén mikrocefália 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)	Fejlődési 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	-

Hogy becsüljük páciens dózist

- Nagy betegszámnál nem életszerű betegenként dózist számolni, az adatok elmentése sem megoldott (4 melléklet)
- Javaslat: adat táblázat elkészítése különböző korosztály, nem, súly alapján feljegyezni az átlagos dózis értékeket (DLP) és ezekhez kiszámolni az ICRP alapján a becsült dózist. A páciens dózis a táblázatból kiolvasott dózis érték lesz $\pm 20\%$
- Amennyiben a szakmai kollégium ad ajánlást akkor használjuk azt hanem akkor a nemzetközi ajánlásokat vegyük figyelembe.

Nukleáris Medicina páciens dózisosok

2 mSv alatt	Ventilációs tüdőszcintigráfia	Tc-99-aeroszollal
	Schilling-teszt	Co-57- vagy Co-58-B ₁₂ -vitamin
	Dinamikus vesezcintigráfia (kamera-renográfia)	Tc-99m-DTPA, -MAG3, -EC
	Statikus vesezcintigráfia	Tc-99m-DMSA
	Pajzsmirigy-szcintigráfia	Tc-99m-pertechnétát
2–5 mSv között	Pajzsmirigy-szcintigráfia	I-123-Na-jodid
	Tüdőperfúzió-szcintigráfia	Tc-99m-MAA
	Koleszcintigráfia	Tc-99m-HIDA
	Agyi receptor-szcintigráfia	I-123-IBZM
	Csontszcintigráfia	Tc-99m-MDP, -HEDP
	Agyperfúzió-szcintigráfia	Tc-99m-ECD, -HMPAO
	Radionuklid ventrikulográfia	Tc-99m-erythrocyta
5–10 mSv között	Tumorszcintigráfia	I-123-MIBG
	Csontvelő-szcintigráfia	Tc-99m-nanokolloid
	Tumorszcintigráfia	Tc-99m-MIBI
	Agyi receptor-szcintigráfia	I-123-iomazenil
	Szívizom-perfúzió szcintigráfia	Tc-99m-MIBI
	Gyulladászcintigráfia	Tc-99m-HMPAO leukocyta
	Pajzsmirigy-szcintigráfia	I-131-Na-jodid
	Tumor-, agyszcintigráfia	F-18-FDG
	Gyulladás-szcintigráfia	Tc-99m antigranulocyta antitest
	Tumorszcintigráfia	Tc-99m-antitest
10–20 mSv között	Tumorszcintigráfia	I-131-MIBG
	Tumor-, gyulladászcintigráfia	Ga-67-citrát
	Tumorszcintigráfia	In-111-szomatosztatin
	Szívizom-perfúzió szcintigráfia	Tl-201-klorid
	Tumorszcintigráfia	In-111-antitest

+ a CT

Átlagos effektív páciens dózisosok vizsgálatonként*:

irodalmi hivatkozás:*Schicha H., Schober O.: Nuklearmedizin. Basiswissen und klinische Anwendung. Schattauer, Stuttgart, 2000, pp. 81–84.

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 üzemm)ód sv.DSA , minél kisebb fs. (képtimalizálás)	50%	50%
Utolsó kép megtartás	változó	
Cső-detektor távolság monitorozás (automata), tervezés		

Páciens dózis becslése

- Nem lehet pontosan megmondani,
- Terápia esetén a mSv nem használható helyette Gy a megfelelő.
- Röntgen esetében a szoftverek és az ICRP kiadványok fantomon mért/számított értékhez viszonyítva adnak meg értéket.
- Legpontosabb meghatározás monte-carlo szimulációval lehetséges.
- Külön kell számolni az izotópot és külön a rtg.-t

Páciensek védelme és dozimetriája

- 21/2018 EMMI rendelet bevezetése a gyakorlatba
- Indokoltság/optimalás (pl: SL-be be lehet integrálni)
- Minőségbiztosítási programok (pl: SL-be be lehet integrálni)(*berendezések átvételi állandósági és állapot vizsgálata*)
- Beteg elbocsátási kritériumai (pl: SL-be be lehet integrálni)(*25mikroSv/h 1m távolságban*)
- Beteg tájékoztatás
- Dózis adatok adminisztrálása
- Hatósági bejelentési kötelezettségek
- Amennyiben nincs szakmai protokoll (vagy hatósági útmutató) nemzetközi kiadványok is alkalmazhatók

Várandós nők védelme-tájékoztatás

A káros hatások kockázat növekedése a nemzetközi irodalom (ICRP) alapján 100mGy feletti méhet érő sugárzás éréknél kezd el változni.

Születési rendellenesség küszöbértéke 100-200mGy. Ez az elszennvedett dózis hatás elsősorban a központi idegrendszert érinti. A központi idegrendszer fejlődési rendellenesség függ a magzat korától. A legérzékenyebb időszak a 8-15 hetes időszak.

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 rendelleneségek 100mGy-től 1000mGy tartományban elsősorban IQ csökkenést, 1000mGy feletti dózis esetén mikrocefália 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)	Fejlődési 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	-

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 földém, befér a liftbe, van áram és informatika)

5. Az ionizáló sugárzást létrehozó, vagy a képalkotáshoz szükségszerűen radioaktív izotópot felhasználó gyógyászati berendezések vizsgálata

11. § (1) Az ionizáló sugárzást létrehozó, vagy a képalkotáshoz szükségszerűen radioaktív izotópot felhasználó gyógyászati berendezések (a továbbiakban: berendezések) üzemeltetése során a berendezések nem megfelelő vagy hibás üzemelésének kiküszöbölése, a dózisok meghatározása és az alkalmazott aktivitások ellenőrzése érdekében az engedélyes köteles gondoskodni a berendezések napi, heti és havi minőségbiztosítási vizsgálatáról (a továbbiakban: minőségbiztosítási program).

(2)² **Az NNK a minőségbiztosítási program kialakításának támogatása érdekében módszertani útmutatót készít, amely tartalmazza a berendezések megfelelőségére vonatkozó feltételeket, amelyek alapján eldönthető, hogy mikor van szükség megfelelő korrekciós intézkedésekre, vagy a berendezés üzemén kívül helyezésére. A módszertani útmutatót az országos tisztifőorvos által üzemeltett honlapon közzé kell tenni.**

Jelenleg ez az ami nem áll rendelkezésünkre

(3)³ A berendezések üzemeltetésének sugáregészségügyi minőség-ellenőrző felügyeletét az NNK látja el.

(4)⁴ Az NNK a (3) bekezdés szerinti felügyelet keretében a (2) bekezdés szerinti útmutató alapján

a) a klinikai célú első használatbavétel előtt **átvételi vizsgálatot** és

b) az **átvételi vizsgálatot követően rendszeres időközönként állapotvizsgálatot végez.**

2) Az (1) bekezdésbe nem tartozó ionizáló sugárzással járó orvosi eljárások vonatkozásában konzultáció és tanácsadás érdekében az engedélyesnek gondoskodnia kell orvosi fizikus szakértő elérhetőségéről.

(3) Az orvosi fizikus szakértő az alábbi feladatok ellátásában működik közre:

- a) a betegek és az orvosi sugárterhelésnek kitett más személyek sugárvédelmének optimalása, beleértve a diagnosztikai irányadó szintek alkalmazását is,
- b) a leképező-képképző berendezések minőségbiztosítási programjának meghatározása és végrehajtása, (fenti dían azt írta ugyan ez a rendelet hogy az NNK utmutatót ad ki..)
- c) a besugárzás-tervezés és dozimetriai vizsgálatok végrehajtása,
- d) az új berendezések üzembe helyezésekor végzett átvételi és állapotvizsgálata,
- e) az új berendezések beszerzését megelőzően az azokkal és a helyiségek kialakításával szemben támasztott követelmények kialakítása, ellenőrzése,
- f) orvosi radiológiai létesítmény felügyelete,
- g) a 22. § (2) bekezdése szerinti események kivizsgálása és a nyilvántartó rendszer üzemeltetése, az események elemzése,
- h) a sugárvédelem fejlesztéséhez szükséges berendezések és védőeszközök beszerzésére vonatkozó tanácsadás és
- i) az engedélyes munkavállalóinak berendezések üzemeltetésére vonatkozó belső képzése, a velük folytatott rendszeres konzultáció.

(4) Az orvosi fizikus szakértő felelős a dozimetriáért, beleértve a betegeken és az orvosi sugárterhelésnek kitett egyéb személyeken alkalmazott dózisok értékelése céljából végzett fizikai méréseket.

Az országban nincs orvos fizikus szakértő csak orvos fizikus!

Min.ir. Protokollok

nnk.gov.hu/index.php/component/phocadownload/category/19-ct-protokollok



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



1097 BUDAPEST, ALBERT FLÓRIÁN ÚT 2-6.
KÖZPONTI CÍM



+36 1 476 1100
KÖZPONTI TELEFONSZÁM

SAKTERÜLETEK SZAKRENDSZEREK PROJEKTEK KÖZÉRDEKŰ KAPCSOLAT AKTUALITÁSOK KÖZLEMÉNYEK

CT protokollok

01. Bevezets_20190210

[01. Bevezets_20190210.pdf](#)

[Details](#) [Download](#)

CTA - Als vgtag_20190210

[CTA - Als vgtag_20190210.pdf](#)

[Details](#) [Download](#)

CTA - Carotis_20190210

[CTA - Carotis_20190210.pdf](#)

[Details](#) [Download](#)

CTA - Felkar_20190210

[CTA - Felkar_20190210.pdf](#)

[Details](#) [Download](#)

CTA - Hasi aorta 1 fzis_20190210

[CTA - Hasi aorta 1 fzis_20190210.pdf](#)

[Details](#) [Download](#)

CTA - Hasi aorta 3 fzis - Stentgraft kontroll_20190210

[CTA - Hasi aorta 3 fzis - Stentgraft kontroll_20190210.pdf](#)

[Details](#) [Download](#)

1. táblázat: Összefoglaló a röntgenberendezések minőségbiztosításáról

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 röntgenberendezés és	QA*: teljes állapotfelmérés. Használatbavétel előtt (egyszeri vizsgálat).	NNK SSF**
Állapotvizsgálat	21/2018. EMMI rendelet, 11.§ (4) b)	minden röntgenberendezés és	QA: teljes állapotfelmérés. Évente és nagyobb karbantartások után.	NNK SSF**
Állandósági vizsgálat	21/2018. EMMI rendelet, 11.§ (1)	minden röntgenberendezés és	QA: rutin ellenőrzés. Naponta, hetente, X havonta.	Maga az engedélyes
Időszakos felülvizsgálat	4/2009. EüM rendelet, 17.§ és 13. melléklet	minden üzemelő röntgenberendezés 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 orvostechnikai hatóság erre feljogosító határozatával rendelkező szervezetek

*QA: quality assurance, minőségbiztosítás

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,



[Contact](#)

[Imprint](#)

[Data Privacy](#)



[About](#) [Membership](#) [Congresses](#) [Education](#) [Publications](#) [Public & Press](#) [eLearning →](#) [myEANM-Area →](#)

[Home](#) // [Publications](#) // [Technologist's Guide](#) // Quality Control of Nuclear Medicine Instrumentation and Protocol Standardisation

TECHNOLOGIST'S GUIDE

- > Guidelines
- > Archived Guidelines
- > Internal Dosimetry Task Force Report
- > Technologist's publications
- **Technologist's Guide**
 - Parathyroid Scintigraphy
 - Best Practice in Nuclear Medicine 1
 - Best Practice in Nuclear Medicine 2

Quality Control of Nuclear Medicine Instrumentation and Protocol Standardisation

October 2017

Routine quality control recommendations for nuclear medicine instrumentation

On behalf of the EANM Physics Committee: Ellinor Busemann Sokole & Anna Płachcńska & Alan Britten With contribution from the EANM Working Group on Nuclear Medicine Instrumentation Quality Control: Maria Lyra Georgosopoulou & Wendy Tindale & Rigobert Klett

Eur J Nucl Med Mol Imaging (2010) 37:662–671 DOI 10.1007/s00259-009-1347-y

https://eanm.org/publications/guidelines/4_EJNMMI_Physics_GL_RoutineQC_fulltext_03_2010.pdf

Eur J Nucl Med Mol Imaging (2010) 37:662–671
DOI 10.1007/s00259-009-1347-y

GUIDELINES

Routine quality control recommendations for nuclear medicine instrumentation

On behalf of the EANM Physics Committee:
Ellinor Busemann Sokole · Anna Plachcńska · Alan Britten
With contribution from the EANM Working Group on
Nuclear Medicine Instrumentation Quality Control:
Maria Lyra Georgosopoulou · Wendy Tindale · Rigobert Klett

Published online: 4 February 2010
© EANM 2010

Keywords Quality control · Quality assurance · Nuclear medicine instrumentation · Gamma camera · SPECT · PET · CT · Radionuclide calibrator · Thyroid uptake probe · Nonimaging intraoperative probe · Gamma counting system · Radiation monitors · Preclinical PET

Introduction

These recommendations cover routine quality control (QC) of instrumentation used within a nuclear medicine department. Routine QC testing starts after installation of the instrument, and after acceptance testing, and continues on a regular basis throughout its lifetime. Additional periodic

Routine quality control recommendations for nuclear medicine instrumentation

On behalf of the EANM Physics Committee: Ellinor Busemann Sokole & Anna Płachcńska & Alan Britten With contribution from the EANM Working Group on Nuclear Medicine Instrumentation Quality Control: Maria Lyra Georgosopoulou & Wendy Tindale & Rigobert Klett

Eur J Nucl Med Mol Imaging (2010) 37:662–671 DOI 10.1007/s00259-009-1347-y

GC1 Routine QC tests for a gamma camera: planar, whole-body, SPECT and SPECT/CT. Equipment type: scintillation Anger **gamma camera**

Test	Purpose	Frequency	Comments
GC1. Physical inspection	To check collimator and detector head mountings, and to check for any damage to the collimator	Daily	Inspect for mechanical and other defects that may compromise safety of patient or staff; if collimator damage is detected or suspected, immediately perform a high count extrinsic uniformity test
GC2. Collimator touch pad and gantry emergency stop	To test that the touch pads and emergency stops are functioning	Daily	Both the collimator touch pads and gantry emergency stop must function if there is an unexpected collision with the patient or an obstacle during motion; the touch pads must be checked each time the collimators are changed
GC3. Energy window setting for 99mTc	To check and centre the preset energy window on the 99mTc photopeak	Daily	The test is intended to check the correct 99mTc energy window
GC4. Energy window setting – other radionuclides to be used	To test that preset energy windows are properly centred for the energies of other clinically used radionuclides	Daily	when used Frequency of the test should be adapted to the particular camera and frequency of use of the radionuclides
GC5. Background count rate	To detect radioactive contamination/excess electronic noise	Daily	The background count rate should be stable under constant measuring conditions

GC6. Intrinsic/extrinsic uniformity and sensitivity for 99mTc (or 57Co) – visual	To test the response to a spatially uniform flux of 99mTc (or 57Co) photons, for uniformity and overall sensitivity	Daily	Visually inspect either an intrinsic or extrinsic (whichever is most convenient) low count uniformity acquisition; if intrinsic method is selected, each collimator must be checked periodically by an extrinsic uniformity test (preferably with high-count acquisition – see next test); record the cps/MBq to check and monitor sensitivity
GC7. Intrinsic/extrinsic uniformity and sensitivity for 99mTc (or 57Co) – quantitative	To monitor the trend in uniformity with quantitative uniformity indices, and to check the sensitivity	Weekly/ monthly	The most convenient method should be selected; monitor uniformity indices: integral and differential uniformity in central and useful field of view from a high-count image; if the intrinsic method is selected, a high-count extrinsic measurement is also required routinely, and especially when collimator damage is suspected; record cps/MBq to check sensitivity
GC8. Intrinsic uniformity for other radionuclides	To test the response of a spatially uniform flux of photons emitted by other clinically used radionuclides	Three-monthly	Uniformity of detector response for every radionuclide in use should be tested periodically; frequency of the test should be adjusted to the frequency of use of the radionuclide in question
GC9. Spatial resolution and linearity – visual	To detect distortion of spatial resolution and linearity	Six-monthly	Visual-quadrant bar or orthogonal hole pattern; intrinsic or extrinsic, depending on convenience; if an orthogonal hole pattern is used, the results can be quantified if special software is available
GC10. Multiple window spatial registration (MWSR)	To test that the images acquired at different photon energies superimpose when imaged simultaneously, in an additive or subtractive mode	Six-monthly /yearly	Relevant for dual radionuclide studies or imaging of radionuclides with multiple energy windows (e.g. 67Ga or 111In)
GC11. Pixel size	To determine absolute pixel size	Six-monthly	Pixel size is especially important for quantitative imaging and multimodality matching and attenuation correctio

Routine QC for radiation monitoring instruments: exposure meter, contamination monitor, personnel monitor.
 Equipment type: any type of ionizing radiation detection monitor. The radiation protection adviser should be consulted to ensure compliance with national legislation and guidance on radiation dose measuring instrument

RM1. Physical inspection s	To check for any damage to the detector, measuring unit and cable	Before use	To prevent use of a damaged or unsafe instrument
RM2. Battery voltage	To check that battery level is sufficient	Before use	Low battery voltage will result in inaccurate and unreliable measurements
RM3. Background count rate	To measure background rate level in ambient environment without need for radioactivity		Background measurement forms the baseline level and
RM4. Sensitivity	To test consistency		Constant geometry, a long half-life radioactive source suited to the instrument's use and efficiency rating
RM5. Accuracy, precision and linearity instruments	To measure the accuracy, precision, and linearity of response;	Yearly in therapy environment of response two-yearly in diagnostic environment	Source size and activities to be selected to suit the particular instrument; this is particularly relevant for instruments used in patient therapy locations; the radiation protection adviser should be consulted to ensure compliance with national legislation and for guidance on radiation dose measuring

Sugárvédelmi Mérő eszközök ellenőrzése
 -sérülés
 -töltöttség
 -háttér
 -érzékenység
 -pontosság, linearitás

Routine QC tests for a radionuclide calibrator. Equipment type: gas ionization chamber; the checks also apply to scintillation based calibrators, but additional checks may apply (see manufacturer's documentation)			
RC1. Physical inspection	To check system and any source holders and other accessories for damage	Daily	The chamber may be concealed, and not accessible for physical inspection, but the loose accessories should be checked
RC2. High voltage	To check the constancy and correct operating voltage	Daily/as recommended by manufacturer	Essential for an accurate activity measurement
RC3. Clock accuracy	To check that the calibrator clock is the same as the time of day	Daily	Essential for calibrating radioactivity to a specific time of day; clock time throughout the department must be the same (i.e. all wall clocks and internal computer clocks)
RC4. Zero adjustment	To check that there is no radioactivity		may indicate
RC5. Background counts	To check background operational conditions for particular radionuclides and contamination		ive nearby k on each
RC6. Constancy	To check the stability of the ionization chamber and calibrator		tor; also,
RC7. Stability	To check the stability of the measurement precision		measured
RC8. Accuracy	To check the accuracy of the activity reading	Yearly	This requires readings of sources of known activity; refer to the supplier and national measurement standards for guidance
RC9. Linearity	To confirm that the calibration setting for a particular radionuclide indicates the correct activity over the entire range of use	Six-monthly/yearly	The change in response when the measurement range is changed should be minimal; the range of use should be chosen between the maximum activity to be measured (e.g. in the GBq range for a 99mTc eluate) to the lowest activity to be measured (e.g. 1 MBq) for a particular radionuclide

Dózis kalibrátor:

- sérülés mentesség
- feszültség meglére (áram)
- pontos idő beállítás
- zero count (ez nem mindegyiken van, önnulázás)
- háttér (szennyezettség)
- állandóság (stabilitás és reprodukálhatóság C137 kalib forrással)
- stabilitás vizsgálat (chi-squer teszt leírás szerint)
- pontosság(mennyire pontosan olvassuk vissza az aktivitást /faktor)
- linearitás (teljes mérési tartományban ugyan olyan pontosan mér)

Berendezések napi ellenőrzése pl: röntgen Rontott-felvétel elemzés

Amennyiben hiba történik egy felvétel készítése során és erre fény derül, jegyezzük fel az alábbi adatokat:

A hiba oka, mely lehet:

- Pozicionálás (oldalválasztás, rossz anatómia, rossz beállítás, helytelen jelölés)
- Expozíciós hiba (alul- vagy túlexpozíció)
- Rácshiba (rossz fókusztávolság, nincs rács, csíkozottság)
- Műszaki hiba (a képalkotó rendszer hibája)
- Műtermék (detektorhiba, idegentest: óra, ékszer, kontrasztanyag, a képalkotó miatt)
- Elmozdulás a felvétel során
- Személyi mulasztás (véletlen hiba, pl.: törlés, fényt kap a film stb.)
- Egyéb, máshova nem sorolható hiba
- *Megjegyzés: Elképzelhető, hogy a napi vizsgálatok kivitelezése során nincs mód a hibák azonnali elemzésére. Ekkor tegyük félre a felvételt a későbbi elemzésre és a hiba okának felderítésére.*

Röntgenberendezések üzemnaplója („gépnapló”)

Gépnaplóban rögzítendő adatok

- a berendezés üzemeltetéséhez kapcsolódó jegyzőkönyvek (vagy másolataik):
 - a berendezés üzembe helyezésekor mért jellemzőket közlő jegyzőkönyv adatai (átvételi vizsgálat jegyzőkönyve és átadás-átvételi jegyzőkönyv),
 - a berendezés állapotáról felvett jegyzőkönyvek (állapotvizsgálati jegyzőkönyvek),
 - a radiográfusok (személyzet) által végzett állandósági vizsgálatok jegyzőkönyvei,
 - a hatósági ellenőrzések jegyzőkönyvei,
 - a helyiség sugárvédelmi méréseinek jegyzőkönyvei,
 - az időszakos felülvizsgálatok jegyzőkönyvei,
- a szerviz által végzett javítások, módosítások, fődarab-cserék,
- karbantartások,
- a berendezés szoftverfrissítései,
- a berendezés működését esetleg befolyásoló, a környezetből adódó tényezők, mint például „meghibásodott a klímaberendezés”, „beázott a helyiség” stb.,
- a rendszeres minőség-ellenőrző vizsgálatok során feltárt hiányosságok bejegyzése.

Megjelenítők

E vizsgálat több szempontból segít megítélni a kijelzők állapotát. Magába foglalja a leletező monitor geometriai torzításának ellenőrzését (csak CRT monitorok esetén szükséges), a kontrasztfelbontás, a térbeli felbontás, a műtermékek, a kép zajossága és a pixelhibák szemrevételezéssel történő vizsgálatát.

- Szükséges felszerelés, eszközigeny, időigeny, erőforrás-szükségletek
- AAPM TG18QC vizsgálóábra, vonalzó, nagyító.
- A vizsgálat megközelítőleg 5 percet vesz igénybe munkaállomásonként.
- *Megjegyzés: A vizsgálóábra ingyenesen letölthető az internetről, az EUREF honlapjáról: <http://euref.org/downloads/software-physico-technical-protocol/monitor-qc-test-patterns>*
- Vizsgálatok gyakorisága
- Naponta.
- A vizsgálati eljárás leírása
- Jelenítsük meg az AAPM TG18-QC vizsgálóábrát a vizsgálni kívánt monitoron.
- Értékeljük az ábrát kb. 30 cm távolságból ügyelve, hogy a nagyításon ne változtassunk.

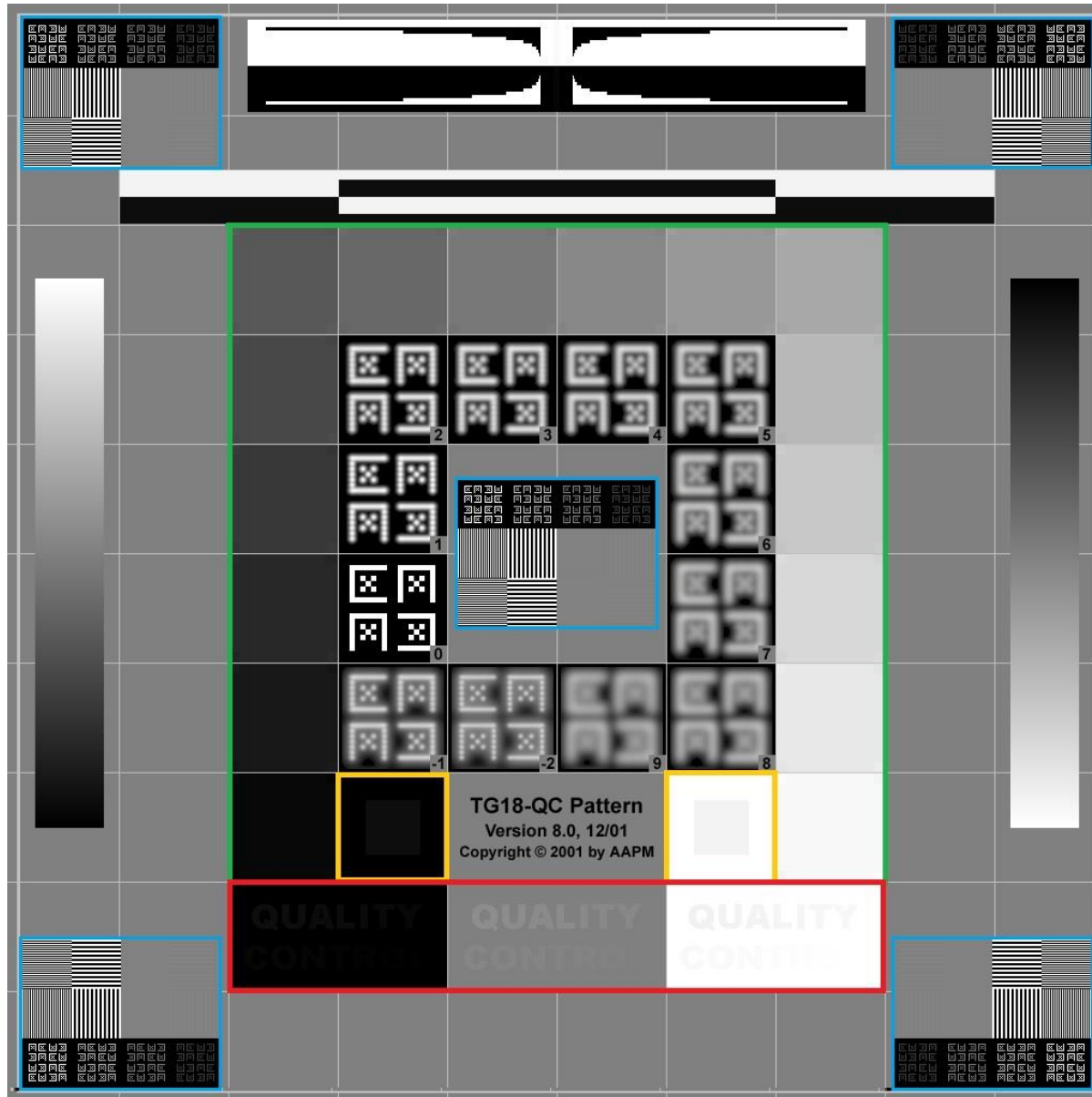
Térbeli felbontás vizsgálata

Alacsony kontraszt láthatóság vizsgálata

Geometriai torzítás (csak CRT esetén) vizsgálata

Műtermékek vizsgálata

TG18QC vizsgálóábra



Sugárvédelmi minőség biztosítási program SL-ből példa

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: munkavédelmi ellenőrzés alkalmával és belső auditok alkalmával, szűrőpróba szerű ellenőrzés az egyetemi sugárvédelmi szolgálat által.

Környezeti dózis egyenérték ($H^*(10)$) teljesítmény megengedett értékei

Időszakonkénti dózis teljesítmény ellenőrzés kell végezni az asszisztens tartózkodási helyén és a bejárati ajtó külső felületén, munka felületeken, hulladékkezelés után a tárolóban és a tárolók felületén, továbbá a felügyelt és ellenőrzött terület határain. A mért dózis teljesítmény az árnyékolt védett helyen és a tárolók felületétől 10 cm-re nem lehet nagyobb mint $20 \mu\text{Sv/h}$ átlagban a 4 órás munka időszakra vonatkozóan. A betegek elhelyezésénél a szomszédos betegre való átszóródás ne lehet nagyobb $2 \mu\text{Sv/h}$. Az ellenőrzött terület és a felügyelt terület határán a dózis teljesítmény nem lehet nagyobb mint a háttér háromszorosa. Védett helyeken a dózis nem lehet nagyobb, mint $40 \mu\text{Sv/hét}$. (gyakorlatban a természetes háttér 100 nSv/h mérhető) felületek ellenőrzésekor az MSZ 62-7:2017 sz. szabványt kell alkalmazni és a beavatkozási szintek feletti értékeknél dekontaminálni kell az adott munka felületet. A dekontaminálást a svsz. egyedi munkautasítása szerint kell végezni.

Környezeti dózis egyenérték ($H^*(10)$) teljesítmény megengedett értékei

- Izotóp ellenőrzött terület:
- Védett helyeken átlagosan 1-2 $\mu\text{Sv/h}$, de legfeljebb 20-50 $\mu\text{Sv/h}$ az ólomüveg előtt.
- Trezor felületén átlagosan 1-10 $\mu\text{Sv/h}$, de legfeljebb 25 $\mu\text{Sv/h}$ 10 cm távolságban
- Hulladék tároló felületén 1-10 $\mu\text{Sv/h}$, de legfeljebb 25 $\mu\text{Sv/h}$ 10 cm távolságban

- Elbocsátási feltétel 25 $\mu\text{Sv/h}$ 1m távolságban a betegtől.
- Dörzsminták értékei: MSZ 62-7:2017 szabvány szerint beavatkozási szintek alatt.
- Felügyelt területeken:
- Normál üzemi körülmények között természetes háttér mérhető (kisebb mint 0,1-0,13 $\mu\text{Sv/h}$).

Sugárvédelmi program része	Feladatok	Feladatok elvégzésének módja	Gyakoriság
Ellenőrzés	Sugárvédelmi ellenőrző lista leellenőrzése (1.sz.melléklet)	Lista kérdések megválaszolása és hiánypótlás. Hiányosságok jelzése a vezetőknek. (SvMb)	évente 1-szer
	Új készülék esetén ellenőrző vizsgálat elvégzése	Szerviz által végzett beüzemelés minőségi ellenőrzések (Nukleáris Medicina Központ vezetője és a SvMb)	Új készülék esetén beüzemeléskor kötelező.

Sugárvédelmi program része	Feladatok	Feladatok elvégzésének módja	Gyakoriság
Ellenőrzés	Sugárvédelmi ellenőrzés	Sugárvédelmi szolgálat bejelentés nélküli ellenőrzése, amely kiterjed a teljes sugárvédelmi rendszerre beleértve a védelmi eszköz használatra és a biztonságos üzemeltetésre is.	Szűrőpróba szerűen vagy rendellenes üzemeltetés gyanúja esetén.
Orvosi alkalmassági vizsgálat		Egyetemi foglalkozás egészségügyi szolgálat által végzett egészségügyi vizsgálat.	Évente egyszer, vagy sugárbetegség gyanúja esetén azonnal

Sugárvédelmi program része	Feladatok	Feladatok elvégzésének módja	Gyakoriság
Sugárvédelmi mérések	Munkavállalókra vonatkozó és lakosságra vonatkozó sugárterhelések ellenőrzése	<p>Alkalmazott műszerek: dózis teljesítmény mérő és felületi szennyezettség mérő. Dörzsmintáknál Gamma NK360 4π geometriában mérő NaI szcintillációs üreges detektorral kell végezni a tiszta béta bomlók esetén folyadék szcintillációs berendezést kell használni. Levegő aktivitás koncentrációt levegő minta vétellel kell végezni és azt a NaI szcintillációs berendezéssel kell mérni. A levegő mintavétel csak akkor lehetséges, ha a szoba kiürült, mivel a hangos elszívó zavarja a betegellátást. A mintavételezést és ellenőrzés az egyetemi s.v.sz. végzi az OSJER laboratórium bevonásával. A berendezések karbantartásáért és a kalibráló minták megfelelőségért az OSJER laboratórium felel és az engedéllyessel közösen intézi a hitelesítés. bele értve a dózis kalibrátor kalibrációját is. A felületi szennyezettség mérő a végzett munka helyszínén található többnyire a meleg laborban vagy a beadóban. Ellenőrzés minden munka után az asszisztens végzi. A független ellenőrzéseket szükség szerint (negyed évente vagy hull.kez után) a s.v.sz.OSJER labor vezető.</p>	Évente legfeljebb 1-szer, de változások vagy rongálás gyanúja esetén azonnal.

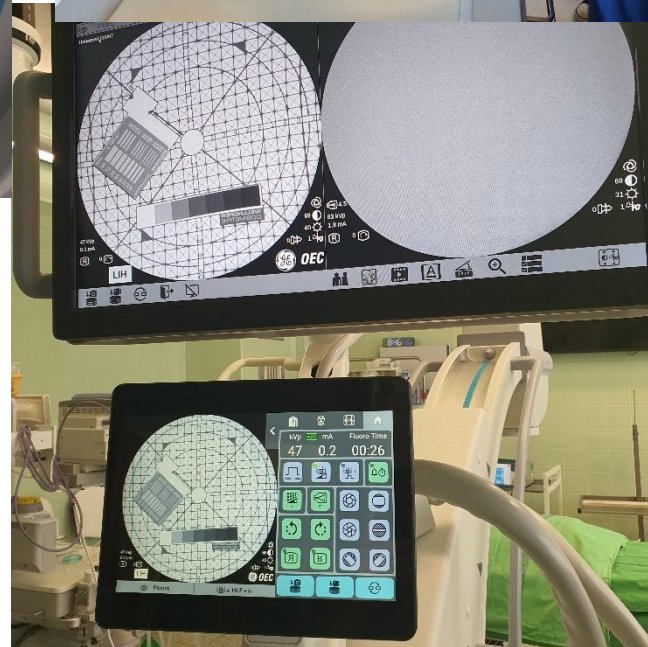
Nyilvántartások és jelentések kezelése

- Helyi nyilvántartást kell vezetni az alábbi adatokról:
- munkavállalók hatósági TLD doziméter adatok, időszakos EPD és TLD doziméter adatok és jegyzőkönyvek
- oktatásokról
- orvosi alkalmassági vizsgálatokról
- készülékek karbantartása/minőség biztosítása (ha erre a feladatra nem jelölnek ki más személyt) de a dokumentációból másolattatot kell megőrizni, karbantartási jegyzőkönyvek, műszaki igazolások (átvételi vizsgálat új készülék esetén vagy Mérésügyi hatóság hitelesítés/kalibrációs jegyzőkönyvek
- készülékek adatairól (hatósági nyilvántartás)
- hatósági engedélyekről
- egyéb munkavállalók és oktatásukról
- sugárvédelmi mérések és adatai/jegyzőkönyvekről
- rendkívüli események kivizsgálásáról szóló jegyzőkönyvek, jelentésekről
- építészeti sugárvédelmi feltételekre vonatkozó információkról vagy tervekről
- éves minőség ellenőrző program dokumentációjáról (kérdés lista ellenőrzése)
- rendkívüli események, feljegyzések, jegyzőkönyvekről.
- páciens dózissal kapcsolatos adatok, rendkívüli események, feljegyzések, jegyzőkönyvek

	Kérdés
	Működési engedély lejárt?
	A sugárveszélyes munkakörben dolgozó létszám növekedés vagy csökkenés esetén megtörtént a bejelentés az OAH felé és az üzemorvosnak, sugárvédelmi szolgálat vezetőnek?
	Mindenki rendelkezik az előírt sugárvédelmi képzettséggel?
	Valakinek lejár a sugárvédelmi oktatás érvényessége 1 éven belül?
	Legutóbbi munkaegészségügyi vizsgálat ideje:
	Rendelkezik a sugárvédelmi megbízott és helyettes írásos megbízással/munkaköri leírással?
	A sugárvédelmi mérőműszerek hitelesítése érvényes?
	A <u>dózisjelzőmérés mérő</u> / felületi szennyezettség mérő(k) nem hibásak?
	Sugárvédelmi szabályzat megtalálható a laboratóriumban?
	Érvényes a Sugárvédelmi szabályzat?
	„A” besorolású dolgozóknak van dózisnyilvántartása? „B” besorolású dolgozóknak van <u>dózisnyilvántartása</u> ?
	Feliratok megléte: sugárveszély-jel az ajtókon?
	Sugárveszélyes munkahelyek neve az ajtókon?
	Vezető és sug.véd. megbízott elérhetősége ki van írva?
	Sugárásmérőknek/berendezéseknek van magyar nyelvű használati utasítása?
	A takarítók rendelkeznek alapfokú sugárvédelmi képzettséggel?
	Van olyan munkakör, amelyben külön sugárterhelés mérése indokolt?
	Nyilvántartás a (TLD hatósági doziméterek) sugárterhelésről?
	Volt-e olyan változás, ami be kell jelenteni? (dózis korlát, megszorítás túllépése, készülék csere, vezető csere, műszaki átalakítások, páciens indokolatlan sugárterhelése, bűncselekmény)

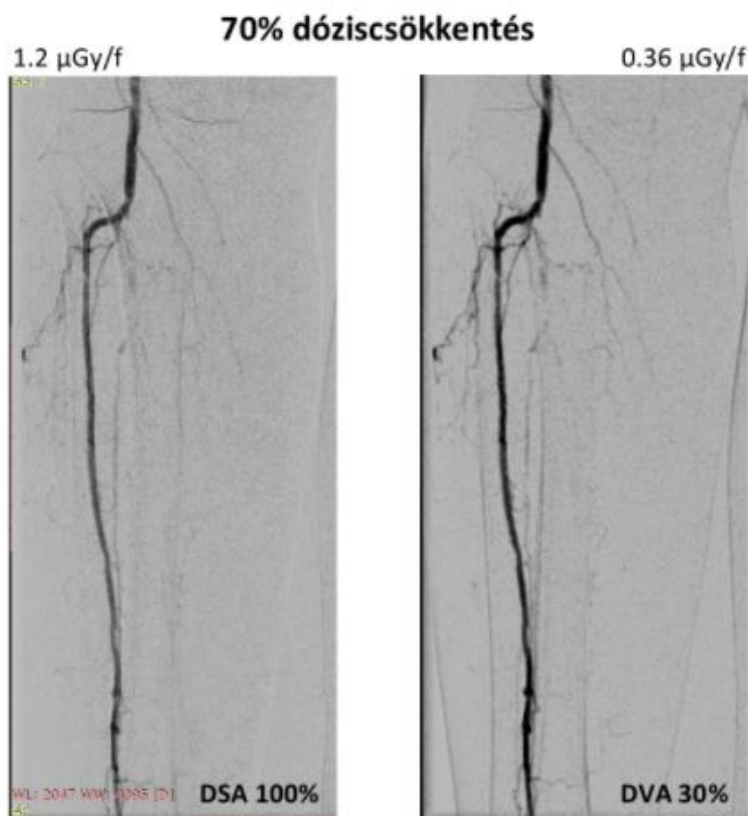
összefoglaló

- ~~487/2015 Korm. 2/2022 OAH Rendelet~~
:munkavállalók és lakosság sugárvédelméről szól előírja hogy sugárvédelmi min.ir programmal kell rendelkezni (nem írja elő mi legyen benne de annak kell lennie amit az hatósági ügyintéző óhajt)
- 21/2018 EMMI rend.: NNK által meghatározott feladatok,amik jelenleg nem elérhetőek



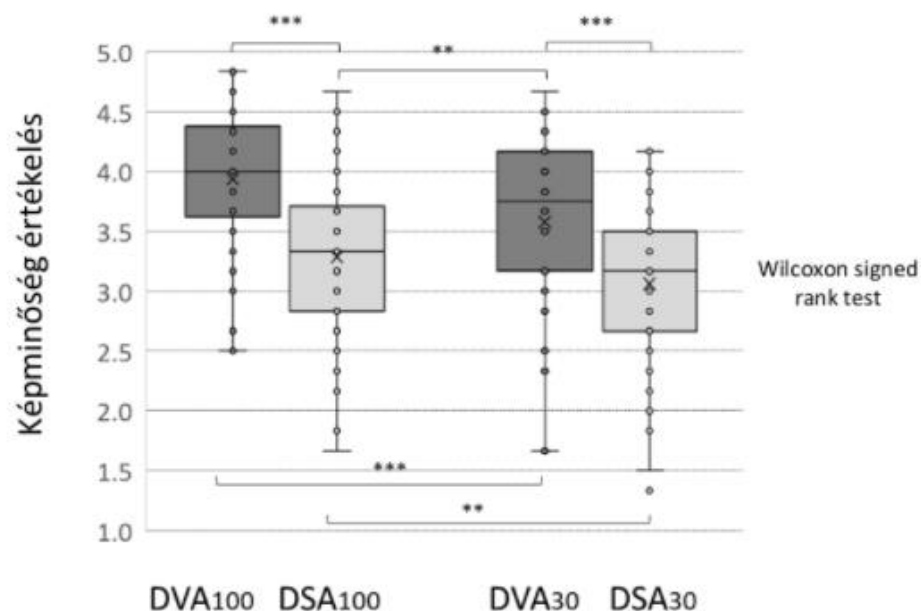
Egy magyar cég, a Kinepict Health által fejlesztett technológia, a Digitális Variancia Angiográfia jelentős mértékű sugárdózis csökkentést tesz lehetővé az angiográfias vizsgálatok során. A bemutatott, perifériás érbetegeken végzett vizsgálatban klinikai vizsgálatban a DVA még 70%-os dóziscsökkentés mellett is jobb képet biztosított, mint a hagyományos DSA technológia. [IRPA SART-UP versen I. helyezése.](#)

Sugárdóziscsökkentés Digitális Variancia Angiográfia (DVA) segítségével



Alsó végtagi angiográfia (crualis régió, ICM)

A csökkentett dózisu DVA szignifikánsan jobb képminőséget ad mint a teljes dózisu DSA



Gyano et al,
submitted

Páciens dózis becslés példa: PET-CT

1. Adatgyűjtés

- A CT terhelés kiszámításához a CT vizsgálat során a gépből kinyert leadott energiára vonatkozó adat a dózis-hossz szorzat (dose-length product, DLP[mGy.cm]) szükséges, ami két paraméter az ún. CTDI ([mGy]) és scan hossz (l[cm]) szorzata.
- $DLP = CTDI \times l$
- A CTDI az adott berendezésen végrehajtott adott kezelésre (pl. low dose teljes test scan) vonatkozó paraméter ami a DICOM file-okban szerepel, vagy azok hiányában szakirodalom vagy egyéb kezelések és műszerek alapján becsülhető.
A scan hossza a használt protokolltól és vagy a beteg magasságától függ.

2. CT-expozícióból származó dózis járulék meghatározása

- A CT vizsgálat dózis járulékát az alábbi képlettek lehet megbecsülni:
- $E = k \times DLP$
- ahol k [$\text{mSv} \cdot \text{mGy}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$] a empirikus súlyzó tényező az ICRP 103 alapján PL: gyermek kora alapján kell kiválasztani az adattáblázatból. Ha egzakt egyezés nincs, akkor a legközelebbi korhoz (pl. 8 évesnél 10 éveshez), vagy a legközelebbi lefelé kerekített korhoz (pl. 8 évesnél az 5 éveshez) tartozó konstans lehet használni. A felvázolt lehetőségek közül az utóbbi javasolt mivel ez konzervatív becsléshez vezet. A 15 évesnél idősebb gyermek dózis terhelését a felnőtteket jellemző szorzókkal kell becsülni. Akkor is így kell számolni ha a gyermek 15 éven aluli de felnőtt test tömeggel rendelkezik (67kg nagyobb)

Számolási minta : Gyermek test tömege 30kg és 10 éves hasi régió vizsgált, DLP:240mGy.cm

- Ki választott k érték: $0,032$ [$\text{mSv} \cdot \text{mGy}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$]
- $E_{CT}[\text{mSv}] = 240 * 0,032 = 7,68[\text{mSv}]$

ICRP 103 k [$\text{mSv.mGy}^{-1}.\text{cm}^{-1}$] táblázata

		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	ICRP 60	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	ICRP 60	0,036	0,069	0,027	0,053	0,019	0,038	0,012	0,023	0,01	0,02	0,007	0,014

3. Radio farmakonból származó dózis járulék meghatározása

- A lekötött effektív dózis úgy határozzuk meg hogy az ICRP 106-ban lévő korosztályra vonatkozó dózis koefficienssel beszorozzuk a beadott aktivitást. A korhoz megfelelő konstans kiválasztására tett korábbi megjegyzések itt is érvényesek. Ha nem adott szerv, hanem a teljes test dózisterhelését akarjuk meghatározni akkor az alábbi táblázat utolsó (Effective dose (mSv/MBq)) sorában lévő szorzók közül kell választani.
- Ezt a szorzót a teljes beadott aktivitással kell megszorozni a dózis meghatározásához.
- $E = k \times A$

számolási minta: 30 kg test tömegű gyermek 3MBq/kg ajánlott beadott aktivitás 90MBq aktivitású FDG kerül beadásra. Tehát a 10 éves gyermek abszorbeált dózis/beadott aktivitás egység állandója 0,037 [mSv/MBq]

$$E_{FDG} [mSv] = 90 \times 0,037 = 3,33 mSv$$

ICRP 106 absorbed dose táblázat F-18

ICRP Publication 106	Adult	15years	10years	5years	1years
Adrenals	1,20E-02	1,60E-02	2,40E-02	3,90E-02	7,10E-02
Bladder	1,30E-01	1,60E-01	2,50E-01	3,40E-01	4,70E-01
Bone surface	1,10E-02	1,40E-02	2,20E-02	3,40E-02	6,40E-02
Brain	3,80E-02	3,90E-02	4,10E-02	4,60E-02	6,30E-02
Breasts	8,80E-03	1,10E-02	1,80E-02	2,90E-02	5,60E-02
Gallbladder	1,30E-02	1,60E-02	2,40E-02	3,70E-02	7,00E-02
Gastrointestinal tract					
Stomach	1,10E-02	1,40E-02	2,20E-02	3,50E-02	6,70E-02
Small SI	1,20E-02	1,60E-02	2,50E-02	4,00E-02	7,30E-02
Colon	1,30E-02	1,60E-02	2,50E-02	3,90E-02	7,00E-02
(Upper LI	1,20E-02	1,50E-02	2,40E-02	3,80E-02	7,00E-02
(LowerLI	1,40E-02	1,70E-02	2,70E-02	4,10E-02	7,00E-02
Heart	6,70E-02	8,70E-02	1,30E-01	2,10E-01	3,80E-01
Kidneys	1,70E-02	2,10E-02	2,90E-02	4,50E-02	7,80E-02
Liver	2,10E-02	2,80E-02	4,20E-02	6,30E-02	1,20E-01
Lungs	2,00E-02	2,90E-02	4,10E-02	6,20E-02	1,20E-01
Muscles	1,00E-02	1,30E-02	2,00E-02	3,30E-02	6,20E-02
Oesophagus	1,20E-02	1,50E-02	2,20E-02	3,50E-02	6,60E-02
Ovaries	1,40E-02	1,80E-02	2,70E-02	4,30E-02	7,60E-02
Pancreas	1,30E-02	1,60E-02	2,60E-02	4,00E-02	7,60E-02
Red marrow	1,10E-02	1,40E-02	2,10E-02	3,20E-02	5,90E-02
Skin	7,80E-03	9,60E-03	1,50E-02	2,60E-02	5,00E-02
Spleen	1,10E-02	1,40E-02	2,10E-02	3,50E-02	6,60E-02
Testes	1,10E-02	1,40E-02	2,40E-02	3,70E-02	6,60E-02
Thymus	1,20E-02	1,50E-02	2,20E-02	3,50E-02	6,60E-02
Thyroid	1,00E-02	1,30E-02	2,10E-02	3,40E-02	6,50E-02
Uterus	1,80E-02	2,20E-02	3,60E-02	5,40E-02	9,00E-02
Remaining organs	1,20E-02	1,50E-02	2,40E-02	3,80E-02	6,40E-02
Effective dose(mSv/MBq)	0,019	0,024	0,037	0,056	0,095

4.Összegzés kiértékelés

- Az összes dózis járulékot összesítve kell nézni. Tehát a CT expozícióból származó dózis járulékot és a radiofarmakonból származó dózis járulékot össze kell adni.

$$E [mSv] = E_{FDG} [mSv] + E_{CT} [mSv] = 3,33 + 7,68 = 11,01 mSv$$

Számítógépes megoldások:

Használható softwarek: IDAC, (részben ingyenes), OLINDA (5-8000\$), INDOSE V2.1.1. (regisztráció), RadioPharmaDose (java alapú),

Rtg.diagnosztikára:

program név	gyártó	költség (érték/kórház/év)
DOSE	(Qaelum)	10-15000font
DoseM	(Infinit)	8-10000font
DoseMonitor	(PACS Healt)	10-15000font
DoseTrack	(Sectra)	10-15000font
DoseWatch	(GE Healthcare)	10-20000font
DoseWisw	(Philips)	1300font/modalitás
Open REM	(OpenREM)	ingyenes, licenc
Teamplay	(Siemens Healthcare)	7,4-20000font
CT-expo		15 EUR

Abstract

Background

Results

Conclusions

Background

Absorbed dose and IDAC-DOSE 2.1

Main Input Form

To perform Dose C phantoms and (3) e

To calculate Dose C phantoms, then sel

Nuclide :

Model(s):

Copyright 2003 Van

DOSES

ID	EXAMEN ID	PATIENT NAME	INDICATION	EFFECTIVE DOSE	RECORD DATE
1	201623	JAOUAD CHARIF	LYMPHOME	131.139	2016/09/11 14:00:53
2	201639	HAJAR KOLCHI	BREAST	53	2016/09/11 14:03:03
3	201640	FARAH AAYACHI	ENCEPHAL	42.93	2016/09/11 14:03:53
4	201640	HIND ISMAIL	HODGKIN	89.57	2016/09/11 14:05:19
5	201642	MOURAD KHA...	HODGKIN	94.741	2016/09/11 14:06:35
6	201655	SAAD KARIM	HODGKIN	1,312.135	2016/09/15 18:35:46

Download : Download high-res image (546KB)

Download : Download full-size image

Fig. 5. Window showing registered patients retrieved from a local [SQLite database](#).

5. Software requirements and installation

The [open-source project](#) RadioPharmaDose is hosted on GitHub website and it can be downloaded for free from [11]. This GUI has been released under the GPL license. The software is a Java-based application and it requires a [Java Runtime Environment](#) (JRE 1.8) to run correctly. It doesn't require an installer program and it can be run on Windows by simply double-clicking on the jar file and it can be run on Linux by typing the following [command-line argument](#) in a terminal:

```
java -jar RadioPharmaDose.jar
```

About IDAC-Dose2.1

set data to:

Adult male Adult female

east 15) C-bone-S
0.0

neys 28) LC-cont
0.0

phag-f 40) Oesophag-s
0.0

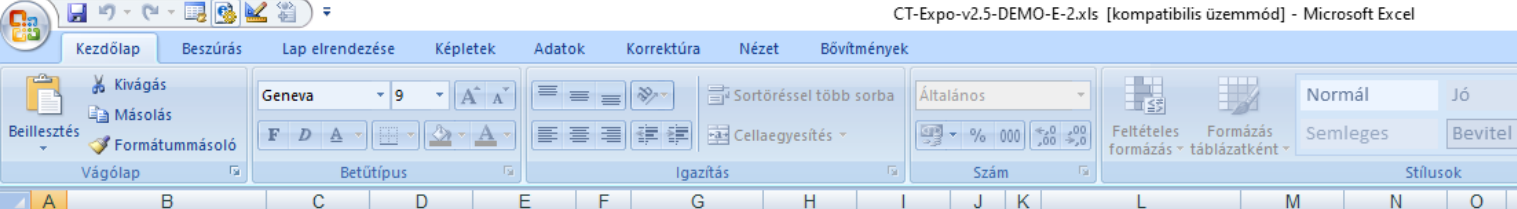
-cont 51) R-marrow
0.0

-cont 61) SI-wall
0.0

thyroid 74) T-body
0.0

-wall 83) Y-marrow
0.0

Calculate data Close



1. Standard Examination

Standard Scan Length L [cm]

	males	females
Chest&upper abdomen	44	42
	25 -> 69	from -> to
Inferior extremity of kidney		23 -> 65
		C7 / T1

CT-Expo 'Light'

2. Enter Dose Values (per Scan Series)

CTDI _{vol} (mGy)	15
DLP (mGy x cm)	300

Scan range significantly shorter than selected standard examination !

Limited accuracy of effective and organ doses !

3. Application of Automatic Dose Control

Longitudinal (z-axis) dose modulation

4. Resulting SSDE

	males	females
SSDE (mGy)	19,8	20,7

Legend:

- Thyroid
- Female breasts
- Lungs
- Liver
- Bladder
- Ovaries /Testes
- Uterus
- Pelvis

5. Read Effective and Organ Dose Values

Calculation Scheme	Effective Dose E (mSv)	
	males	females
ICRP 60	0,0	0,0
ICRP 103	0,0	0,0

Please note:
All organ doses H_T are based on conversion coefficients for adult standard patients (ADAM, EVA) and serve for information purposes only (in particular organs at the edges of or outside the scan range) !

Organ or Tissue	Organ Dose H _T (mSv)	
	males	females
Brain	0,0	0,0
Eye lenses	0,0	0,0
Salivary gland	0,0	0,0
Oral mucosa	0,0	0,0
Thyroid	0,0	0,0
ET Tissue	0,0	0,0
Lungs	0,0	0,0
Oesophagus	0,0	0,0
Thymus	0,0	0,0
Breast	0,0	0,0
Heart	0,0	0,0
Liver	0,0	0,0
Stomach	0,0	0,0
Pancreas	0,0	0,0
Gall bladder	0,0	0,0
Spleen	0,0	0,0
Kidneys	0,0	0,0
Adrenals	0,0	0,0
Small intestine	0,0	0,0
Colon	0,0	0,0
Ovaries	0,0	0,0
Uterus	0,0	0,0
Bladder	0,0	0,0
Prostate	0,0	0,0
Testes	0,0	0,0
Red bone marrow	0,0	0,0
Skeleton	0,0	0,0
Skin	0,0	0,0
Muscle	0,0	0,0
Lymph nodes	0,0	0,0

