

Résztest dozimetriai ellenőrző rendszer bevezetése a gyakorlatba tapasztalatok és eredmények

Taba Gabriella¹, Apáti Annamária¹, Dr. Györke Tamás¹, Dr. Kári Béla¹, Botos Renáta², Szűcs László², Csizmadia László³, Kiss Mihály³

1. Semmelweis Egyetem,

2. Budapest Főváros Kormányhivatala

Metrológiai és Műszaki Felügyeleti Főosztály,

3. MVM Paksi Atomerőmű Zrt. VIG BIG SKVFO DO Személyi Dozimetriai Laboratórium

ELFT Sugárvédelmi Szakcsoport Továbbképző Tanfolyam 2018 HAJDUSZOBOSZLÓ

Résztest dozimetriai ellenőrző rendszer bevezetése a gyakorlatba tapasztalatok és eredmények , Taba Gabriella¹, Apáti Annamária¹ Dr. Györke Tamás¹, Botos Renáta², Szűcs László², Csizmadia László³, Kiss Mihály³. 1. Semmelweis Egyetem, 2. Budapest Főváros Kormányhivatala Metrológiai és Műszaki Felügyeleti Főosztály, 3. MVM Paksi Atomerőmű Zrt. VIG BIG SKVFO DO Személyi Dozimetriai Laboratórium

Jogi kötelezettségek

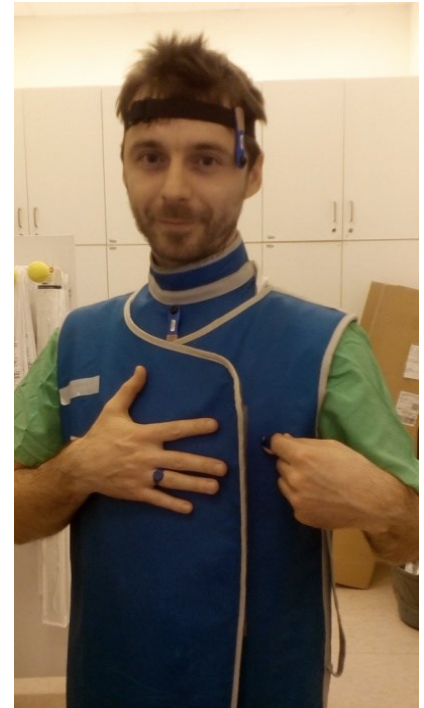
- EU BSS
- 487/2015. (XII. 30.) Korm. Rendelet az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről
- Magyar szabványok Pl: MSZ 62-7:2017
- Metrológiai törvény
- Típus és hit. Sz. rendelet vagy ezekre hivatkozó rendeletek

Korábbi magyarországi irodalom

- **IRPA** (Symposium on Health Physics) (*Pécs, 26–30 September 1966*) Rádium tűzdelés közben elszenvedett kéz dózisok adatai. Osvay Margó
- **Nuclear Instruments and Methods** (*Volume 175, Issue 1, 1 September 1980, Pages 60-61*), Aluminium oxide in TL dosimetry, Margit Osvay, Tamás Biró,
- **Nuclear Instruments and Methods**, (*Volume 175, Issue 1, 1 September 1980, Pages 173-175A*), New type of extremity dosimeter, Uchrin György (bőr béta dozimetriája 3 elemes TLD gyűrű)
- **Balatonkenese 1984**, (Dozimetriai szekció) több előadás (Osvay, Ranogajec-Komor, Katona Ernő, Zaránd Pál, Polgár István,)
- **Hajdúszoboszló 2011**, (*OSSKI*) A személyzet dózisa az intervenciós radiológia területén. Turák Olivér, Osvay Margó,

Bevezetés lépésről lépésre

- Semmelweis Egyetem OSSKI kéz doziméter próbaüzem
- PET-CT központ engedélyeztetése során előírt résztest dozimetriai ellenőrzés (2016-2017)
- Kiterjesztés a Nukleáris Medicina alkalmazásokra (2017-2018)
- Kiterjesztés a sebészeti röntgen alkalmazásra
- Kiterjesztés a kutatási oktatási alkalmazásokra



Hiteles eredmény megadásához szükséges feltételek

- Joghatással bíró mérési eredményt csak hiteles mérőeszközzel lehet elvégezni.
- A mérőeszköz hitelesítési feltétele a típus engedély (Típus vizsgálat)
- Típus engedély a komplett mérő rendszert tartalmazza (mérő berendezés, TLD anyaga, kalibráló berendezése, tokok, mérési paraméterek, rendszer elemek, kifűtési görbék)

Rendszer elemek

- TLD kiolvasó
- Kifűtő kemence
- QC Sr90/Y90 sugárforrás tartalmú kalibrációs forrás besugárzó
- MCP-N típusú pasztilla
- Hp(3) és Hp(0,07) tartó tokok+ PAKS Hp(10)tok
- Egyéb kiegészítők (szűrők, szoftver, nyitó szerkezetek)



Közbeszerzésben kiírt paraméterek

PET –CT alkalmazáshoz kiírt pályázati elemek

Kerámia fűtőszál, nitrogén hűtéssel

Cserélhető fűtő alaplapp különböző TLD geometriákra

Cserélhető szűrők (neutral density filter)

Kiértékelő szoftver adatbázis kezelő funkcióval

Szabadon programozható fűtési program és paraméterezés

Fűtési hőmérséklet tartomány 0-400 °C

Hűtő nitrogén gáz legalább 300 ml/mérés sebességű áramlásának biztosítása

Kiegészítő alkatrészek: fűtő tálcák, szűrő, nitrogén bevezető szerelvények, működéshez szükséges kiegészítők.

TLD fűtő tálcák

Chip geometria(3,2*3,2 mm),

Rúd geometria(1,0*6,0 mm),

Lapka geometria(d=4,5 mm),

vegyes geometria, portálca (d=8 mm)

Cserélhető szűrő a készülékhez 4 db

500 db TL pasztilla, amely alkalmas **szórt röntgen, gamma és foton (30 keV - 1,3 MeV) sugárzás mérésére, MCP-N (LiF, Mg,Cu, P) 10 mikorSv – 10 Sv mérési tartományban**

4 db TLD pasztillatartó tok, kézdozimetriára alkalmas gyűrű tok és szemdozimetriára alkalmas szemüveg vagy szemüvegre rögzíthető tartó-gyűjtő tok

500 db TLD gyűrű tok (állítható méret)

Nyitó szerkezet a kéz TLD-hez

100 db szem doziméter

Nyitó szerkezet a szem doziméterhez és TLD-hez

Kisméretű (50*50*50 cm) TLD pasztilla kifűtő kemence 500 °C-ig programozható fűtési profillal (10K/s)

Kalibráló sugárforrás: zárt, megadott dózis mennyiséget leadó asztali kalibráló egység, állítható dózis értékekkel, legkisebb kalibrációs pont 10 mGy, típus engedélyezett MKEH hitelesítéshez

ELFT Sugárvédelmi Szakcsoport Továbbképző Tanfolyam 2018 HAJDUSZOBOSZLÓ Résztest dozimetriai ellenőrző rendszer bevezetése a gyakorlatba tapasztalatok és eredmények , Taba Gabriella1, Dr. Györke Tamás1, Apáti Jánosné1, Botos Renáta2, Szűcs László2, Csizmadia László3, Kiss Mihály3,1. Semmelweis Egyetem, 2. Budapest Főváros Kormányhivatala Metrológiai és Műszaki Felügyeleti Főosztály, 3. MVM Paksi Atomerőmű Zrt. VIG BIG SKVFO DO Személyi Dozimetriai Laboratórium

TLD anyag (MCP-N) gyártó paraméterezése

Form	solid disc 4.5 mm diameter, of selected thickness
Effective atomic number Z	8.2
Density [g.cm-3]	2.5
TL emission spectrum [nm]	385
Relative sensitivity to TLD-100	40
Main peak temperature [°C]	210
Zero dose reading [nGy]	100
Detection threshold [nGy]	50
Linearity range [Gy]	$10^{-7} \div 10$
Repeatability	< 2%
Photon energy dependence 30 keV - 1.3 MeV	< 20 %
Batch homogeneity [1 SD]	< 5 %
Thermal fading [% at room temperature]	< 5% / yr
Fluorescent light effect on fading and zero reading	negligible at laboratory light intensity
Reusability	unlimited
Dose rate influence	independent

ELFT Sugárvédelmi Szakcsoport Továbbképző Tanfolyam 2018 HAJDUSZOBOSZLÓ Résztest dozimetriai ellenőrző rendszer bevezetése a gyakorlatba tapasztalatok és eredmények , Taba Gabriella¹, Dr. Györke Tamás¹, Apáti Jánosné¹, Botos Renáta², Szűcs László², Csizmadia László³, Kiss Mihály^{3,1}. Semmelweis Egyetem, 2. Budapest Főváros Kormányhivatala Metrológiai és Műszaki Felügyeleti Főosztály, 3. MVM Paksi Atomerőmű Zrt. VIG BIG SKVFO DO Személyi Dozimetriai Laboratórium

Beszállító paraméterezése

- MCP-N (LiF,Mg,Cu,P)
- 4,5mm átmérőjű
0,9mm vastag kör
alakú pasztilla
- **10 μ Sv-10Sv**
- Foton energia függés
30keV-1,3mEv

EYE-D™ – the best solution for eye lens dosimetry



There is evidence that eye lens doses are high in interventional radiology and cases of cataracts have been reported in recent years. Individual dosimeters carried on the trunk are unable to correctly measure the eye lens doses. EYE-D™ allows for precise measurements of radiation doses to eye lens, also in case when protective glasses are used.

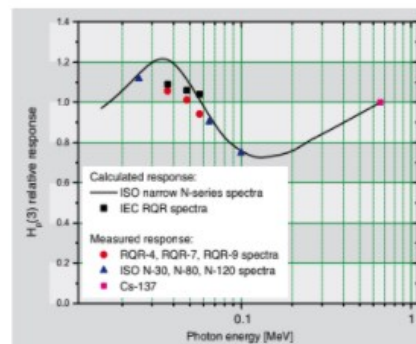
In EYE-D™ the proven and reliable high-sensitive thermoluminescence detectors MCP-N (LiF:Mg,Cu,P) are applied, which assure the good energy – response and broad dose range between at least 10 μ Sv and 10 Sv.

Calibration and testing of dosimeters were performed on cylindrical water phantom 20 cm diameter, 20 cm height with 0.5 cm PMMA walls.

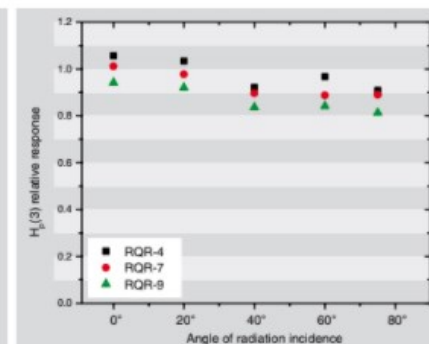
The EYE-D™ dosimeter was developed, optimized and tested within the ORAMED (Optimization of RAdiation protection for MEDical staff) project funded by EU-EURATOM within the 7th Framework Programme <http://oramed-lp7.eu/>

Main features of EYE-D™ dosimeters

TLD detector	MCP-N (LiF:Mg,Cu,P)
Size of TL detector	4.5 mm diameter or 3.2 mm x 3.2 mm, 0.9 mm thick
Dose range	10 μ Sv – 10 Sv
Photon energy dependence 30 keV - 1.3 MeV	< 20%
Light effect on signal and zero reading	negligible
Waterproof	yes
Sterilization	chemical (gas or liquid)



Energy response of EYE-D™ for photon radiation



Angular response of EYE-D™ for broad RQR X-rays spectra

Alkalmazási problémák



IEC 62387

Edition 1.0 2012-12

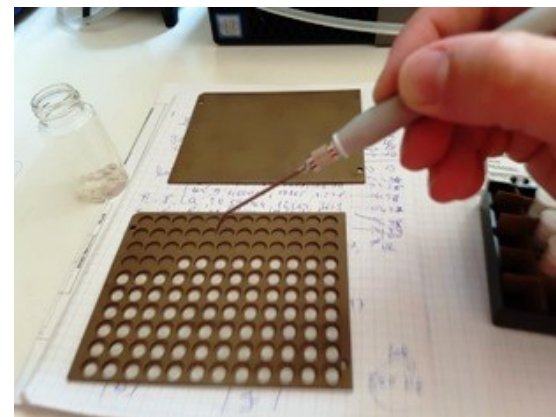
- A használati útmutatók nem tartalmazzák a használati beállításokat pl:kifűtési javaslatok, TLD anyag előkészítési útmutató, szűrő használat
- A rendszer nem típus engedélyezett
- Szűrők használatra nincs dokumentáció
- Betanítási alkalmak kevésnek bizonyultak az használat megtanulásához
- E-mailos és távoli gép elérési support elérhető
- Használható szabványok nem álltak rendelkezésre, ezek utólag kerültek beszerzésre.

INTERNATIONAL
STANDARD
NORME
INTERNATIONALE



Radiation protection instrumentation – Passive integrating dosimetry systems for personal and environmental monitoring of photon and beta radiation

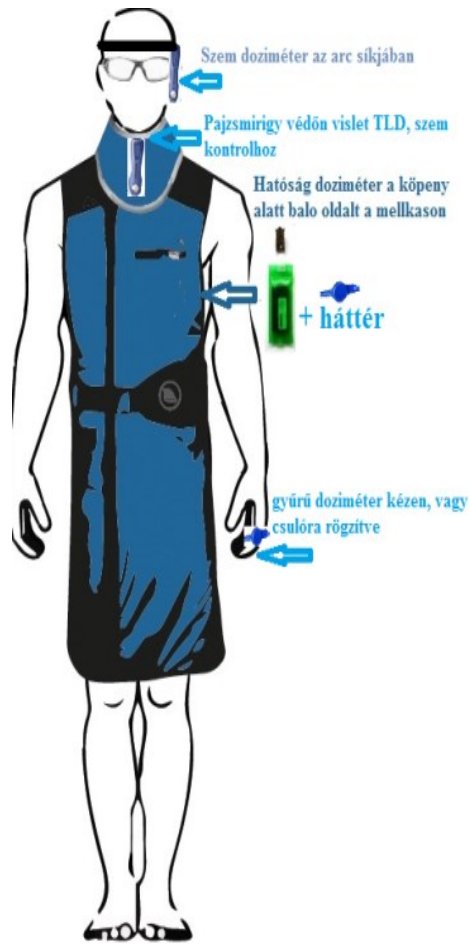
Instrumentation pour la radioprotection – Systèmes dosimétriques intégrés passifs pour la surveillance de l'individu et de l'environnement des rayonnements photoniques et bêta



Gyakorlati alkalmazás

- Akkor tudtuk elkezdni valós értékeket mérni, amikor a berendezés az MKEH laboratóriumába került
- A típus engedélyezés közben derültek ki az alkalmazáshoz szükséges fontos információk: pl: TLD anyag kezelését és hőkezelést érintően, szűrők alkalmazása, kalibrációs beállítások stb.
- A típus vizsgálat jelentős TLD anyag amortizációval járt.
- Sokkal nagyobb figyelmet kell fordítani a doziméter viselésre és használatra. (gyakorlati bevezetés)
- Számolni kell a nem rendeltetés szerű használattal.(egyéni kísérletezési igények)

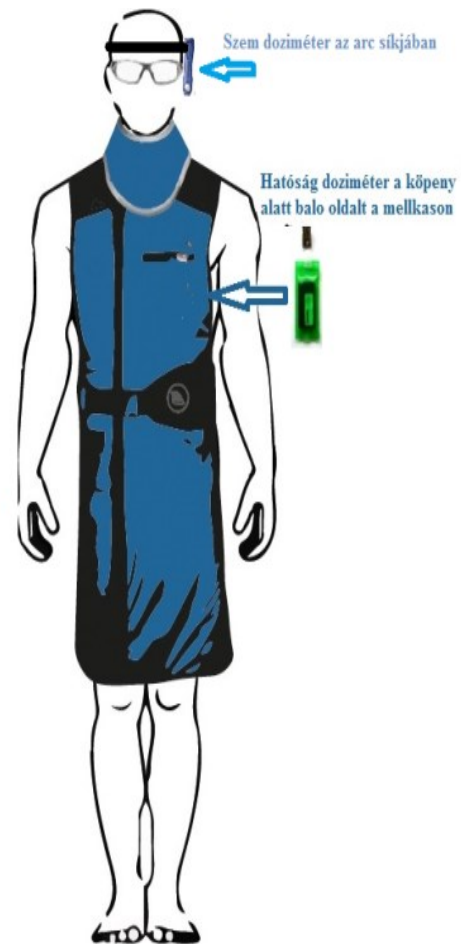
Használati útmutató



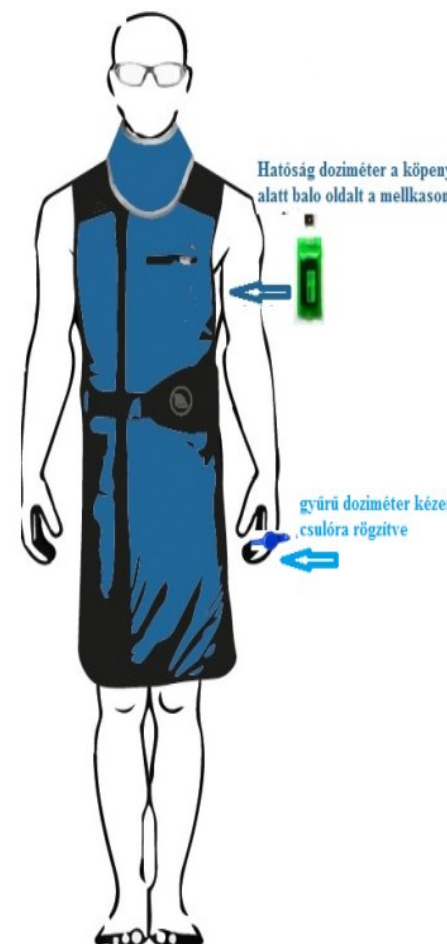
4.es szett



2.-es szett



Csak szem



Csak kéz


Tájékoztató a TLD használathoz:

- Minden TLD-t kivéve háttér az ólomvédelem felett kell viselni.
- Fontos a viselési geometria.(Isd. Ábra)
- Ha felcserélődik viselés közben a megjegyzésbe be kell jelölni a cserét.
- A TLD-eket mindig egyszerre kell kiosztani és összeszedni.
- A 4.-es szett háttér gyűrűt a hatósági doziméter mellé kell csatolni.
- A kéz ellenőrzésre szolgáló TLD-t újra, vagy a csuklóra kell rögzíteni.
- Megjegyzésbe beírható a végzett beavatkozás típusa és az összes sugáridő vagy munkaidő.(pl, sugármenet idő, DLP,aktivitás stb)
- Minden munkavállaló felelős a TLD viselésért!

Vissza csatolások

- Angiográfia PI: jobb kéz, Haemodinamikai labor, 1 hónap, feljegyezte a szem és a kéz doziméter cseréjét,
- Nukleáris Medicina PI: összesen beadott aktivitás, tételesen lebontott vizsgálatok száma és aktivitások, alkalmazott fecskendő védő, fektetett betegek száma és beadott aktivitás, izotóp típusok , összesen ledolgozott napok dátum szerint stb.
- Volt részleg ahol nem viselték
- Volt részleg ahol rátették a CT-re

Mérési eredmények

Vizsgált terület	Mérési körülmények	Mért értékek
<p>Intervenciós szív sebészet</p> 	<p>Haemodinamikai és Pace maker beavatkozások (viselési időszak kb. 1 hónap), köpeny (0,5Pbmm), szemüveg(0,5-1,75Pbmm), pm védő 0,5Pbmm), 0,5Pbmm paravánok, átlagos sugáridők 20min-60min, folyamatos mozgás a műtőben, C-íves sebészeti képerősítő, angiográfia,</p>	<p>A: Hp(3)=3,04μSv, Hp(0,07)=0,63μSv, Hp(10) < Ht O:Hp(10) =0,744μSv Hp(3)=1,63μSv, Hp(0,07)=1,66μSv, O:Hp(3)=861 μSv Hp(0,07)=1723 μSv A:Hp(3)=636 μSv Hp(0,07)=3040 μSv</p>
Kutatási terület	Lu-177 kis állat képalkotó diagnosztikai kutatás (viselési alkalom 1 nap)	Hp(0,07)=288μSv
Urológiai sebészeti beavatkozások	C-íves sebészeti képerősítő alkalmazása fix pozícióban,(0,75Pbmm Szemüveg, komplett shield), viselési időszak 226 nap	Hp(3)=105μSv Hp(0,07)< Ht
SBO munka terület ellenőrzése	CT diagnosztikai egység mellett dolgozó nem sugaras munkavállalók	Hp(3) < Ht Hp(0,07) < Ht
Anszet. Intenzív terápiás munkavállalók munka területe	Mobil rtg. Használat mellet dolgozó munkavállalók, berendezést nem kezelik.	Hp(3) < Ht Hp(0,07) < Ht

Vizsgált terület	Mérési körülmények	Mért értékek
Nukleáris Medicina Tc-99m diagnosztika , A asszisztens ismétléses vizsgálata	27 GBq: Csontszcintigráfiás vizsgálat: alkalmazott radiofarmakon: Tc-99m-jelzett foszfonát vegyület (Lásd itt:HDP) viselési időszak 1 hét, a beadás fecskendővédővel történt.	Hp(3)=215μSv Hp(0,07)=999μSv Hp(10) < Ht
	27,2 GBq kézi beadás 9 munkanap, Tc-99m-jelzett foszfonát vegyületekkel (Lásd itt:HDP) Csontszcintigráfiás vizsgálatok, a beadás fecskendővédővel történt.	Hp(3)=187μSv Hp(0,07)=1743μSv

Vizsgált terület	Mérési körülmények	Mért értékek
Nukleáris Medicina PET- CT diagnosztika	8,3 GBq (F-18) (automata beadás onkológiai betegeknek, (1 cm W védelem kézi beadás esetén))	H_p (3)=149μSv H_p (0,07)=347μSv H_p (10) < H_t
	17GBq (F-18) 4 nap, 80 beteg (automata beadás onkológiai betegeknek, (1 cm W védelem kézi beadás esetén))	H_p (3)=201μSv H_p (0,07)=620μSv H_p (10) < H_t

Vizsgált terület	Mérési körülmények	Mért értékek
<p>Nukleáris Medicina Tc-99m + jód diagnosztika, B asszisztens</p>	<p>3db.Dinamikus vese szcintigráfia ,alkalmazott radiofarmakon:Tc-99m-EC (etilén-ciszteinát) 15 db Pajzsmirigy szcintigráfia (alkalmazott radiofarmakon:Tc-99m), 3db Mellékpajzsmirigy szcintigráfia ,alkalmazott radiofarmakon: Tc-99m -sestamibi , 4 db Csontszcintigráfia,alkalmazott radiofarmakon:Tc-99m-jelzett foszfonát vegyület (Lásd itt:HDP) 2 db Tüdőszcintigráfia, alkalmazott radiofarmakon:Tc-99m-el megjelölt makroaggregát humán szérumalbumin (Tc-99m-MAA) 3 db. Szomatosztatinreceptor-szcintigráfia: alkalmazott radiofarmakon: Tektrotyd Minden esetben betegpozicionálást is végeztünk és a beadás fecskendővédővel történt.</p>	<p>Hp (3)=127μSv Hp (0,07)=2495μSv</p>

Vizsgált terület	Mérési körülmények	Mért eredmények
<p>Nukleáris Medicina Tc-99m + jód diagnosztika , C asszisztens</p>	<p>Meleglaboratóriumi dozirozás: 73,9GBq : 5db Tc-99m (200MBqx5), 5 dbTc-99m-jelzett foszfonátvegyület (Lásd itt:HDP (5x700MBq), Tc-99m-EC (etilén-ciszteínát(3x100MBq), Brida 50MBq, MECKEL –Diverticulum (Tc-99m-pertechnetát) 2 db (2x150MBq) Tc-99m (2x80MBq), Mellékpajzsmirigyszcintigráfia Tc-99m Sestamibi (3x600MBq),</p>	<p>Hp(3)=237μSv Hp(0,07)=8450μSv</p>



Vizsgált terület	Mérési körülmények	Mért eredmények
<p>Nukleáris Medicina Tc-99m + jódt diagnosztika , A asszisztens</p>	<p>37GBq: Tc-99m, DMSA (statikus vesevizsgálat.alkalmazott radiofarmakon:Tc-99m-el jelölt dimerkaptoszukcinil-amid): (3x200MBq), Mellékpajzsmirigyszcintigráfia, alkalmazott radiofarmakon: Tc-99m - sestamibi , (3x400MBq), Csontszcintigráfia,alkalmazott radiofarmakon:Tc-99m-jelzett foszfonátvegyület (Lásd itt:HDP) (10x800MBq) EKG-kapuzással kiegészített szivizomperfúziós vizsgálat: alkalmazott radiofarmakon: Tc-99m-el jelzett Myoview: (4x 700MBq) Mérési feltételek: gyűrű jobb kéz II.-ik ujj, a beadás fecskendővédővel történt.</p>	<p>Hp(3)=241μSv Hp(0,07)=1160μSv</p>

PET-CT automata beadó					
Asszisztens	A(GBq)	Hp (0,07)	Hp(3)	Hp (0,07)/A(GBq)	Hp(3)/A(GBq)
A	24	1002	216	41,7	9,0
B	17	642	217	37,7	12,7

Nukleáris Medicina vegyes munka folyamatok						
Asszisztens	Hp (0,07)/A(GBq) átlag	Hp(0,07)/A(GBq) szórás	hiba	Hp(3)/A(GBq) átlag	Hp(3)/A(GBq) szórás	hiba
A beadás	47,5	21,81	46%	8,8	3,1	35%
B osztás	134,2	30,6	23%	8,2	9,1	112%

Elért eredmények

- Hiteles részt test dozimetriai mérések bevezetése a gyakorlatban, a kritikus területeken
- Egyes orvosi területekről szerzett mérési adatok összegzése és az alkalmazott technológia átvizsgálta (pl. kiegészítő árnyékolás elrendelés vagy munka idő csökkentés)
- Nem sugaras munkakörben dolgozó munkavállalók dozimetriai ellenőrzése
- Mérési adatok felhasználása a gyakorlati oktatásban
- **Szükséges a személyre szabott monitoring Nukleáris Medicina területen, mert azonos védelmi feltételek mellett egy személynek a beadott aktivitás egységre jutó dózis járuléka 23-112% belül ingadozik**



ELFT Sugárvédelmi Szakcsoport Továbbképző Tanfolyam 2018 HAJDUSZOBOSZLÓ Részttest dozimetriai ellenőrző rendszer bevezetése a gyakorlatba tapasztalatok és eredmények , Taba Gabriella¹, Dr. Györke Tamás¹, Apáti Jánosné¹, Botos Renáta², Szűcs László², Csizmadia László³, Kiss Mihály³, 1. Semmelweis Egyetem, 2. Budapest Főváros Kormányhivatala Metrológiai és Műszaki Felügyeleti Főosztály, 3. MVM Paksi Atomerőmű Zrt. VIG BIG SKVFO DO Személyi Dozimetriai Laboratórium

Köszönet nyilvánítás

Budapest Főváros Kormányhivatala Metrológiai és
Műszaki Felügyeleti Főosztálynak

MVM Paksi Atomerőmű Zrt. VIG BIG SKVFO DO
Személyi Dozimetriai Laboratórium

Semmelweis Egyetem munkatársainak

Spektrum Kft.-nek

Dr. Osvay Margitnak

Dr. Bujtás Tibornak

Horvát Évának

Canberra Packard