

DOZA NA OSEBJE V OPERACIJSKI DVORANI

DOSE TO MEDICAL PERSONNEL IN THE OPERATING ROOM

Patricija Jakšič¹, Boštjan Gajšek², Nejc Mekis³

¹Oddelek za radiologijo, Splošna bolnišnica Celje, Oblakova ulica 5, 3000 Celje

²Klinični inštitut za radiologijo, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Zaloška 7, 1000 Ljubljana

³Oddelek za radiološko tehnologijo, Zdravstvena fakulteta, Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana

Korespondenca / Correspondence: Patricija Jakšič, dipl. inž. rad. tehnol., Oddelek za radiologijo, Splošna bolnišnica Celje, Oblakova ulica 5, 3000 Celje; Tel: 040/544-228; E-mail: patricija.jaksic@gmail.com

Prejeto/Received: 12. mar. 2013

Sprejeto/Accepted: 17. apr. 2013

POVZETEK

Uvod: Rentgensko sevanje je škodljivo, vendar ključnega pomena za naše življenje, saj je pomemben dejavnik pri diagnostičnih in nekaterih terapevtskih posegih, ki rešujejo življenja. Zato se moramo paciente in izpostavljene delavce pravilno ščititi in poznati dejavnike, s katerimi zagotovimo kar se da majhno izpostavljenost in hkrati zadovoljivo kakovost diagnostike.

Namen: Namen raziskave je bil ugotoviti, kolikšna je prejeta doza ionizirajočega sevanja na oči, prsnico in gonade med operacijami ledvene hrbtenice, kjer je položaj rentgenskega aparata posteroanteriorni in stranski, z uporabo osebne varovalne opreme (OVO) in brez nje.

Metode: Uporabili smo deskriptivno metodo in metodo eksperimenta. Meritve doze smo izvedli na diaskopskem rentgenskem aparatu BV Endura proizvajalca Philips (Koninklijke Philips Electronics, Eindhoven). Uporabili smo fantom celega telesa z oznako PBU 60 (Kyotokagaku Co. Ltd., Japan), ki simulira pacienta, visokega 165 cm, z maso 50 kg (Kyotokagaku, 2009). Hitrosti doze smo merili z dozimetrom EGG Berthold LB 123, s sondo LB 1236 2230.

Rezultati in razprava: Doze ionizirajočega sevanja smo merili na mestih, kjer med operacijami stojijo kirurg, radiološki inženir in instrumentarka, in sicer v višini oči, prsnice in gonad. Ugotovili smo, da je za radiološkega inženirja doza na gonade z uporabo OVO za 90% manjša, kot če je nebi uporabljali. Kirurg, ki stoji na strani ojačevalca, prejme 90% manjšo dozo v primerjavi s položajem na strani rentgenske cevi. Kadar je izhodni snop v posteroanteriornem položaju, instrumentarka, ki je zaščitena z OVO, prejme 95% manjšo dozo na prsnico, kot če zaščite ne bi uporabil.

Zaključek: Ob pravilni zaščiti, upoštevanju spremembe jakosti sevanja s kvadratom razdalje in primernih ekspozicijskih pogojev lahko zelo vplivamo na količino prejete doze, ki pa je seveda tudi odvisna od vrste preiskave in pogojev, ki jih ta zahteva.

Ključne besede: ionizirajoče sevanje, osebna varovalna oprema, operacijska soba

ABSTRACT

Introduction: Radiation is harmful but vital to our lives, as it is an important factor in diagnostic and some therapeutic interventions that save lives. Therefore, we need to properly protect patients and exposed staff and understand the factors to ensure minimum exposure with diagnostics of satisfactory quality.

Aim: The aim of this study was to determine the dose of ionizing radiation on the eyes, chest and gonads in X-ray lumbar spine in the PA and lateral projections, with and without the use of personal protective equipment (PPE).

Methods: We used the descriptive method and experiment. Dose measurements were carried out on an X-ray machine ENDURA BV, manufactured by Philips (Koninklijke Philips Electronics, Eindhoven), which provides the option of two focal sizes, 0.6 mm or 1.4 mm. We used the whole body phantom PBU, code 60 (Kyotokagaku Co. Ltd., Japan), which simulates a 165 cm tall patient, weighing 50 kg (Kyotokagaku, 2009). The dose rate was measured by a dosimeter EGG Berthold LB 123, probe LB 1236 2230.

Results and discussion: Measurements were carried out for the position of a surgeon, radiographer and nurse, at the level of eyes, sternum and gonads. We found that the dose received by the radiographer on the gonads was 90% lower with the use of PPE. The results showed that if the surgeon is standing on the side of the amplifier, the received dose is lower by 90%, compared to the surgeon's position on the side of the x-ray tube. When the output beam is in the posteroanterior position, the nurse receives 95% lower dose to the sternum when using PPE.

Conclusion: With proper protection, by taking into account the radiation intensity changes with the square of the distance, and with the appropriate exposure conditions, the amount of dose received can be greatly influenced. Of course, the dose

also depends on the type of examination and on the required conditions.

Keywords: ionizing radiation, personal protective equipment, operating room

UVOD

Ionizirajoče sevanje na delovnem mestu predstavlja nevarnost, ki je s človeškimi čuti ne moremo zaznati (Raza, 2006). Danes so doze za izpostavljene pri rentgenskih posegih, kljub visoko napredni tehnologiji, še vedno precejšnje. Zelo izpostavljeni ionizirajočemu sevanju so radiološki inženirji in ostali, ki sodelujejo pri operacijah, pri katerih je potrebna vmesna poslikava z diaskopskim rentgenskim aparatom. Isador Lieberman, predsednik Centra za zdravje hrbtenic na Floridi (Wagner, 2009) trdi, da ima lahko sevanje dolgoročne posledice, kot so na primer raki različnih vrst, siva mrena in nekatere druge bolezni. Prav to dokazuje, kako pomembna je vloga radiološkega inženirja, saj je usposobljen za varstvo pred ionizirajočimi sevanji in vodi preiskavo v sodelovanju z operaterjem (Chafins, 2008), tako da svetuje, kako se izogniti nepotrebni dozni obremenitvi ob enaki kvaliteti radiološkega posega.

Osnovna načela varstva pred ionizirajočimi sevanji sledijo priporočilom mednarodne organizacije ICRP (Internacional Commission on Radiological Protection - mednarodna komisija za radiološko zaščito). Rajšter (2005) navaja, da je glavni namen priporočil in predpisov preprečiti nepotrebno, neproduktivno in nenadzirano obsevanje ter zagotoviti ustrezen nadzor nad viri sevanja. Vse to pa dosegamo z upoštevanjem osnovnih načel varstva pred sevanji.

Izpostavljenost ljudi ionizirajočemu sevanju temelji na evropskih direktivah (Evropske direktive 96/29 1976 in 97/43 1997). Rezultati raziskav, ki so bile temelj za oblikovanje predpisov, omogočajo minimalna odstopanja z namenom povečanja varnosti. Zato so v različnih evropskih državah predpisi različni. Količina, s katero ocenjujemo izpostavljenost ljudi ionizirajočemu sevanju je učinkovita doza, ki pa ni neposredno merljiva. Namesto tega, pri različnih vrstah radioloških posegov merimo druge količine, ki jih potem lahko uporabimo za izračun učinkovite doze, navaja Zdešar (2002).

Radiološka zaščita ima tri osnovna načela (ARAO, 2012):

- upravičenost pomeni, naj ionizirajočega sevanja ne uporabljamo oziroma se mu izogibamo, če od njega ne pričakujemo neke koristi,
- optimizacija (strokovnjaki uporabljajo kratico ALARA) pomeni, naj bodo vse prejete doze čim nižje, ne glede na zakonske omejitve,
- omejitve doz – najvišje doze, ki jih sme prejeti posameznik, so zakonsko določene in jih ne smemo presežati, ne glede na stroške.

Diaskopija je metoda, ki danes na nekaterih področjih rentgenski diagnostiki prinaša zelo veliko korist, tudi v povezavi z dozo. Omogoča takojšnje spremljanje dinamike procesov v pacientovem telesu, torej brez zakasnitev, kar je posebej pomembno pri vodenih postopkih interventne

radiologije. Prednost diaskopije je tudi ta, da je možna izbira manjših vhodnih slik (field of view – FOV) in nato različnih povečav. Koristni snop rentgenske svetlobe je zaslonjen skladno z zmanjšanjem aktivne površine vstopnega okna oziroma velikostjo vhodne slike, s tem se prepreči nepotrebna izpostavljenost pacienta, torej zmanjša absorbirano dozo, kar je ena od glavnih prednosti te tehnične rešitve diaskopije (IAEA, 2012).

Doza

Doza je merilo za količino energije ionizirajočih sevanj, ki bi jo ali jo je prejelo posamezno tkivo, organ ali telo človeka. Doze so ekvivalentne in učinkovite. Ekvivalentna doza izraža različne učinke, ki jih ima posamezna vrsta ionizirajočih sevanj na posamezno tkivo ali organ, učinkovita doza pa stopnjo škode za zdravje, ki nastane zaradi izpostavljenosti ionizirajočim sevanjem, in se jo izračuna kot vsoto vseh, glede na posamezno tkivo ali organ uteženih ekvivalentnih doz (Pravilnik o pogojih za uporabo virov ionizirajočih sevanj v zdravstvu, Ur.l. RS 111/2003).

Absorbirana doza je temeljna dozimetrična enota, ki predstavlja količino energije, ki jo je materija prejela od ionizirajočega sevanja. Enota za absorbirano dozo je J/kg ali Gy (gray) (Lipovec, 2005).

Gajšek in Pekarovič (2010) sta raziskovala, kakšna je razlika v dozni obremenitvi operacijskega tima, če ta uporablja osebno varovalno opremo (OVO) in brez nje. Simulirala sta situacijo pri operativnih operativnih posegih v predelu medenice in kolkov. Meritve so bile izvedene pri posteroanteriornem (PA) in lateralnem (LAT) položaju rentgenskega aparata. Uporabila sta anodno napetost 110 kV, anodni tok 3,0 mA in čas ekspozicije 30 s, za meritve hitrosti doz dozimeter EGG Berthold LB123 s sondo LB 1236 2230 ter fantom medenice in ledvene hrbtenice z oznako RS-113T, ki simulira pacienta, visokega 175 cm, z maso 74 kg (Radiology support devices, 2012). Opravila sta meritve za vse osebe, ki se med posegom nahaja v operacijski sobi. Merila sta doze v višini oči, prsnice in gonad. Pri vseh je bila prejeta doza pri uporabi OVO za 90% nižja. Ugotovila sta, da je kirurg, ki je med posegom najbolj izpostavljen, manj dozno obremenjen, če med ekspozicijami stoji na tisti strani, kjer je ojačevalcec slike, in sicer v višini oči za 70%, v višini prsnice za 82,5%, v višini gonad pa za 92% manj, kot če bi stal na strani, kjer je rentgenska cev. Izmerila sta tudi vrednost vstopne kožne doze (VKD) na fantomu na razdalji 75 cm od vira sevanja ter hitrost doze zunaj operacijske sobe. VKD bolnika je bila za 133 krat višja od izstopne doze.

NAMEN

Namen raziskave je bil izmeriti hitrost doze ionizirajočega sevanja, ki jo prejme osebe med posegom v operacijski dvorani, glede na smer izhodnega snopa ob uporabi ustrezne zaščitne opreme in brez nje.

METODE

Uporabili smo deskriptivno metodo, eksperiment in primerjalno študijo.

Meritve smo izvedli v operacijski sobi v Centralnem urgentnem bloku Univerzitetnega Kliničnega centra v Ljubljani, julija 2012, na diaskopskem rentgenskem aparatu BV Endura proizvajalca Philips (Koninklijke Philips Electronics, Eindhoven), ki ima možnost izbire dveh gorišč velikosti 0,6 mm in 1,4 mm. Razpon anodne napetosti je od 40 do 110 kV in anodne ga toka od 0,1 do 3 mA. Uporabili smo fantom celega telesa z oznako PBU 60 (Kyotokagaku Co. Ltd., Japan), ki simulira pacienta, visokega 165 cm in z maso 50 kg (Kyotokagaku, 2009). Za merjenje hitrosti doze smo uporabili dozimeter EGG Berthold LB 123 s sondo LB 1236 2230.



Slika 1: Dozimeter EGG Berthold LB 123 s sondo LB 1236 2230 (Gajšek, 2011)

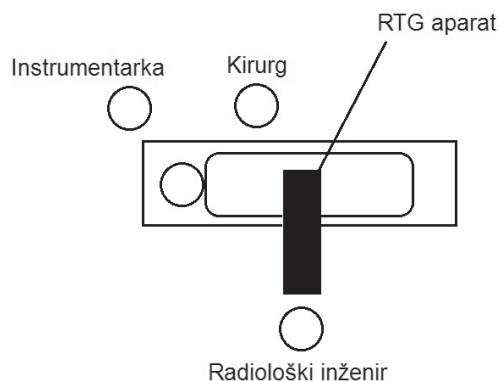
Izvedli smo meritve hitrosti doze, ki bi jih operacijski tim prejel pri operaciji ledvene hrbtenice pri PA in LAT položaju izhodnega snopa. Centralni žarek je pri PA projekciji potekal skozi točko, ki leži 1 cm nad popkom, skozi tretje ledveno vretenca, pravokotno na slikovni sprejemnik (ojačevalec), pri stranski pa skozi točko, ki leži v višini tretjega ledvenega vretenca, 6-8 cm anteriorno od posteriorne kožne meje hrbta, prav tako pravokotno na slikovni sprejemnik (Lipovec, 2005).

Za vsa merjenja smo uporabili enake ekspozicijske pogoje, in sicer 70 kV, 6 mA in čas ekspozicije 30 s. Zaslone nismo uporabili. Sicer tako dolgega časa pri posegih ne uporabljamo, vendar smo se zanj odločili zaradi bolj nazornih rezultatov (višje vrednosti – psihološki moment pretiravanja) (Gajšek in Pekarovič, 2010). Meritve smo izvedli v višini oči, prsnice in gonad.

Kot osebno varovalno opremo smo uporabili: zaščitni plašč z ekvivalentno debelino svinca 0,5 mm, zaščitna očala z ekvivalentno debelino svinca 0,25 mm in zaščito za ščitnico z ekvivalentno debelino svinca 0,25 mm.

Meritve smo najprej opravili na mestu, kjer med operacijo stoji radiološki inženir, torej na razdalji 150 cm od primarnega snopa, z uporabo OVO in brez nje, v PA in LAT položaju rentgenske cevi. Radiološki inženir se pri LAT položaju aparata nahaja na strani ojačevalca-detektorja. Merili smo v višini oči, prsnice in gonad.

Na enak način smo naredili meritve še za instrumentarko, ki je od primarnega snopa oddaljena 70 cm in za kirurga, ki stoji na razdalji 30 cm od njega. Pri LAT položaju aparata je instrumentarka na strani rentgenske cevi. Za kirurga smo dozo izmerili v obeh položajih, na strani rentgenske cevi in na strani ojačevalca-detektorja. Na sliki 2 je shematsko prikazan položaj osebja v operacijski dvorani.

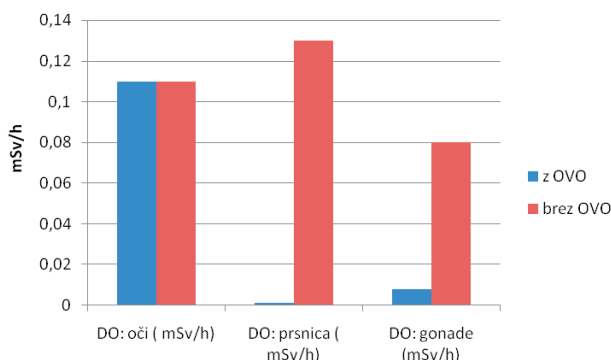


Slika 2: Postavitev osebja in pacienta v operacijski dvorani

REZULTATI IN RAZPRAVA

Tabela 1: Doze, izmerjene na položaju radiološkega inženirja, 150 cm od primarnega snopa

dozna obremenitev položaj aparata	brez OVO		z OVO	
	PA	LAT	PA	LAT
oči (mSv/h)	0,11	0,13	0,11	0,13
prsnica (mSv/h)	0,13	0,05	0,0013	0,002
gonade (mSv/h)	0,08	0,05	0,008	0,002



Slika 3: Razmerja med prejetimi dozami na položaju radiološkega inženirja, z in brez OVO

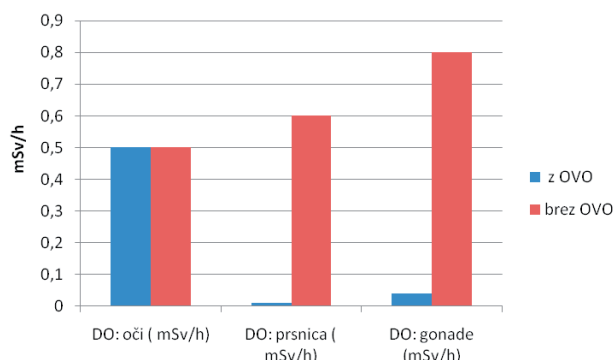
V tabeli 1 so doze za inženirja radiologije. Z OVO je dozna obremenitev pri PA položaju cevi na razdalji 150 cm, za prsnico in gonade za 90% manjša, kot brez zaščitne opreme. Ko je vir sevanja v LAT položaju, se dozna obremenitev z OVO zmanjša za 99%. Doza na oči je enaka, ne glede na to ali smo uporabili zaščitna očala ali ne, ker meritve zaradi neprimerne velikost

dozimetra niso bile natančne. Rezultati so prikazani tudi v obliki grafa na sliki 3.

Tudi Gajšek in Pekarovič (2010) sta izmerila za 90% nižje doze z OVO, saj je bil pri njunih meritvah objekt na istem položaju kot pri naših. Doza na oči je bila pri njunih meritvah pri LAT 10-krat večja, kot pri PA položaju cevi, mi pa smo izmerili, da se doza pri LAT položaju zviša samo za 0,02 mSv/h (18%). Razlog za različne rezultate je verjetno drugačna postavitve in velikost dozimetra pri enih in drugih meritvah, saj je bil le-ta večji od zaščitnih očal.

Tabela 2 : Doze, izmerjene na položaju instrumentarke, 70 cm od primarnega snopa

dozna obremenitev položaj aparata	brez OVO		z OVO	
	PA	LAT	PA	LAT
oči (mSv/h)	0,5	0,43	0,5	0,43
prsnica (mSv/h)	0,6	0,5	0,01	0,02
gonade (mSv/h)	0,8	0,4	0,04	0,08



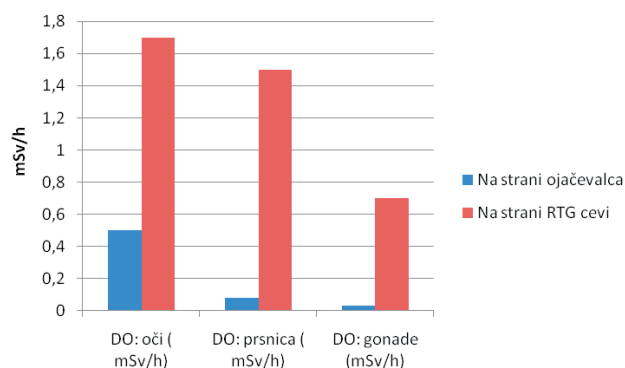
Slika 4: Razmerja med prejetimi dozami na položaju instrumentarke, z in brez OVO

V tabeli 2 so prikazani rezultati dozne obremenitve instrumentarke, v PA in LAT položaju aparata. Na razdalji 70 cm od primarnega snopa je doza na gonade, ki so bile pokrite z OVO, pri PA položaju za 95%, na prsnico pa za 98% nižja kot brez OVO. Pri LAT položaju rentgenske cevi je pri enaki razdalji doza na prsnico z OVO nižja za 96%, na gonade pa za 80%. Rezultati so prikazani tudi v obliki grafa na sliki 4.

Gajšek in Pekarovič (2010) sta pri PA položaju rentgenske cevi na za instrumentarko izmerila 90% nižjo dozo na gonade, prsnico in oči, če sta uporabljala OVO. Kljub temu, da je bila instrumentarka pri naših meritvah oddaljena od primarnega snopa 70 cm, pri njunih pa 150 cm, naše meritve kažejo večje zmanjšanje doze, in sicer 95% na gonade in 98% na prsnico. Razlog za te razlike je verjetno v nižji ekspozijskih pogojih, v primerjavi z raziskavo Gajšek in Pekarovič (2010) in v drugi vrsti fantoma. Poudarimo naj še, da je kvaliteta slike kljub nižjim ekspozijskim pogojem ostala diagnostično sprejemljiva.

Tabela 3 : Doze, izmerjene na položaju kirurga, 30 cm od primarnega snopa

dozna obremenitev položaj aparata	brez OVO			z OVO		
	PA	LAT, ob ojačevalcu	LAT, ob rtg cevi	PA	LAT, ob ojačevalcu	LAT, ob rtg cevi
oči (mSv/h)	0,22	0,5	1,7	0,22	0,5	1,7
prsnica (mSv/h)	1,65	0,8	4,5	0,3	0,08	1,5
gonade (mSv/h)	2,5	0,4	3,1	0,2	0,03	0,7



Slika 5: Razmerja med prejetimi dozami na položaju kirurga, merjenimi na strani slikovnega ojačevalca in na strani rentgenske cevi

V tabeli 3 so rezultati za kirurga. Pri PA položaju aparata je doza z OVO na razdalji 30 cm od primarnega snopa v višini prsnice skoraj 98%, v višini gonad pa 92% manjša, kot pri meritvah brez OVO. Ko je rentgenska cev v LAT položaju in kirurg stoji na strani rentgenske cevi, je na enaki razdalji, z uporabo OVO prejeta doza za 67% manjša v višini prsnice in za 77,5% v višini gonad. Če pri istem položaju cevi stoji na strani ojačevalca, je doza na obeh višinah manjša za 90%. Rezultati so prikazani tudi v obliki grafa na sliki 5.

Velike razlike med našimi meritvami in tistimi, ki sta jih opravila Gajšek in Pekarovič (2010), je opaziti na mestu kirurga. Njune kažejo, da je doza na gonade, če kirurg stoji na strani rentgenske cevi, ne da bi bil zaščiten z OVO, 6,1 mSv/h, mi pa smo izmerili 3,1 mSv/h, kar je za 50% manj. Razlog za to razliko je razdalja, na kateri so bile izvedene meritve, naše 30 cm, njune pa le 20 cm od primarnega snopa.

Gajšek in Pekarovič (2010) sta ugotovila tudi, da se doza z uporabo OVO v povprečju zniža za 90%. Enako smo ugotovili tudi mi, saj so doze z OVO znatno nižje, kot brez nje. Na dozno obremenitev oseba vplivata tudi vrsta posega (število projekcij in čas diaskopije) in razdalja, saj doza pada z njenim kvadratom.

Gebhard et al. (2003) so ugotovili, da je čas eden od glavnih dejavnikov, s katerimi lahko med operacijami zmanjšamo količino ionizirajočega sevanja. Navajajo tudi, kako pomembna je natančna postavitve rentgenskega aparata, torej položaja rentgenske cevi in slikovnega ojačevalca med posegom, saj

dobijo manjšo dozo pacient, predvsem pa izpostavljeni delavci v operacijski dvorani, ki so sevanju, v nasprotju z bolnikom, izpostavljeni vsak dan.

ZAKLJUČEK

Hitrost doze ionizirajočega sevanja se je z uporabo OVO na mestu, kjer stoji radiološki inženir med operacijami, zmanjšala za 95%, na mestu instrumentarke za 90% in na mestu kirurga za približno 95 %.

Pomemben dejavnik pri rentgenskih preiskavah ima OVO. Na podlagi rezultatov smo mnenja, da je potrebno ščititi vsak del telesa. Še posebej so sevanju izpostavljeni izpostavljeni delavci, ki sodelujejo pri interventnih posegih, kjer je poleg diaskopije potrebno tudi vmesno poslikavanje.

Z vidika doze za radiološkega inženirja v primerjavi z dozo, ki jo prejmejo drugi izpostavljeni delavci v operacijski dvorani je treba upoštevati tudi dejstvo, da radiološki inženir, dela tudi na drugih diagnostikah in zaradi tega dobi večjo skupno dozo, kot ostali, ter da delo radiološkega inženirja nikoli ni brez ionizirajočega sevanja, vsi ostali pa lahko operirajo, asistirajo in anestezirajo tudi v tistem času, ko operativni poseg ne zahteva uporabe rentgenskega aparata (Gajšek in Pekarovič, 2010).

Meritve dokazujejo, da med operacijami s pravilno zaščito, upoštevanjem kvadrata razdalje in primernimi ekspozijskimi pogoji lahko zelo zmanjšamo prejeta dozo.

LITERATURA

ARAO – Agencija za radioaktivne odpadke (2012). <http://www.arao.si/vprasanja-in-odgovori/o-varstvu-pred-sevanjem>. <22. 7. 2012>

Gajšek B, Pekarovič D (2010). Dozna obremenitev za bolnika in operacijski tim med radiološkim posegom v operacijski sobi. Bilten 27 (suppl 1): 12.

Gebhard F, Kraus M, Schneider E, Arand M, Kinzl L, Hebecker A, Bätz L (2003). Radiation dosage in orthopedics – a comparison of computer-assisted procedures. Unfallchirurg 106 (6): 492-7.

IAEA (2012). https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/InformationFor/HealthProfessionals/4_InterventionalRadiology/index.htm. <22. 7. 2012>

Lipovec V (2005). Rentgenske slikovne metode in protokoli. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo.

Pravilnik o pogojih za uporabo virov ionizirajočih sevanj v zdravstvu (2003). Ur List RS 13 (111): 15314 –19.

Rajšter F (2005). Spremembe v sistemu varstva pacientov pred sevanjem, zaradi upoštevanja smernic EU. Diplomsko delo. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo.

Raza SM (2006). Radiation exposure in the cath lab – safety and precautions. www.priory.com/med/radiation.htm. <22. 7. 2012>

Wagner S (2009). Alternative Guidance Systems Minimize X-Ray Exposure. Radiology Today, 10 (19): 32.