

# IZLAGANJE IONIZIRAJUĆEM ZRAČENJU U MEDICINSKE SVRHE: EFEKTI NA POPULACIJU, PRAĆENJE, UPRAVLJANJE I IZVJEŠTAVANJE O DOZI RADIJACIJE

Miro Miljko, Dorijan Radančević, Vedran Markotić  
Fakultet zdravstvenih studija, Bijeli Brijeg bb, 88 000 Mostar  
Klinika za radiologiju Sveučilišne kliničke bolnice Mostar

*Rad je primljen: 26.9.2015.*

*Rad je revidiran: 12.10.2015.*

*Rad je prihvaćen: 27.10.2015.*

## SAŽETAK

Upotreba ionizujućeg zračenja u dijagnostičke i terapijske svrhe bilježi konstantan porast u svijetu. Da bi dijagnostičke i terapijske procedure koje koriste jonizujuće zračenje bile odobrene za upotrebu, trebaju pokazati dovoljnu korisnost odnosa ukupnog potencijala dijagnostičke ili terapijske procedure, uključujući i direktnu zdravstvenu korist za individuu kao i korist za društvo u cjelini, i potencijalne štete koju može izazvati na zdravlje pojedinca.

Neke metode su pokazale pozitivniji utjecaj na krajnji ishod dijagnostičko-terapijske obrade pacijenta od drugih. Prema podacima iz 2009, oko 75 % izlaganja medicinskom zračenju potiče od kompjuterske tomografije i procedura u nuklearnoj medicini.

U studiji „Projected Cancer Risks From Computed Tomographic Scans Performed in the United States in 2007“ procijenjeno je da će se u Sjedinjenim Državama pojaviti 29 000 novih malignih oboljenja kao posljedica 70 milijuna CT pretraga u 2007. (Porast rizika u odnosu na opštu populaciju za oko 0,041 %). Slične studije u Bosni i Hercegovini su pokazale projekciju povećanog rizika od oko 0,05 %, uzimajući u obzir doze kojima su izloženi pacijenti.

Zaključno možemo reći da smanjenjem prosječne efektivne doze i posljedičnim smanjenjem rizika po pacijenta mogu se prevenirati posljedice u smislu razvoja velikog broja malignih oboljenja te postići značajne uštede u zdravstvenom sistemu koje daleko prevazilaze cijenu instalacije dose management software-a.

Ključne riječi: ionizirajuće zračenje, radijacija, zdravstvena zaštita.

Osoba za razmjenu informacija:

Doc. dr. sc. Miro Miljko

miromiljko@gmail.com

## UVOD

Upotreba ionizujućeg zračenja u dijagnostičke i terapijske svrhe bilježi konstantan porast u svijetu. Da bi dijagnostičke i terapijske procedure koje koriste ionizujuće zračenje bile odobrene za upotrebu, trebaju pokazati dovoljnu korisnost odnosa ukupnog potencijala dijagnostičke ili terapijske procedure, uključujući i direktnu zdravstvenu korist za individuu kao i korist za društvo u cjelini, i potencijalne štete koju može izazvati na zdravlje pojedinca (1). Neke metode su pokazale pozitivniji utjecaj na krajnji ishod dijagnostičko-terapijske obrade pacijenta od drugih. Prema podacima iz 2009. (2), oko 75 % izlaganja medicinskom zračenju potiče od

kompjuterske tomografije i procedura u nuklearnoj medicini.

Kompjuterska tomografija (CT) još od uvođenja u praktičnu upotrebu 1972-e godine, bilježi stalan porast upotrebe u medicinskim ustanovama, zbog izuzetno pozitivnog uticaja na krajnji ishod dijagnostičko-terapijske obrade pacijenta i skraćivanja vremena potrebnog za obradu pacijenta. Kao posljedica, broj CT pregleda raste stopom od 10 % godišnje u razvijenim zemljama, dok je rast u zemljama u razvoju, posljednjih godina čak i brži. Ilustracije radi, spomenimo da je broj CT pregleda u USA, u periodu 1996-2010. uvećan za tri puta.

Prema nepotpunim podacima, za 5 godina (2009-2014.), broj CT pregleda u Bosni i Hercegovini je porastao za oko 75 %. Sličan trend se očekuje i u bliskoj budućnosti.

Ova činjenica postavlja pred zdravstveni sistem drugu vrstu izazova: izlaganje stanovništva ionizirajućem zračenju. Nažalost, utjecaj ovog tipa zračenja nije dovoljno dokumentiran. Studije o biološkim efektima izlaganja malim dozama zračenja na ljudski organizam su uglavnom bazirane na praćenju efekata radijacije na preživjele u atomskim napadima USA na Japan iz 1945.

Urađen je veoma mali broj novijih studija, isključivo retrospektivnih, koje su pratile dugoročne efekte izlaganja rentgenskim (X) zracima i sve su pokazale da ipak postoji korelacija između izlaganja zračenju na CT-u i povećanog rizika za razvoj malignih tumora kod djece i mlađih osoba. Na osnovu toga su izrađeni i ICRP (International Commission for Radiation Protection) koeficijenti za izračunavanje potencijalnog rizika od razvoja malignih tumora nakon izlaganja zračenju. Nominalni koeficijent rizika, ujednačen prema spolu, dobi i vrsti pretrage prema ICRP, je oko 5,5 % za primljenu dozu od 1 Sievert-a (Sv).

Međutim, efektivna doza, a sa njom i potencijalni rizik, ukoliko se neki od ovih parametara računaju posebno, mogu se drastično razlikovati. Npr. potencijalni rizik za pacijenta kome se uradi rentgenski snimak stopala je manji od  $10^{-9}$ , dok je potencijalni rizik za mladu djevojku kojoj se uradi CT snimak trupa (toraksa, abdomena i zdjelice) porastao na signifikantnih  $10^{-3}$ (3).

## KAKO SE ZAŠTITITI?

Određena rješenja u smislu optimizacije i ispravne utilizacije medicinske opreme koja generira ionizirajuće zračenje su već usvojena u USA, ali su i nova zakonska rješenja EU iz 2013. godine uvela novine u smislu:

- Obaveze postojanje pisanog protokola za svaki tip opreme i pretrage i za sve relevantne kategorije pacijenata.

- Obaveze radiologa i kliničkog liječnika da dokumentiraju dozu zračenja koju pacijent primi prilikom svake pretrage.
- Referalni vodiči za medicinske radiološke pretrage, koji uključuju i podatke o zračenju, moraju biti dostupni referentnim ustanovama i pojedincima
- Ustanova je obavezna da čuva podatke o individualnoj i kumulativnoj dozi zračenja koju je primio pacijent (5).

Obzirom na nepotpunu infrastrukturu, državama članicama je ostavljen period do 1. siječnja 2018. godine da u potpunosti prilagode svoje sisteme navedenom zakonskom rješenju.

Bosna i Hercegovina, na svom putu prema EU, obavezna je prilagođavati svoje zakone zakonima EU. Postojeća zakonska rješenja u smislu zaštite od zračenja su, u najvećoj mjeri, usklađena sa zakonodavstvom EU i dalje se dorađuju (6).

Međutim, proces prilagođavanja je veoma složen. Pokazalo se, na primjeru brojnih ustanova u EU, da su potrošile znatna sredstva (npr. vrijeme za evaluaciju i trening, finansijska sredstva za novu opremu itd.) ali nisu unaprijedile sigurnost pacijenta jer racionalni i razumljivi indikatori kao Volume Computed Tomography Dose Index vol (CTDI vol), Size Specific Dose Estimate (SSDE) i kumulativna doza, nisu uzimani u razmatranje zbog vremena potrebnog za manuelno prikupljanje i obradu ovih informacija za svaki CT pregled pojedinačno.

Sa povećanjem broja pregleda u kojima se koristi jonizujuće zračenje, zdravstvene ustanove se, kako je vidljivo iz prethodnih podataka, suočavaju s mnogim izazovima:

1. Prilagođavanje zakonskoj regulaciji radijacijskih doza
2. Primjena najbolje prakse u upravljanju radijacijskim dozama i dokumentiranje iste
3. Smanjenje troškova

## KAKO DALJE?

Brojni autori su se bavili praktičnom aplikacijom nominalnih koeficijenata rizika za razvoj malignih oboljenja kao posljedice medicinskog zračenja. U studiji „Projected Cancer Risks From Computed Tomographic Scans Performed in the United

Statesin 2007“ (4) procijenjeno je da će se u Sjedinjenim Državama pojaviti 29 000 novih malignih oboljenja kao posljedica 70 milijuna CT pretraga u 2007. (Porast rizika u odnosu na opću populaciju za oko 0,041 %). Slične studije u Bosni i Hercegovini su pokazale projekciju povećanog rizika od oko 0,05 %, uzimajući u obzir doze kojima su izloženi pacijenti. U studiji objavljenoj u *New England Journal of Medicine*, 2009. godine (Exposure to Low-Dose Ionizing Radiation from Medical Imaging Procedures in the United States) (2) navedeno je: „U zaključku, naši rezultati ukazuju da obrazac medicinskog imidžinga u Sjedinjenim državama rezultira znatnom izlaganju velikog broja mlađih osoba jonizirajućem zračenju. Neophodno je ohrabriti razvoj novih pristupa u optimizaciji i osiguranju ispravnog korištenja ovih procedura“.

Dakle, realno je za očekivati da se svake godine, u Bosni i Hercegovini, inducira gotovo stotinu novih slučajeva malignih oboljenja.

Troškovi godišnje terapije, njege i praćenja jednog pacijenta s malignim oboljenjem, ovisno od tipa oboljenja i faze u kojoj se nalazi, se kreću od nekoliko tisuća pa do nekoliko stotina tisuća konvertibilnih maraka.

Na osnovu porasta broja pregleda na CT-u i potencijalnog rizika od indukcije malignih oboljenja postoji velika odgovornost na strani zdravstvenih radnika te regulatornih organa u smislu optimizacije doze zračenja. Optimizacijom doze, uz izbjegavanje nepotrebnog ozračivanja, se neželjeni efekti medicinskog zračenja mogu u značajnoj mjeri reducirati.

## ZAKLJUČAK

Software-ska rješenja su se, po prirodi CT dijagnostike kao visoko-tehnološkog procesa, nametnula kao moguće rješenje. Uvođenjem dose management software-a, praćenje doze koju primi pacijent se može uraditi brzo, razumljivo i potpuno automatizirano. Pored toga, analiza velikog broja podataka može pružiti radiolozima, inženjerima, fizičarima, kontrolnim organima itd. uvid u CT distribuciju doze, produktivnost i utilizaciju kapaciteta te na osnovu toga planirati raspodjelu posla i ostale aktivnosti na unapređenju kvaliteta i tehnološkog razvoja.

Praksa je pokazala da su ustanove koje su uvele dose management software bile u mogućnosti da smanje prosječnu efektivnu dozu po CT proceduri za 25-30 % (7). Smanjenjem prosječne efektivne doze i posljedičnim smanjenjem rizika po pacijenta mogu se prevenirati posljedice u smislu razvoja velikog broja malignih oboljenja te postići značajne uštede u zdravstvenom sistemu koje daleko prevazilaze cijenu instalacije dose management software-a.

## LITERATURA

1. The Council of the European Union. Council Directive 97/43/Euratom of 30 June 1997 on health protection of individuals against the dangers of ionizing radiation in relation to medical exposure, and repealing Directive 84/466/Euratom. *Official Journal of the European Union*. 1997;180:22-272.
2. Fazel R, Krumholz HM, Wang Y, Ross JS, Chen J, Ting HH, et al. Exposure to Low-Dose Ionizing Radiation from Medical Imaging Procedures in the United States. *N Engl J Med*. 2009 Aug 27;361:849-857.
3. Berrington de González A, Mahesh M, Kim KP, Bhargavan M, Lewis R, Mettler F, et al. Projected Cancer Risks From Computed Tomographic Scans Performed in the United States in 2007. *Arch Intern Med*. 2009;169:2071-77.
4. The Council of the European Union. Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom. *Official Journal of the European Union*. 2013;13:1-75.
5. Pravilnik o zaštiti od jonizirajućeg zračenja kod medicinske ekspozicije. *Službeni glasnik BiH* broj 13/11.
6. Schindera ST, Treier R, von Allmen G, Nauer C, Trueb PR, Vock P, et al. An education and training programme for radiological institutes: impact of the reduction of CT radiation dose. *Eur Radiol*. 2011;21:2039-45.

## **THE EXPOSURE TO IONIZING RADIATION FOR MEDICAL PURPOSES: EFFECTS ON THE POPULATION, MONITORING, CONTROL AND REPORT OF RADIATION DOSES**

Miro Miljko, Dorijan Radančević, Vedran Markotić  
Faculty of Health Sciences, Bijeli Brijeg, 88 000 Mostar  
Department of Radiology, University Clinical Hospital Mostar

### **ABSTRACT**

The use of ionizing radiation in diagnostic and therapeutic purposes marks a constant growth worldwide. In order to be authorized for use, diagnostic and therapeutic procedures which use ionizing radiation need to show a sufficient utility of the total potential of diagnostic or therapeutic procedure, as well as including the direct medical benefit for the individual and the society, and the potential health harm which they may cause for the individual. Some methods have shown a more positive effect on the final outcome of the diagnostic-therapeutic treatment of the patient from others. According to the data from 2009, around 75% of exposure to medical radiation originates from computer tomography and procedures in nuclear medicine.

The study "Projected Cancer Risks from Computed Tomographic Scans Performed in the United States in 2007" estimated that approximately 29 000 future cancers could be related to 70 000 CT scans performed in the US in 2007 (increase in risk around 0,041% compared to the general population). Similar studies conducted in Bosnia and Herzegovina showed a projection of increased risk of approximately 0, 05% taking into account the dosages the patient were exposed to.

Concluding we can say that some reduction of average dosage and a decrease in patient risk may prevent the development of a large number of malignant disorders, and also achieve significant savings in the health system which far exceed the cost of installation of dose management software.

Key words: ionizing radiation, radiation, health care

Correspondence:

Miro Miljko, MD, PhD

E-mail: [miromiljko@gmail.com](mailto:miromiljko@gmail.com)