Baština Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

Zbornik radova: Zaštita od jonizirajućeg zračenja kod medicinske ekspozicije

Lincender Cvijetić, Lidija

2018

Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

https://bastina.anubih.ba/items/8735789d-5d6a-45ad-8dff-9b4a1927c1db

Preuzeto s Baštine Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

https://bastina.anubih.ba/

DOI: 10.5644/PI2017.174.06

Pregledni rad

IZLAGANJE POPULACIJE IONIZIRAJUĆEM ZRAČENJU U MEDICINSKE SVRHE: PROCJENA RIZIKA, PRAĆENJE, UPRAVLJANJE I IZVJEŠTAVANJE O DOZAMA ZRAČENJA*

Miro Miljko[1,2,3], *Dorijan Radančević*[3], *Vedran Markotić*[3]

[1]Medicinski fakultet Sveučilišta u Mostaru
[2]Fakultet zdravstvenih studija Sveučilišta u Mostaru
[3]Sveučilišna klinička bolnica u Mostaru, Klinički zavod za radiologiju

Autor za korespondenciju:
Miro Miljko
miro.miljko@gmail.com

Lektor za engleski jezik: Dragana Moro
Lektorica za B/H/S jezik: Zenaida Karavdić

Primljen: 2016, prihvaćen: 2017, objavljen: 2018.

ANU BiH АНУ БиХ

Apstrakt

Upotreba ionizirajućeg zračenja u dijagnostičke i terapijske svrhe bilježi konstantan porast u svijetu. Da bi dijagnostičke i terapijske procedure koje koriste ionizirajuće zračenje bile odobrene za upotrebu, trebaju pokazati dovoljnu korisnost odnosa ukupnog potencijala dijagnostičke ili terapijske procedure, uključujući i direktnu zdravstvenu korist za pojedinca, 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 Američkim Državama pojaviti 29.000 novih malignih bolesti kao posljedica 70 milijuna CT pretraga u 2007. (Porast rizika u odnosu na opću populaciju za oko 0,041%). Slične su studije u Bosni i Hercegovini pokazale projekciju povećanog rizika od oko 0,05%, uzimajući u obzir doze kojima su izloženi pacijenti. Zaključno možemo reći da se smanjenjem prosječne efektivne doze i posljedičnim smanjenjem rizika po pacijenta mogu prevenirati posljedice u smislu razvoja velikog broja malignih bolesti te postići značajne uštede u zdravstvenom sustavu koje daleko prevazilaze cijenu instalacije dose management software-a.

Ključne riječi: ionizirajuće zračenje, zdravstvena zaštita.

* Članak publikovan uz saglasnost časopisa Zdravstveni glasnik. 2015;1(2):80–83.

Uvod

Upotreba ionizirajućeg zračenja u dijagnostičke i terapijske svrhe bilježi stalan porast u svijetu. Da bi dijagnostičke i terapijske procedure koje koriste ionizirajuće zračenje bile odobrene za upotrebu, trebaju pokazati dovoljnu korisnost odnosa ukupnog potencijala dijagnostičke ili terapijske procedure, uključujući i direktnu zdravstvenu korist za pojedinca, 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. oko 75% izlaganja medicinskom zračenju potiče od kompjuterske tomografije i procedura u nuklearnoj medicini [2].

Pregled literature

Kompjuterska tomografija (CT) još od uvođenja u praktičnu upotrebu 1972. godine bilježi stalan porast upotrebe u medicinskim ustanovama, zbog izuzetno pozitivnog utjecaja na krajnji ishod dijagnostičko-terapijske obrade pacijenta i skraćenja 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 SAD, 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 očekuje se i u bliskoj budućnosti.

Ova činjenica postavlja pred zdravstveni sustav drugu vrstu izazova: izlaganje stanovništva ionizirajućem zračenju. Nažalost, utjecaj ovog tipa zračenja nije dovoljno dokumentiran. Studije su o biološkim učincima izlaganja malim dozama zračenja na ljudski organizam uglavnom bazirane na praćenju učinaka radijacije na preživjele u atomskim napadima SAD na Japan iz 1945. Naime, većina dokaza o uzročno-posljedičnoj povezanosti ionizirajućeg zračenja i karcinoma kod ljudi potječe od istraživanja na četiri skupine: preživjela populacija nakon atomskih napada u Japanu, populacija izložena ionizirajućem zračenju u medicinske svrhe, profesionalno izložena populacija te populacija izložena ionizirajućem zračenju iz okoliša [3]. Od navedenih skupina, preživjeli nakon atomskih napada u Japanu pružaju daleko najviše informacija [4]. Ovi podaci daju jasne dokaze o radijacijski induciranom riziku za karcinom kod doza većih od 100 mSv, što je od posebnog značenja kod višestrukog izvođenja radioloških pretraga s visokom dozom ionizirajućeg zračenja (CT, intervencijski zahvati i kardiološke procedure pod kontrolom fluoroskopije), a poglavito u kraćem vremenskom razdoblju [5].

Urađen je veoma mali broj novijih studija, isključivo retrospektivnih, koje su pratile dugoročne učinke izlaganja rendgenskim (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, iznosi oko 5,5% za primljenu dozu od 1 Sieverta (Sv).

Međutim, efektivna doza, a s njom i potencijalni rizik, ukoliko se neki od ovih parametara računaju posebno, mogu se drastično razlikovati. Npr. potencijalni rizik za pacijenta kome se uradi rendgenski snimak stopala je manji od 10^{-9}, dok potencijalni rizik za mladu djevojku kojoj se uradi CT snimak trupa (toraksa, abdomena i zdjelice) poraste na signifikantnih 10^{-3} [6].

Prema BEIR VII izvješću (engl. Biologic Effects of Ionizing Radiation), raspoloživi biološki i biofizički podaci u istraživanju utjecaja ionizirajućeg zračenja na nastanak karcinoma podržavaju LNT – model rizika (engl. linear-no-threshold), prema kojemu rizik nastanka karcinoma raste linearno s efektivnom dozom zračenja (bez određenog praga efektivne doze), što bi značilo da i najmanja doza ima učinak na povišenje rizika [5]. Koristan način za razumijevanje doza ionizirajućeg zračenja kod medicinskih pretraga jest da ih usporedimo s prosječnom prirodnom pozadinskom (engl. background) dozom ionizirajućeg zračenja koju svaki pojedinac primi u razdoblju od jedne godine, a ona iznosi oko 3 mSv. Ovo zračenje potječe iz radona, kozmičkih zraka, građevinskih materijala, tla i hrane [7].

Doze zračenja značajno variraju ovisno o vrsti CT pregleda. Efektivna doza za rutinski CT pregled glave iznosi oko 2 mSv, dok za multifazno snimanje abdomena i zdjelice ukupna efektivna doza iznosi oko 30 mSv [8].

Prema BEIR VII izvješću, procjenjuje se da će otprilike 1 od 1000 osoba razviti karcinom kao posljedicu izlaganja dozi od 10 mSv, odnosno 1 od 100 osoba kao posljedicu izlaganja dozi od 100 mSv [5].

Rizik radijacijski induciranog karcinoma je 3 do 5 puta veći za djecu nego za odrasle, zbog veće osjetljivosti organa i duljeg potencijalnog vremena latencije [9].

Multicentrična retrospektivna studija provedena u SAD 2008. godine, koja je istraživala povezanost efektivne doze zračenja kod uobičajenih CT pregleda i doživotnog rizika nastanka karcinoma, navodi kako će 1 od 270 žena (1 od 600 muškaraca) u dobi od 40 godina koji su podvrgnuti CT koronarnoj angiografiji do kraja životnog vijeka razviti karcinom kao posljedicu tog pregleda. Za usporedbu, doživotni rizik za razvoj karcinoma kod rutinskog CT pregleda glave iznosi 1 na 8.100 žena i 1 na 11.080 muškaraca u istoj životnoj dobi za jedan pregled. Za pacijente u dobi od 20 godina rizik je otprilike udvostručen, dok je za pacijente u dobi od 60 godina rizik za otprilike za 50% manji [10].

Načini adekvatne zaštite

Doza zračenja kod radioloških pretraga može se reducirati na tri načina. Prvo, može se donijeti odluka da se pretraga uopće ne provede. Ovakva odluka treba biti zasnovana na temeljitom i ispravnom razumijevanju indikacija za tu pretragu, reviziji

prethodnih slikovnih pretraga koje su možda već dale adekvatan odgovor na kliničko pitanje te procjeni posebnih karakteristika pacijenta koje bi mogle imati utjecaj na povećanje rizika. Drugo, kao alternativu je moguće odabrati pretragu koja ne koristi ionizirajuće zračenje. Treća opcija je napraviti pretragu koristeći manje doze zračenja [11]. U procjeni omjera potencijalnog rizika i koristi od pomoći mogu biti i objavljeni kriteriji za racionalnu upotrebu radioloških pretraga koje uzimaju u obzir razna stanja pacijenta, kao što su kriteriji Američkog koledža za radiologiju (engl. ACR appropriateness criteria) [12].

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

1. obaveze postojanja pisanog protokola za svaki tip opreme i pretrage i za sve relevantne kategorije pacijenata;
2. obaveze radiologa i kliničkog liječnika da dokumentiraju dozu zračenja koju pacijent primi prilikom svake pretrage;
3. referalni vodiči za medicinske radiološke pretrage, koji uključuju i podatke o zračenju, moraju biti dostupni referentnim ustanovama i pojedincima;
4. ustanova je obavezna da čuva podatke o individualnoj i kumulativnoj dozi zračenja koju je pacijent primio [13].

S obzirom na nepotpunu infrastrukturu, državama članicama je ostavljen period do 1. siječnja 2018. godine da u potpunosti prilagode svoje sustave 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 u najvećoj su mjeri usklađena sa zakonodavstvom EU i dalje se dorađuju [14].

Međutim, proces prilagođavanja je veoma složen. To se pokazalo na primjeru brojnih ustanova u EU koje su potrošile znatna sredstva (npr. vrijeme za evaluaciju i trening, financijska 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.

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

1. prilagođavanje radijacijskih doza zakonskoj regulaciji,
2. primjena najbolje prakse u upravljanju radijacijskim dozama i njeno dokumentiranje,
3. smanjenje troškova.

Diskusija

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 States in 2007" [4] procijenjeno je da će se u Sjedinjenim Američkim Državama pojaviti 29.000 novih malignih bolesti 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) navedeno je sljedeće: "U zaključku, naši rezultati ukazuju na to da obrazac medicinskog imaginga u Sjedinjenim Američkim Državama rezultira znatnom izlaganju velikog broja mlađih osoba ionizirajućem zračenju. Neophodno je ohrabriti razvoj novih pristupa u optimizaciji i osiguranju ispravnog korištenja ovih procedura." [2]. Dakle, realno je za očekivati da se svake godine u Bosni i Hercegovini inducira gotovo stotinu novih slučajeva malignih bolesti.

Troškovi godišnje terapije, njege i praćenja jednog pacijenta s malignom bolesti, ovisno o tipu bolesti i fazi u kojoj se nalazi kreću se od nekoliko tisuća pa do nekoliko stotina tisuća konvertibilnih maraka.

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

ANU BiH
АНУ БиХ

Zaključci

Softverska rješenja su se, po prirodi CT dijagnostike kao visoko-tehnološkog procesa, nametnula kao moguće rješenje. Uvođenjem dose management softwara, praćenje doze koju primi pacijent može se 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 se na osnovu toga može planirati raspodjelu posla i ostale aktivnosti na unapređenju kvalitete i tehnološkog razvoja.

Praksa je pokazala da su ustanove koje su uvele dose management software bile u mogućnosti smanjiti prosječnu efektivnu dozu po CT proceduri za 25–30% [15]. Smanjenjem prosječne efektivne doze i posljedičnim smanjenjem rizika po pacijenta mogu se prevenirati posljedice u smislu razvoja velikog broja malignih bolesti te postići značajne uštede u zdravstvenom sustavu koje daleko prevazilaze cijenu instalacije dose management software-a.

Reference

[1] The Council of the European Union. Council Directive 97/43/Euratom of 30 June 1997 on health protection of individuals against the dangers ofionizing 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;361:849–57.

[3] Little MP, Wakeford R, Tawn EJ, et al. Risks associated with low doses and low dose rates of ionizing radiation: why linearity may be (almost) the best we can do. Radiology. 2009;251(1):6–12.

[4] Pierce DA, Preston DL. Radiation-induced cancer risks at low doses among atomic bomb survivors. Radiat Res. 2000;154:178–86.

[5] US National Academy of Sciences, National Research Council, Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation. Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation. BEIR VII Phase 2. Washington, DC: National Academies Press. 2006.

[6] 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(22):2071–7.

[7] NCRP. Ionizing radiation exposure of the population of the United States. NCRP Report 160. National Council on Radiation Protection and Measurements. Bethesda. Maryland. 2009.

[8] Wall BF, Hart D. Revised radiation doses for typical x-ray examinations. The British Journal of Radiology. 1997;70:437–9.

[9] ICRP. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Ann ICRP. 1991;21(1–3).

[10] Smith-Bindman R, Lipson J, Ralph M, Kim KP, Mahesh M, Gould R, et al. Radiation dose associated with common computed tomography examinations and the associated lifetime attributable risk of cancer. Arch Intern Med. 2009;169(22):2078–86.

[11] Lin CE. Radiation risk from medical imaging. Mayo Clin Proc. 2010; 85(12):1142–46.

[12] Sistrom CL. The ACR appropriateness criteria: translation to practice and research. J Am Coll Radiol. 2005;2(1):61–67.

[13] 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.

[14] Pravilnik o zaštiti od ionizirajućeg zračenja kod medicinske ekspozicije. "Službeni glasnik BiH" broj 13/11.

[15] 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(10):2039–45.

THE EXPOSURE OF POPULATION TO IONIZING RADIATION FOR MEDICAL PURPOSES: RISK ASSESSMENT, MONITORING, CONTROL AND REPORT OF RADIATION DOSES

Abstract

The use of ionizing radiation for diagnostic and therapeutic purposes has been constantly increasing in the world. In order to diagnostic and therapeutic procedures that use ionizing radiation be approved for use, they must show sufficient utility of the relationship of the total potential diagnostic or therapeutic procedures, including the direct health benefits for the individual and the benefit for society as a whole, and the potential damage that could be caused to the individuals health. Some methods have shown positive impact on the final outcome of the diagnostic and therapeutic treatment of some patients. According to data from 2009, about 75% exposure to medical radiation comes from computer tomography and nuclear medicine procedures. The study "Projected Cancer Risks From computed tomographic Scans Performed in the United States in 2007" estimated that in the United States 29,000 new malignancies are developed as a result of 70 million CT examinations in 2007. (The increase in risk compared to the general population of about 0.041%). Similar studies in Bosnia and Herzegovina have shown an increased risk of projection of about 0.05%, taking into account the dose which patients are exposed to. In conclusion we can say that the reduction in the average effective dose and a consequent reduction in the risk to the patient can prevent the consequences in terms of the development of a large number of malignant diseases and achieve significant savings in the health system, which far exceeds the cost of installation dose management software.

Key words: ionizing radiation, health care.