



# POVRŠINSKE DOZE PACIJENATA PRI CT PRETRAGAMA ABDOMENA U OPĆOJ BOLNICI KARLOVAC

*Gordana PAVAN<sup>1</sup>, Branko VEKIĆ<sup>2</sup>, Željka KNEŽEVIĆ<sup>2</sup>, Mária RANOGAJEC-KOMOR<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Opća bolnica Karlovac, 47000 Karlovac

<sup>2</sup>Institut "Ruđer Bošković", pp. 1016, 10000 Zagreb

## UVOD

Postoje 2 osnovna razloga za mjerenja površinskih doza pacijenata u dijagnostičkoj radiologiji. Rezultati takvih mjerenja omogućuju, s jedne strane, definiranje standarda "dobre" radiološke prakse i služe kao putokaz za kvalitetnu optimizaciju zaštite od zračenja. S druge strane, poznavanje apsorbiranih doza u organima i tkivima pacijenata neophodno je za procjenu rizika radioloških pretraga, tj. za procjenu opravdanosti radioloških pretraga. I optimizacija zaštite pacijenata, kao i opravdanost primjene dijagnostičkih zahvata uporabom rendgenskog zračenja, nalazi se svugdje u svijetu pod sve većim interesom javnosti. To je sasvim razumljivo, jer klinička primjena izvora rendgenskog zračenja, u odnosu na sve druge umjetne izvore zračenja, najviše doprinosi kolektivnoj dozi stanovništva.

Zadnjih godina broj CT uređaja u Hrvatskoj porastao je za više od 50%, tako da danas skoro svaka županijska bolnica raspolaže s CT uređajem. Povećanjem broja CT uređaja povećava se i kvaliteta zdravstvenih usluga, ali se istovremeno povećava i izloženost pacijenata ionizirajućem zračenju.

Dijagnostička vrijednost kompjutorizirane tomografije (CT) svakodnevno se povećava zahvaljujući i tehničkim poboljšanjima uređaja i samim tehnikama snimanja (1,2). Osim doze iz visoko kolimiranog primarnog snopa rendgenskih zraka, pacijenti su izloženi i značajnim količinama raspršenog zračenja. Treba uložiti dosta truda da se doze zadrže na razumskom minimumu koji ne bi smanjivao kvalitetu nalaza ("image quality").

U Općoj bolnici Karlovac pušten je 1991. godine u pogon CT uređaj Hitachi W 450. Na tom uređaju, u razdoblju od 1993. do 1997. godine, napravljeno je 1359 pregleda abdomena. CT pretrage abdomena nisu u ovoj bolnici najčešće, ali doze zračenja kojima su, pri ovoj vrsti pretrage, izloženi pacijenti spadaju među najviše.

Cilj ovog rada bio je odrediti ulazne površinske doze na različitim organima pacijenata pri CT pretragama abdomena, te iste uporediti s ranijim rezultatima dobivenim na 2 različita tipa CT uređaja (1). Posebna pažnja bila je usmjerena na pouzdano određivanje doza na pacijentovim očima i gonadama, jer se tijekom postupka ovi organi mogu naći blizu, ili čak u primarnom snopu.

## MATERIJAL I METODE

Izabrani  $^7\text{LiF:Mg, Ti}$  TL dozimetri (TLD-700, proizvod firme Harshaw) korišteni su za sva mjerenja. Ova se vrsta dozimetara i drugdje u svijetu najčešće koristi za mjerenja doza u kompjutoriziranoj tomografiji (3-6). Tijekom mjerenja doza na pacijentima, svi TL dozimetri su, u paru po dva, bili upakirani u držače od gume debljine 3 mm.

Očitavanje dozimetara načinjeno je pomoću TOLEDO 654 čitača (Pitman/Winten). Energetska ovisnost i druge karakteristike korištenih dozimetara ranije su opisane (7,8).

Kompjuterizirana tomografija abdomena rađena je na uređaju Hitachi W 450, koji je instaliran 1991. u Općoj bolnici Karlovac, gdje su i načinjena mjerenja na ukupno 11 pacijenata.

## REZULTATI I RASPRAVA

Tijekom CT ispitivanja cijelog abdomena, ulazne površinske doze 11 pacijenata mjerene su u primarnom snopu u visini (presjeku) gornjeg, srednjeg i donjeg dijela ispitivanog područja (organa), te dodatno i na očima, štitnjači, prsnoj kosti i na gonadama, obostrano. Rezultati za sve pacijente prikazani su u Tablici 1. Izmjerene ulazne površinske doze bile su čak do 112.5 mGy, što je osjetno (dvostruko) više u odnosu na ranije ispitivana dva tipa uređaja (1). No, treba odmah istaknuti da su u pojedinim slučajevima tijekom ovih mjerenja ispitivanja načinjena prvo nativno, a zatim uz dodatak kontrasta, zbog čega je i broj presjeka i mAs dvostruko viši.

Prema literaturnim podacima, doze koje primaju pacijenti značajno ovise o tipu CT uređaja (2,3). Ove razlike objašnjavaju se npr. razlikama u veličini fokusa, efektivnom atomskom broju materijala anode, kvalitetom upotrebljivanih filtera (3).

Doze zračenja tijekom dijagnostičkih CT ispitivanja ovise, između ostalog, i o tehničkim parametrima kao što su broj presjeka, debljina presjeka, vrijeme skeniranja, pomicanju stola, visokom naponu, ukupnim mAs i drugim karakteristikama uređaja, te o tipu i težini bolesti. Klinički parametri, kao veličina pacijenta, a posebno njegova kooperativnost tijekom pretrage, značajno utječu na dozu i kvalitetu nalaza.

Tablica 1. Raspodjela površinskih doza (mGy) na različitim organima 11 pacijenata tijekom CT ispitivanja cijelog abdomena pomoću uređaja Hitachi W 450

CT uređaj	W 450 (Hitachi)
Visoki napon (kV)	120
Broj presjeka	27-72
Debljina presjeka (mm)	10
Vrijeme snimanja (sec.)	4.5
Količina naboja (mAs)	10935-29160

<b>Površinska doza (mGy) na</b>	<b>Najniža vrijednost</b>	<b>Najviša vrijednost</b>
<b><u>U primarnom snopu - gornji dio ispitivanog organa</u></b>		
Prednja strana	31.27	112.50
Desni bok	28.00	57.87
Leđa	35.44	99.91
Lijevi bok	20.78	68.73
<b><u>U primarnom snopu - srednji dio ispitivanog organa</u></b>		
Prednja strana	36.50	100.30
Desni bok	15.75	61.70
Leđa	30.80	74.26
Lijevi bok	25.12	61.79
<b><u>U primarnom snopu - donji dio ispitivanog organa</u></b>		
Prednja strana	6.40	52.24
Desni bok	5.40	56.60
Leđa	7.20	75.80
Lijevi bok	6.20	50.54
<b><u>Izvan primarnog snopa</u></b>		
Baza nosa (oči)	0.24	0.71
Štitnjača	0.60	1.86
Prsa	2.54	9.25
Desna gonada	0.35	38.36
Lijeva gonada	0.39	32.32

Sva naša mjerenja načinjena su na stvarnim pacijentima, što treba imati na umu, pogotovo pri razmatranju doza u primarnom snopu, jer ponekad i najmanji pokret pacijenta tijekom snimanja može značajno utjecati na dozu. Nadalje, kut upada zračenja na stvarnim pacijentima uvijek se podešava prema optimalnim potrebama ispitivanja, a isti može značajno doprinijeti ukupnoj dozi raspršenog zračenja (1,5), ali i dozi u primarnom snopu.

Prema literaturnim podacima, apsorbirane doze za CT ispitivanja variraju za faktor 3 u Novom Zelandu, faktor 5 u Švedskoj i Engleskoj (2). U Japanu npr. doza za ista ispitivanja varira za faktor 3.5 i ovisi o CT uređaju (2,3). Sva ova mjerenja rađena su uglavnom na fantomu. Naša mjerenja na stvarnim pacijentima tijekom istog tipa pretraga variraju najčešće za faktor 2, a u pojedinim slučajevima (samo

za neke presjeke koji se na realnim pacijentima mogu naći i izvan područja snimanja) do 6. Istovremeno i broj presjeka i ukupne mAs variraju za faktor 3.

Površinske doze na pacijentima izvan primarnog snopa (oči, štitnjača, prsna kost, gonade desno i lijevo) tijekom CT ispitivanja, osim u nekoliko iznimaka, potječu isključivo od raspršenog zračenja. Odnos minimalne prema maksimalnoj površinskoj dozi raspršenog zračenja značajno varira, što je i razumljivo ako imamo u vidu da doza potječe od raspršenog zračenja, koje varira od položaja, veličine i oblika tijela pacijenta (najniži pacijent tijekom ovih mjerenja bio je istovremeno i najteži). To znači da: (a) udaljenost primarnog snopa rendgenskih zraka od organa na kojem se mjeri doza značajno varira od jednog do drugog pacijenta; (b) da je broj ispitivanih slojeva (presjeka) varirao za faktor 2.8 (od 27 do 72); (c) da su ukupne mAs također varirale za približno isti faktor.

Tijekom CT ispitivanja abdomena gonade se mogu naći blizu ili čak u primarnom snopu rendgenskih zraka, pogotovo kod pacijenata kod kojih se, uz abdomen, ispituje i zdjelica. Površinske doze na gonadama potječu dakle i iz primarnog snopa i od raspršenog zračenja. Površinska doza na gonadama tijekom CT ispitivanja cijelog abdomena varira od 0.35 do čak 38.36 mGy. Imajući u vidu visok težinski faktor za gonade (0.20) ova činjenica može izazvati ozbiljne nedoumice, te posebna pažnja treba biti posvećena ispitivanju opravdanosti postupka s jedne strane, te pažljivom planiranju postupka ispitivanja (optimalizacija) s druge strane.

## ZAKLJUČAK

Raspodjela ulaznih površinskih doza na pacijenta tijekom CT ispitivanja može biti uspješno mjerena pomoću TL dozimetara. Budući su CT ispitivanja u Hrvatskoj sve više u porastu, a imajući u vidu uporabu više različitih uređaja, slična mjerenja trebalo bi raditi na svim uređajima. Time bi se: (a) omogućila usporedba i kontrola različitih CT uređaja; (b) odredili uređaji na kojima je potrebno poduzimati dodatne mjere zaštite; (c) omogućila procjena rizika; (d) poduzeli koordinirani postupci za smanjenje ukupnih doza.

Sa stanovišta zaštite pacijenta, optimalni postupak CT ispitivanja trebalo bi planirati tako da se uzmu u obzir i kvaliteta snimke ("image quality") i doza pacijenata. U nastojanju da se doze smanje važno je spoznati da to nije ostvarivo samo tehničkim poboljšanjima uređaja, već i pažljivim planiranjem ispitivanja i smanjenjem broja presjeka.

ICRP 60 sugerira uvođenje koncepta ograničenja doza i u medicini, pri čemu bi i proračuni doza i mjerenja doza poslužili za donošenje referentnih vrijednosti, kao jednog od kriterija dobre radiološke prakse (11). Nedavno usvojeni Osnovni sigurnosni standard (BSS) (12) predlaže za dijagnostičku radiologiju, uključujući i CT ispitivanja, vrlo pažljivu kontrolu kvalitete u koju su uključena i mjerenja ulaznih površinskih doza. Ova mjerenja su u skladu s navedenim međunarodnim preporukama.

## POPIS LITERATURE

1. Vekić B, Kovačević S, Ranogajec-Komor M, Duvnjak N, Marušić P, Anić P, Dolenčić P. Površinske doze pacijenata pri različitim CT pretragama. U: Kubelka D, Kovač J, ed. Zbornik radova trećeg simpozija Hrvatskog društva za zaštitu od zračenja. Zagreb:HDZZ, 1996:237-242.
2. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). Sources and Effects of Ionizing Radiation. UNSCEAR 1993 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes (New York: UN), 1993.
3. Nishizawa K, Maruyama T, Takayama M, Okada M, Hachiya J, Furuya Y. Determinations of organ doses and effective dose equivalents from computed tomographic examination. Br J Radiol 1991;64: 20-28.
4. Huda W, Sandison G.A. CT dosimetry and risk estimates. Radiat Prot Dosim 1985;12: 241-249.
5. Shope TB, Morgan TJ, Showalter CK, Pentlow KS, Rothenberg LN, White DR, Speller RD. Radiation dosimetry survey of computed tomography systems from ten manufacturers. Br J Radiol 1982;55:60-69
6. Fearon T, Vucich J. Normalized pediatric organ-absorbed doses from CT examinations. AJR 1987;148: 171-174.
7. Ranogajec-Komor M, Osvay M. Dosimetric characteristics of different TL phosphors. Radiat Prot Dosim 1986;17: 379-384.
8. Ranogajec-Komor M, Muhiy-Ed-Din F, Milković Đ, Vekić B. Thermoluminescence characteristics of various detectors for X ray diagnostic measurements. Radiat Prot Dosim 1993;47: 529-534.
9. Vekić B, Ranogajec-Komor M. Determination of patient surface doses from computerized tomography examination of head. Radiat Prot Dosim 1996;66: 311-314.
10. ICRP Publication 60. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Oxford:Pergamon Press, 1991.
11. IAEA. International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources. Interim edition, Safety Series No. 115-1, Vienna:International Atomic Energy Agency, 1994.

# **PATIENT ENTRANCE SURFACE DOSES DURING CT EXAMINATIONS OF ABDOMEN IN GENERAL HOSPITAL KARLOVAC**

*Gordana PAVAN<sup>1</sup>, Branko VEKIĆ<sup>2</sup>, Željka KNEŽEVIĆ<sup>2</sup>, Mária RANOGAJEC-KOMOR<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>General Hospital Karlovac, 47000 Karlovac, Croatia

<sup>2</sup>Ruđer Bošković Insititute, P.O. Box 1016, 10000 Zagreb, Croatia

Computed tomography (CT) has become a major source of the population exposure to diagnostic X-rays, and acknowledge of the doses delivered by the CT equipment has become very important. Considerable efforts should be made to keep these doses to a reasonable minimum, without sacrificing the image quality. The conditions of exposure in CT are quite different from dose in conventional X-ray imaging. This has required the development of specific techniques for assessing patient dose from CT. The aims of this work were to determine the dose delivered to various organs of patients undergoing computed tomography of abdomen as measured on the surface of the body and to estimate the risk to the patients.

Dosimetric measurements were performed at CT scanner Hitachi W 450 in General Hospital Karlovac. The doses absorbed by different organs (gonads, chest, thyroid and eye lens) and by the examined part of the body of 11 patients were measured with TLD-700.

The doses absorbed by different organs during the diagnostic CT examination of the body depend on the technical parameters, such as the number of scans, mAs, the thickness of scans, scanning times, tube voltage and other characteristics. The type and severity of illness influence the choice of technical arameters. Clinical parameters, such as patient size and composition, and patient cooperation with regard to the control and motion, also influence the dose and the image quality. The highest dose measured in this study (112.5 mGy) was delivered to front surface of the body during CT examination of abdomen.