

PRELIMINARNI REZULTATI NISKODOZNOG PROTOKOLA KOMPJUTORIZIRANE TOMOGRAFIJE PRSIŠTA KOD PACIJENATA S LIMFOPROLIFERATIVNIM BOLESTIMA

*Jelena Popić Ramač¹, Željka Knežević², Zoran Brnić¹, Branimir Klasić¹ i
Andrija Hebrang¹*

¹Klinički Zavod za dijagnostičku i intervencijsku radiologiju,
Klinička bolnica Merkur, Zagreb

²Institut Ruđer Bošković, Sekundarni standardni dozimetrijski laboratorij, Zagreb
jpopic@inet.hr

UVOD

Nakon otkrića X-zraka čovjek je podvrgnut udvostručenom ionizirajućem zračenju zahvaljujući najvećim dijelom zračenju iz medicinskih izvora. Ukupno 80 % zračenja dolazi iz prirodnih izvora, dok 15 % čini zračenje iz medicinskih izvora. Većinu tog zračenja čini zračenje u dijagnostičke svrhe. Smatra se da kompjutorizirana tomografija (CT) najviše doprinosi ukupnoj dozi zračenja iz medicinskih izvora. U Europi devedesetih godina 20.-tog stoljeća, CT je bio odgovoran za 40 % populacijske efektivne doze, makar je u ukupnom broju pretraga činio svega 7 % [1]. Danas CT čini oko 67 % zračenja iz medicinskih izvora ili 10 % ukupne doze zračenja [2]. Zbog raspršenog zračenja iz CT uređaja ozračeni su i drugi dijelovi tijela koji nisu u primarnom snopu.

Učinci zračenja su: karcinogeneza, leukemogeno, genetsko i teratogeno djelovanje [3]. Učestalo ponavljanje CT pretrage povećava rizik razvoja zračenjem izazvanog raka pluća [4]. CT prsišta povećava rizik za razvoj raka dojke u mladih žena za oko 14 % [5]. Broj pretraga prsišta sve je veći zbog prikaza plućnih embolija i prikaza srca. U populaciji mlađe i srednje dobi ukupni je rizik puno veći po jediničnoj vrijednosti doze zračenja zbog znatno veće osjetljivosti nezrelih organa i tkiva [6,7]. Usprkos visokim dozama zračenja CT ostaje nezamjenjiva metoda praćenja populacije bolesnika s limfoproliferativnim bolestima [8,9]. Zahvaljujući učinkovitoj terapiji, što uključuje ponavljanje CT pretraga, životni vijek ovih pacijenata izjednačava se s onim zdrave populacije. Sve veći broj ovih pacijenata sudjeluje u prokreaciji [10]. Česta ponavljanja povećavaju mogućnost stohastičkih oštećenja. Sniženje doze moglo bi značajno smanjiti sve navedene rizike. Ovo

je prvo takvo istraživanje, a moglo bi doprinijeti uvođenju drugačijih, "poštednih pretraga" i smanjenju ionako visokih doza, naročito za mladu populaciju.

PACIJENTI I METODE

Istraživanje je provedeno na populaciji od 50 pacijenata, koji se liječe u Kliničkoj bolnici Merkur, a boluju od limfoproliferativne bolesti. Preliminarni rezultati prikupljeni su za ukupno 13 pacijenata. Uvjet uključenja pacijenata u istraživanje bio je da je postavljena sumnja ili je već dokazano da u sklopu svoje bolesti imaju uvećanje limfnih čvorova u medijastinumu. Pretraga nije zatražena izvan redovnog protokola. Metoda istraživanja bila je usporedba doza i kvalitete snimki dobivenih snimanjem standardnim i niskodoznim protokolom. Za sve pacijente zabilježeni su: visina, težina, BMI, električni uvjeti i tip limfoproliferativne bolesti od koje boluju. Nakon toga učinjeno je prvo snimanje prsišta kompjutoriziranom tomografijom standardnim protokolom. Za 3 – 12 mjeseci (ovisno o tipu bolesti i kliničkim zahtjevima) učinjeno je kontrolno snimanje niskodoznim protokolom. Kod svakog snimanja učinjena je dozimetrija TLD dozimetrima. Doze dobivene standardnim i niskodoznim protokolom uspoređene su kod istog pacijenta. U radu je korišten spiralni uređaj za kompjutoriziranu tomografiju Shimadzu SCT 7800 TX. Prema preporukama EUR 16262 EN ispitivani volumen bio je od plućnih vrškova do baze pluća, prema učinjenom topogramu (120 kV i 160 mAs). Snimanje je učinjeno nakon davanja 50 mL vodotopivog kontrastnog sredstva (Xenetix). Debljina sloja je bila 7 mm, u spiralnom načinu snimanja. Korišten je "pitch" faktor 1. Dozimetrija je rađena na Institutu Ruđer Bošković u Zagrebu. Doze su mjerene termoluminiscentnim dozimetrima (TLD). Mjerene su kod svakog ispitanika na lokacijama radiosenzitivnih organa i tkiva u snopu ili blizu njega i to na sljedećim mjestima: leća oka, štitnjača, dojke, gonade. Pozicije postavljanja dozimetra su bile: korijen nosa, štitnjača, ksifoid, obje gonade (jajnici kod žena; testisi kod muškaraca). Za mjerenje doza na pacijentima korišteni su dobro poznati LiF:Mg,Ti termoluminiscentni dozimetri komercijalnog naziva TLD-100. TLD-100 dozimetri su približno tkivu ekvivalentni [11]. Dozimetri su mjerili ulaznu površinsku dozu (engl. *entrance surface doses*). U svakom krugu mjerenja uz dozimetre koji su korišteni za mjerenja doza na pacijentima korišteni su kalibracijski i kontrolni dozimetri. Dozimetri su zračeni na izvoru ¹³⁷Cs u Sekundarnom Standardnom Dozimetrijskom Laboratoriju u Institutu Ruđer Bošković. Kalibracijska doza bila je 5 mGy izražena kao "kerma u zraku" [12,13]. U ovom radu za očitavanje dozimetara korišten je čitač tipa "TOLEDO 654" (Pitman, Engleska).

Maksimalna temperatura očitavanja iznosila je 270 °C s brzinom grijanja od 10°C/s. Očitavanjem dozimetara dobiva se krivulja isijavanja. Maksimum krivulje isijavanja i površina ispod krivulje proporcionalni su količini svjetlosti koja se oslobodi tijekom očitavanja, tj. intenzitetu TL signala koji je linearno proporcionalan apsorbiranoj dozi. Nakon očitavanja dozimetara slijedi matematička obrada mjerenih podataka dobivenih ovisno o visini krivulje isijavanja ili površini ispod maksimuma. Podaci su obrađeni statističkim programom koji je dio programa TEMES na kojem je moguće praćenje mjerenja s TLD čitača te obrada podataka s grafičkim i numeričkim prikazom rezultata.

Kako bi objektivizirali kvalitetu snimki kompjutorizirane tomografije od svibnja 1999. godine u upotrebi su smjernice "*European guidelines on quality criteria for computed tomography*", poznatije kao EUR 16262 EN [14]. Kao kriteriji ocjene kvalitete snimki postavljeni su dijagnostički zahtjevi. Snimke su procjenjivala dva neovisna radiologa: radiolog 1 s više od 30 godina specijalističkog iskustva i radiolog 2, s 5 godina specijalističkog iskustva. Prikazani su rezultati ocjene kvalitete jednog radiologa. Ocjenjivani su sljedeći kriteriji snimki: razlučivost i kritična reprodukcija.

REZULTATI

Prema preliminarnim rezultatima dozimetrije (Tablica 1) snimanje protokolom B (niskodoznim) pokazuje znatno niže doze izmjerene na svim lokacijama u usporedbi sa snimanjem protokolom A (standardnim). Doze su niže: za faktor 3 – 6,4 na leći oka, za faktor 1,9 – 7,7 na štitnjači, za faktor 2,8 – 6,6 na sternumu, za faktor 1,4 – 8,5 na gonadama.

Tablica 1. Rezultati dozimetrije

Pacijent	Doza (mGy)											
	Broj slojeva		Leća oka		Štitnjača		Sternum		Gonade d		Gonade l	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	38	39	0,74	0,18	12,0	6,25	23,52	6,84	0,48	0,20	0,30	0,21
2	38	40	0,47	0,14	13,24	6,05	13,79	6,37	0,23	0,12	0,28	0,11
3	44	40	0,77	0,14	20,30	3,89	18,0	6,48	0,23	0,09	0,22	0,14
4	39	38	1,60	0,10	21,34	3,41	21,68	6,20	0,86	0,12	1,05	0,11
5	34	38	0,74	0,16	25,55	6,54	25,54	6,83	0,38	0,16	0,37	0,15
6	25	38	0,63	0,13	18,50	3,38	23,45	3,57	0,58	0,08	0,38	0,09
7	38	39	0,57	0,18	19,54	3,32	20,62	6,54	0,38	0,16	0,32	0,16
8	36	39	0,65	0,16	8,5	4,16	21,36	5,69	0,19	0,13	0,18	0,15
9	36	35	0,55	0,18	5,57	2,98	22,15	6,11	0,19	0,13	0,18	0,14
10	41	41	0,83	0,13	26,75	3,48	26,04	6,19	0,47	0,20	0,43	0,16
11	36	36	0,73	0,15	21,0	5,23	25,74	6,46	0,31	0,16	0,29	0,16
12	30	30	1,00	0,33	22,26	6,15	23,39	6,25	0,28	0,18	0,25	0,13
13	35	33	0,87	0,24	16,43	5,43	22,49	6,39	0,32	0,18	0,36	0,16

Kvaliteta prikaza kod niskodoznog protokola je zadovoljavajuća za kriterije razlučivosti (Tablica 2) prema EUR 16262. Kvaliteta je nepromijenjena za razlučivost: A.2. cijele torakalne aorte i gornje šuplje vene, A.3. cijelog srca i A.5. žilnih struktura s *i.v.* kontrastom. Diskretno niža razlučivost nađena je za kriterij A.1. cijeli torakalni zid. Niža razlučivost kod 4 pacijenta nađena je za kriterij A.4. cijeli plućni parenhim.

Tablica 2. Ocjena razlučivosti

PACIJENT	A.1.		A.2.		A.3.	
	DA	NE	DA	NE	DA	NE
1	×		×		×	
2	×		×		×	
3	×		×		×	
4	×		×		×	
5		×	×		×	
6	×		×		×	
7	×		×		×	
8	×		×		×	
9	×		×		×	
10		×	×		×	
11	×		×		×	
12	×		×		×	

A.1. cijelog torakalnog zida, A.2. cijele torakalne aorte i gornje šuplje vene, A.3. cijelog srca

Kvaliteta prikaza prema kriterijima kritične reprodukcije također je zadovoljavajuća (Tablica 3). Očekivano razlike su u parametrima: B11. oštro razlučivoj reprodukciji segmentalnih bronha i B12. plućnog parenhima. Tek diskretne razlike su kod parametra B8. oštro razlučive reprodukcije jednjaka.

Tablica 3. Ocjena kritične reprodukcije

PACIJENT	B.1.		B.2.		B.3.		B.4.		B.5.		B.6.		B.7.		B.8.	
	DA	NE	DA	NE	DA	NE	DA	NE	DA	NE	DA	NE	DA	NE	DA	NE
1	×		×		×		×		×		×		×		×	
2	×		×		×		×		×		×		×		×	
3	×		×		×		×		×		×		×		×	
4	×		×		×		×		×		×		×		×	
5	×		×		×		×		×		×		×		×	×
6	×		×		×		×		×		×		×		×	
7	×		×		×		×		×		×		×		×	
8	×		×		×		×		×		×		×		×	
9	×		×		×		×		×		×		×		×	
10	×		×		×		×		×		×		×		×	×
11	×		×		×		×		×		×		×		×	
12	×		×		×		×		×		×		×		×	

Oštro razlučiva reprodukcija: B.1. torakalne aorte, B.2. struktura prednjeg medijastinuma i rezidue timusa (ukoliko je prisutna), B.3. dušnika i glavnih bronha, B.4. paratrahealnog tkiva, B.5. karine i limfnih čvorova ≥ 2 cm, B.6. limfnih čvorova 1 - 2 cm, B.7. limfnih čvorova 0,5 - 1 cm, B.8. jednjaka

ZAKLJUČAK

Korištenje niskodoznih protokola za CT prsišta vodi do smanjenja doza: za faktor 3 – 6,4 na leći oka, za faktor 1,9 – 7,7 na štitnjači, za faktor 2,8 – 6,6 na sternumu te za faktor 1,4 – 8,5 na gonadama. Kvaliteta prikaza slika kod niskodoznog protokola je zadovoljavajuća prema procijeni dva neovisna radiologa. Trebalo bi stoga razmotriti uvođenje niskodoznog protokola CT prsišta kao standardne tehnike snimanja kod ovih pacijenata.

LITERATURA

- [1] Kalender WA, Schmidt BA, Zankl M, Schmidt M. A PC program for estimating organ dose and effective dose values in computed tomography. *Eur Rad* 1999;9:555-562.
- [2] U.S. exposure to medical radiation soars, ACR issues new white paper on dosage. *Diag Imag Intell Rep.* June 2007 http://www.g2reports.com/issues/DIIR/2007_6/1612608-1.html
- [3] Pierce DA, Preston DL. Radiation – related cancer risks at low doses among atomic bomb survivors. *Radiat Res* 2000;154:178-186.
- [4] Brenner DJ, Elliston CD. Estimated radiation risks potentially associated with full-body CT screening. *Radiology* 2004;232:735-738.
- [5] Hurwitz LM, Yoshizumi TT, Reiman RE, Paulson EK, Frush DP, Nguyen GT, Toncheva GI, Goodman PC. Radiation dose to the female breast from 16-MDCT body protocols. *AJR Am J Roentgenol* 2006; 186:1718-1722.
- [6] Khursheed A, Hillir MC, Shrimpton PC, Wall BF. Influence of patient age on normalized effective doses calculated for CT examinations. *Br J Radiol* 2002;75: 819-830.
- [7] Hall EJ. Lessons we have learned from our children: Cancer risks from diagnostic radiology. *Pediatr Radiol* 2002;32:700-706.
- [8] Vock P, Soucek M, Daepf M, Kalender WA. Lung: spiral volumetric CT with single-breath-hold technique, continuous transport, and scanner rotation. *Radiology* 1990;176:864-867.
- [9] Clemons M, Loijens L, Gross P. Breast cancer risk following irradiation for Hodgkin's disease. *Cancer Treat Rev* 2000;26:291-302.
- [10] Nadich DP, Marshall CH, Gribbin C, Arams RS, Mc Cauley DI. Low-dose CT of the lungs: preliminary observations. *Radiology* 1990; 175:729-731.
- [11] Knežević Ž, Krpan K, Ranogajec-Komor M, Miljanić S, Vekić B, Rupnik Z. Povezivanje termoluminescentnog čitača s računalom te razvoj programa za obradu mjernih podataka, U: Garaj-Vrhovac V, Kopjar N, Miljanić S, ur. Zbornik radova Šestog simpozija Hrvatskoga društva za zaštitu od zračenja, 18-20. travnja 2005; Zagreb, Hrvatska. Zagreb: HDZZ; 2005. str.111-116.
- [12] UNSCEAR 2000 Medical Radiation Exposures (2006) United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation Report to the General Assembly: available at: <http://cnts.wpi.edu/RSH/Docs/UN-Chernobyl/inex.html>
- [13] Knežević Ž. Karakterizacija termoluminescentnih dozimetara u poljima fotonskog zračenja različitih energija, 2004, Magistarski rad, PMF, Sveučilište u Zagrebu.
- [14] European guidelines on quality criteria for computed tomography, EUR 16262 EN, May 1999.

EFFICACY OF LOW-DOSE CT PROTOCOL IN FOLLOW-UP OF LYMPHOPROLIFERATIVE DISORDERS – PRELIMINARY RESULTS

*Jelena Popić Ramač¹, Željka Knežević², Zoran Brnić¹, Branimir Klasić¹
and Andrija Hebrang¹*

¹Department of Diagnostic and Interventional Radiology,
Clinical Hospital Merkur, Zagreb, Croatia

²Ruđer Bošković Institute, Secondary Standard Dosimetric Laboratory,
Zagreb, Croatia
jpopic@inet.hr

Most medically-related radiation is caused by diagnostic examinations, in particular by computed tomography (CT). The purpose of this research is to reduce radiation doses faced by the population frequently exposed to such procedures-those with lymphoproliferative disorders.

The research was conducted comparing radiation-exposition doses received by the radiosensitive organs (thyroid, lens, breast and gonad) using the standard thoracic CT protocol with the radiation received using the low-dose protocol, while maintaining display quality. The standard-dose thoracic protocol implies 120 kV and 150 mAs. The low-dose protocol was conducted on the same device using 120 kV and 30 mAs.

We confirmed the hypothesis that the use of the low-dose thoracic CT protocol leads to a reduction in radiation dose without compromising display quality. It is further expected that a reduction in doses will reduce the risk of radiation-related mutations.