

**ДРУШТВО ЗА ЗАШТИТУ ОД ЗРАЧЕЊА  
СРБИЈЕ И ЦРНЕ ГОРЕ**



**ЗБОРНИК  
РАДОВА**

**XXIX СИМПОЗИЈУМ ДЗЗСЦГ  
Сребрно језеро  
27- 29. септембар 2017. године**

**Београд  
2017. године**

**SOCIETY FOR RADIATION PROTECTION OF  
SERBIA AND MONTENEGRO**



# PROCEEDINGS

**XXIX SYMPOSIUM DZZSCG  
Srebrno jezero  
27- 29. September 2017**

**Belgrade  
2017**

ЗБОРНИК РАДОВА

XXIX СИМПОЗИЈУМ ДЗЗСЦГ  
27-29.09.2017.

Издавачи:

Институт за нуклеарне науке „Винча“  
Друштво за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе

За извршног издавача:

Др Борислав Грубор

Уредници:

Др Јелена Станковић Петровић  
Др Гордана Пантелић

ISBN 978-86-7306-144-3

©Institut za nuklearne nauke „Vinča“

Техничка обрада:

Јелена Станковић Петровић, Гордана Пантелић

Штампа:

Институт за нуклеарне науке ”Винча”, Мике Петровића Аласа 12-14, 11351  
Винча, Београд, Србија

Тираж:

150 примерака

Година издања:

Септембар 2017.

### PROCENA DOZE ZA OČNO SOČIVO ZA PROFESIONALNO IZLOŽENA LICA TOKOM CRT PROCEDURA

**Vojislav ANTIĆ<sup>1,2</sup>, Olivera CIRAJ-BJELAC<sup>2,3</sup>, Jovana SELAKOVIĆ<sup>2</sup>, Predrag BOŽOVIĆ<sup>2,3</sup>, Danijela ARANDIĆ<sup>2,3</sup> i Siniša PAVLOVIĆ<sup>1,4</sup>**

1) Klinički centar Srbije, Beograd, Srbija

2) Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija

3) Institut za nuklearne nauke „Vinča”, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija

4) Medicinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija

#### APSTRAKT

Ovaj rad ima za cilj procenu izloženosti očnog sočiva profesionalno izloženih lica tokom CRT procedura na bazi direktnih merenja aktivnim dozimetrom u Hp(3) doznom ekvivalentu. Ustanovljena je srednja vrednost doze po intervenciji od  $30\mu\text{Sv}$  za kardiologe,  $26\mu\text{Sv}$  za medicinske tehničare, odnosno  $2\mu\text{Sv}$  za radiološke tehničare. Normalizovane vrednosti Hp(3)/P<sub>KA</sub> su iznosile  $1,2 \pm 0,34\mu\text{Sv}$ ,  $0,98 \pm 0,57\mu\text{Sv}$ , odnosno  $0,10 \pm 0,08$ , respektivno. Položaj kardiologa, od centralne linije primarnog snopa, je bio 45-55cm a medicinskog tehničara 80-200cm. Osim pri standardnom AP položaju, fluoroskopsko praćenje je bilo i u kosoj projekciji, ali u relativno zanemarljivom vremenu. Osoblje je zaštitne naočare nosilo samo u 15,8% analiziranih procedura (u 6 od ukupno 38). Razmatran je uticaj FT-a, P<sub>KA</sub>-a, strukturalne zaštite i ličnih zaštitnih sredstava pri CRT interventnim procedurama, u cilju optimizacije zaštite očnog sočiva od uticaja jonizujućeg zračenja.

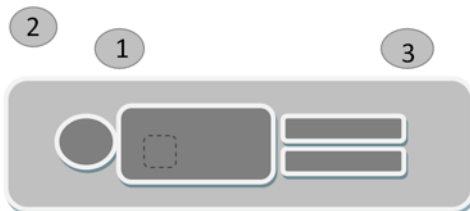
#### 1. UVOD

Kod pacijenata sa teškom srčanom insufijencijom, u cilju poboljšanja efikasnosti mehaničkog funkcionisanja leve komore srčanog mišića, primenjuje se terapija resinhronizacije srca (eng. *Cardiac Resynchronisation Therapy* - CRT) [1].

Prateće izlaganje zračenju profesionalno izloženih lica tokom elektrofizioloških procedura se bitno razlikuje od uobičajenih kardioloških angiografija i perkutanih koronarnih intervencija [2], u smislu da je potrebno fluoroskopsko praćenje tokom celog izvođenja procedure (pored neposredne implementacije elektroda i žica, vrši se tokom kompletnog perioda planiranja i finalne verifikacije), standardni raspored profesionalno izloženih lica drugačiji (slika 1) i tokom njenog izvođenja, za izložena lica u pozicijama 1 i 2 (slika 1) isključena je mogućnost korišćenja zaštitnog ekrana od olovnog stakla, zbog same prirode intervencije. U odnosu na standardne intervencije ugradnje pejsmejкера, odnosno defibrilatora prosečno vreme fluoroskopije (*fluoroscopy time*, FT) je više od četiri puta duže i značajno je veći broj situacija kada se vrši snimanje pod uglom [3].

Posledica dokumenta ICRP 118 (2012) je da su granice ekvivalenta doze za očno sočivo postale identične kao granice efektivne doze, tj. smanjene su 7,5 puta u odnosu na prethodne vrednosti, što je prouzrokovalo intenzivnija ispitivanja vezana za procenu izlaganja zračenju očnog sočiva, u sve većem broju interventnih medicinskih procedura (UNSCEAR 2000). Jedan pravac istraživanja je zasnovan na Hp(3)/P<sub>KA</sub> korelaciji (gde je Hp(3) dozni ekvivalent za očno sočivo a P<sub>KA</sub> proizvod kerme i površine (*kerma-area product*)), ispraćen i u ovom radu), drugi na bazi korelacije doze za oči i doze izmerene na drugim mestima na telu, preko Hp(10) i Hp(0.07). Istraživanja [2], odnosno [4],

respektivno, pokazuju da u kliničkim uslovima takav indirektni pristup ne pokazuje dovoljno dobre rezultate. Imajući to u vidu, jasno je da direktna merenja aktivnim dozimetrom, pogotovo za procedure koje nisu dovoljno ili uopšte zastupljene u publikacijama, imaju veliki značaj.



**Slika 1. Tipične pozicije profesionalno izloženih lica tokom izvođenja CRT procedure**

## 2. MATERIJALI I METODE

Ispitivanja su izvršena u Pejsmejker centru Kliničkog centra Srbije u Beogradu. Fluoroskopsko praćenje omogućeno je korišćenjem uređaja *Allura Xper FD10/10* (*Philips Healthcare, Netherlands*) sa flet panel detektorom, pulsnom fluoroskopijom sa 3,75 frejmova po sekundi, uz primenu automatske kontrole ekspozicije. Samo jedna C-ruka, tj. jedna rendgenska cev se koristila tokom intervencija. Tipične pozicije kardiologa (1), medicinskog tehničara (2) i radiološkog tehničara (3) prikazane su na slici 1.

Kao aktivni dozimetar koristio se EDD 30 (*Unfors, Sweden*), kalibrisan po ISO 4037-1 standardu u kvalitetu N-80 za Hp(3) dozni ekvivalent, koristeći konverzije faktore za kermu u vazduhu preporučenu za merenje doze za očno sočivo [5]. Poluprovodnički senzor uređaja je bio prikačen na naočare ili zakačen na drugi način što bliže levom oku, u nivou obrve.

Studija je obuhvatila ukupno 38 CRT procedura sa i bez ugradnje defibrilatora: za poziciju 1: 14, za poziciju 2: 13 i za poziciju 3: 11 analiza. Beležena su vremena fluoroskopije,  $P_{KA}$  i kumulativna kerma u vazduhu na poziciji interventne referentne tačke (*cumulative air kerma at interventional reference point* ( $K_{IRP}$ )) - standardne informacije koje daje softver dijagnostičkog uređaja, odnosno Hp(3) vrednosti dobijene preko aktivnog dozimetra. Određena je aritmetička sredina, standardna devijacija, medijana, opseg i treći kvartil za ove podatke, po mernim pozicijama, respektivno. Simetričan Studentov t-test je korišćen za određivanje normalne distribucije.

Praćeno je rastojanje osoblja od centralne linije primarnog snopa tokom intervencija, koje se angularne pozicije koriste (u odnosu na standardni AP (anterior-posterior) položaj), kao i upotreba ličnih zaštitnih sredstava.

## 3. REZULTATI

Rezultati, prema definisanoj metodologiji, su predstavljeni u tabeli 1, gde je N broj ispitivanja za određenu poziciju, FT vreme fluoroskopije (min.),  $P_{KA}$  proizvod kerme i površine ( $Gy \cdot cm^2$ ),  $K_{IRP}$  kumulativna kerma u vazduhu na poziciji interventne

referentne tačke (mGy) i Hp(3) izmerena vrednost doze za očno sočivo ( $\mu\text{Sv}$ ), respektivno. U poslednjoj koloni su predstavljene normalizovane vredosti Hp(3)/P<sub>KA</sub>. Rastojanje kardiologa od centralne linije primarnog snopa je bilo konzervativno 45-55cm, medicinskog tehničara u rasponu od 80-200cm, a radiološkog tehničara veće od 200cm. Fluoroskopsko praćenje pri kosoj projekciji, isključivo pod uglom od 30°, u trajanju 10-50s je vršeno u 22% slučajeva. Svi ispitanici su nosili zaštitne kecelje i okovratnike, a zaštitne naočare u samo 15,8% razmatranih procedura (6 od 38).

**Tabela 1. Relevantni podaci za procenu Hp(3) doze. Podaci su dati kao srednje vrednosti  $\pm$  standardne devijacije, sa odgovarajućim opsezima u zgradama**

Pozicije osoblja	N	FT	P <sub>KA</sub>	K <sub>IRP</sub>	Hp(3)	Hp(3)/P <sub>KA</sub>
Prva pozicija - kardiolog	14	15 $\pm$ 12 (4,5-36)	23 $\pm$ 12 (10-43)	220 $\pm$ 105 (120-410)	30 $\pm$ 19 (7,7-69)	1,2 $\pm$ 0,34 (0,72-1,8)
Druga pozicija - medicinski tehničar	13	15 $\pm$ 10 (5,2-34)	26 $\pm$ 18 (8,3-62)	268 $\pm$ 185 (122-697)	26 $\pm$ 23 (4,3-79)	0,98 $\pm$ 0,57 (0,21-1,9)
Treća pozicija - radiološki tehničar	11	15 $\pm$ 10 (4,4-31)	26 $\pm$ 19 (7,1-54)	268 $\pm$ 175 (119-532)	2,0 $\pm$ 1,2 (0,62-3,8)	0,10 $\pm$ 0,08 (0,04-0,28)

#### 4. DISKUSIJA

Dužina vremenskog intervala tokom koga se vrši fluoroskopsko praćenje tokom implementacije CRT-a je relativno velika u odnosu na druge kardiološke procedure, prvenstveno zbog teškoća u pronalaženju najboljeg mesta za postavljanje elektroda, njihovog broja i rasporeda, a često tokom intervencije dolazi i do disekcije i perforacije koronarnog sinusa. Iako nije u literaturi ustanovljena korelacija Hp(3) doze i FT, produženo FT u odnosu na standardne elektrofiziološke procedure je bilo osnov za ovu studiju, pored činjenice da se ne može koristiti zaštitni ekran tokom izvođenja procedure. Kao jednostavan a efikasan način za smanjenje uticaja rasejanog zračenja predlaže se korišćenje prekrivača sa olovnim punjenjem od 0,5mm Pb.

Nacionalnom zakonskom regulativom nije predviđeno nošenje aktivnih dozimetara za merenje Hp(3) doznog ekvivalenta za očno sočivo. Izmerene doze ne impliciraju da se može dostići granica od 20 mSv na godišnjem nivou, odakle bi bilo indikovano da je potrebno aktivno praćenje u rutinskom radu, imajući u vidu i da CRT procedure čine manje od 15% od ukupnog broja elektrofizioloških intervencija u Pejsmejker centru [3]. Relativno prihvatljiva radijaciona izlaganja su posledica tehničkih performansi (primena pulsne fluoroskopije sa adekvatnom filtracijom, dobra geometrija snopa), kao i veštine i spretnosti osoblja u radu.

Korelacija Hp(3)/P<sub>KA</sub> nije bila dobra za drugu (medicinski tehničar) i treću (radiološki tehničar) poziciju, što još jednom potvrđuje značaj direktnih merenja.

Snimanja pod uglom nisu trajala dugo, ali se u tim situacijama predlaže da se posebno vodi računa o položaju kardiologa i medicinskog tehničara u odnosu na pacijenta - izvora rasejanog zračenja.

Upotreba zaštitnih naočara, zabeležena u samo 15,8% situacija, se mora povećati. Indikovano je njihovo korišćenje i za kardiologa i za medicinskog tehničara. Predlaže se zakrivljen tip (*wrap around*), jer bolje štite od rasejanog zračenja u 21-74% [6], manje magle (kao posledica nošenja hirurške maske) i konformnije su za nošenje zbog ravnomernijeg opterećenja. Ukoliko se nose naočare za vid, treba koristiti zaštitne vizire.

### 5. ZAKLJUČAK

U studiji su merene Hp(3) doze za očno sočivo aktivnim dozimetrom tokom CRT procedura. Statističkom obradom ustanovljeni su relevantni podaci za sve tri kategorije profesionalno izloženih lica. Implicitno je naglašen značaj praćenja radne geometrije (položaji osoblja i rendgenske cevi). Predstavljeni su svi relevantni načini smanjenja uticaja jonizujućeg zračenja u kliničkom radu.

### 6. LITERATURA

- [1] Choi A., Thomas S., Singh J. Cardiac Resynchronisation Therapy and Implantable Cardioverter Therapy in Advanced Heart Failure, *Heart Failure Clinics* (2016) 12 (3): 423-436
- [2] Antic V., Ciraj-Bjelac O., Rehrani M., Aleksandric S., Arandjic D., Ostojic M. Eye Lens Dosimetry in Interventional Cardiology: Results of Staff Dose Measurements and Link to Patient Dose Levels, *Radiation Protection Dosimetry* (2013) 154 (3): 276-284
- [3] Ciraj-Bjelac O., Antic V., Selakovic J., Bozovic P., Arandjic D., Pavlovic S. Eye Lens Exposure to Medical Staff Performing Electrophysiology Procedures: Dose Assessment and Correlation to Patient Dose, *Radiation Protection Dosimetry* (2016) 172 (4): 475-482
- [4] Farah J., Struelens L., Dabin J., Koukorava C., Donadille L., Jacob S., Schnelzer M., Auvinen A., Vanhavere F., Clairand I. A correlation study of eye lens dose and personal dose equivalent for interventional cardiologists, *Radiation Protection Dosimetry* (2013) 157(4):561-9
- [5] Carinou E., Ferrari P., Ciraj-Bjelac O., Gingaume M., Merce M., O'Connor U. Eye lens monitoring for interventional radiology personnel: dosimeters, calibration and practical aspects of Hp(3) monitoring. A 2015 review *Journal of Radiological Protection* 35 (2015): R17-R34
- [6] Koukorava C., Farah J., Struelens L., Clairand I., Donadille L., Vanhavere F., Dimitriou P. Efficiency of radiation protection equipment in interventional radiology: a systematic Monte Carlo study of eye lens and whole body doses, *Journal of Radiological Protection* (2014) 34(3):509-28

**EYE LENS DOSE ASSESSMENT FOR OCCUPATIONALLY EXPOSED PERSONS DURING CRT PROCEDURES**

**Vojislav ANTIC<sup>1,2</sup>, Olivera CIRAJ-BJELAC<sup>2,3</sup>, Jovana SELAKOVIC<sup>2</sup>, Predrag BOŽOVIC<sup>2,3</sup>, Danijela ARANDJIC<sup>2,3</sup> i Sinisa PAVLOVIC<sup>1,4</sup>**

- 1) *Clinical Centre of Serbia, Belgrade, Serbia*
- 2) *School of Electrical Engineering, University of Belgrade, Belgrade, Serbia*
- 3) *Vinca Institute of Nuclear Science, University of Belgrade, Belgrade, Serbia*
- 4) *School of Medicine, University of Belgrade, Belgrade, Serbia*

**APSTRACT**

*This study aims to assess the exposure of the staff eye lens during CRT procedures, based on direct measurements with an active dosimeter in Hp(3) operational quantity. The mean doses per intervention of 30 $\mu$ Sv, 26 $\mu$ Sv and 2 $\mu$ Sv was established for cardiologists, medical technicians and radiological technicians, respectively. Corresponding normalized values of Hp(3)/P<sub>KA</sub> were 1.2  $\pm$  0.34  $\mu$ Sv, 0.98  $\pm$  0.57  $\mu$ Sv, and 0.10  $\pm$  0.08. Cardiologists position relative to the center line of the primary beam was in the range from 45 to 55cm. For medical technician, this distance was 80-200cm. In addition to the standard AP position, fluoroscopic monitoring was also in oblique projection, but in a relatively negligible time. Staff wore goggles only in 15.8% of the analyzed procedures (6 of 38). In order to protect the eye lens from the influence of ionizing radiation during CRT interventional procedures, the overall impact of the FT, PKA, structural protection and personal protective equipment were carefully considered.*