



ЗБОРНИК РАДОВА



XXX СИМПОЗИЈУМ ДРУШТВА ЗА ЗАШТИТУ ОД ЗРАЧЕЊА СРБИЈЕ И ЦРНЕ ГОРЕ

2. - 4. октобар 2019. године
Хотел “Дивчибаре”, Дивчибаре, Србија

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



ЗБОРНИК РАДОВА

**XXX СИМПОЗИЈУМ ДЗЗСЦГ
Дивчибаре
2- 4. октобар 2019. године**

**Београд
2019. године**

**RADIATION PROTECTION SOCIETY OF
SERBIA AND MONTENEGRO**



PROCEEDINGS

**XXX SYMPOSIUM RPSSM
Divčibare
2nd - 4th October 2019**

**Belgrade
2019**

ЗБОРНИК РАДОВА

XXX СИМПОЗИЈУМ ДЗЗСЦГ
2-4.10.2019.

Издавачи:

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

За извршног издавача:

Проф. др Снежана Пајовић, научни саветник
в.д. директора Института за нуклеарне науке Винча

Уредници:

Др Михајло Јовић
Др Гордана Пантелић

ISBN 978-86-7306-154-2

©Institut za nuklearne nauke „Vinča“

Техничка обрада:

Михајло Јовић, Гордана Пантелић

Електронско издање:

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

Тираж:

150 примерака

Година издања:

Септембар 2019.

ZAŠTITA OD ZRAČENJA U MEDICINI: PRVIH 55 GODINA

Olivera CIRAJ BJELAC

Univerzitet u Beogradu, Institut za nuklearne nauke Vinča, Laboratorija za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine, Beograd, Srbija, ociraj@vinca.rs

SADRŽAJ

Zaštita od zračenja u medicine bila je tema profesionalne zaštite od zračenja od početka uspostavljanja ove oblasti kao nezavisne naučne i stručne discipline. Tokom 55 godina duge istorije Društva za zaštitu od zračenja, zaštita od zračenja u medicine bila je zastupljena na svim do sada održanim simpozijumima na način koji reflektuje aktuelne teme u ovoj oblasti. U radu je dat pregled tema iz oblasti zaštite od zračenja u medicine na do sada održanim Simpozijumima društva za zaštitu od zračenja.

1. Uvod

Proteklo je pedeset i šest godina od formiranja Jugoslovenskog društva za zaštitu od zračenja. Ovaj jubilarni trideseti simpozijum prilika za osvrt na aktuelne teme u oblasti zaštite od zračenja, uključujući i one koje se odnose na zaštitu od zračenja u medicini, koje su kroz istoriju društva ostale zapisane u zbornicima radova do sada održanih simpozijuma (<http://dzz.org.rs/simpozijumi/>).

Od 1963. do 2017. godine, održano je 30 simpozijuma i niz tematskih skupova. Na svakom od njih, zaštita od zračenja u medicini bila je prisutna kao tema, prvobitno u okviru sekcija posvećenim opštim temama u zaštiti od zračenja i dozimetriji a od 1981. godine, kada je održan XI Simpozijum Jugoslovenskog društva za zaštitu od zračenja u Portorožu, i u okviru posebne tematske sekcije posvećene zaštiti od zračenja u medicini. Zaštita od zračenja, kao multidisciplinarna naučna disciplina i kao stav, je u velikoj meri doprinela zaštiti ljudi i životne sredine od štetnog dejstva jonizujućih zračenja i omogućila njihovu bezbednu upotrebu. Primena izvora zračenja u medicini neosporno predstavlja jednu od najzanimljivijih vidova primene jonizujućih zračenja. Medicinska primena izvora zračenja je do naše svakodnevice, prisutna je u svim zdravstvenim sistemima, od velikih gradova u razvijenom svetu do udaljenih ruralnih sredina. Procenjeno je da je broj medicinskih postupaka koji koriste zračenje porastao sa oko 1,7 milijardi u 1980. godini na skoro 4 milijarde u 2007. godini. Medicinska primena izvora zračenja doprinosi sa više od od 99,9% ukupnoj efektivnoj dozi od svih veštačkih izvora zračenja. Stoga nije neobično da zaštita od zračenja u medicini ima jedinstvenu poziciju, svoje specifičnosti i predstavlja bitan element svakodnevne medicinske prakse [1].

Imajući u vidu društveni kontekst, entuzijizam i stručni osnov na kome je formirano Jugoslovensko društvo za zaštitu od zračenja 1963. godine, nije neobično da je zaštita od zračenja u medicini bila tema već na samom početku postojanja i rada ovog profesionalnog udruženja. Pored toga, neophodno je istaći da se zaštita od zračenja u medicini, kao tema kroz istoriju društva, odlikuje izuzetnom aktuelnošću i raznovrsnošću. Pitanja

pokrenuta decenijama ranije, ostalu su u velikoj meri značajna i danas, uprkos činjenici da primena izvora jonizujućih zračenja u medicini mesto za transfer viskohn tehnologija u svakodnevnu kliničku praksu.

2. Zашtita od zračenja u medicini kao tema na 30 simpozijuma

Najstariji propis iz oblasti zaštite od zračenja, potiče još iz 1947. godine i odnosi se na zaštitne mere pri radu sa rendgenskim uređajima i radioaktivnim materijama [2]. Ovaj dokument potvrđuje da je zaštita od zračenja u medicini bila tema i pre osnivanje Jugoslovenskog društva za zaštitu od zračenja. Aktivnosti na polju zaštite od zračenja u Jugoslaviji uveliko su se razvijale početkom šezdesetih godina. Samo četiri godine nakon usvajanja politike zaštite ostvareni su prvi profesionalni uslovi za organizaciju stručnog sastanka - simpozijuma. Simpozijum je održan u Portorožu od 8. do 12. Oktobra 1963. godine. Program simpozijuma obuhvatio je plenarne sesije sa opštim temama i tri paralelne sesije o zaštiti od zračenja u medicini i biologiji, tehničkoj zaštiti od zračenja i zračenju u životnoj sredini. Zbornik radova nije objavljen, ali je objavljena Knjiga sažetaka. Iako prvi u nizu, to je bio najposjećeniji sastanak, sa 315 učesnika [3]. Pored toga, simpozijum je bio i značajna potvrda da je u to vreme postojala uspešna profesionalna zajednica u zaštiti od zračenja. Od 1963. do 2017. održano je trideset simpozijuma, navedenih u tabeli 1. U istoj tabeli, naveden je i broj radova čije je tema bila zaštita od zračenja u medicini.

Tabela 1. Simpozijumu održani u periodu 1963. – 2017.

Broj	Godina	Mesto	Broj učesnika	Ukupna broj radova	Broj radova na temu zaštite od zračenja u medicini
I	1963	Portorož	310	162	4
II	1965	Mostar	250	48	0
III	1967	Banja Luka	210	88	2
IV	1969	Baško Polje	250	151	16
V	1970	Bled	200	110	13
VI	1972	Ohrid	160	96	11
VII	1973	Kaštel Stari	150	92	8
VIII	1975	Herceg Novi	150	83	6
IX	1977	Jajce	150	109	17
X	1979	Arandelovac	120	88	4
XI	1981	Porotrož	150	116	7
XII	1983	Ohrid	200	139	7
XIII	1985	Pula	250	182	8
XIV	1987	Novi Sad	250	117	9
XV	1989	Priština	150	119	10
XVI	1991	Neum	130	108	4
XVII	1993	Beograd	120	74	7
XVIII	1995	Bečići	106	86	13
XIX	1997	Golubac	95	75	13
XX	1999	Tara	105	90	11
XXI	2001	Kladovo	94	82	13
XXII	2003	Petrovac	100	80	6

Tabela 1. Nastavak.

Broj	Godina	Mesto	Broj učesnika	Ukupna broj radova	Broj radova na temu zaštite od zračenja u medicini
XXIII	2005	Donji Milanovac	80	69	5
XXIV	2007	Zlatibor	95	75	8
XXV	2009	Kopaonik	74	64	4
XXVI	2011	Tara	82	78	6
XXVII	2013	Vrnjačka Banja	80	97	12
XXVIII	2015	Vršac	84	95	6
XXIX	2017	Serbrno jezero	80	88	6

Ukupan broj radova na temu zaštite od zračenja u medicini na do sada održanim simpozijumima je 236, dok je njihov udeo u ukupnom broju radova bio između 5% i 15%. Uprkos relativno maloj zastupljenosti u odnosu na neke druge oblasti zaštite od zračenja, razmatrana problematika na do sada održanim simpozijumima bila je raznovrsna i aktuelna. Pregled tema kroz istoriju do sada održanih simpozijuma dat je u tabeli 2.

Tabela 2. Zaštita od zračenja u medicine na simpozijumima u periodu 1963. – 2017. god.

Tema	Godina	Komentar
Opšti problemi u zaštiti od zračenja u medicini	1969, 1981, 1991, 1995, 1999.	
Zaštita profesionalno izloženih lica u medicini	1963, 1969, 1972, 1977, 1987, 1989, 1991, 1993, 1995, 1997, 1999, 2007, 2013, 2015.	
Tehnološke osobine, broj i struktura rendgen-aparata	1970, 1972, 1977, 1985, 1987, 1989, 1995, 1997, 1999, 2001, 2013.	
Dizajn rendgen-kabineta i strukturalna zaštita	1963, 1975, 1977, 1979, 1981, 1987, 2013.	
Karakterizacija snopa dijagnostičkih rendgen-aparata	1967, 1970, 1973, 1979, 1987, 1993, 1997.	
Spektrometrija snopa x –zračenja	1969, 1973, 2005, 2013.	
Karakterizacija polja rasejanog zračenja	1970, 1972, 1993.	
Dozimetrijske metode za pacijente, procena doze	1967, 1970, 1972, 1977, 1983, 1995, 1999, 2001, 2007, 2013, 2017.	Eksperimentalna i računaska dozimetrija
Doza za organe (gonade, očna sočiva), radijacioni rizik	1963, 1969, 1973, 1975, 1981, 1983.	GSD-Genetically Significant Dose
Zaštita od zračenja u stomatološkoj radiologiji	1969, 1972, 1973, 1975, 1989, 2015.	
Zaštita od zračenja u planarnoj radiologiji	1969, 1972.	Dominira radiografija pluća
Zaštita od zračenja u mamografiji	1983, 1985, 1989.	
Zaštita od zračenja u fluoroskopiji	1969, 1970, 1972, 2003.	
Zaštita od zračenja u pedijatrijskoj radiologiji	1963, 1970, 1977, 1989, 1991, 1995, 1999, 2009, 2011.	
Zaštita od zračenja u granama van radiologije	1973, 1977, 1989, 2005, 2009, 2011, 2013.	Urologija, angiografija, pajsmejker centar, kardiologija, ginekologija

Tabela 2. Nastavak.

Tema	Godina	Komentar
Zaštita od zračenja u radioterapiji	1970, 1977, 1981, 1989, 1993, 1995, 1999, 2001, 2003, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017.	
Zaštita od zračenja u nuklearnoj medicini	1977, 1979, 1981, 1983, 1985, 1989, 1993, 1995, 1997, 2001, 2003, 2003, 2005, 2007, 2013.	Proizvodnja radiofarmaceutika i klinička primena
Edukacija i kompetentnost osoblja	1969, 1970, 1977, 1997.	
Akcidenti i incidenti	1970, 2001, 2007.	
Doza za populaciju kao posledica primene izvora zračenja u medicini	1970, 1977, 1983, 1985, 1997, 2011, 2013.	
Pitanje opravdanosti pregleda, ponovljeni pregledi na istom pacijentu i zdravstveni skrining	1972, 1973, 1981, 1983, 1985.	
Trudnoća i jonizujuće zračenje	1977, 1981, 1989, 1999, 2005, 2013.	
Optimizacija prakse u dijagnostičkoj radiologiji	1993, 1999, 2001, 2007, 2013.	KT, tranzicija sa analogne na digitalnu radiologiju
Osiguranje i kontrola kvaliteta	1991, 1993, 1995, 1997, 1999, 2009, 2011, 2013, 2017.	Dijagnostička radiologija, radioterapija
Efekti jonizujućih zračenja (očno sočivo, koža)	1985, 2001, 2015, 2017.	

U nastavku teksta dat je pregled odabranih tema kroz istoriju održanih simpozijuma. Odabir tema bazira se na njihovoj aktuelnosti, imajući u vidu da su mnoge od tema navedenih u tabeli 2 otvorena pitanja i danas [1, 4, 5].

3. Opšti problemi u zaštiti od zračenja u medicini, edukacija i kompetentnost osoblja

Pregledni radovi na temu opštih problema u zaštiti od zračenja u medicini, prikazani u u nekoliko navrata u periodu od 1969. do danas. U radu *Magarašević i saradnici* (1969) [6], autori daju pregled broja lekara koji koriste jonizujuće zračenja u svojoj praksi, a da za to nisu prethodno obučeni, daju predloge za unapređenje ovakve prakse, pre svega ističući potrebu za dopunskim obučavanjem ovih lekara. U radu *Čerkez i sardnici* (1969) [7], prikazana je metodologija ispitvanje izvora zračenja u medicini, fokusirana isključivo na karakteristike rendgen-aparata, prostora i stanje ličnih zaštitnih sredstava. Ipak, u radu *Jokić i saradnici* (1969) [8], medicinsko izlaganje prepoznato je kao najznačajniji činilac u ukupnoj dozi za populaciju, sa doprinosom od 70 do 90%. Principi opravdanosti i optimizacije prakse identifikovani su kao mehanizmi za kontrolu doze od medicinskog izlaganja.

Zaštita od zračenja u medicini, kao posebna tematska sesija pominje se prvi put 1981. godine. U preglednom radu *Kalendarova* (1981) analizirane su aktuelne teme u zaštiti od zračenja u medicini, uključujući izvore zračenja i metode za procenu doze za pacijente [9]. Interesanto je da su na veoma kompetentna način diskutovane nepravilnosti u prikazivanju rezultata pacijente dozimetrije, kao što su nedostatak kalibracije, prikazivanje isključivo srednje vrednosti doze i nedostatak ocene greške merenja. Konstatovano je i da se metode za smanjenje doza svode na varijaciju nekoliko

jednostvnih paramtera rendgen-aparata. Predlozi za poboljšanje situacije dati su ukupno 13 tačaka i mogu se primeniti i danas. U radu *Prlic i saradnici* (1991) [10] dat je pregled stanja u zaštiti od zračenja u medicini u R. Hrvatskoj. Konstatovano je da se zaštititi pacijenata ne posvećuje dovoljna pažnja. U radu je istaknuta i neophodnost implementacije programa osiguranje i kontrole kvaliteta (QA/QC) u medicini, dok je u radu *Vukčević i saradnici* (1999) dat pregled grešaka u procesu QA u dijagnostičkoj radiologiji, pre svega greške merenja napona rendgenske cevi i filtracije snopa koje mogu imati reperkusije na interpretaciju rezultata i njihovo poređenje sa referentnim vrednostima [11].

4. Doza za populaciju kao posledica primene izvora zračenja u medicini

Doza za populaciju kao posledica primene izvora zračenja u medicini prepoznata je kao tema još na simpozijumu održanom 1970. godine [12], kada je dat pregled obima korišćenja rendgen-aparata u SFRJ, kako je prikazano u tabeli 3. U radu *Ninković i saradnici* (1977) [13], pored procenjene doze za pacijente (tabela 4), konstatuje se da primena kriterijuma za upućivanje pacijenata na radiološke preglede nije adekvatan a da je primena mera za kontrolu doze nedovoljna.

Tabela 3. Frekvencija pregleda u dijagnostičkoj radiologiji 1967. godine [12].

Broj rentgenskih pregleda po glavi stanovnika po spolu i republikama u 1967. (rezultati ankete vršene od 9-15.10.1967) u hiljadama									
Republika	Muškarci			Žene			Svega		
	Broj pregleda	Broj stanovnika	Pregledi po glavi stanovnika	Broj pregleda	Broj stanovnika	Pregledi po glavi stanovnika	Broj pregleda	Broj stanovnika	Pregledi po glavi stanovnika
SRB1H	1104,5	1799	0,61	755,9	1868	0,41	1860,4	3667	0,51
SRB1G	108,5	258	0,42	87,1	262	0,33	195,6	520	0,38
SRH	1695,6	2063	0,82	1494,8	2251	0,66	3190,4	4314	0,75
SRM	426,8	776	0,55	372,2	754	0,49	799,0	1530	0,52
SRS1	802,7	800	1,00	661,0	862	0,76	1463,7	1662	0,95
SRS	2727,7	3979	0,69	2698,1	4069	0,66	5425,8	8048	0,68
SFRJ:	6865,8	9675	0,71	6069,1	10066	0,61	12934,9	19741	0,65

U radu *Križanović* (1983) konstatuje se da je na području grada Kragujevca najfrekventniji pregled prosvetljavanje pluća, da oko 50% stanovništva tokom jedne godine bude povrgnuto nekoj dijagnostičkoj proceduri a da genetski značajna doza iznosi 337 μ Sv [14]. Primećen je i porast genetski značajne doze usled veće učestalosti radiografije kukova kod dece. Na simpozijumima održanim 2011. i 2013. godine, prikazani su rezultati procene doza za populaciju u Republici Srbiji [14]. Prema ovim rezultatima, ukupan broj pregleda u nuklearnoj medicini iznosi 35000, a kolektivna doza 125 čovek Sv. Procenjena doza per caput iznosi 17 μ Sv. Ukupan broj radioloških pregleda procenjen je na 5 miliona, kolektivna doza na 4500 čovek Sv a srednja per caput doza na 0.6 mSv.

Tabela 4. Doze za populaciju u konvencionalnoj radiologiji [13].

Br.	aparatur	organ	mesto merenja	kV	mAs	FFcm	mR
1.	Selenoq	želudac	između pacijenta i ekrana	80	80	80	500
2.	"	pluća	над десним раменом	120	16	200	10
3.	"	"	над десним раменом	75	30	150	22
4.	Philips	"	над десним раменом	70	30	150	23
5.	Lo-rava	"	над десним раменом	70	30	150	25

5. Pitanje opravdanosti pregleda, ponovljeni pregledi na istom pacijentu i zdravstveni skrining

Još 1969. godine, *Jokić i saradnici* (1969), postavljaju pitanje adekvatne indikacije za bilo koje izlaganje izvorima zračenja u medicini, posebno u dijagnostičkoj radiologiji [8]. Samo nekoliko godina kasnije, 1972. godine, na Simpozijumu održanom na Ohridu, razmatrana je i danas veoma značajna tema vezana za ponovljene procedure na istom pacijentu, posebno tokom procesa lečenja hroničnih bolesti [16]. Utvrđeno je da je tek trećina pacijenta obuhvaćenih istaživanjem posedovala infomaciju o prethodno obavljenim pregledima (tabela 5).

Tabela 5. Infomacija o izlaganju pacijenta tokom lečenja hroničnih bolesti i udeo upotrebe već dostupne infomacije [16].

Redni broj	Grupa obojenja	Broj sekvestriranih bolesnika	Ukupan broj rtg. pregleda u bolnici	Prosečan broj redovnog pregleda po je-dnom bolesniku	Ukupan broj pregleda pri-dolaska u bolnicu	Prosečan broj rtg. pregleda prije do-laska u bolnicu	Broj bolesnika koji su do-nijeli svadgen anamke pri dolasku u bolnicu			
							da		ne	
							Broj	%	Broj	%
1.	Bolesti disajnih organa izuzev tbc. pluća	8	29	3,6	42	5,2	2	25	6	75
2.	Bolesti urinarnog sistema	25	96	3,8	198	7,9	8	32	17	68
3.	Bolesti srca i krvnih sudova	12	33	2,7	34	2,8	1	8,3	11	91,7
4.	Bolesti jetre i žučnih puteva	5	23	4,6	26	5,2	2	40	3	60
5.	Hronična obojenja kostiju i zglobova	3	13	4,3	15	5,0	2	66	1	34
6.	Bolesti endokrinog sistema	2	9	4,5	5	2,5	-	-	2	100,0
7.	Bolesti želuca i duodenama	9	37	4,1	69	7,7	3	33	6	67
8.	Bolesti krvi i krvotvornih organa	1	3	3,0	4	4,0	-	-	1	100,0
9.	Povrede ekstremiteta	9	30	3,3	6	0,6	6	67	3	33
	Ukupno:	74	273	3,7	401	5,4	24	32,3	50	67,7

Ista grupa autora je postavila i pitanje opravdanosti zdravstvenog skrininga, u radu koji nosi naslov *Izloženost stanovništva jonizujućem zračenju kao posledica administrativnih zahteva* [16]. Razlozi i kriterijumi za upućivanje pacijenta na radiografiju pluća, analizirani u radu *Jokić i sardnici* (1973) [17]. Uvrđeno je da je trećina pacijenata upućena na radiološki pregled bez prethodnog kliničkog pregleda, što je imalo i reperkusije na broj negativnih nalaza. Frekvencija neopradvanih pregleda u jednoj zdravstvenog ustanovi primarnog tipa, prikazana je na Simpozijumu održanom 1981.

godine, kako je dato u tabeli 6 [18]. Slična tema, sada na primeru jedne opšte bolnice, prikazana i 1983. godine (tabela 7), kada je utvrženo da je 45% pregleda bilo medicinski neopravdano [19].

Opravdanost sistematskih pregleda pluća bila je tema na simpozijumu održanom 1985. godine [20]. Utvrđeno je da na ona oko 100000 pregledanih stanovnika, dijagnostikovano 94 nova slučaja tuberkuloze. Na osnovu merenja doza za pacijente, konstatovano je da je broj indukovanih karcinoma manji od 1 na ukupno 300000 pregledanih stanovnika, ali i da je iz prakse neophodno ukloniti monofazne gerenatore rendgenskog zračenja, u cilju smanjenja doza za izloženu populaciju.

Tabela 6. Nalazi pregleda pluća u ATD u Sarajevu, 1973. godine [17].

Redni broj	Grupa obojenja	Broj anketiranih bolesnika	Ukupan broj rtg. pregleda u bolnici	Prosječan broj rendgen pregleda po jednoj bolesnici	Ukupan broj pregleda prije dolaska u bolnicu	Prosječan broj rtg. pregleda prije dolaska u bolnicu	Broj bolesnika koji su došli u bolnicu pri dolasku u bolnicu			
							da		ne	
							Broj	%	Broj	%
1.	Bolesti dišajnih organa izuzev the. pluća	8	29	3,6	42	5,2	2	25	6	75
2.	Bolesti urinarnog sistema	25	96	3,8	198	7,9	8	32	17	68
3.	Bolesti srca i krvnih sudova	12	33	2,7	34	2,8	1	8,3	11	91,7
4.	Bolesti jetre i žučnih puteva	5	23	4,6	26	5,2	2	40	3	60
5.	Hronična obojenja kostiju i zglobova	3	13	4,3	15	5,0	2	66	1	34
6.	Bolesti endokrinog sistema	2	9	4,5	5	2,5	-	-	2	100,0
7.	Bolesti želuca i duodenuma	9	37	4,1	69	7,7	3	33	6	67
8.	Bolesti krvi i krvotvornih organa	1	3	3,0	4	4,0	-	-	1	100,0
9.	Povrede ekstremiteta	9	30	3,3	6	0,6	6	67	3	33
Ukupno:		74	273	3,7	401	5,4	24	32,3	50	67,7

Tabela 7. Rezultati dijagnostičkih pretraga u oB Zrenjanin [19].

Dijagnostički rezultat	Broj	%
Pozitivan (medicinski koristan)	4.642	36
Praktično b.o. (bez posebnog kliničkog značaja)	2.260	19
Negativan (medicinski neopravdan)	5.829	45
U k u p n o	12.731	100

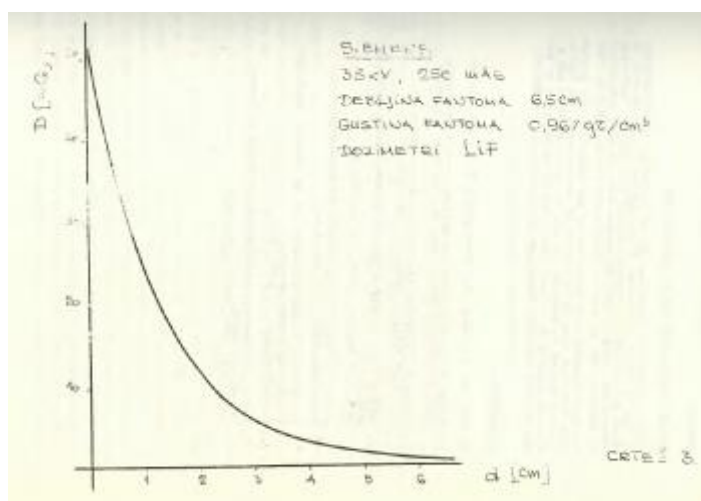
Važno je istaći da je ukupan broj...

6. Zaštita od zračenja u mamografiji

Dozimetrija i zaštita od zračenja u mamografiji bila je tema na tri skupa održana u periodu 1983 -1989. godine, u vreme kada je ovaj dijagnostički modalitet bio daleko manje zastupljen. U radu *Ozračenost dojki pri mamografiji* autora *Tomašević i sardanika* (1983) [21], doza je merena je pomoću dve metode, jonizacionom komorom i pasivnim, termoluminescentnim dozimetrima. Konstatovano je da rezultati merenja pomoću jonzacione komore nisu pouzdani, te su merenja ponovljena pasivnim

dozimetrima (slika 1). Na slici su prikazani rezultati merenje doze za dojku pomoću standardnog fantoma.

Doza u mamografiji bila je tema i na narednom Simozijumu (*Strinic i sardanici*, 1985) [22]. U oba rada, konstatovana je relativno visoka doza za dojku tokom mamografskog pregleda. Oba rada baziraju se na merenju doza na površini kože pacijenta, iako je drugom radu pomenuta i dozimetrijska veličina „srednja grudna doza“ ali metodologija i rezultati merenja iste nisu prikazani. Rizik koje je posledica izlaganja jonizujućem zračenju u mamografiji na osnovu rezultata dostupnih epidemioloških studija, bio je tema rada prekanog na Simpozijumu održanom 1989. godine u Prištini (*Mušanović i saradnici*, 1989) [23]. U radu su date i preporuke za kontrolu rizika prikazane na Slici 2.



Slika 1. Rezultati merenje doze za dojku pomoću standardnog fantoma [21].

U cilju poboljšanja dijagnostike i smanjenja zračenja WHO je preporučila da se prilikom mamografije koristi samo jedna projekcija uz što manji fokus na cijevi, veća kompresija, veća fokus-film distanca, fototajmer za obezbjeđenje standardne ekspozicije. Pri tome je neophodan timski rad i uska saradnja sa radifizičarima.

Slika 2. Preporuke za kontrolu rizika u mamografiji [23].

7. Drugi odabrani radovi

Spektrometrija x –zračenja je danas jedna od najznačajnijih tema u metrologiji jonizujućih zračenja. Na simpozijumima društva za zaštitu od zračenja pominje se još od 1969. godine (*Ignjatovic S*, 1969) [24]. U ovom radu prikazan je metod za određivanje spektra x-zračenja šestoventilnog rendgen-aparata, primenom Ge-Li spektrometara. Interesantno je da je u ovom radu analiziran spektar upadnog x-zračenja i snop propušten kroz telo pacijenta. U radu *Cerovac i sardnici* (1973) [25], prikazana je metoda za određivanje napona rendgenske cevi primenom scintilacionog spektrometra IBK Vinča Minus 1, koji je prethodno kalibrisan pomoću radionuklida odgovarajuće energije. Linerna veza između izlazne vrednosti na diskriminatoru (V) i upadnog napona, omogućila je određivanje nazivnog napona rendgen-aparata.

U radu *Vukčević i sardanici* (1995), identifikovan je problem dozimetrije u kompjuterizovanoj tomografiji koji je posledica parcijalnog izlaganja jonizacione komore i širine snopa (tabela 8) [26]. Ovaj dozimetrijski problem aktuelan je i danas.

Tabela 8. Izmere vrednosti doza po jednom preseku u kompjuterizovanoj tomografiji.

Nominalna širina skena i kondicije	10 mm 133 kV, 350 mAs, 2s	5 mm 133 kV, 350 mAs. 2 s	2 mm 133 kV, 475 mAs, 2.7 s
Doza po skenu bez preklapanja polja	2.8 cGy	4.4 cGy	5.5 cGy
Doza po skenu sa preklapanjem polja	3.2 cGy	5.9 cGy	10.6 cGy

8. Zaključak

Zaštita od zračenja u medicini je kao tema bila zastupljena na svim do sada održanim Simpozijumima društava za zaštitu od zračenja. Identifikovane teme bile su aktuelne i u skladu sa trenutnim nivoom tehnološkog razvoja primene izvora jonizujućih zračenja u medicini. Mnoge od ovih tema značajne su i danas, što potvrđuje tezu za bez obzira na brz tehnološki razvoj, fundamentalna pitanja u zaštiti od zračenja u medicini, posebno pitanje implementacije standarda u kliničkoj praksi, ostaju i dalje otvorena.

9. Zahvalnica

Ovaj rad je podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, pod Projektom III43009

10. Literatura

- [1] O. Holmberg, R. Czarwinski, F. Mettler. The importance and unique aspects of radiation protection in medicine. *Eur J Radiol.* 76(1), 2010, 6-10.
- [2] Pravilnik o zaštitnim mjerama pri radu sa rentgenskim uređajima i radioaktivnim materijama, Službeni list br. 100/47, 1947.
- [3] O. Ciraj Bjelac, M. Kovacevic, G. Pantelic. On the Occasion of the 50th Anniversary of Organised Radiation Protection, *Nucl. Technol. Radiat. Prot.* 28, 3, 2013, I-IV.
- [4] Zakon o radijacionoj i nuklearnoj sigurnosti i bezbednosti, Sl. glasnik RS 95/18 i 10/19, 2019.
- [5] Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation, IAEA Safety Standards Series No. SSG-46, IAEA, Vienna, 2018.
- [6] Magarašević M, Ojdanić Z. Stručna sprema medicinskog osoblja na radu sa dijagnostičkim rendgen aparatima. *IV simpozijum JDRZ, Zbornik radova*, Abs. -2, Baško Polje, 1969.
- [7] F. Čerkez, B. Simić. Probiemi radiološke zaštite pri dijagnostičkoj upotrebi

- rentgen aparata u zubarstvu. *IV simpozijum JDRZ, Zbornik radova*, Baško Polje, 1969, 755-762.
- [8] J. Jokić, G. Žarković, D. Panov, M. Kilibarda. Problemi zaštite pri primeni jonizujućih zračenja u medicinske i industrijske svrhe. *IV simpozijum JDRZ, Zbornik radova*, Baško Polje, 1969, Abs. P-1.
- [9] Z. Kalendarov. Aktualni problemi zaštite od zračenja u medicinskoj radioiologiji. *10. simpozijum JDZZ, Zbornik radova*, Portorož, 1981, 283-294.
- [10] I. Prlić, H. Cerovac, M. Novaković. Zaštita u medicinskim rendgen dijagnostikama Republike Hrvatske - danas. *XVI simpozijum JDZZ, Zbornik radova*, Neum, 1991, 243-247.
- [11] M. Vukčević, S. Stanković, M. Kovačević. Greške u QA kontroli dijagnostičkih rendgena, *XX simpozijum JDZZ, Zbornik radova*, Tara, 1999, 293-295.
- [12] J. Jokić, A. Marijanac. Stručnost kadrova koji rukuju rendgen aparatima u zdravstvenim ustanovama SFRJ. *V simpozijum JDRZ, Zbornik radova*, Nr.2/05, Bled, 1970, 1-12.
- [13] Ninković Ž., Babić R.: Neke vrednosti dodatnih doza ozračivanja stanovništva pri rendgenskim pregledima imere njihovog smanjenja. *IX simpozijum JDZZ, Zbornik radova*, 145-150, Jajce, 1977.
- [14] D. Križanović. Merenje i analiza podataka o izloženosti jonizujućim zračenjima lica koja rade sa izvorima jonizujućih zračenja i ostalog stanovništva. *XII simpozijum JDZZ, Zbornik radova*, Ohrid, 1983, 428-431.
- [15] O. Ciraj-Bjelac, D. Arandjic, P. Božović, D. bKošutić. Procena doze od medicinskih izlaganja u Republici Srbiji, *XXVII simpozijum DZZ SCG, Zbornik radova*, Vrnjačka Banja, 2013, 181-184.
- [16] J. Jokić, A. Marijanac, B. Simić B. Izloženost stanovništva jonizujućem zračenju kao posledica administrativnih zahtjeva. *VI simpozijum JDZZ, Zbornik radova*, Ohrid, 1972, 617-618.
- [17] J. Jokić, A. Marijanac S. Jokić, D. Perović, S. Čaušević. Analiza razlika i kriterija upućivanja pacijenata na rendgen dijagnostičke preglede pluća. *VII simpozijum JDZZ, Zbornik radova*, Kaštel Stari, 1973, 638-645.
- [18] I. Ružička. Udio opravdanosti upućivanja na rendgen dijagnostičke pretrage u izloženosti stanovništva ionizirajućem zračenju. *XI simpozijum JDZZ, Zbornik radova*, Portorož, 1981, 321-326.
- [19] J. Aredljan, D. Križanović, D. Radočaj. Kriteriji prilikom upućivanja na rentgen preglede u opštoj bolnici u Zrenjaninu 1982. godine. *XII simpozijum JDZZ, Zbornik radova*, Ohrid, 1983, 569-574.
- [20] M. Tomašević, R. Radovanović, J. Simonović, Z. Minevski. Procena opravdanosti sistematskog rendgen-dijagnostičkog ispitivanja pluća stanovnika Beograda. *XIII simpozijum JDZZ, Zbornik radova*, Pula, 1985, 281-284.
- [21] M. Tomašević, D. Križanović, D. Petrović. Ozračenost dojki pri mamografiji. *XII simpozijum JDZZ, Zbornik radova*, Ohrid, 1983, 599-604.
- [22] S. Strinić, M. Mušanović, A. Drljević, B. Dresto. Apsorbovana doza u mamografiji.

grafiji. *XIII simpozijum JDZZ, Zbornik radova*, Pula, 1985, 301-304.

- [23] M. Mušanović, S. Strinić, A. Drljević, B. Dresto. Rizik mamografije kod pojave raka dojke izazvanih jonizujućim zračenjima. *XV simpozijum JDZZ, Zbornik radova*, Priština, 1989, 309-314.
- [24] S. Ignjatovic. Spektar x zračenja 6-ventilnog Siemens ro aparata pri anodnom naponu od 65, 70, 80 kV, *JDZZ, Zbornik rezimea*, Baško Polje, 1969, 133-134.
- [25] H. Cerovac, Z. Benčak, R. Hufnu. Mjerenje radnog napona dijagnostičke rendgen cijevi pomoću scintilacionog kristalnog spektrometra. *VII simpozijum JDZZ, Zbornik radova*, Kaštel Stari, 1973, 42-44.
- [26] M. Vukčević, M. Ateljević, S. Stanković, I. Avramović, M. Kovačević. Profil polja kod kompjuterizovanog tomografa, *XVIII simpozijum JDZZ, Zbornik radova*, Bečići, 1995, 169-173.

RADIATION PROTECTION IN MEDICINE: FIRST 55 YEARS

Olivera CIRAJ BJELAC

University of Belgrade, Vinca Institute of Nuclear Sciences, Belgrade, Serbia,
ociraj@vinca.rs

ABSTRACT

Radiation protection in medicine has been a topic of professional radiation protection since the beginning of the establishment of this area as an independent scientific and professional discipline. During 55 years long history of the Society for Radiation Protection, radiation protection in medicine was represented at all symposiums in a way that reflects contemporary topics in this field. The paper presents an overview of topics related to radiation protection in medicine on Symposiums of the Radiation Protection Society.