

Treba li nam sustav za ocjenu kvalitete radiološke slike u konvencionalnoj radiografiji?

Ivana Kralik^{1,2,3}, Danijel Cvetko¹, Zdenko Vojvodić^{1,2}, Viktor Gregurić¹, Dario Mesarić³, Ivana Bjelobrk⁴, Ana Buinac⁵, Mihaela Justić⁶, Katarina Ružić⁵, Dario Faj^{7,8}

¹ Klinička bolnica Dubrava, Zagreb

² Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb

³ Zdravstveno veleučilište, Zagreb

⁴ Klinički bolnički centar Osijek, Osijek

⁵ Klinički bolnički centar Zagreb, Zagreb

⁶ Klinička bolnica Merkur, Zagreb

⁷ Medicinski fakultet Osijek, Osijek

⁸ Fakultet za dentalnu medicinu i zdravstvo Osijek, Osijek

Corresponding author: Ivana Kralik, e-mail: ikralik@kdb.hr

DOI: <https://doi.org/10.55378/rv.48.2.5>

Sažetak:

Cilj: Ovim radom nastoji se ukazati na važnost uspostave sustava za ocjenu kvalitete radiološke slike u konvencionalnoj radiografiji.

Metode: Studija je provedena retrospektivno, usporedbom kvalitete radiološke slike i načina dobivanja radiološke slike. Ocijenjeno je 20 radioloških slika zdjelice, a ocjena je provedena prema europskim kriterijima za kvalitetu radiološke slike zdjelice. Kvalitetu slike su ocjenjivali radiolog, radiološki tehnolog i student radiološke tehnologije. Usporedbom s istim kriterijem analiziran je i način rada pri oslikavanju zdjelice u 3654 pacijenta te srca i pluća u 57758 pacijenata. Analizirana je i praksa sužavanja rendgenskog snopa na područje od interesa za 50 radioloških slika srca i pluća.

Rezultati: Samo jedna slika zdjelice ocijenjena je najvećom mogućom ocjenom od strane sva tri ocjenitelja. Subjektivne procjene ocjenitelja vezano uz odabir parametara ekspozicije razlikovale su se u većini ocjenjivanih slika zdjelice. Naponi na rendgenskoj cijevi korišteni pri oslikavanju zdjelice većinom su bili u preporučenom rasponu, dok su za srce i pluća u većini slučajeva bili manji od preporučene vrijednosti. Zdjelice su većinom oslikavane korištenjem udaljenosti žarišta rendgenske cijevi od prijemnika slike koje su bile u prihvatljivom rasponu osim u slučaju onih pacijenata koji su za vrijeme oslikavanja stajali. U slučaju oslikavanja srca i pluća ove su udaljenosti uglavnom bile u prihvatljivom rasponu osim u slučaju ležećih pacijenata kada je veći broj pacijenata oslikan korištenjem manjih udaljenosti. Svih 50 analiziranih radioloških slika srca i pluća bilo je uređeno na način da su po provedenom oslikavanju uklonjeni rubni dijelovi slike.

Zaključci: Rezultati provedene analize ukazuju na potrebu uspostave i provedbe sustava za ocjenu kvalitete radiološke slike koji bi uključivao i analizu načina rada.

Ključne riječi: kvaliteta radiološke slike, ekspozicijski indeks, napon na rendgenskoj cijevi, udaljenost žarišta od rendgenske cijevi, kolimacija

Uvod

Hrvatski propisi nalažu korisniku izvora ionizirajućeg zračenja koji se u medicini koristi za provedbu dijagnostičkog, intervencijskog ili radioterapijskog postupka uspostavu i provedbu programa osiguranja kvalitete [1]. Program

osiguranja kvalitete, među ostalim, mora obuhvaćati i opis načina bilježenja i analize odbačenih ili nekvalitetnih radioloških slika [1]. Propisi, međutim, ne nalažu i analizu radioloških slika koje su prihvaćene kao radiološke slike zadovoljavajuće kvalitete. Analizu ovih slika preporučuju međunarodne preporuke poput primjerice europskih koje

su dane za konvencionalnu radiografiju [2,3], konvencionalnu radiografiju dječjih pacijenata [4] i kompjutoriziranu tomografiju [5]. U navedenim preporukama dani su kriteriji vezano uz vidljivost pojedinih anatomskih struktura na radiološkoj slici, a dane su i preporučene vrijednosti pojedinih parametara oslikavanja, udaljenosti žarišta rendgenske cijevi od prijemnika slike, veličine žarišta rendgenske cijevi, položaj pacijenta tijekom oslikavanja, projekcija i drugo.

U zadnje vrijeme puno se pažnje posvećuje optimizaciji provedbe dijagnostičkog postupka, a time i kvaliteti radiološke slike pri oslikavanju kompjutoriziranom tomografijom [6-8] obzirom da je to modalitet koji rezultira većim ili značajno većim ozračenjem pacijenta od drugih modaliteta, ovisno o provedenom postupku [9]. No ipak, prema zadnjem izvješću Znanstvenog odbora Ujedinjenih naroda za učinak ionizirajućeg zračenja (UNSCEAR, od engl. *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*) iz 2021. godine, učestalost oslikavanja konvencionalnom radiografijom je veća nego kompjutoriziranom tomografijom pri čemu doprinos ozračenju stanovništva nije zanemariv. Prema UNSCEAR izvješću koje prikazuje rezultate analize podataka koje je za razdoblje 2009. – 2018. godine dostavilo četrdesetak država svijeta, udio dijagnostičkih postupaka provedenih konvencionalnom radiografijom iznosi oko 63 % pri čemu ozračenju stanovništva kao posljedici medicinskog ozračenja doprinose s 23 % [10]. Iz tog bi razloga neopravdano bilo zanemariti važnost optimizacije ovih dijagnostičkih postupaka. Jedan od doprinosa optimizaciji svakako je i provedba redovite ocjene kvalitete radioloških slika učinjenih konvencionalnom radiografijom [11].

Cilj ovoga rada je temeljem analize radioloških slika zdjelice te srca i pluća učinjenih konvencionalnom radiografijom ukazati na važnost uspostave sustava za ocjenu kvalitete radiološke slike u konvencionalnoj radiografiji.

Materijali i metode

Studija je provedena retrospektivno. Prikupljeni su podaci o radiološkim slikama zdjelice te srca i pluća odraslih pacijenata učinjenih tijekom godine dana (u vremenskom periodu 1.8.2023. – 31.7.2024.) konvencionalnom radiografijom korištenjem tri rendgenska uređaja. Svaki rendgenski uređaj ima mogućnost generiranja strukturiranog doznog izvješća (RDSR, od engl. *radiation dose structured report*). Rendgenski uređaji su označeni slovom R te brojevima 1, 2 i 3 kako bi se osigurala anonimnost. Sva tri rendgenska uređaja su stacionarna, odnosno u ovom radu nisu analizirane radiološke slike nastale korištenjem pokretnih rendgenskih uređaja. Jedan rendgenski uređaj koristi se za potrebe hitne službe (rendgenski uređaj R3). Podaci su prikupljeni korištenjem sustava za praćenje ozračenja pacijenata (DMS, od engl. *dose management system*). Analiziran je način rada, odnosno način provedbe oslikavanja na temelju podataka sadržanih u RDSR-u za ukupno 61409 radioloških slika. Broj radioloških slika za pojedinu anatomsku regiju, rendgenski uređaj te način oslikavanja i projekciju dan je u tablici 1. Pacijenti koji su oslikani ležeći u krevetu su za potrebe oslikavanja dovedeni u snimaonicu.

Ocjena kvalitete provedena je za 20 nasumično odabranih radioloških slika zdjelice prema kriterijima koji su dani u europskim preporukama [2,3]. Kriteriji prema kojima se ocjenjivala kvaliteta odabranih radioloških slika dani su u tablici 2. Na slici 1. su na radiološkoj slici zdjelice označena područja koja su se ocjenjivala. Ukoliko je na radiološkoj slici pojedina struktura bila vidljiva na način kako kriterij zahtijeva, radiološkoj slici je pridijeljen 1 bod. Pojedinoj radiološkoj slici moglo je biti pridijeljeno najviše 7 bodova. Ocjenu kvalitete radiološke slike proveli su student završne godine studija radiološke tehnologije, radiološki tehnolog s 40 godina radnog iskustva u struci te

Tablica 1. Ukupan broj analiziranih radioloških slika po rendgenskom uređaju

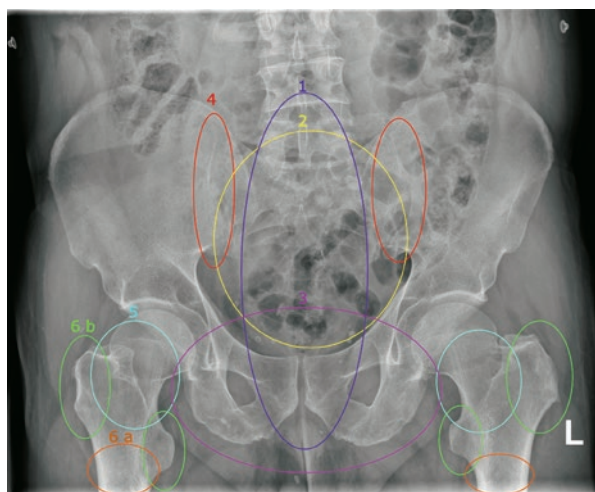
Anatomska regija	Oznaka rendgenskog uređaja	Položaj pacijenta i projekcija	Broj analiziranih radioloških slika	
			Za položaj pacijenta i projekciju	Ukupno za anatomsku regiju po uređaju
Zdjelica	R1	Ležeći AP	599	619
		Stojeći AP	20	
	R2	Ležeći AP	442	954
		Stojeći AP	493	
		U krevetu AP	19	
	R3	Ležeći AP	1516	2078
Srce i pluća	R1	Stojeći LAT	5130	10904
		Stojeći PA	5774	
	R2	Stojeći LAT	3889	8913
		Stojeći PA	4691	
		Ležeći AP	16	
		U krevetu AP	317	
	R3	Stojeći LAT	14007	37941
		Stojeći PA	16202	
		Ležeći AP	148	
		U krevetu AP	7584	
		Stojeći AP	562	

doktor medicine specijalist kliničke radiologije s 20 godina radnog iskustva u struci. Ocjenitelji su bili zamoljeni i da za svaku radiološku sliku procijene je li podekspozicionirana ili preekspozicionirana ili su, prema njihovom mišljenju, tijekom oslikavanja odabrani odgovarajući parametri ekspozicije.

Tablica 2. Kriteriji za ocjenjivanje kvalitete radiološke slike zdjelice (AP projekcija) konvencionalnom radiografijom [2,3]

R.b.	Kriterij za ocjenjivanje radiološke slike zdjelice (AP projekcija)
1	Simetrični prikaz zdjelice prema pomaku pubične simfize/preponskog sraštenja (lat. <i>symphysis pubica</i>) preko medijalne ravnine križne kosti (lat. <i>os sacrum</i>)
2	Vizualno oštar prikaz križne kosti i njenih prednjih i stražnjih sakralnih otvora (lat. <i>foramina sacralis anterior et posterior</i>)
3	Vizualno oštar prikaz grana stidne (lat. <i>ramus superior et inferior ossis pubis</i>) i sjedne (lat. <i>ramus ossis ischii</i>) kosti
4	Vizualno oštar prikaz sakroilijakalnih/križno-bočnih sveza (lat. <i>ligg. sacroiliaca</i>)
5	Vizualno oštar prikaz vrata bedrene kosti (lat. <i>collum femoris</i>) koji ne smije biti iskrivljen skraćivanjem ili rotacijom
6	Vizualno oštar prikaz a) spongioznog (lat. <i>substantia spongiosa</i>) i kompaktnog (lat. <i>substantia compacta</i>) b) koštanog tkiva velikog i malog obrtača (lat. <i>trochanter major et minor</i>)

Način rada analiziran je za sve radiološke slike zdjelice te srca i pluća učinjenih tijekom prethodno navedenog perioda. U tablici 3. su dane vrijednosti pojedinih parametara provedbe oslikavanja zdjelice te srca i pluća konvencionalnom radiografijom korištenjem stacionarnih rendgenskih uređaja koji se smatraju primjerom dobre prakse, a preuzete su iz europskih preporuka [2,3]. Za



Slika 1. Prikaz zdjelice uz označena područja ocjenjivanja kvalitete prema kriterijima koji su dani u tablici 2. (Izvor: autor)

svaku radiološku sliku su vrijednosti pojedinih parametara koje su dane u RDSR-u uspoređene s vrijednostima danim u tablici 3. Spomenute preporuke ne predviđaju oslikavanje zdjelice bez korištenja rešetke u onih pacijenata koji leže u krevetu pa su vrijednosti uspoređene s vrijednostima danim za slučaj korištenja rešetke. Spomenute preporuke ne predviđaju niti oslikavanje srca i pluća u pacijenata koji leže (na ležaju ili u krevetu) korištenjem stacionarnih rendgenskih uređaja, a prema saznanjima kojima raspolažu autori ovoga rada, preporuke za ovakav položaj pacijenta pri oslikavanju srca i pluća postoje samo za slučaj korištenja pokretnih rendgenskih uređaja sukladno kojima se oslikavanje srca i pluća pacijenata koji leže u krevetu korištenjem pokretnih rendgenskih uređaja provodi s udaljenosti žarišta rendgenske cijevi od prijemnika slike od 100 cm te naponima na rendgenskoj cijevi većima od 100 kV ukoliko se koristi rešetka i u rasponu 80 - 90 kV ako se rešetka ne koristi [2]. Iz tog su razloga vrijednosti pojedinih parametara korištenih pri oslikavanju ležećih pacijenata stacionarnim rendgenskim uređajima uspoređene i s preporukama za oslikavanje pacijenata koji stoje korištenjem stacionarnih rendgenskih uređaja (tablica 3.) i s preporukama za oslikavanje pokretnim rendgenskim uređajima [2].

Tablica 3. Primjer dobre radiografske tehnike oslikavanja zdjelice te srca i pluća konvencionalnom radiografijom korištenjem stacionarnih rendgenskih uređaja [2,3]

		Zdjelica	Srce i pluća
Položaj pacijenta		Ležeći ili stojeći	Stojeći
Projekcija		AP	PA, LAT
Udaljenost žarišta rendgenske cijevi od detektora (cm)	Preporučena	115	180
	Prihvatljivi raspon	100 - 150	140 - 200
Napon na rendgenskoj cijevi (kV)		75 - 90	125

Jedan od rendgenskih uređaja uključenih u ovu studiju generira RDSR koji sadrži i podatke o korištenoj veličini (površini) rendgenskog snopa (visina i širina). Ova vrijednost uspoređena je s veličinom slike poslana u PACS za 50 nasumično odabranih radioloških slika srca i pluća.

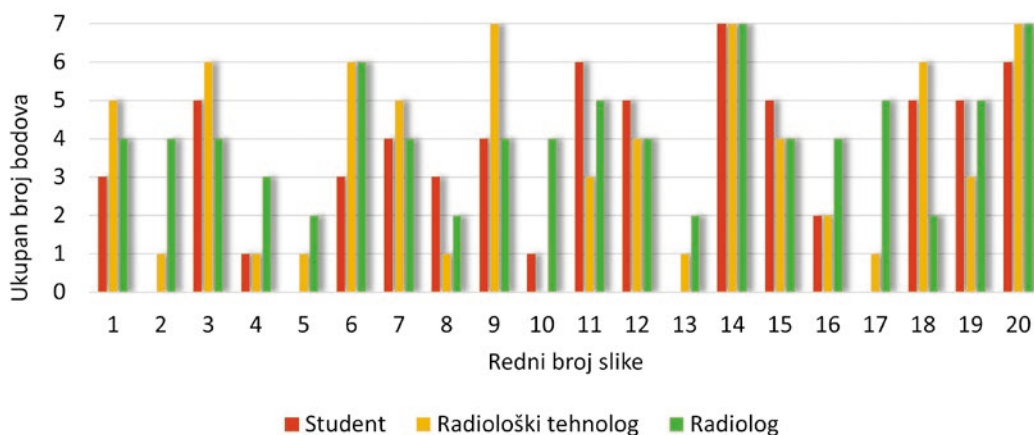
Rezultati

Ocjena kvalitete radiološke slike zdjelice

Pridijeljeni bodovi za svaki kriterij za svaku radiološku sliku zdjelice prikazani su na slici 2. Najmanji broj bodova pojedinom kriteriju pridijelio je student (46 %), zatim radiološki tehnolog (51 %) te radiolog (59 %). Ukupan broj bodova pridijeljen pojedinom radiološkoj slici prikazan je na slici 3. Radiolog je 45 % slika ocijenio kvalitetnijima nego student i radiološki tehnolog, a radiološki tehnolog 50 % više slika nego student. Samo jednoj slici (5 %) i student i radiološki tehnolog i radiolog pridijelili su najveći mogući broj bodova.

R.b. slike	1. Simetrični prikaz zdjelice prema pomaku pubične simfize/preponskog sraštenja reko medijalne ravnine križne kosti			2. Vizualno oštar prikaz križne kosti i njenih prednjih i stražnjih sakralnih otvora			3. Vizualno oštar prikaz grana stidne i sjedne kosti			4. Vizualno oštar prikaz sakroilijakalnih/križno-bočnih sveza			5. Vizualno oštar prikaz vrata bedrene kosti koji ne smije biti iskrivljen skraćivanjem ili rotacijom			6a. Vizualno oštar prikaz spongioznog i kompaktnog koštanog tkiva			6b. Vizualno oštar prikaz velikog i malog obrtača		
	Student	Radiološki tehnolog	Radiolog	Student	Radiološki tehnolog	Radiolog	Student	Radiološki tehnolog	Radiolog	Student	Radiološki tehnolog	Radiolog	Student	Radiološki tehnolog	Radiolog	Student	Radiološki tehnolog	Radiolog	Student	Radiološki tehnolog	Radiolog
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					

Slika 2. Bodovi za pojedini kriterij za svaku sliku. Zelena polja označavaju udovoljavanje kriteriju (1 bod), a bijela polja neudovoljavanje kriteriju (0 bodova) (Izvor: autor)



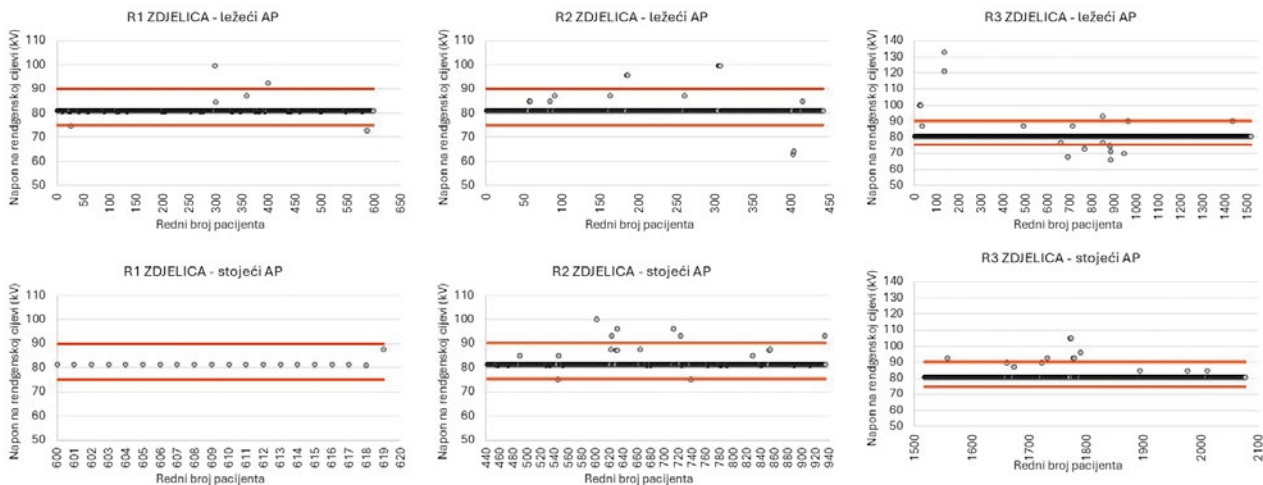
Slika 3. Ukupan broj bodova za svaku sliku (Izvor: autor)

Način rada – odabir napona na rendgenskoj cijevi

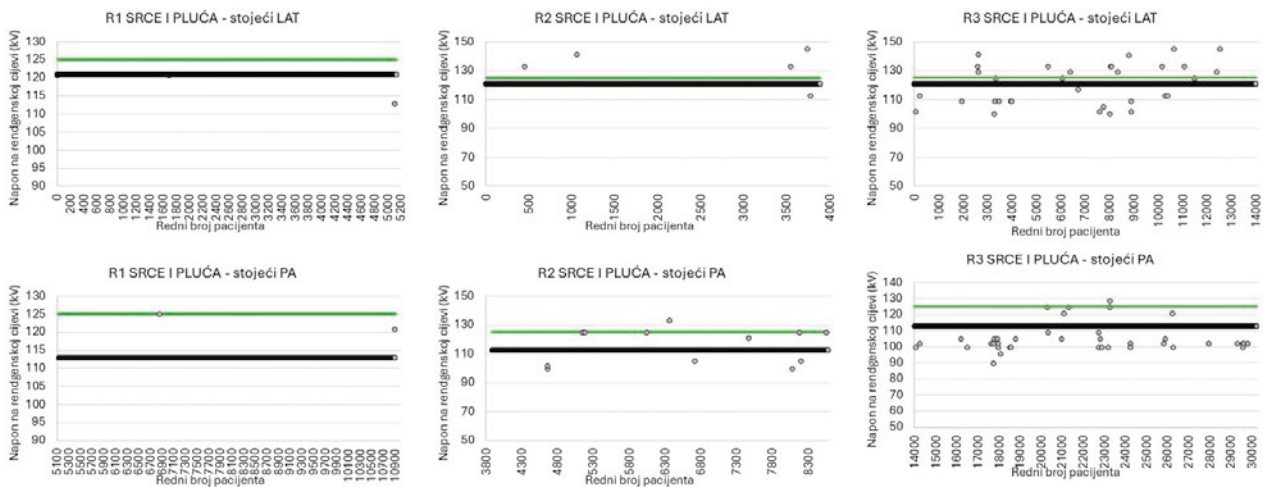
Korišteni naponi na rendgenskoj cijevi za svaki rendgenski uređaj te položaj pacijenta i projekciju u slučaju oslikavanja zdjelice prikazani su na slici 4., a u slučaju oslikavanja srca i pluća na slici 5.

Za oslikavanje zdjelice svim rendgenskim uređajima se u slučaju većine pacijenata koristio napon na rendgenskoj cijevi koji je bio u prihvatljivom rasponu osim u slučaju oslikavanja pacijenata u krevetu rendgenskim uređajem

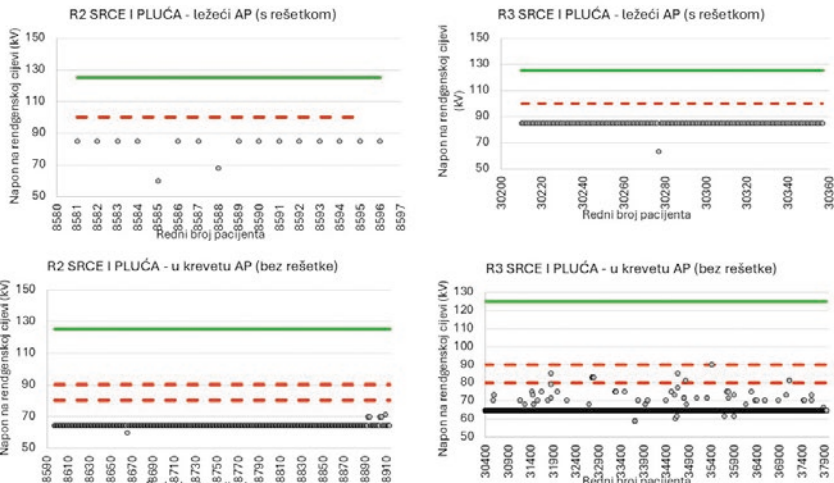
R2 kada se koristio napon vrijednosti manje od donje granice prihvatljivog raspona (tablica 4.). Korišteni naponi na rendgenskoj cijevi tijekom oslikavanja srca i pluća bili su u rasponu 113 - 125 kV za rendgenski uređaj R1, 60 - 145 kV za rendgenski uređaj R2 te 59 - 145 kV za rendgenski uređaj R3. Preporučena vrijednost napona na rendgenskoj cijevi koristila se u slučaju 0,02 % oslikavanja pluća i srca stojećih pacijenata u PA projekciji rendgenskim uređajima R1 i R3 (tablica 5). U većini slučajeva korišteni su naponi na rendgenskoj cijevi koji su manji od 125 kV (tablica 5).



Slika 4. Korišteni naponi na rendgenskoj cijevi za svaki rendgenski uređaj te položaj pacijenta i projekciju u slučaju oslikavanja zdjelice. Crvenim linijama označen je raspon prihvatljivih vrijednosti. (Izvor: autor)



Slika 5. Korišteni naponi na rendgenskoj cijevi za svaki rendgenski uređaj te položaj pacijenta i projekciju u slučaju oslikavanja srca i pluća. Zelenom linijom označena je preporučena vrijednost. U slučaju oslikavanja ležećih pacijenata (na ležaju) rendgenskim uređajima R2 i R3 crvenom isprekidanom linijom označena je najmanja preporučena vrijednost napona pri korištenju pokretnih rendgenskih uređaja. U slučaju oslikavanja ležećih pacijenata u krevetu (bez rešetke) rendgenskim uređajima R2 i R3 crvenom isprekidanom crvenom linijom označen je raspon preporučanih vrijednosti napona pri korištenju pokretnih rendgenskih uređaja. (Izvor: autor)



Tablica 4. Udio radioloških slika ovisno o korištenom naponu na rendgenskoj cijevi za svaki rendgenski uređaj te položaj pacijenta i projekciju u slučaju oslikavanja zdjelice

	R1		R2			R3	
	Ležeći AP	Stojeći AP	Ležeći AP	Stojeći AP	U krevetu AP	Ležeći AP	Stojeći AP
U prihvatljivom rasponu (75 - 90 kV)	99,3 %	100 %	98,4 %	98,4 %	0 %	99,1 %	98,8 %
Manje od 75 kV	0,3 %	0 %	0,5 %	0,4 %	100 %	0,5 %	0,0 %
Veće od 90 kV	0,3 %	0 %	1,1 %	1,2 %	0 %	0,3 %	1,2 %

Tablica 5. Udio radioloških slika ovisno o korištenom naponu na rendgenskoj cijevi za svaki rendgenski uređaj te položaj pacijenta i projekciju u slučaju oslikavanja srca i pluća

	R1		R2				R3			
	Stojeći LAT	Stojeći PA	Stojeći LAT	Stojeći PA	Ležeći AP	U krevetu AP	Stojeći LAT	Stojeći PA	Ležeći AP	U krevetu AP
Preporučeni 125 kV (za stacionarne rendgenske uređaje)	0 %	0,02 %	0 %	0,11 %	0 %	0 %	0 %	0,02 %	0 %	0 %
Manje od 125 kV	100 %	99,98 %	99,9 %	99,85 %	100 %	100 %	99,9 %	99,98 %	100 %	100 %
Veće od 125 kV	0 %	0 %	0,1 %	0,0 %	0 %	0 %	0,1 %	0,01 %	0 %	0 %
Veće od 100 kV	/*	/*	/*	/*	0 %	/*	/*	/*	0 %	/*
Manje od 100 kV	/*	/*	/*	/*	100 %	/*	/*	/*	100 %	/*
Preporučeni raspon (80 - 90 kV) (za pokretne rendgenske uređaje)	/**	/**	/**	/**	/**	0 %	/**	/**	/**	0,2 %
Manje od 80 kV	/**	/**	/**	/**	/**	100 %	/**	/**	/**	99,8 %
Veće od 90 kV	/**	/**	/**	/**	/**	0 %	/**	/**	/**	0 %

* S kriterijem koji je dan uspoređene su samo korištene vrijednosti napona pri oslikavanju ležećih pacijenata uz korištenje rešetke.

** S kriterijem koji je dan uspoređene su samo korištene vrijednosti napona pri oslikavanju ležećih pacijenata bez korištenja rešetke.

Način rada – udaljenost žarišta rendgenske cijevi od prijemnika slike

Korištene udaljenosti žarišta rendgenske cijevi od prijemnika slike za svaki rendgenski uređaj te položaj pacijenta i projekciju u slučaju oslikavanja zdjelice prikazani su na slici 6., a u slučaju oslikavanja srca i pluća na slici 7.

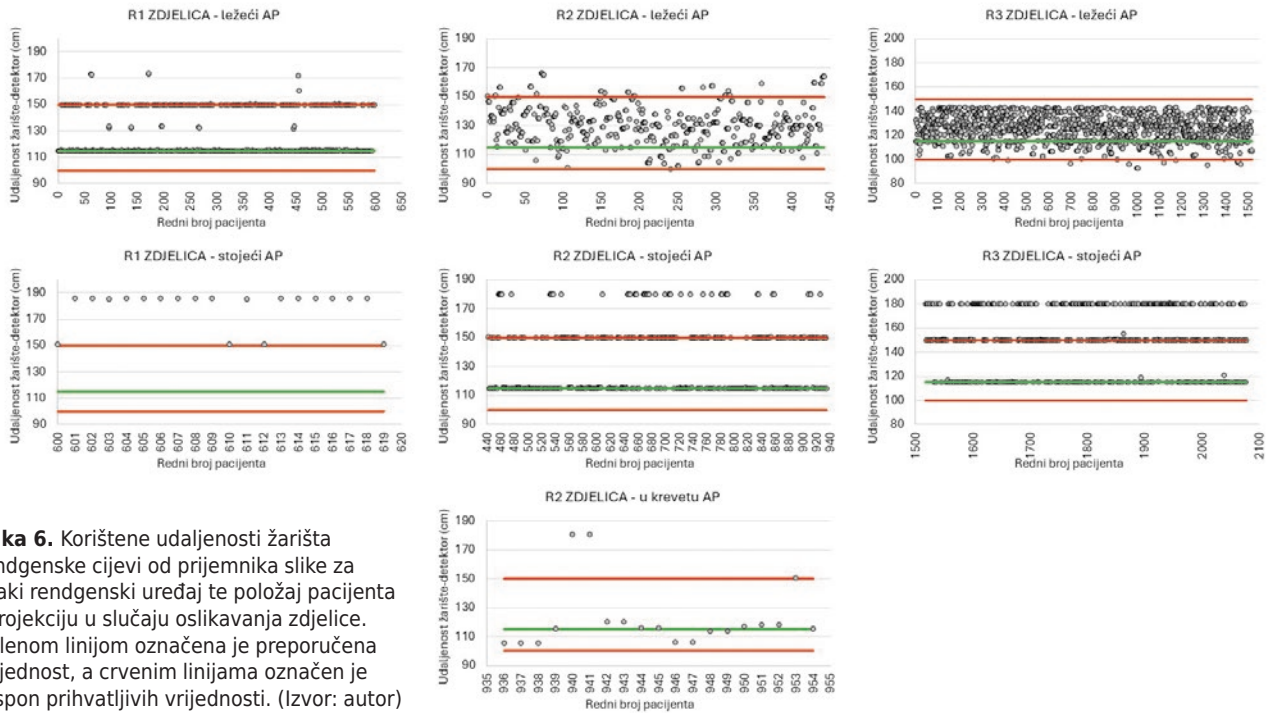
Pri oslikavanju zdjelice je u najvećem broju slučajeva korištena udaljenost žarišta rendgenske cijevi od prijemnika slike koja je u prihvatljivom rasponu udaljenosti, osim u slučaju rendgenskih uređaja R1 i R3 tijekom oslikavanja zdjelice pacijenta koji stoji kada je većina korištenih udaljenosti bila veće od gornje prihvatljive granice (tablica 6.).

Preporučena udaljenost korištena je najčešće u slučaju oslikavanja rendgenskim uređajem R1 pacijenta koji leži na ležaju (51 %).

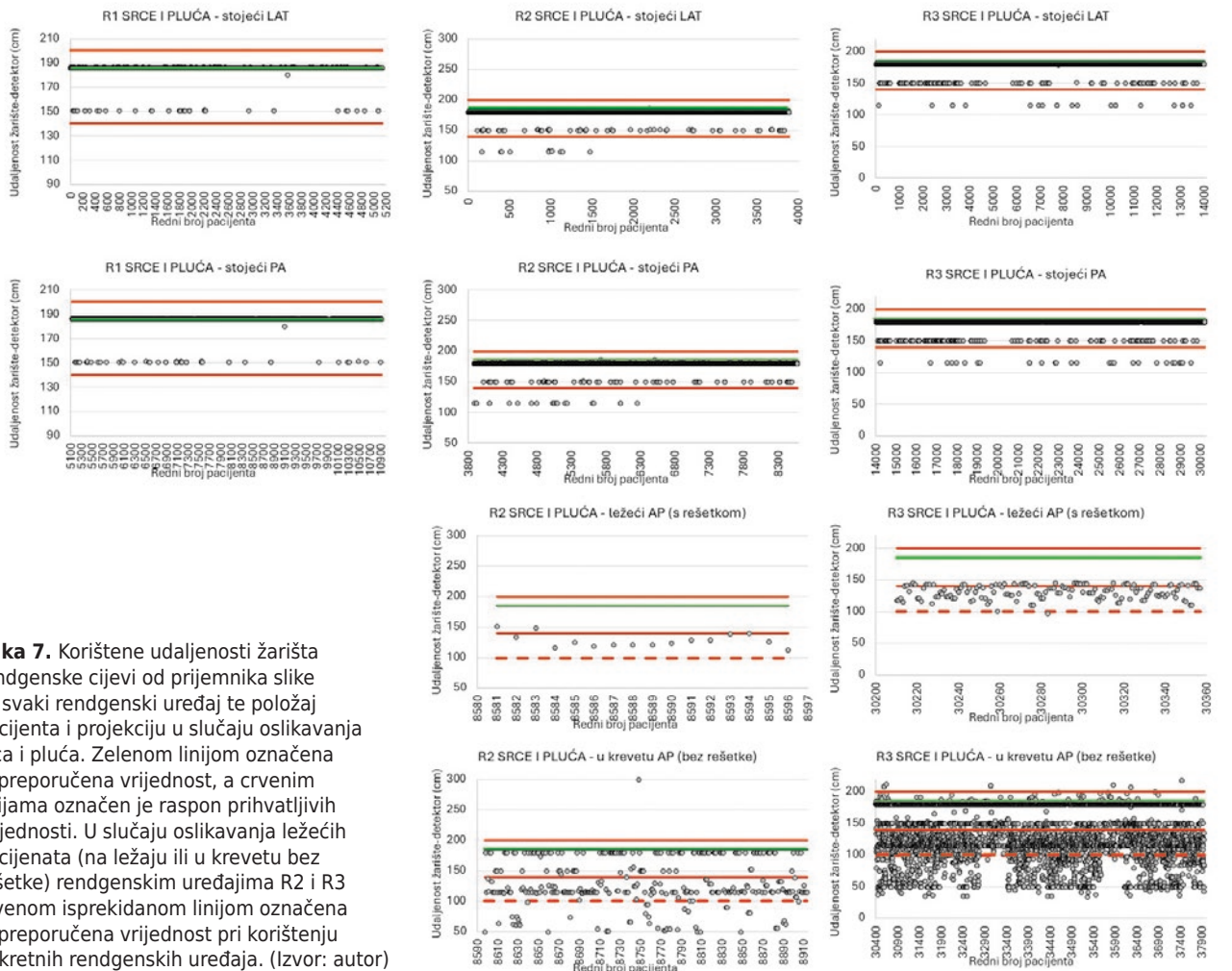
U najvećem broju slučajeva pri oslikavanju srca i pluća korištena udaljenost žarišta rendgenske cijevi od prijemnika slike bila je u prihvatljivom rasponu udaljenosti, osim u slučaju oslikavanja zdjelice pacijenta koji leži kada je većina korištenih udaljenosti bila manja od donje prihvatljive granice (rendgenski uređaj R2 – pacijent leži na ležaju ili u krevetu te rendgenski uređaj R3 – pacijent leži na ležaju) (tablica 7.). Niti jedan pacijent nije oslikan korištenjem preporučene udaljenosti žarišta rendgenske cijevi od prijemnika slike.

Tablica 6. Udio radioloških slika ovisno o korištenoj udaljenosti žarišta rendgenske cijevi od prijemnika slike za svaki rendgenski uređaj te položaj pacijenta i projekciju u slučaju oslikavanja zdjelice

	R1		R2			R3	
	Ležeći AP	Stojeći AP	Ležeći AP	Stojeći AP	U krevetu AP	Ležeći AP	Stojeći AP
Preporučena udaljenost (115 cm)	51 %	0 %	0 %	34 %	11 %	1 %	10 %
U prihvatljivom rasponu (100-150 cm)	98 %	0 %	91 %	82 %	89 %	99 %	42 %
Manje od 100 cm	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %
Veće od 150 cm	2 %	100 %	9 %	18 %	11 %	0 %	58 %



Slika 6. Korištene udaljenosti žarišta rendgenske cijevi od prijemnika slike za svaki rendgenski uređaj te položaj pacijenta i projekciju u slučaju oslikavanja zdjelice. Zelenom linijom označena je preporučena vrijednost, a crvenim linijama označen je raspon prihvatljivih vrijednosti. (Izvor: autor)



Slika 7. Korištene udaljenosti žarišta rendgenske cijevi od prijemnika slike za svaki rendgenski uređaj te položaj pacijenta i projekciju u slučaju oslikavanja srca i pluća. Zelenom linijom označena je preporučena vrijednost, a crvenim linijama označen je raspon prihvatljivih vrijednosti. U slučaju oslikavanja ležećih pacijenata (na ležaju ili u krevetu bez rešetke) rendgenskim uređajima R2 i R3 crvenom isprekidanom linijom označena je preporučena vrijednost pri korištenju pokretnih rendgenskih uređaja. (Izvor: autor)

Tablica 7. Udio radioloških slika ovisno o korištenoj udaljenosti žarišta rendgenske cijevi od prijemnika slike za svaki rendgenski uređaj te položaj pacijenta i projekciju u slučaju oslikavanja srca i pluća

	R1		R2				R3			
	Stojeći LAT	Stojeći PA	Stojeći LAT	Stojeći PA	Ležeći AP	U krevetu AP	Stojeći LAT	Stojeći PA	Ležeći AP	U krevetu AP
Preporučena udaljenost od 185 cm (za stacionarne rendgenske uređaje)	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
U prihvatljivom rasponu (140-200 cm)	100 %	100 %	99,7 %	99,6 %	13 %	36,9 %	99,9 %	99,8 %	28 %	51,1 %
Manje od 140 cm	0 %	0 %	0,3 %	0,4 %	88 %	62,8 %	0,1 %	0,2 %	72 %	48,7 %
Veće od 200 cm	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0,3 %	0 %	0 %	0 %	0,2 %
Preporučena udaljenost od 100 cm (za pokretne rendgenske uređaje)	/*	/*	/*	/*	0 %	0,3 %	/*	/*	0 %	0,1 %
Manje od 100 cm	/*	/*	/*	/*	0 %	13,6 %	/*	/*	2 %	16,9 %
Veće od 100 cm	/*	/*	/*	/*	100 %	86,1 %	/*	/*	99 %	83 %

* S kriterijem koji je dan uspoređene su samo korištene vrijednosti udaljenosti žarišta rendgenske cijevi od prijemnika slike pri oslikavanju ležećih pacijenata.

Način rada – sužavanje rendgenskog snopa na područje od interesa

Sve analizirane radiološke slike srca i pluća manje su površine nego je bila površina rendgenskog snopa (slika 8.). Smanjenje površine bilo je u rasponu 0,5 – 48 %. U slučaju gotovo trećine analiziranih slika (28 %) površina radiološke slike manja je od površine rendgenskog snopa za više od 25 %.

Subjektivna procjena ocjenitelja

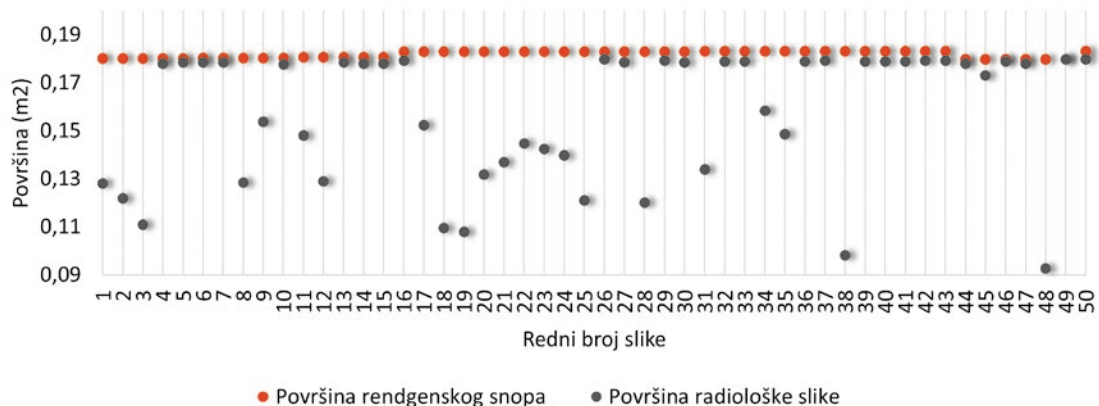
Subjektivne procjene ocjenitelja vezano uz odabir parametara ekspozicije prikazane su na slici 9. na kojoj su istovremeno prikazane i vrijednosti ekspozicijskog indeksa za pojedinu radiološku sliku te vrijednost ciljanog ekspozicijskog indeksa. U slučaju 20 % slika sva tri ocjenitelja procijenila su da su tijekom oslikavanja odabrani dobri parametri ekspozicije – za pacijente broj 6, 8, 14 i 20. Za radiološke slike navedenih pacijenata devijacijski indeksi iznosili su -0,5, 1, -1,5 te 1,5.

Rasprava

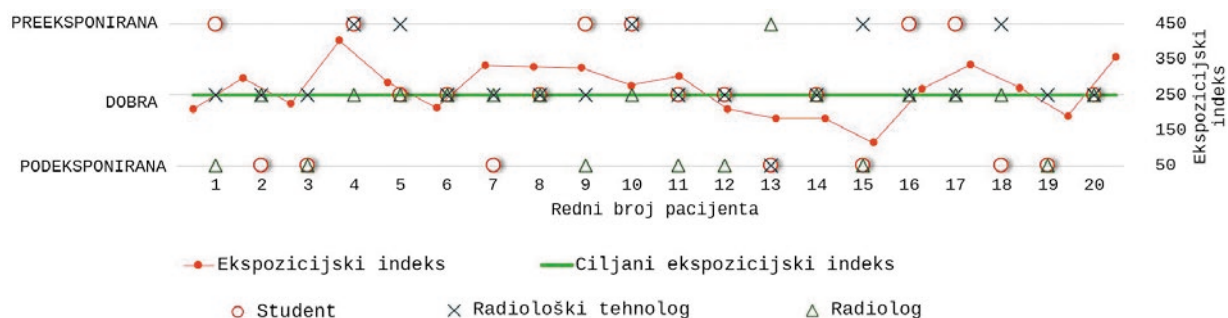
Ocjenu kvalitete radiološke slike zdjelice provela su tri ocjenitelja – student završne godine studija radiološke

tehnologije, radiološki tehnolog s 40 godina radnog iskustva u struci i radiolog s 20 godina radnog iskustva u struci. Ocjene udovoljavanja pojedinom kriteriju su se u većini slučajeva razlikovale (slika 2.). Radiološki tehnolog i radiolog jednako su ocijenili 69 % kriterija, radiolog i student 66 %, a radiološki tehnolog i student 74 % (slika 2.). Ukupan broj bodova iznosi 5, 6 ili 7 radiolog je pridijelio 30 % analiziranih radioloških slika, a radiološki tehnolog i student svaki po 40 % (slika 3). Samo jednoj radiološkoj slici (5 %) pridijeljen je najveći mogući broj bodova od strane sva tri ocjenitelja (slika 3). Ovakvi rezultati su očekivani obzirom na školovanje i iskustvo radiologa, ali ukazuju na potrebu ovakvih zajedničkih analiza.

Subjektivne procjene ocjenitelja vezano uz odabir parametara ekspozicije razlikovali su se u većini ocjenjivanih slika zdjelice (80 %) (slika 9.). Bolji u procjeni odabira parametara ekspozicije bio je student koji je u slučaju 50 % radioloških slika odabir parametara ekspozicije ocijenio u skladu s vrijednosti ekspozicijskog indeksa, dok su procjene radiološkog tehnologa i radiologa bile u skladu s vrijednosti ekspozicijskog indeksa u slučaju 25 % radioloških slika (slika 9). Odabir parametara ekspozicije ocijenjen je kao dobar za veći broj onih radioloških slika kod kojih je vrijednost ekspozicijskog indeksa veća od ciljanog (34 % procjena), nego je to u slučaju radiološki slika kod kojih je vrijednost ekspozicijskog indeksa manja od ciljanog indek-



Slika 8. Usporedba površine rendgenskog snopa i radiološke slike srca i pluća (Izvor: autor)



Slika 9. Subjektivne procjene ocjenitelja vezano uz odabir parametara ekspozicije. Na slici su prikazane i vrijednosti ekspozicijskog indeksa (crvena boja) te ciljanog ekspozicijskog indeksa (zelena boja). (Izvor: autor)

sa ekspozicije (18 % procjena) što je vjerojatno posljedica činjenice da je po provedenom oslikavanju preekspozicionu radiološku sliku moguće dodatno „ručno“ urediti (za razliku od podekspozicionirane).

Rezultati analize 50 odabranih radioloških slika srca i pluća ukazuju na to da je uobičajena klinička praksa ne prilagođavati veličinu (površinu) rendgenskog snopa području od interesa obzirom da su sve analizirane slike uređene na način da su po oslikavanju uklonjeni rubni dijelovi (slika 8.). Ovakvim načinom oslikavanja nepotrebno se povećava ozračenje pacijenta i narušava kvaliteta slike obzirom da širi rendgenski snopovi rezultiraju većom količinom raspršenog zračenja. Važno je napomenuti i da se ovakvim načinom rada dio dobivene dijagnostičke informacije neopravdano uklanja i stoga ne stiže do radiologa.

Oslikavanje zdjelice pacijenata koji leže na ležaju ili stoje provedeno je u većini slučajeva korištenjem napona u prihvatljivom rasponu (tablica 4. i slika 4.). Oslikavanje svih pacijenata koji leže u krevetu provedeno je korištenjem napona na rendgenskoj cijevi manjim od 75 kV. Dodatnom analizom utvrđeno je da su pacijenti koji se u snimaonici oslikavaju u krevetu postoperativni pacijenti koji se rendgenskim uređajima uključenim u ovu studiju oslikavaju u svrhu kontrole po obavljenoj operaciji zdjelice, bez korištenja rešetke, a parametri ekspozicije odabiru se ručno (ne koristi se automatska kontrola ekspozicije).

Rendgenskim uređajem R1 i rendgenskim uređajem R3 oslikano je svega 0,02 % srca i pluća stojećih pacijenata korištenjem preporučene vrijednosti napona na rendgenskoj cijevi (tablica 5. i slika 5.). Svi ostali pacijenti koji su za vrijeme oslikavanja stajali oslikani su naponom manjim od preporučene vrijednosti pri čemu je najniži korišteni napon bio 113 kV u slučaju rendgenskog uređaja R1, 100 kV u slučaju rendgenskog uređaja R2 te 90 kV u slučaju rendgenskog uređaja R3 (slika 5.). Svi pacijenti koji su ležali na ležaju prilikom oslikavanja srca i pluća (uz korištenje rešetke) su u slučaju rendgenskih uređaja R2 i R3 oslikani korištenjem napona koji su manji i od preporučene donje granice od 100 kV dane za pokretne rendgenske uređaje (tablica 5.); najmanji korišteni napon u slučaju rendgenskog uređaja R2 bio je 60 kV, a najveći 85 kV, a u slučaju rendgenskog uređaja R3 najmanji korišteni napon bio je 63 kV, a najveći 85 kV (slika 5.). Dodatnom analizom utvrđeno je da su pacijenti kojima se srce i pluća u snimaonici oslikavaju u krevetu postoperativni pacijenti ili pacijenti s dijagnozama takvima da bi im se zdravstveno stanje prebacivanjem na ležaj narušilo. I u slučaju ovih

pacijenata oslikavanje se provodi bez korištenja rešetke, a parametri ekspozicije odabiru se ručno. Rendgenskim uređajem R2 svi su pacijenti koji su ležali u krevetu oslikani naponom koji je manji od vrijednosti iz preporučenog raspona (80 – 90 kV) danog za pokretne rendgenske uređaje; najmanji korišteni napon bio je 60 kV, a najveći 70 kV (slika 5.). Rendgenskim uređajem R3 oslikano je 0,2 % pacijenata koji leže u krevetu korištenjem napona na rendgenskoj cijevi čija vrijednost je u prihvatljivom rasponu danom za pokretne rendgenske uređaje, dok su ostali pacijenti oslikani naponima koji su manji od donje granice prihvatljivog raspona (tablica 5.); najmanji korišteni napon bio je 59 kV, a najveći 90 kV (slika 5.).

Korištene udaljenosti žarišta rendgenske cijevi od prijemnika slike su pri oslikavanju zdjelice pacijenta koji leži na ležaju ili u krevetu u većini slučajeva bile u prihvatljivom rasponu pri čemu se pri oslikavanju rendgenskim uređajem R1 preporučena udaljenost koristila u 51 % pacijenata, dok je za rendgenske uređaje R2 i R3 taj postotak znatno manji (tablica 6. i slika 6.). Zdjelice su oslikavane i u stojećem položaju pacijenta kod onih pacijenata kod kojih je traženo oslikavanje zdjelice (i) pod opterećenjem. Pri oslikavanju stojećih pacijenata rendgenskim uređajima R1 i R3 u većini slučajeva udaljenosti žarišta rendgenske cijevi od prijemnika slike bile su veće od gornje granice prihvatljivog raspona (tablica 6. i slika 6.). Naknadnom analizom utvrđeno je da radiološki tehnolog nije pomaknuo cijev na potrebnu udaljenost jer je prethodno oslikavanju zdjelice oslikavao druge anatomske regije istog pacijenta pri čemu su se koristile veće udaljenosti (primjerice pluća).

Niti jedna radiološka slika srca i pluća nije nastala korištenjem preporučene udaljenosti žarišta rendgenske cijevi od prijemnika slike, ali su u slučaju oslikavanja pacijenta koji stoji (obje projekcije) u većini slučajeva bile u prihvatljivom rasponu (tablica 7. i slika 7.). Oslikavanje srca i pluća pacijenta koji leži na ležaju ili u krevetu uglavnom se provodilo korištenjem udaljenosti koje su manje od donje granice prihvatljivog raspona koja je dana za stacionarne rendgenske uređaje (tablica 7. i slika 7.). Međutim, korištene udaljenosti pri oslikavanju srca i pluća rendgenskim uređajima R2 i R3 u većine pacijenata koji su ležali na ležaju ili u krevetu bila je veća od preporučene udaljenosti od 100 cm koja je dana za slučaj oslikavanja srca i pluća pokretnim rendgenskim uređajem pri čemu je praksa izraženije neujednačena nego u slučaju oslikavanja pacijenata koji stoje (tablica 7. i slika 7.).

Zaključak

Rezultati ovoga rada ukazuju na važnost uspostave i provedbe sustava za ocjenu kvalitete radioloških slika koje su prihvaćene kao radiološke slike zadovoljavajuće kvalitete. U postupak ocjene kvalitete radioloških slika trebaju biti uključene sve struke – radiološki tehnolog i radiolog te medicinski fizičar. Osim kriterija kojima se opisuje kvaliteta radiološke slike pojedinog anatomskeg područja, tijekom ocjene kvalitete radiološke slike trebalo bi analizirati najmanje i korištene napone na rendgenskoj cijevi, udaljenosti

žarišta rendgenske cijevi od prijemnika slike te ekspozicijske indekse obzirom da mogu ukazati na potrebu poduzimanja korektivnih radnji kojima bi se postupak oslikavanja optimizirao. Ovo se pokazalo posebno važno pri oslikavanju srca i pluća stacionarnim rendgenskim uređajem u pacijenata koji leže na ležaju, uz korištenje rešetke ili u krevetu, bez korištenja rešetke obzirom da jasne preporuke za ovakve slučajeve nisu dane. U postupku analize načina rada važnu ulogu može imati korištenje DMS-a ukoliko je dostupan obzirom da bitno olakšava uvid u vrijednosti pojedinih parametara i omogućuje uključivanje velikog broja radioloških slika u analizu. ■

Do we need an image quality evaluation system in conventional radiography?

Abstract:

Aim: This work aims to point out the importance of establishing a system for image quality evaluation in conventional radiography.

Methods: The study was conducted retrospectively and it included image quality evaluation as well as analysis of imaging procedure. 20 radiographic images of pelvis were evaluated and the evaluation was carried out according to the European criteria for the quality of the radiographic images of pelvis. The imaging procedure was analysed using 3,651 radiographic images of the pelvis and 57,758 radiographic images of the chest. The analysis of the imaging procedure was carried out by comparing the used values with the recommended ones. The practice related to narrowing the X-ray beam to the area of interest using 50 radiological images of the chest was additionally analysed.

Results: Only one radiographic images of the pelvis were given the highest possible grade. Subjective evaluations of evaluators related to the selection of exposure parameters differed in the majority of evaluated pelvic images (80%). The X-ray tube voltages used during pelvic imaging were mostly in the recommended range but in case of imaging of chest X-ray tube voltage were lower than the recommended value in most cases. Pelvis were mostly imaged using X-ray tube source-to-detector distances that were within an acceptable range except for those patients who were standing during imaging. In the case of heart and lung imaging, these distances were generally in the acceptable range except in the case of supine patients when a larger number of patients were imaged using smaller distances. All 50 analysed radiological images of the chest were cropped.

Conclusions: The results of the analysis indicate the need to establish and implement a system for evaluating the quality of radiographic images, which would also include an analysis of the imaging procedure.

Key words: image quality, exposure index, tube voltage, source-to-detector distance, collimation

Reference

- Ministarstvo unutarnjih poslova. Pravilnik o uvjetima i mjerama zaštite od ionizirajućeg zračenja za obavljanje djelatnosti s izvorima ionizirajućeg zračenja. Narodne novine broj 53/18, 6/22.
- Busch HP. Dimond III: Image Quality and Dose Management For Digital Radiography. Trier; 2004.
- European Commission, Directorate-General for Research and Innovation. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images. report EUR 16260. Publications Office. 1996.
- European Commission, Directorate-General for Research and Innovation. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images in paediatrics. Report EUR 16261. Publications Office. 1996.
- European Commission, Directorate-General for Research and Innovation. European guidelines on quality criteria for computed tomography. Report EUR 16262. 2000.
- Kortesniemi M. [I254] From image quality to care outcome. *Phys Medica*. 2018 Aug 1;52:95.
- Kalra MK, Rehani MM. Five-star rating system for acceptable quality and dose in CT. *Eur Radiol*. 2021 Dec;31(12):9161-9163.
- Padole AM, Sagar P, Westra SJ, Lim R, Nimkin K, Kalra MK, Gee MS, Rehani MM. Development and validation of image quality scoring criteria (IQSC) for pediatric CT: a preliminary study. *Insights Imaging*. 2019 Sep 23;10(1):95.
- Rehani MM. ICRP and IAEA actions on radiation protection in computed tomography. *Ann ICRP* [Internet]. 2012 Oct [cited 2024 Sep 27];41(3-4):154-60.
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources, effects, and risks of ionizing radiation. Evaluation of medical exposure to ionizing radiation. Vol 1, Scientific Annex A. 2020/2021 Report to the General Assembly with annexes. New York, NY: United Nations, 2022.
- Ružić K, Buinac A, Justić M, Kralik I, Bjelobrč I, Faj D. Optimizacija dijagnostičkih i intervencijskih postupaka koji se provode uporabom rendgenskih uređaja. *Radiološki Vjesn*. 2024 May 22;48(1):39-45.