

## PRIMERJAVA MED SLIKANJEM SAKROILIAKALNIH SKLEPOV V AP IN PA PROJEKCIJI

### SACROILIAC JOINT IMAGING COMPARISON BETWEEN AP AND PA PROJECTION

Nejc Mekiš<sup>1</sup>, Igor Kocijančič<sup>2</sup>, Peter Stegnar<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Oddelek za radiološko tehnologijo, Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana

<sup>2</sup> Univerzitetni klinični center Ljubljana, Klinični inštitut za radiologijo, Zaloška c. 7, 1000 Ljubljana

<sup>3</sup> Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Jamova 39, 1000 Ljubljana

Korespondenca / Correspondence: viš. pred. mag. Nejc Mekiš, mag. inž. rad. tehnol., E-mail: nejc.mekis@zf.uni-lj.si

Prejeto/Received: 15.10.2013

Sprejeto/Accepted: 12.11.2013

## POVZETEK

**Uvod:** Gonade, ki so po podatkih International Commission on Radiological Protection (ICRP -103) eden izmed bolj radiosenzibilnih organov in imajo tkivni utežni faktor 0,08, se pri slikanju sakroiliakalnih sklepov (SIS) nahajajo v neposredni bližini rentgenskega polja in zato prejmejo tudi večjo dozno obremenitev kot organi, ki ležijo dlje od primarnega snopa.

**Namen:** Namen raziskave je bil ugotoviti ali se zmanjšata vstopna kožna doza (VKD) in doza na testise pri slikanju SIS v PA v primerjavi s slikanjem v AP projekciji in ali pri tem ostane kakovost slik v PA enaka tisti v AP projekciji.

**Metode dela:** S pomočjo termoluminiscentnih dozimetrov smo pri slikanju SIS merili VKD v centru slikovnega polja in dozo na testise. Meritve so bile narejene na 50 pacientih, ki so bili naključno razdeljeni v dve skupini po 25. V prvi skupini smo slikali paciente v AP, v drugi pa v PA projekciji. Za vsakega pacienta smo beležili višino in težo za izračun indeksa telesne mase (ITM). Kvaliteto rentgenogramov SIS so neodvisno ocenili trije radiološki inženirji in dva zdravnika specialista radiologije. Pri preverjanju domnev je bila upoštevana običajna stopnja tveganja 5%.

**Rezultati in razprava:** Povprečna VKD je bila v PA za 1,8 mGy manjša kot v AP projekciji ( $p = 0,046$ ), statistično značilnih razlik med povprečjema ITM ni bilo ( $p = 0,247$ ). Skupina, pri kateri je bilo slikanje SIS narejeno v PA projekciji, je imela povprečno dozo na testise za 22,28  $\mu$ Gy ( $p < 0,001$ ) manjšo od tiste, ki so jo prejeli pacienti slikanju v AP projekciji. Kvaliteta slik je bila boljša v AP projekciji ( $p = 0,012$ ).

**Zaključek:** Rezultati so pokazali, da je uporaba PA projekcije za slikanje SIS v primerjavi z AP projekcijo zmanjšala količino VKD in doze na testise. Kvaliteta rentenogramov, narejenih v PA projekciji je bila slabša od tistih, ki so bili narejeni v AP projekciji, a v večini primerov diagnostično uporabna.

**Ključne besede:** sakroiliakalni sklepi, zmanjšanje doze, uporaba PA projekcije, doza na testise

## ABSTRACT

**Introduction:** According to the International Commission on Radiological Protection (ICRP - 103) testes represent one of the more radiosensitive organs and have the tissue weighting factor of 0.08. In sacro iliacal joints (SIS) imaging testes are located within the close proximity of the x-ray field and therefore receive a greater dose than the organs located further away from the primary beam.

**Purpose:** To investigate whether the entrance skin dose (ESD) and testicular dose are reduced when the PA projection instead of the standard AP projection for sacroiliac joint imaging is used and how the change of the projection affects the image quality.

**Methods:** The entrance surface dose and the testicular dose were measured with termoluminiscent dosimeters. The dose measurements were performed on 50 male patients who were referred to sacroiliac joint imaging. They were randomly divided into two equal groups of 25. The first group was imaged in AP and the second in PA projection. The height and the weight of each patient were obtained in order to calculate BMI. The images were evaluated by two radiologists and three senior radiographers. A significance of 5% was used for all tests.

**Results and discussion:** When using the PA projection the average ESD was reduced by 1.8 mGy ( $p = 0.046$ ). There was no statistically significant difference in ITM ( $p = 0.247$ ). The average testicular dose in PA projection was reduced by 22.28  $\mu$ Gy ( $p < 0.001$ ). However, the image quality was better in AP projection ( $p = 0.012$ ).

**Conclusion:** The results have shown that the use of PA projection in SIJ imaging can result in ESD and testicular dose reduction. The image quality was better in AP projection compared to the PA projection. However, most of the images made in the PA projection were useful for diagnostic purposes.

**Key words:** sacroiliac joints, dose reduction, use of PA projection, testicular dose

## UVOD

Najpogostejša tehnika prikazovanja sakroiliakalnih sklepov (SIS) je klasična rentgenografija, ki je tudi prva metoda izbora slikanja pri pacientih, ki imajo bolečine (The Royal College of Radiologists, 2007; Tuite, 2008; Trtnik, 2008). Dodatni in natančnejši prikaz SIS so računalniška tomografija (CT), magnetnoresonančna tomografija (MR) in nuklearno medicinske preiskave (npr. scintigrafija) (The Royal College of Radiologists, 2007; Trtnik, 2008; Tuite, 2008).

Testisi so po podatkih International Commission on Radiological Protection (ICRP - 103, Valentin, 2007) eden izmed bolj radiosenzibilnih organov in imajo tkivni utežni faktor 0,08. Do leta 2007 so gonade veljale za najbolj radiosenzibilni organ s tkivnim utežnim faktorjem 0,20 (Valentin, 2007). Pri slikanju SIS se nahajajo v neposredni bližini slikovnega polja, zato jih je potrebno zaščititi s svinčeno zaščito.

Za prikazovanje SIS lahko uporabimo anteroposteriorno (AP) ali posteroanteriorno (PA) projekcijo (Bontrager, 1993; Swallow and Naylor, 1996; Frank et al., 2007; Lipovec 2005).

Zmanjšanje doze ionizirajočega sevanja na dojke, ščitnico in gonade v klasični radiografiji, tako da uporabimo PA namesto AP projekcije, je v svoji raziskavi med prvimi opisala Weatherburn (1983a in 1983b). Podobno sta ugotovila tudi Nic an Gherr in Brennan (1998), ki sta raziskovala ali se zmanjšata vstopna kožna (VKD) in efektivna doza ( $p < 0,01$ ;  $p < 0,0006$ ), če pri ženskah za rentgensko slikanje trebuha uporabita PA namesto standardne AP projekcije. Brennan in Madigan (2000) navajata, da se lahko zmanjša VKD pri slikanju ledvene hrbtenice ( $p = 0,02$ ), če namesto standardne AP uporabita PA projekcijo. McEntee in Kinsella (2010) sta s pomočjo raziskave na ženskem kadavru dognala, da se pri slikanju ključnice v PA projekciji brez kota in PA projekciji s kotom  $15^\circ$  v kavdalni smeri doza na dojke zmanjša za 56,1 oz. 56,5% ( $p \leq 0,001$ ;  $p \leq 0,001$ ), doza na ščitnico za 62,3 oz. 78% ( $p \leq 0,0001$ ). Med VKD in kvaliteto slike so bile statistično značilne razlike v prid AP projekciji. Vendar avtorja kljub temu, zaradi nižje doze na dojke in ščitnico, priporočata PA projekcijo.

## NAMEN

Namen raziskave je ugotoviti ali se in če se, za koliko, se v klasični radiografiji zmanjšata VKD in doza ionizirajočega sevanja na testise pri slikanju SIS v PA v primerjavi z AP projekcijo.

Na podlagi pregleda literature smo si zastavili naslednja raziskovalna vprašanja:

Vprašanje 1: Ali se zmanjša vstopna kožna doza, če pri rentgenskem slikanju SIS uporabimo PA namesto AP projekcije?

Vprašanje 2: Ali se zmanjša doza ionizirajočega sevanja na testise, če pri rentgenskem slikanju SIS uporabimo PA namesto AP projekcije?

Vprašanje 3: Ali obstaja pomembna razlika med kvaliteto slik, nastavljenih v AP in PA projekciji?

## MATERIALI IN METODE

Uporabili smo deskriptivno metodo raziskovanja in primerjalno analitično študijo (Bowers et al., 2006). Raziskava je potekala od februarja do maja 2010, na oddelku za radiologijo bolnišnice dr. Petra Držaja v Ljubljani, KIR, UKC Ljubljana. V raziskavo je bilo vključenih 50 moških pacientov, ki so bili napoteni na slikanje SIS. Za izvajanje meritev smo pridobili dovoljenje Komisije Republike Slovenije za medicinsko etiko. Vsi pacienti so bili predhodno seznanjeni s potekom raziskave in so pred pričetkom podpisali izjavo o zavestni obveščeni privolitvi k sodelovanju v raziskavi. Noben pacient, ki je bil napoten na slikanje SIS v času, ko smo izvajali meritve, sodelovanja v raziskavi ni zavrnil.

Pacienti so bili razdeljeni v dve skupini po 25. Pri prvi skupini je bilo slikanje narejeno v AP, pri drugi pa v PA projekciji. Naključnost smo zagotovili tako, da je bil v prvo skupino uvrščen vsak lihi, v drugo pa vsak sodi pacient po vrsti, kot so prihajali. Vsakega smo pred preiskavo stehali in mu izmerili višino (za oceno indeksa telesne mase – ITM).

Meritve smo izvedli na klasičnem rentgenskem aparatu AXIOM Multix MT proizvajalca Siemens (Siemens AG, Germany). Protokola slikanja v AP projekciji nismo spreminjali, tako, da smo uporabili protokol, ki ga uporabljajo na oddelku, kjer je potekala raziskava. Naklon centralnega žarka je bil v AP projekciji  $12^\circ$  do  $14^\circ$  v kranialno smer. Centralni žarek je v AP projekciji vstopal 4 cm nad zgornjim robom sramnice, v sredinski ravnini. Naklon centralnega žarka v PA projekciji pa je znašal je  $5^\circ$  do  $8^\circ$  v kavdalno smer. To smo določili s pomočjo navedb v Swallow and Naylor (1996) – kot  $5^\circ$  do  $15^\circ$  v kavdalno smer. V PA projekciji je centralni žarek vstopal 5 cm distalno od zgornjega roba črevnice, prav tako v sredinski ravnini, tako da je iz telesa izhajal v višini zgornjih sprednjih črevničnih osti. Pri obeh projekcijah je bila uporabljena anodna napetost od 75 do 83 kV, z avtomatskim nadzorom ekspozicije in dodatno počrtnitvijo +1. Razdalja gorišče–slikovni sprejemnik je znašala 115 cm. Križnica se je nahajala na sredini slikovnega polja, tako da smo zagotovili optimalni tokovni sunek. Velikost polja je v obeh projekcijah v povprečju znašala  $19 \times 22$  cm.

Vsakemu pacientu smo na telo postavili dva termoluminiscenčna dozimetra (TLD), prvega, za merjenje VKD, na sredino slikovnega polja, drugega pa na testise. Ker zaradi zagotavljanja pacientove pravice do spoštovanja intimnosti, dozimetra nismo mogli lepiti neposredno na testise, je pacient predhodno oblekel spodnje hlače za enkratno uporabo, na katere smo prilepili dozimeter v višini testisov. Ker so testisi premečen organ, je potrebno upoštevati tudi dejstvo, da drugi dozimeter pri vseh pacientih ni bil nalepljen na optimalnem mestu. Uporabili smo svinčeno zaščitno pregrinjalo (ekvivalent svinca 0,5 mm), katerega zgornji rob je bil nameščen neposredno pod spodnji rob slikovnega polja.

Poleg meritev VKD in doze na testise smo beležili tudi produkt doze in površine, ki je bil izmerjen z merilcem DAP (Dose Area Product – merilec produkta doze in površine, Kermax plus

DDP, IBA Dosimetry). Za merjenje VKD in doze na testise smo uporabili TLD Inštituta Jožef Stefan v Ljubljani.

Kriterije za ocenjevanje slik smo izbrali po pregledu literature in po pogovoru s specialistko radiologije, ki odčitava rentgenograme SIS v bolnišnici, v kateri je bila izvedena raziskava. Rentgenograme je ocenjevalo pet oseb in sicer dva specialista radiologije in trije radiološki inženirji z izkušnjami s slikanjem SIS. Namen raziskave ni bil primerjati ocene radioloških inženirjev in radiologov, ampak pridobiti relevantne ocene rentgenogramov. Vseh 50 rentgenogramov so ocenili na podlagi štirih predhodno določenih kriterijev, ki so opisani v tabeli 1.

**Tabela 1: Kriteriji za ocenjevanje rentgenogramov**

Kriterij:	Dobra prostorska ločljivost križnice in križničnih lin (European Commission, 1996)	Dobra prostorska ločljivost robov sakroiliakalnih sklepov (European Commission, 1996)	Dobra ločljivost obklesnih struktur	Sklepne špranje sakroiliakalnih sklepov in LS prehoda so odprte (Bontrager, 1993; Lipovec, 2005 in Frank et al., 2007)

Lestvica za ocenjevanje slik je bila naslednja:

- diagnostično neuporabna slika,
- diagnostično sprejemljiva slika,
- diagnostično optimalna slika.

Vsak rentgenogram je torej lahko prejel najmanjšo oceno 4 ali najvišjo oceno 12.

Za prikazovanje rezultatov smo uporabili osnovne statistične teste. Pred izvedbo statističnih testov smo s Kolmogorov-Smirnovim testom preverili, katere spremenljivke so približno normalno porazdeljene (tabeli 2 in 3).

**Tabela 2: Preverjanje normalne porazdelitve spremenljivk za AP projekcijo**

	ITM	DAP (μGym <sup>2</sup> )	Povprečje ocen slik	VKD (mGy)	Doza na testise (μGy)
Kolmogorov-Smirnov Z	0,437	0,984	1,432	1,021	1,601
p-vrednost (2-stranska)	0,991	0,288	0,033	0,248	0,012

Opomba: spremenljivka je porazdeljena statistično značilno približno normalno, če je  $p > 0,05$ .

**Tabela 3: Preverjanje normalne porazdelitve spremenljivk za PA projekcijo**

	ITM	DAP (μGym <sup>2</sup> )	Povprečje ocen slik	VKD (mGy)	Doza na testise (μGy)
Kolmogorov-Smirnov Z	0,603	0,861	1,333	0,759	1,274
p-vrednost (2-stranska)	0,861	0,449	0,057	0,613	0,078

Opomba: spremenljivka je porazdeljena statistično značilno približno normalno, če je  $p > 0,05$ .

Porazdelitev spremenljivk ITM, DAP in VKD je statistično značilno normalna, zato smo uporabili parametrični dvostranski t-test. Spremenljivki povprečji ocen slik in doze na testise pa statistično značilno nista normalno porazdeljeni, zato smo uporabili neparametrični Mann-Whitney U preizkus. Rezultate smo prikazali v obliki tabel in slik. Pri preverjanju domnev je bila uporabljena običajna stopnja tveganja 5%.

## REZULTATI IN RAZPRAVA

Skupno je bilo narejenih 50 meritev z merilcem DAP, 100 meritev s TLD in 250 ocen rentgenogramov.

### Primerjava indeksa telesne mase

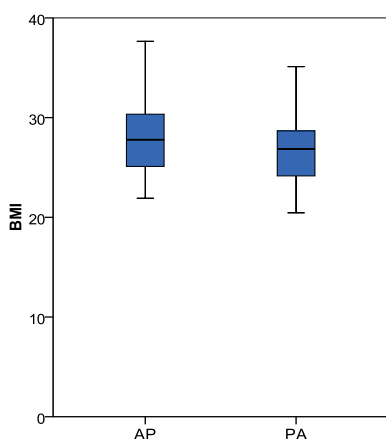
Iz tabele 4 je razvidno, da je razlika med povprečjema ITM med obema skupinama 1,28.

**Tabela 4: Vrednosti ITM pri skupinah pacientov, ki sta bili slikani v AP in PA projekciji**

Projekcija	Povprečje	Mediana	Standardni odklon	Minimum	Maksimum
AP	28,18	27,78	3,78	21,9	37,7
PA	26,90	26,85	3,94	20,5	35,1

Ker smo predvidevali, da obstoji povezanost med prejeta dozo in ITM, smo preverili ali med obema skupinama obstajajo statistično značilne razlike glede na ITM, zato smo izvedli dvostranski t-test o razliki aritmetičnih sredin na podlagi neodvisnih vzorcev. Razlika med aritmetičnima sredinama ITM pacientov prve in druge skupine ni statistično značilna ( $p = 0,247$ ) (slika 1).

Ker aritmetična sredina ITM v obeh skupinah ni statistično značilna, lahko skupini primerjamo, ne da bi razlika v ITM vplivala na ugotovitve, pridobljene z rezultati merjenj doz.



Slika 1: ITM v skupinah pacientov, slikanih v AP in PA projekciji

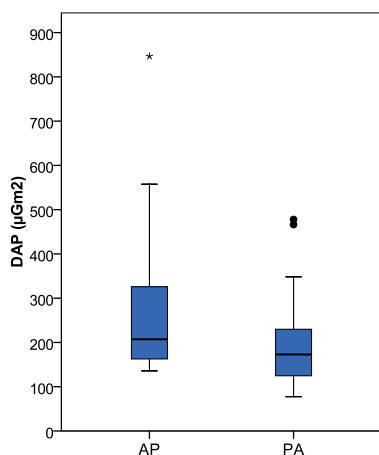
## Meritve produkta doze in površine

Meritve z merilcem DAP smo opravljali v energijskem razponu od 75–83 kV z avtomatskim nadzorom ekspozicije. Opisna statistika lastnosti meritev z merilcem DAP je prikazana v tabeli 5.

Tabela 5: Osnovne statistične lastnosti meritev, izmerjenih z merilnikom DAP, pri AP in PA projekcijah SIS

Projekcija	Povprečje ( $\mu\text{Gym}^2$ )	Mediana ( $\mu\text{Gym}^2$ )	Standardni odklon ( $\mu\text{Gym}^2$ )	Minimum ( $\mu\text{Gym}^2$ )	Maksimum ( $\mu\text{Gym}^2$ )
AP	278,96	207,20	167,78	135,80	846,50
PA	201,70	172,80	107,33	77,40	477,80

DAP je bil pri AP projekcijah večji za 77,26  $\mu\text{Gm}^2$  kot pri PA. Razlika med aritmetičnima sredinama DAP med obema skupinama pacientov ni statistično značilna ( $p = 0,058$ ) (slika 2).



Slika 2: DAP v skupinah pacientov, slikanih v AP in PA projekciji

## Meritve vstopne kožne doze na pacientih

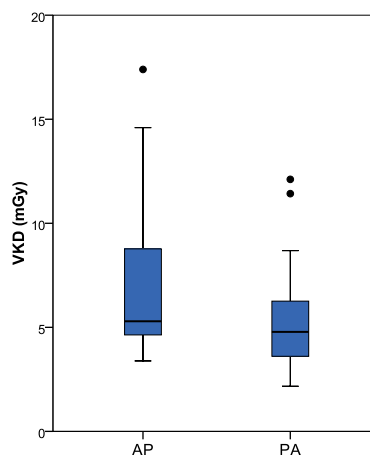
Meritve VKD (tabela 6) smo izvajali z namenom, da bi odgovoril na prvo vprašanje ali se bo VKD zmanjšala zaradi spremembe položaja pacienta oz. spremembe projekcije, ker je debelina objekta, če pacient leži na trebuhu, manjša, kot pri legi na hrbtu.

Tabela 6: Osnovne statistične lastnosti meritev VKD pri AP in PA projekcijah SIS

Projekcija	Povprečje (mGy)	Mediana (mGy)	Standardni odklon (mGy)	Minimum (mGy)	Maksimum (mGy)
AP	7,01	5,29	3,59	3,39	17,39
PA	5,21	4,78	2,57	2,17	12,11

Pri slikanju v AP projekciji so pacienti povprečno prejeli za 1,8 mGy večjo VKD kot v PA. Razlika med aritmetičnima sredinama VKD med obema skupinama pacientov je na meji statistične značilnosti ( $p = 0,046$ ) (slika 3).

Zmanjšanje doze v PA projekciji ( $p < 0,01$ ) pri slikanju abdomna sta dokazala Nic an Ghearr in Brennan (1998). Do enakih rezultatov sta prišla tudi Brennan in Madigan (2000), ki sta ugotovila, da je možno zmanjšati VKD ( $p = 0,02$ ), če za slikanje ledvene hrbtenice namesto standardne AP uporabimo PA projekcijo. Manjšo debelino objekta pri PA projekciji in zaradi tega zmanjšanje mAs produkta, kar neposredno vpliva na VKD sta ugotovila tudi Al-Balool in Newman (1998). Na podlagi naših in ugotovitev zgoraj navedenih avtorjev lahko sklepamo, da razliko med aritmetičnima sredinama VKD v obeh skupinah pacientov, prikazano v tabeli 5, ki je na meji statistične značilnosti, lahko pripišem temu, da se pri slikanju SIS v obeh projekcijah večinoma izognemo tistemu delu trebuha, katerega debelina je odvisna od lege pacienta.



Slika 3: VKD v skupinah pacientov, slikanih v AP in PA projekciji

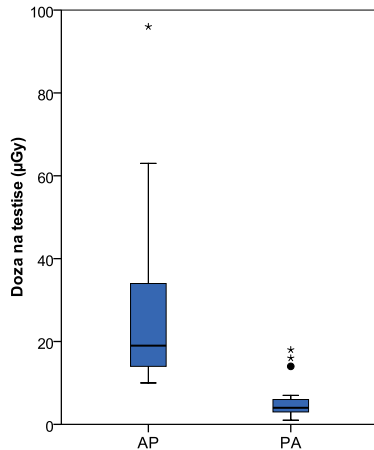
## Meritve doze na testise

Iz tabele 7 je razvidno, da je povprečje prejete doze na testise pri PA projekciji manjše, in sicer za 22,28  $\mu\text{Gy}$  od povprečja doz, izmerjenih pri AP projekciji.

Tabela 7: Osnovne statistične lastnosti meritev doze na testise pri AP in PA projekcijah SIS

Projekcija	Povprečje ( $\mu\text{Gy}$ )	Mediana ( $\mu\text{Gy}$ )	St. odklon ( $\mu\text{Gy}$ )	Minimum ( $\mu\text{Gy}$ )	Maksimum ( $\mu\text{Gy}$ )
AP	27,92	19,00	22,07	10	96
PA	5,64	4,00	4,26	1	18

Dvostranski Mann-Whitneyev U-test je pokazal statistično značilnost razlik med dozo na testise pri slikanju v AP in PA projekciji ( $p < 0,001$ ) (slika 4), kar potrjuje rezultate, pridobljene z meritvami na fantomu. Posledica zmanjšanja doze na pacientih je najverjetneje večja oddaljenost testisov od primarnega snopa. Podobno razlago navajajo v svojih raziskavah Stranden et al. (2009) in Daniels in Furey (2008).



Slika 4: Doze na testise v skupinah pacientov, slikanih v AP in PA projekciji

## Analiza rentgenogramov

Zelo pomemben dejavnik zmanjševanja VKD in dozne obremenitve posameznih organov s pomočjo spreminjanja ekspozicijskih pogojev in/ali spremembo položaja pacienta in projekcije je kvaliteta rentgenograma. Rentgenogram mora zadostiti kriterijem, ki so opisani v Evropskih smernicah (European Commission, 1996) in mora biti primeren za oceno bolezenskih sprememb oziroma postavitev diagnoze. Ocenjevalci so ocenili 50 rentgenogramov, 25 jih je bilo narejenih v AP projekciji, 25 pa v PA.

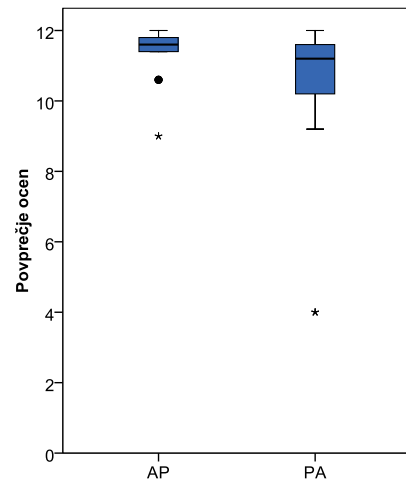
Enako lestvico ocenjevanja rentgenogramov so uporabili tudi Brennan in Nash (1998), Nic an Ghearr in Brennan (1998), Brennan in Madigan (2000), Brennan et al. (2004).

Pet ocenjevalcev je po štirih kriterijih ocenilo po 50 rentgenogramov, tako da smo skupno pridobili 1000 ocen. Vsak rentgenogram je lahko prejel skupno oceno od 4 do 12 (tabela 8).

Tabela 8: Osnovne statistične lastnosti ocen rentgenogramov, narejenih v AP in PA projekciji

Projekcija	Povprečje	Mediana	St. odklon	Minimum	Maximum
AP	11,34	11,60	0,84	9,0	12,0
PA	10,16	11,20	2,45	4,0	12,0

Razlika med povprečjem vseh ocen slik, narejenih v AP in tistih, narejenih PA projekciji je 1,18 točke (slika 5). Dvostranski Mann-Whitneyev test je pokazal, da se ocene slik v AP projekciji statistično značilno razlikujejo od ocen slik v PA projekciji ( $p = 0,012$ ).



Slika 5: Povprečna ocena slik v skupinah AP in PA projekcija

Vrednosti ocen slik, narejenih v AP projekciji, so višje od vrednosti tistih, ki so bile narejene v PA. Nižja povprečna ocena slik v PA projekciji je posledica treh neuporabnih slik, na katerih so se SIS prekrivali s sramnico. Pri teh treh pacientih smo zato slikanje morali ponoviti v AP projekciji. Posledica prekrivanja SIS s sramnico je bil posledica obseda trebuha pri pacientih. Zato bi bilo priporočljivo ponoviti raziskavo in ugotoviti optimalen kot za paciente z večjim obsegom trebuha, kar pri naši raziskavi nismo opazovali.

Rezultati kvalitete slik, narejenih v naši raziskavi, se ujemajo z rezultati McEntee in Kinsella (2010), ki sta pri slikanju ključnice v AP in PA projekcijah dobila statistično značilne razlike v prid AP projekciji.

Za razliko od naših rezultatov ocenjevanja kvalitete slik pa Nic an Ghearr in Brennan (1998) ter Brennan in Madigan (2000) niso dobili statistično značilnih razlik med AP in PA projekcijo pri slikanju abdomna in ledvene hrbtenice.

## ZAKLJUČEK

Ugotovili smo, da je VKD, ki jo pacient prejme v PA projekciji, nižja za 25,6% oz. 1,8 mGy, v primerjavi z AP ( $p = 0,046$ ). Prav tako smo ugotovili razlike v dozi na testise, ki jo pacient prejme v PA v primerjavi z AP projekcijo. V PA projekciji se je povprečna doza zmanjšala za 22,28 µGy ( $p < 0,001$ ), oz. 79,8%.

Dokazali smo tudi, da obstajajo razlike v kvaliteti slik med obema projekcijama ( $p = 0,012$ ); slike v AP so bile kvalitetnejše kot tiste, narejene v PA projekciji, ki pa so bile v večini primerov diagnostično uporabne.

Za nadaljnje raziskave v prihodnosti priporočamo meritve prejete doze na testisih, z uporabo zaščite, ki skoraj v celoti prekriva moške gonade, npr. zaščita v obliki čašice. Tako bi lahko preverili, ali je doza na testise, kadar se le-ti nahajajo izven slikovnega polja, manjša, kadar uporabljamo zaščito, ki jih v celoti ovija. Dodaten dejavnik, ki bi morda imel vpliv na dozo, ki jo prejmejo testisi je obseg trebuha oziroma volumen presevanega dela telesa, kar v naši raziskavi ni bilo zajeto.

Kljub slabši kvaliteti rentgenogramov ne smemo zanemariti dejstva, da smo v velikem številu primerov s PA projekcijo SIS dobili diagnostično uporabne rentgenograme in ob upoštevanju nižje VKD in doze na testise lahko zaključimo, da je PA projekcija SIS priporočljiva metoda. Izbira projekcije v posameznem primeru pa je odvisna od odločitve posameznega radiološkega inženirja in stanja pacienta.

## LITERATURA/REFERENCES

Al-Balool GS, Newman DL (1998). The relationships between kV, mAs and thickness in film-based radiography: 25% and 15% rules. OK? Radiography 4 (2):129–34.

Bontrager KL (1993). Radiographic anatomy and positioning of the proximal femur and pelvis. V: Textbook of radiographic positioning and related anatomy. 3rd ed. St. Louis: Mosby, 217–42.

Brennan PC, Madigan E (2000). Lumbar spine radiology: Analysis of the posteroanterior projection. Eur Radiol 10 (7): 1197–201.

Brennan PC, Nash M (1998). Increasing FFD: An effective dose-reducing tool for lateral lumbar spine investigations. Radiography 4 (4): 251–9.

Daniels C, Furey E (2008). The effectiveness of surface lead shielding of gonads outside the primary x-ray beam. JMIRS 39 (4): 189–91.

European Commission (1996). European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images (EUR 16260 EN). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Frank ED, Long BW, Smith BJ (2007). Merrill's atlas of radiographic positioning & procedures. 11th ed. St. Louis: Mosby, 436–441.

Lipovec V (2005). Rentgenske slikovne metode in protokoli. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo, 245.

McEntee MF, Kinsella C (2010). The PA projection of the clavicle: a dose-reducing technique. Radiat Prot Dosim 139 (4): 539–45.

Nic an Ghearr FA, Brennan PC (1998). The PA projection of the abdomen: A dose-reducing technique. Radiography 4 (3): 195–203.

Stranden E, Andersen DA, Bergwitz-Larsen E, Eriksen JA, Hyda JB (2009). Main factors influencing the use of scrotum shields during X-ray examinations in major hospitals in Norway and Denmark. E J Radiography 1 (1): 7–11.

Swallow RA, Naylor E (eds.) (1996). Hip joint, pelvis and sacroiliac joints. V: Clark's positioning in radiography. 11th ed. London: Butterworth Heinemann, 123–42.

The Royal College of Radiologists (2007). Taking the best use of clinical radiology services: referral guidelines. London: The Royal College of Radiologists.

Trtnik U (2008). RTG obdelava sakroiliakalnih sklepov pri revmatoloških pacientih. Bilten 25 (1): 24–7.

Tuite MJ (2008). Sacroiliac joint imaging. Semin Musculoskel R 12 (1): 72–82.

Valentin J ed. (2007). International Commission of Radiation Protection 2007. Orlando: Elsevier.

Weatherburn GC (1983a). Reducing radiation doses to the breast, thyroid and gonads during diagnostic radiography. Part 1. Radiography 49 (583): 151–78.

Weatherburn GC (1983b). Reducing radiation doses to the breast, thyroid and gonads during diagnostic radiography. Part 2. Measurement of doses to the gonads during radiography of the pelvis. Radiography 49 (584): 195–202.

*Opomba: Članek je del magistrske naloge opravljene na Mednarodni podiplomski šoli Jožef Stefan v Ljubljani.*