

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

## UPORABA PA PROJEKCIJE NAMESTO AP PRI SLIKANJU SIS

### USE OF PA PROJECTION INSTEAD OF AP IN SIJ IMAGING

Asist. Nejc Mekiš, dipl. inž. rad.

Zdravstvena fakulteta, Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana  
nejc.mekis@zf.uni-lj.si

Dr. Mark F Mc Entee, BSc (Hons) Radiog., PhD

School of Medicine and Medical Science, University College Dublin, Ireland

### IZVLEČEK

**Namen:** Namen naše raziskave je bil ugotoviti v kolikšni meri se zmanjša vstopna kožna doza (VKD) in obsevanost testisov pri slikanju SIS v posteroanteriorni (PA) projekciji v primerjavi z anteroposteriorno (AP) projekcijo, ter v kolikšni meri se zmanjša ta obsevanost, če uporabimo svinčeno zaščito.

**Metode dela:** V naši raziskavi smo merili vstopno kožno dozo pri slikanju SIS in dozo, ki jo prejmejo testisi, s pomočjo termoluminiscentnih dozimetrov (TLD), ki smo jih pritrčili v centru slikovnega polja in na testise. Pred izvajanjem meritev smo z različnimi ekspozicijskimi pogoji, ki so napisani v Evropskih smernicah naredili 10 rentgenogramov za vsako projekcijo. Glede na pridobljene meritve s produktom doze in površine (DAP), ter ocene kvalitete slik smo določili optimalne pogoje za izvajanje meritev.

**Rezultati:** Glede na meritve DAP smo ugotovili, da je doza, ki jo prejme fantom pri enakih ekspozicijskih pogojih v PA, manjša kot v AP projekciji ( $p \leq 0,009$ ), ni pa bilo statistično značilnih razlik v kvaliteti slik ( $p \leq 0,483$ ). Doza, ki jo pacient prejme na testise v PA projekciji je pri slikanju SIS za 94% manjša kot doza, ki jo prejme v AP projekciji ( $p \leq 0,020$ ;  $p \leq 0,019$ ). Nismo ugotovili statistično značilnih razlik med prejetjo dozo na testise pri meritvah z in brez uporabe svinčene zaščite ( $p \leq 0,559$ ;  $p \leq 0,058$ ).

**Zaključek:** Iz pridobljenih rezultatov lahko sklepamo, da je pri slikanju SIS bolje uporabljati PA projekcijo, ker je doza, ki jo prejme moški na testise statistično značilno manjša od doze, ki jo bo prejel v AP projekciji. Uporaba klasične zaščite pri delih telesa, ki ležijo izven slikovnega polja pa ne prispeva veliko k zmanjšanju doze.

**Ključne besede:** sakroiliakalni sklepi, doza na testise, svinčena zaščita.

### ABSTRACT

**Purpose:** To determine the difference between scattered radiation emitted to testes in anterior (AP) and posterior (PA) projection of sacroiliac joint imaging in conventional radiography, with and without scrotum shield.

**Methods:** The entrance skin dose (ESD) and the dose received by the testicles was measured on the phantom using termoluminescent dosimeters (TLD). The optimisation was determined according to the European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images, considering the quality of the image and the dose area product (DAP) measurement.

**Results:** According to the DAP measurements we discovered that the dose received by the phantom in the same exposure conditions in PA is lower than in the AP projections ( $p \leq 0,009$ ). However, there were no statistically significant differences in the image quality ( $p \leq 0,483$ ). The dose received by patient's testicles in the PA projection in SIJ imaging is 94% lower than the dose received in the AP projection. No statistically significant differences were determined between the dose received by the testicles in measurements with and without a scrotum shield in AP ( $p \leq 0,559$ ;  $p \leq 0,058$ ).

**Conclusion:** We can conclude that it is better to use the PA projection in SIJ imaging, because the dose received by male testicles is significantly lower than the dose received in the AP projection. The use of the classical protection used in the body parts outside the primary x-ray beam is not highly relevant for the reduction of the received dose in AP.

**Key words:** sacroiliac joints, lead shield, dose on testicles.

### 1 UVOD IN NAMEN

Sakroiliakalne sklepe lahko prikazujemo s klasično rentgenografijo, računalniško tomografijo in magnetno resonanco (Jurik, 2004; Tuite, 2008). Prikazovanje sakroiliakalnih sklepov (SIS) z različnimi radiografskimi tehnikami se uporablja za dokazovanje osteoartritisa, ankiloznega spondilitisa, vnetja sklepov, revmatoidnega artritisa in poškodb (Tuite, 2008).

Po podatkih ICRP (2007), so spolne žleze (v našem primeru testisi) radiosenzibilen organ in imajo tkivni utežni faktor, ki znaša 0,08.

Price et al. (1999) so v raziskavi opazovali dozo na testise pri različnih CT preiskavah. Uporabljali so svinčeno zaščito z 1 mm ekvivalentom Al, ki popolnoma ovije testise (proizvajalca Mavig). V prvem poizkusu, kjer so naredili 20 10 mm aksialnih rezov skozi medenico, (testisi so se nahajali 15 mm nižje od zadnjega reza) je povprečna doza na testise znašala 2,21 mGy, z uporabo zaščite pa se je zmanjšala na 0,39 mGy ( $p \leq 0,001$ ). V drugem poizkusu so naredili 10 mm aksialne reze za prikaz medenice, pri čemer so bili testisi v slikovnem polju. Povprečna doza na testise brez uporabe zaščite je znašala 27,7 mGy pri uporabi zaščite pa 2,0 mGy ( $p \leq 0,001$ ). Pri uporabi gonadne zaščite je sicer prišlo do artefaktov na sliki, vendar se je zelo zmanjšala doza na testise. V tretjem poizkusu so naredili spiralni CT trebuha, pri čemer so se testisi nahajali 10 mm nižje od zadnjega reza. Pri tem poizkusu je povprečna doza na testise znašala 0,82 mGy, z uporabo zaščite pa se je zmanjšala na 0,19 mGy ( $p \leq 0,001$ ). Zaključili so, da je s pomočjo zaščite, ki

# diagnostična radiološka tehnologija

popolnoma ovije testise možno zmanjšati prejeta dozo na testise.

Daniels in Furey (2008) sta ugotovila, da se z oddaljevanjem slikovnega polja od testisov doza na njih skoraj eksponentno zmanjšuje. Prav tako sta ugotovila, da ima največji prispevek k dozi na testise, ki se nahajajo izven slikovnega polja prav sipano sevanje. Ugotovila sta, da sipano sevanje, ki nastane v telesu, v AP projekciji prispeva 85% od celotne doze na testise, ko se le-ti nahajajo v neposredni bližini slikovnega polja. Povzemata, da se rezultati njune študije razlikujejo od rezultatov, ki so bili navedeni v drugih študijah zato, ker sta uporabljala klasično zaščitno pregrinjalo, ki se uporablja na večini radioloških oddelkov in ne zaščito, ki skoraj v celoti ovije moške genitalije.

Nic an Ghearr in Brennan (1998) sta v svoji študiji ugotovila, da lahko zmanjšamo dozo, če pri ženskah za slikanje abdominalna uporabljamo PA namesto AP projekcije. VKD, ki sta jo izmerila na fantomu je bila v PA projekciji manjša za 16% ( $p \leq 0,09$ ). Pri študiji na pacientkah pa se je VKD v PA projekciji v primerjavi z AP projekcijo zmanjšala za 31% ( $p \leq 0,01$ ). Glede na njihove rezultate ni bilo statistično značilnih razlik v kvaliteti slike.

Zmanjšanje VKD pri slikanju ledvene hrbtenice v PA projekciji sta v svoji študiji dokazala Brennan and Madigan (2000). VKD je bila za 38,6% ( $p \leq 0,02$ ) manjša pri meritvah na pacientkah. Glede na njihove rezultate ni bilo statistično značilnih razlik v kvaliteti slike.

Na podlagi predhodno narejenih raziskav smo se v naši raziskavi odločili, da bomo izmerili in primerjali dozo v anteroposteriorni (AP) in posteroanteriorni (PA) projekciji, ki jo preiskovanec prejme na testise pri slikanju SIS. Poleg doze na testise smo primerjali tudi količino vstopne kožne doze (VKD), ki jo preiskovanec prejme pri omenjenem slikanju. V nadaljevanju pa smo ugotavljali, kako se je spreminjala obsevanost testisov, če pri enakih pogojih slikanja uporabimo svinčeno zaščito ali pa preiskovanca slikamo brez svinčene zaščite.

## 2 METODE DELA

Za raziskavo smo uporabili fantom, ki smo ga slikali v AP in PA projekciji z in brez uporabe svinčene zaščitnega pregrinjala. Zaščita v obliki čašice ali zaščita, ki popolnoma ovije gonade ni bila uporabljena.

Kvaliteta rentgenogramov je bila ocenjena 48 krat (24 krat za AP in 24 krat za PA projekcijo), narejenih je bilo 28 meritev s TLD, od tega 16 za dozo na testise in 12 za VKD.

Meritve so bile opravljene na rentgenskem aparatu Multix/Vertex proizvajalca Siemens. Uporabljena je bila radiografska rešetka z razmerjem 12:1, s 40 lamelami/cm in optimalno razdaljo gorišče-slikovni receptor 115 cm.

Kot slikovni receptor je bil uporabljen računalniški radiografski sistem (CR) proizvajalca AGFA velikosti 18 x 24 cm z oznako CR MD 4.0 (Agfa-Gevaert N.V., Belgium); uporabili smo CR bralno enoto proizvajalca AGFA z oznako CR 25.0 in tiskalnik istega proizvajalca z imenom Drystar 5302.

Uporabljen je bil fantom medenice in ledvene hrbtenice z oznako RS-113T (Radiology support devices inc., CA, USA), ki simulira standardnega moškega pacienta. Absorpcijski koeficient fantoma je enak 175 cm visokem in 74 kg težkem človeku (slika 1) (Radiology support devices, 2009).

Za pravilno nastavitev centralnega žarka glede na anatomske odnose v fantomu smo uporabili podatke iz



Slika 1: Fantom uporabljen pri študiji (Mekiš, 2009).

Merrill's atlas of radiographic positioning and radiologic procedures (Frank, 2007) in Rentgenske slikovne metode in protokoli (Lipovec, 2005), kjer so navedeni koti za slikanje SIS od 30° do 35°. Ker so se pri omenjenih kotih prekrivali SIS in sramnica smo kot postopoma zmanjševali.

Optimalni kot smo v AP projekciji dosegli pri 20° v kranialni smeri, kar v svoji študiji navajajo tudi Jurik et al. (2002); v PA projekciji pa je optimalni kot znašal 12° v kaudalni smeri. Sliki 2 in 3 prikazujeta skoraj identično prikazane SIS v odnosu s sramnico, kar je primerno za ocenjevanje kvalitete rentgenogramov. Potrebno pa je upoštevati, da razlika v



Slika 2: Rentgenska slika SIS v AP projekciji (Mekiš, 2009).

# diagnostična radiološka tehnologija



Slika 3: Rentgenska slika SIS v PA projekciji (Mekiš, 2009).



Slika 4: Prikaz povečave slike v PA projekciji (Mekiš, 2009).

kotih pomeni razliko v prejeti dozi ionizirajočega sevanja. Za optimalne ekspozicijske pogoje smo upoštevali Evropska priporočila (European commission, 1996), ki določajo merila

kakovosti za diagnostične radiografske posnetke medenice. V tabeli številka 1 so opisani priporočeni in uporabljeni ekspozicijski pogoji.

Tabela 1: Evropske smernice za slikanje medenice (European commission, 1996).

	Priporočeni parametri	Uporabljeni parametri
Tip radiografskega aparata	radiografska miza z vgrajeno radiografsko rešetko	radiografska miza z vgrajeno radiografsko rešetko
Velikost gorišča	≤ 1,3	1
Filtracija koristnega snopa	≥ 3 mm ekvivalent Al	2,5 mm ekvivalent Al + 1 mm ekvivalent Al v kolimaciji
Radiografska rešetka	≤ = 10; 40/cm	≤ = 12; 40/cm
Slikovni sistem	normalna hitrost 400	CR ima tudi hitrost 400
RGF	115 (100 - 150) cm	115 cm
Anodna napetost	70 - 90 kV	70 - 90 kV
Avtomatski nadzor ekspozicije	DA / srednja ali stranski ionizacijski celici	DA / srednja
Čas ekspozicije	< 400 ms	< 400 ms
Zaščita za telo	standardna zaščita za gonade mora biti uporabljena za moške paciente, pri ženskah uporabimo zaščito, če je to mogoče	zaščitno pregrinjalo ekvivalent svinca Pb 1mm (Mavig GmbH, Germany)
Velikost polja	/	14 × 18 cm

Pod različnimi ekspozicijskimi pogoji je bilo v vsaki projekciji narejenih po 10 rentgenogramov sakroiliakalnih sklepov. Prejeta doza je bila izmerjena z DAP metrom (DAP = produkt doze in površine) (Kermax plus DDP, IBA Dosimetry). Oceno vseh 20 rentgenogramov sta podala doktorica medicine specialistka radiologije in radiološki inženir, na podlagi štirih predhodno določenih parametrov:

- dobra prostorska ločljivost križnice in križničnih lin (European commission, 1996),
- dobra prostorska ločljivost robov sakroiliakalnih sklepov (European commission, 1996),
- dobra prostorska ločljivost trabekularnih struktur v predelu sklepa na črevnici,

- dobra prostorska ločljivost površine terminalnih plošč zadnjega ledvenega (L5) in prvega križničnega vretenca (S1).

Referenčna slika je bila rentgenogram srednje kakovosti glede na ostale posnetke, ki ustreza vsem zgoraj navedenim zahtevam.

Lestvica za ocenjevanje je bila naslednja:

1. zelo slaba rentgenska slika (diagnostično neuporabna slika),
2. slabša kot referenčna slika,
3. enaka kot referenčna slika,
4. boljša kot referenčna slika.

# diagnostična radiološka tehnologija

Na podlagi ocen slik, produkta doze in površine smo za meritve določili naslednje ekspozijske parametre za AP in PA projekcijo SIS:

- AP: 90 kV, pri avtomatskem nadzoru ekspozijske, kjer je produkt toka in časa znašal 39,1 mAs. Vrednost DAP je bila 54,5  $\mu\text{Gy m}^2$ .
- PA: 83 kV, pri avtomatskem nadzoru ekspozijske, kjer je produkt toka in časa znašal 37,1 mAs. Vrednost DAP je bila 44  $\mu\text{Gy m}^2$ .

Testise smo simulirali z vodnimi baloni velikosti  $4 \times 3 \times 2,5$  cm in teže 15 g, ki smo jih pritrdili na fantom. Podobno velikost in težo testisov ( $5 \times 3 \times 2,5$  cm in teža od 10 do 15 g) navajajo tudi Martini (2006) in Gray (1989).

Testisi so se nahajali 5 cm distalno od sredine sramnice. Ker so testisi premični organ, smo se v raziskavi odločili, da so le-ti vedno na enakem mestu, tako pri AP in kot pri PA projekciji SIS.

Za merjenje vstopne kožne doze smo uporabili termoluminiscentne dozimetre (TLD) Zavoda za varstvo pri delu. Dozimetri so iz  $\text{LiBO}_4$  in so umerjeni na količino  $\text{Hp}(0,07)$ . Dozimetri so umerjeni z gama sevanjem vira  $\text{Cs-137}$ , ki ima višjo energijo (660 keV), kot rentgensko sevanje, s katerim so bili obsevani pri meritvah (83 in 90 keV). Zaradi energijske odvisnosti odziva dozimetrov smo zato upoštevali popravek. Merilna negotovost pri 95% intervalu zaupanja in pri dozi 2 mSv znaša okrog 10% (Zdešar, 2009).

S predhodno opisanimi pogoji slikanja smo v AP projekciji naredili deset ekspozicij pri katerih so bili trije TLD-ji v centru slikovnega polja in štirje na testisih. To smo ponovili tudi z uporabo zaščitnega pregrinjala, ki ima 1 mm ekvivalent svinca, z drugimi sedmimi TLD-ji, ki so se nahajali na enakih mestih.

Za prikazovanje rezultatov smo uporabili osnovni statistični test, neparametrični Wilcoxonov preizkus predznačenih rangov in dvostranski neparametrični Mann-Whitney U preizkus. Rezultate smo prikazali v obliki tabel in grafov. Pri preverjanju domnev je bila upoštevana običajna statistična stopnja tveganja 5%.

## 4 REZULTATI IN RAZPRAVA

Skupno je bilo opravljenih 20 meritev z DAP-om, 28 meritev z TLD-ji in 48 ocen slik. Meritve z DAP-om smo opravljali v energijskem razponu od 70 do 90 kV z avtomatskim nadzorom ekspozijske. Statistične lastnosti meritev, pridobljenih z DAP-om smo obdelali z neparametričnim Wilcoxonovim preizkusom predznačenih rangov, ki so prikazane v tabeli 2.

Tabela 2: Osnovne statistične lastnosti meritev pri AP in PA pridobljenih z DAP-om.

	Št. meritev	Povprečje ( $\mu\text{Gy m}^2$ )	Std. odklon	Minimum	Maksimum
AP	10	71,92	19	47,9	99,0
PA	10	63,01	22	35,9	89,1

Iz rezultatov v tabeli 2 je razvidno, da je razlika med povprečjema 8,91  $\mu\text{Gy m}^2$ . Naše ugotovitve smo potrdili z uporabo neparametričnega Wilcoxonovega preizkusa predznačenih rangov, ki je pokazal, da so med dozami na

pacienta, ki so bile izmerjene z DAP-om pri slikanju SIS v AP in PA statistično značilne razlike ( $p \leq 0,009$ ).

Oceno rentgenogramov ( $n=9$ ) sta podala doktorica medicine specialistka radiologije in diplomirani radiološki inženir. V primerjavi z referenčno sliko sta ocenila 12 rentgenogramov za posamezno projekcijo od tega so se 3 naključni rentgenogrami ponovili, da smo pridobili razlike v primerjavi s predhodnim ocenjevanjem. Glede na pridobljene ocene je bilo v AP projekciji 8 slik, ki so bile boljše kvalitete kot referenčna slika, v PA projekciji pa 4.

Tabela 3: Osnovne statistične lastnosti ocen rentgenogramov v AP in PA projekciji.

	Št. ocen	Povprečje	Std. odklon	Minimum	Maksimum
AP	24	10.17	3	6	16
PA	24	10.78	3	6	16

Iz ocen smo s pomočjo neparametričnega Wilcoxon preiskusa predznačenih rangov dokazali, da med kvalitetami rentgenogramov v AP in PA projekciji SIS ni statistično značilnih razlik ( $p \leq 0,483$ ).

Tabela 4: Osnovne statistične lastnosti meritev vstopne kožne doze pri AP in PA ter meritev doze na testise pri AP in PA slikanju brez in z zaščito.

	Št. meritev	Povprečje Std. (mGy)	odklon	Minimum	Maksimum
Meritve vstopne kožne doze AP	6	4,92	0,18	4,73	5,24
Meritve vstopne kožne doze PA	6	3,89	0,17	3,67	4,10
Meritve doze na testise AP brez zaščite	4	0,24	0,03	0,21	0,28
Meritve doze na testise PA brez zaščite	4	0,02	0,003	0,01	0,02
Meritve doze na testise AP z zaščito	4	0,24	0,02	0,22	0,26
Meritve doze na testise PA z zaščito	4	0,01	0,002	0,01	0,02

Iz naših rezultatov meritev VKD je prav tako razvidno, da je bila pri slikanju v PA projekciji povprečna VKD za 1,03 mGy manjša kot pri AP in je statistično značilna ( $p \leq 0,004$ ).

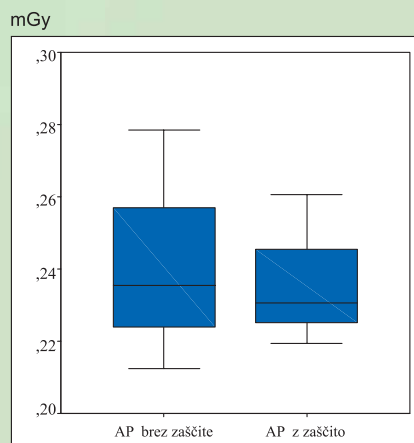
Z dvostranskim neparametričnim Mann-Whitney U testom smo dokazali, da med dozami na testise pri AP slikanju brez in z zaščito ni statistično značilnih razlik ( $p \leq 0,559$ ;  $p \leq 0,058$ ). Glede na pridobljene rezultate lahko trdimo, da ni statistično značilnih razlik pri uporabi gonadne zaščite.

Z dvostranskim neparametričnim Mann-Whitney U testom smo dokazali, da med dozami na testise pri AP in PA slikanju brez in z zaščito ni statistično značilnih razlik ( $p \leq 0,559$ ;  $p \leq 0,058$ ). Glede na pridobljene rezultate lahko trdimo, da ni statistično značilnih razlik pri uporabi gonadne zaščite.

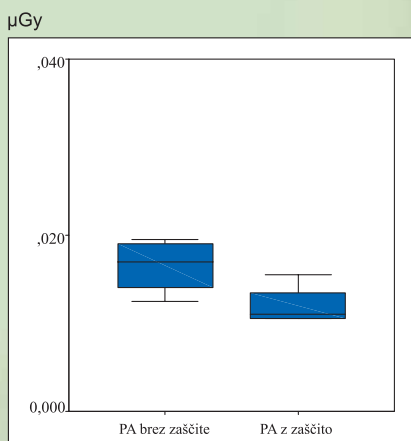
Vse te rezultate smo prikazali tudi v grafični obliki z grafikonom kvartilov (graf 1 in 2).

Jurik et al. (2002) v svoji študiji navajajo, da je VKD pri slikanju SIS v AP projekciji znašala 6,50 mGy. Ker so v svoji študiji uporabili podobne ekspozijske pogoje kot mi, lahko njihove rezultate VKD pri slikanju v AP projekciji primerjamo z našimi. Iz njihovih rezultatov je razvidno, da je njihova VKD za 1,58 mGy večja, pri čemer je potrebno upoštevati, da so uporabili klasični sistem folija-film.

# diagnostična radiološka tehnologija



**Graf 1:** Meritve doze na testise pri AP slikanju SIS z uporabo svinčene zaščite.



**Graf 2:** Meritve doze na testise pri PA slikanju SIS brez uporabe svinčene zaščite.

Zmanjšanje doze na testise pri uporabi gonadne zaščite navajajo tudi Straden et al. (2009), ki so izvajali meritve učinkovitosti gonadne zaščite pri slikanju medenice. Ugotavljali so razliko v obsevanosti testisov, ko so le-ti v slikovnem polju oz. če so od njega oddaljeni do 5 cm. Uporabili so dve različni zaščiti in sicer zaščito v obliki čašice z 0,5 mm Pb in zaščito v obliki polovične čašice, ki ju običajno uporabljamo pri otrocih. Izmerili so, da lahko zmanjšamo dozo za okoli 0,8 mGy, če pri slikanju medenice, kadar se testisi nahajajo v slikovnem polju, uporabljamo zanje zaščito v obliki čašice. Za 0,3 mGy je mogoče dozo na testise zmanjšati z uporabo iste zaščite, kadar so 5 cm oddaljeni od slikovnega polja. Pri uporabi zaščite v obliki polovične čašice pa je učinek na dozo zaradi oblike zaščite nekoliko manjši. Z uporabo te zaščite lahko dozo zmanjšamo za 0,6 mGy, če so testisi v slikovnem polju in za 0,04 mGy, kadar so 5 cm oddaljeni od njega.

## 5 ZAKLJUČEK

Rezultati raziskave so pokazali, da je doza na testise, ki jo preiskovanec prejme pri PA projekciji SIS-ov za 94% manjša kot pri AP projekciji ( $p \leq 0,020$ ), pri čemer razlik v kvaliteti slike statistično nismo dokazali ( $p \leq 0,483$ ). Prejeta doza na testise je bila skoraj enaka (pri slikanju SIS-ov niso bili zajeti v slikovnem polju) pri uporabi svinčene pregrinjala ali

brez njega ( $p \leq 0,559$ ;  $p \leq 0,058$ ); razlike so bile statistično neznačilne.

V bodoče bi bilo smotno ponoviti meritve pri enakih ekspozicijskih pogojih, kot smo jih uporabili pri naši raziskavi z uporabo zaščite, ki skoraj v celoti prekriva moške gonade, npr. zaščita v obliki čašice.

Zaključimo lahko, da se VKD zmanjša pri uporabi PA projekcije namesto AP za prikazovanje SIS sklepov.

Večina avtorjev verjetno zaradi enostavnejše nastavitve pacienta navaja AP projekcijo SIS kot osnovno projekcijo, PA pa kot dodatno. Vendar so rezultati raziskave dovolj zgovorni sami zase in omogočajo posameznemu radiološkemu inženirju presojo, da glede na stanje pacienta izbere načinu slikanja.

## 6 LITERATURA

Brennan, PC, Madigan E (2000) Lumbar spine radiology: analysis of the posteroanterior projection. *Eur Radiol* 10(7):1197–1201.

Daniels C, Furey E (2008). The effectiveness of surface lead shielding of gonads outside the primary x-ray beam. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences* 39 (4): 189–191.

European Commission. Directorate-General XII - Science, Research and Development (1996). *European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images (EUR 16260 EN)*. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, 19.

Frank ED, Long BW, Smith BJ. *Merrill's atlas of radiographic positioning & procedures*. 11th ed. St. Louis: Mosby/Elsevier, 30–35; 436–439.

Gray H (1989). *Gray's anatomy*. 37th ed. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1424.

Jurik AG (2004). *Technik und Strahlendosis konventioneller Röntgenaufnahmen und Computertomographie des Sakroiliakalgelenks*. *Radiologe* 44 (3): 229–233.

Jurik AG, Hansen J, Puhakka KB (2002) Effective radiation dose from semicoronal CT of the sacroiliac joints in comparison with axial CT and conventional radiography. *Eur Radiol* 12 (11): 2820–2825.

Lipovec V (2005). *Rentgenske slikovne metode in protokoli*. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo, 246–247.

Martini FH (2006). *Fundamentals of anatomy & physiology*. 7th ed. San Francisco, CA: Pearson Benjamin Cummings, 1408.

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

Price R, Halson P, Sampson M (1999). Dose reduction during CT scanning in an anthropomorphic phantom by the use of a male gonad shield. *Br J Radiol* 72 (857): 489–94.

Radiology support devices. [http://www.rsdphantoms.com/rd\\_anth.htm](http://www.rsdphantoms.com/rd_anth.htm). <27.4.2009>.

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

Tuite MJ (2008). Sacroiliac joint imaging. *Semin Musculoskelet Radiol* 12 (1): 72–82.

Valentin J, ed. (2007). *The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. Orlando: Elsevier, published for the International Commission on Radiological Protection, 49–60.

Zdešar U (2009). *Interni postopki ZVD d.d.*