



glasilo Društva radioloških inženirjev Slovenije

in Zbornice radioloških inženirjev Slovenije



**PRIMERJAVA INTENZITETNE MODULIRANE IN TRIDIMENZIONALNE KONFORMNE
TEHNIKE OBSEVANJA TUMORJEV GLAVE IN VRATU**

**VELJAVNOST USTNE IZJAVE PACIENTKE O POTRĐITVI OZ. ZANIKANJU
NOSEČNOSTI**

ČASOVNA ANALIZA KAKOVOSTI DIGITALNIH RENTGENSKIH SLIK

letnik
32
številka
1
leto
2015

bilten

ISSN 1855-5136

Bilten: glasilo Društva radioloških inženirjev Slovenije in Zbornice radioloških inženirjev Slovenije
Bulletin: Newsletter of the Slovenian Society of Radiographers & of the Chamber of Radiographers of Slovenia

Izdajatelj / Publisher:

Društvo radioloških inženirjev Slovenije in Zbornica radioloških inženirjev Slovenije
Slovenian Society of Radiographers & Chamber of Radiographers of Slovenia

Urednik / Editor:

Nejc Mekiš
nejc.mekis@zf.uni-lj.si

Uredniški odbor / Editorial board:

Dejan Hribar
Aleksandra Oklješa Lukič
Barbara Petrinjak
Gašper Podobnik
Janez Podobnik
Sebastijan Rep
Tina Starc
Valerija Žager Marcius

Naslov uredništva / Editorial office:

Zbornica radioloških inženirjev Slovenije / Chamber of Radiographers of Slovenia
Zdravstvena pot 5
1000 Ljubljana
Slovenia
Tel.: 01/300-11-51
Fax: 01/300-11-19
E-mail: nejc.mekis@zf.uni-lj.si

Lektorica / Proofreader of Slovenian version:

Veronika Lipovec

Prevajalka / Translator and proofreader of English version:

Janja Gaborovič

Članki so recenzirani z zunanjo recenzijo / The articles are reviewed by external review
Recenzije so anonimne / Reviews are anonymous

Naklada / Number of copies:

550 izvodov / 550 copies

Oblikovanje naslovnice/Cover design:

Ana Marija Štimulak

Grafično oblikovanje in tisk / Graphic design and print:

Tisk 24 d.o.o., 1000 Ljubljana, Slovenia

Revija izhaja dvakrat letno / The journal is published twice a year

Revija indeksira / Indexed and abstracted by:

CINAHL (Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature), COBIS.SI (Vzajemna bibliografsko-kataloška baza podatkov)in dLib (Digitalna knjižnica Slovenije)

Avtorji so odgovorni za vse navedbe v svojih člankih / The authors are responsible for all statements in their papers.

Revija je natisnjena na brez kislini papir / This journal is printed on acid-free paper

Bilten je uradna revija Društva in Zbornice radioloških inženirjev Slovenije, z zunanjimi Recenzijami. Bilten je namenjen objavi člankov z vseh področij diagnostičnega slikanja (diagnostična radiološka tehnologija, CT, MR, UZ in nuklearna medicina) ter terapevtske radiološke tehnologije in onkologije. Članki so strokovni in znanstveni: rezultati raziskovalnega dela, tehnološke ocene, opisi primerov itd. V Biltenu objavljamo tudi sindikalne novice ter informacije o izobraževanju, hkrati pa omogoča tudi izmenjavo informacij in mnenj radioloških inženirjev.

The Bulletin is an official journal of the Society and Chamber of Radiographers of Slovenia with external reviews. The purpose of the Bulletin is to publish articles from all areas of diagnostic imaging (diagnostic radiologic technology, CT, MR, US and nuclear medicine), therapeutic radiologic technology and oncology. The articles are professional and scientific: results of research, technological assessments, descriptions of cases, etc. The Bulletin also contains trade union news and information about education and training, in addition to offering the opportunity to radiographers to exchange information and opinions.

Spoštovane kolegice, spoštovani kolegi!

V prvi letošnji številki Biltena so trije članki, en izvirni znanstveni in dva strokovna. Večino člankov za prihodno številko je že v obdelavi, kar kaže na veliko delovno vnemo v letošnjem letu, ki se bo, upam, do prihodnjega leta, ko bo 3. kongres DRI, samo še stopnjevala. Naj vas spomnim še, da je treba poslati povzetke člankov (predavanj in posterjev) do 30. oktobra, celotna besedila člankov pa do 15. decembra.

DRI v oktobru organizira prvo delavnico pisanja strokovno/znanstvenih prispevkov, ki je za člane brezplačna. V uredništvu Biltena upamo, da vam bo delavnica olajšala delo pri pisanju člankov in vas spodbudila k sodelovanju v Biltenu čim večjem številu.

*Lep pozdrav,
Nejc Mekiš*

radioterapevtska tehnologija**4***Petra Babič, Gaber Plavc, Primož Strojan***PRIMERJAVA INTENZITETNE MODULIRANE IN TRIDIMENZIONALNE KONFORMNE TEHNIKE
OBSEVANJA TUMORJEV GLAVE IN VRATU***COMPARISON OF INTENSITY MODULATED RADIOTHERAPY TECHNIQUE AND
THREE-DIMENSIONAL CONFORMAL RADIOTHERAPY TECHNIQUE FOR HEAD AND NECK TUMORS***diagnostična radiološka tehnologija****11***Blanka Kozel, Doroteja Lopert, Nejc Mekiš***VELJAVNOST USTNE IZJAVE PACIENTKE O POTRĐITVI OZ. ZANIKANJU NOSEČNOSTI***THE VALIDITY OF AN ORAL STATEMENT REGARDING PREGNANCY GIVEN TO THE RADIOGRAPHER
BY A PATIENT***diagnostična radiološka tehnologija****17***Jani Izlakar, Urban Zdešar, Janez Žibert***ČASOVNA ANALIZA KAKOVOSTI DIGITALNIH RENTGENSKIH SLIK***QUALITY ANALYSIS OF TIME-DERIVED DIGITAL X-RAY IMAGES*

PRIMERJAVA INTENZITETNE MODULIRANE IN TRIDIMENZIONALNE KONFORMNE TEHNIKE OBSEVANJA TUMORJEV GLAVE IN VRATU

COMPARISON OF INTENSITY MODULATED RADIOTHERAPY TECHNIQUE AND THREE-DIMENSIONAL CONFORMAL RADIOTHERAPY TECHNIQUE FOR HEAD AND NECK TUMORS

Petra Babič, Primož Strojani, Gaber Plavc

Onkološki Inštitut Ljubljana, Sektor radioterapije, Zaloška 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

Korespondenca: Petra Babič, mag. inž. rad. tehnol., E-naslov: pbabic@onko-i.si

Prejeto: 17.4.2015

Sprejeto: 28.5.2015

IZVLEČEK

Uvod: Do sedaj najpogosteje uporabljeno 3D konformno tehniko obsevanja (3DCRT, angl. 3-Dimensional Conformal RadioTherapy) je v zadnjem obdobju nadomestila intenzitetno modulirana tehnika obsevanja IMRT (angl. Intensity Modulated RadioTherapy). Prednost te tehnike pred ostalimi je, da se lahko natančneje kontrolira razporeditev doze v obsevanem volumnu tkiva oz. da je obsevanje bolj konformno.

Namen: Namen dela je primerjati IMRT in 3DCRT obsevalne načrte. V ta namen smo ugotavljali morebitne razlike v dozni razporeditvi znotraj tarčnih volumnov in kritičnih struktur. Cilj je dokazati, da kritični organi pri obsevanju s tehniko IMRT prejmejo nižjo dozo, kot pri obsevanju s tehniko 3DCRT.

Metode dela: Izbrali smo 10 bolnikov, ki so bili v preteklosti zdravljeni s tehniko 3DCRT. Zanje smo naknadno izdelali še obsevalne načrte za IMRT, ki so bili analizirani in primerjani s 3DCRT obsevalnimi načrti s pomočjo dozno-volumskega histograma (DVH). Za ugotavljanje statistično pomembnih razlik med skupinama smo uporabili Studentov t test.

Rezultati: S tehniko IMRT je bila dosežena zastavljena dozna omejitev za desno parotidno žlezo pri 7 izmed 10 bolnikov, za levo pa pri 5. S 3DCRT je bila ta omejitev dosežena le pri enem bolniku in še to samo za eno (desno) parotidno žlezo ($p < 0,05$). Z IMRT je bila dosežena ugodnejša razporeditev doze tudi v področju ustne votline ($p < 0,05$). Hkrati je bilo ugotovljeno, da je dozna razporeditev v področju tarčnih volumnov pri obeh tehnikah podobna.

Zaključek: Rezultati kažejo, da je tehnika IMRT za obsevanje bolnikov s tumorji glave in vratu boljše izbira kot tehnika 3DCRT, saj občutno zmanjša dozo, ki jo prejmejo pomembne kritične strukture, medtem ko ni bistvenih razlik v dozi, ki jo prejmejo tarčni volumni.

Ključne besede: IMRT, 3DCRT, primerjava obsevalnih načrtov, tumorji glave in vratu

ABSTRACT

Introduction: The most commonly used three-dimensional conformal radiotherapy (3DCRT) has recently been replaced by the intensity modulated radiotherapy (IMRT). The advantage of IMRT over other techniques is that it allows for a better control of dose distribution in the irradiated volume of tissue, thus making the irradiation more conformal.

Purpose: The purpose of the study was to compare IMRT and 3DCRT treatment plans. For this purpose, the differences in dose distributions within the target volumes and critical structures were explored. The aim was to demonstrate that critical organs receive a lower dose with IMRT than with 3DCRT.

Methods: Ten patients were selected who were treated with the 3DCRT technique in the past. Corresponding IMRT treatment plans were prepared and then analysed and compared with the 3DCRT treatment plans by using the dose-volume histogram (DVH). The Student's t test was used to determine the statistically significant differences between the two groups.

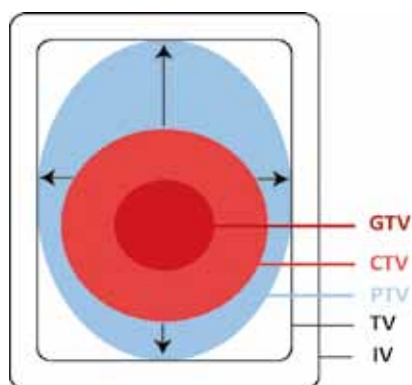
Results: By using the IMRT technique, we reached the planned dose limit for the right parotid gland in 7 of 10 patients and for the left parotid gland in 5 patients. In case of 3DCRT, the limit was reached in only one patient and only for one (right) parotid gland ($p < 0.05$). The IMRT technique also produced better dose distribution in the area of oral cavity ($p < 0.05$). At the same time it was found that the target coverage was similar in both techniques.

Conclusion: The results show that the IMRT technique is a better choice for treating patients with head and neck tumours than the 3DCRT technique, because it significantly reduces the dose received by the relevant critical structures while maintaining the target dose.

Keywords: IMRT, 3DCRT, treatment plan comparison, head and neck tumours

UVOD IN NAMEN

Radioterapevt pri vrisovanju tarčnih volumnov (slika 1) in kritičnih struktur na CT rezine upošteva priporočila Mednarodne komisije za radiološke enote in meritve (ICRU, International Commission on Radiation Units and Measurements).



Slika 1: Volumni v radioterapiji: GTV (Gross Tumor Volume), CTV (Clinical Target Volume), PTV (Planning Target Volume), TV (Treated Volume), IV (Irradiated Volume) (ICRU 50, 1993)

Pri obsevanju tumorjev področja glave in vratu je trodimenzionalno konformno tehniko (3DCRT, Three Dimensional Conformal Radiotherapy) že nadomestila nova, naprednejša in kompleksnejša tehnika, imenovana intenzitetno modulirana tehnika obsevanja ali na kratko IMRT (Intensity Modulated Radiotherapy). Tarčo obsevamo iz več različnih smeri, pri čemer s stopenjskim ali kontinuiranim premikanjem lističev kolimatorja linearnega pospeševalnika znotraj posameznega polja ustvarjamo manjša področja, ki so obsevana z različno dozo. Pravimo, da s tem spreminjamo intenzivnost žarkovnega snopa, kar se kaže v doseganju (še) boljše konformnosti izodozne porazdelitve in hkrati učinkovitejšem ščitenu kritičnih struktur v okolici tarče (Khan, 2010).

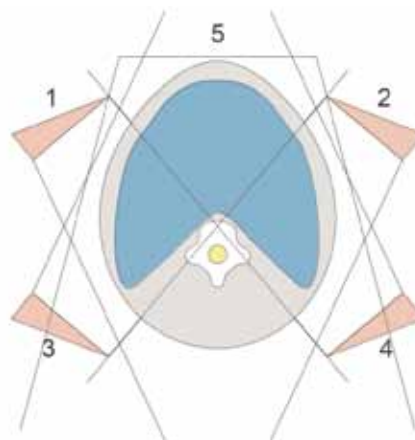
Namen raziskave je primerjava IMRT in 3DCRT obsevalnih načrtov obsevanja raka v področju glave in vratu na Onkološkem inštitutu v Ljubljani. Cilj je dokazati, da je tehnika IMRT v primeru tumorjev glave in vratu boljše izbira za bolnika kot tehnika 3DCRT.

METODE DELA

V prvem delu smo izbrali 10 bolnikov z neoperabilnim ploščatoceličnim karcinomom v področju glave in vratu, ki so že bili zdravljeni z obsevanjem s tehniko 3DCRT in zanje izdelali še obsevalne načrte za obsevanje s tehniko IMRT. Za izdelavo obsevalnih načrtov smo uporabili načrtovalni sistem XiO (Elekta, Švedska).

Vseh 10 bolnikov, vključenih v raziskavo, je bilo obsevanih po načelih tehnike ConPas (CONformal PARotid-Sparing Technique). Slika 2 prikazuje razporeditev polj pri tej tehniki. Polje 5, ki je usmerjeno od spredaj, zajema ves tarčni volumen,

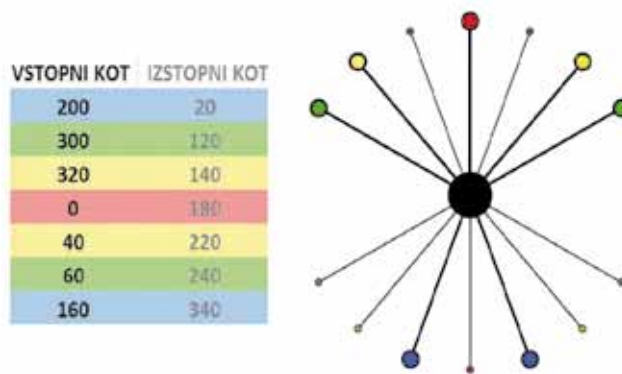
polji 2 in 3 sta izmenično zaprti do polovice, tako da se stikata v izocentru (središču tarčnega volumna); podobno se stikata polji 1 in 4 (Wiggenraad et al., 2005).



Slika 2: Razporeditev obsevalnih polj pri tehniki ConPas: (Hudej in sod., 2013)

Bolniki so prejeli 35 frakcij, 1 frakcijo na dan. Vsak PTV (Planning Target Volume – planirani tarčni volumen) je bil obsevan posebej (PTV1 = 25 × 2 Gy, nato PTV2 = 5 × 2 Gy in na koncu še PTV3 = 5 × 2 Gy), medtem ko v primeru tehnike IMRT vse označene PTV obsevamo hkrati, uporabljamo tehniko simultanege integriranega dodatka k dozi ali SIB (Simultaneous Integrated Boost) (PTV1 = 35 × 1,6 Gy + PTV2 = 35 × 1,8 Gy + PTV3 = 35 × 2 Gy).

Slika 3 prikazuje razporeditev polj pri tehniki IMRT.



Slika 3: Postavitev obsevalnih polj pri tehniki IMRT (Hudej in sod., 2013)

Večina kritičnih struktur v neposredni bližini tumorja ima dosti nižjo tolerančno dozo od predpisane doze za tumor – tarčo. To je potrebno upoštevati pri izdelavi obsevalnega načrta. Tabela 1 navaja kritične strukture v predelu glave in vratu z doznimi omejitvami (Hudej in sod., 2013). Opisane so le tiste kritične strukture, ki so analizirane v poglavju rezultati.

Tabela 1: Kritične strukture v predelu glave in vratu z doznimi omejitvami (Hudej in sod., 2013)

KRITIČNA STRUKTURA in OMEJITEV
HRBTENJAČA $EQD_{max} < 50$ Gy: maksimalna ekvivalentna doza sevanja naj bo nižja od 50 Gy. (Ekvivalentna doza EQD je doza, ki jo kritični organ prejme pri režimu obsevanja z 2 Gy na frakcijo.) in $V_{EQD 45 Gy} < 1$ cm ³ : največ 1 cm ³ volumna sme prejeti ekvivalentno dozo sevanja večjo od 45 Gy.
MOŽGANSKO DEBLO $V_{EQD 54 Gy} < 1$ %: največ 1% volumna sme prejeti ekvivalentno dozo sevanja večjo od 54 Gy.
PAROTIDNA ŽLEZA $D_{50\%} < 30$ Gy: vsaj 50% volumna naj bo na nominalni dozi sevanja nižji od 30 Gy ali $D_{mean} < 26$ Gy: povprečna vrednost nominalne doze naj bo nižja od 26 Gy.
USTNA VOTLINA $D_{max} < 50$ Gy: maksimalna nominalna doza sevanja naj bo nižja od 50 Gy.

V drugem delu smo IMRT obsevalne načrte analizirali in primerjali s 3DCRT obsevalnimi načrti s pomočjo dozno-volumskih histogramov (DVH). DVH prikazuje porazdelitev doze v tkivu v obliki krivulje, ki kaže, kolikšen delež neke strukture prejme določeno dozo (Strojani, 2003). Primerjali smo porazdelitev 95% izodoze v predhodno označenih tarčnih volumnih in kritičnih strukturah.

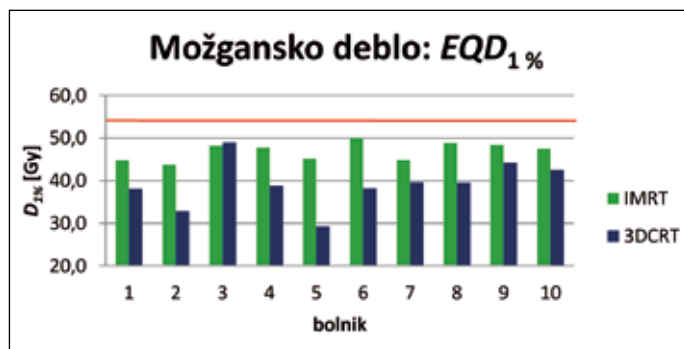
Iz načrtovalnega sistema XiO smo izvozili DVH v tabelarični obliki. Za obdelavo rezultatov smo uporabili osnovne statistične teste (povprečje in standardna napaka) in t test za dva odvisna vzorca. Za obdelavo rezultatov smo uporabili program Excel Microsoft Office 2007.

REZULTATI

Rezultati so prikazani v obliki tabel in slik diagramov.

Možgansko deblo

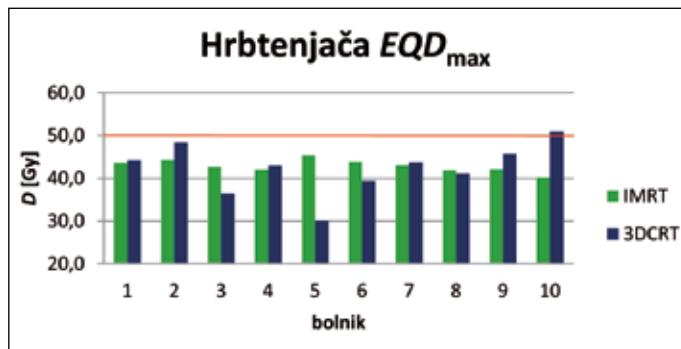
Omejitev doze za možgansko deblo: največ 1% volumna možganskega debla je lahko obsevan z ekvivalentno dozo, večjo od 54 Gy. Rezultate prikazuje slika 4.



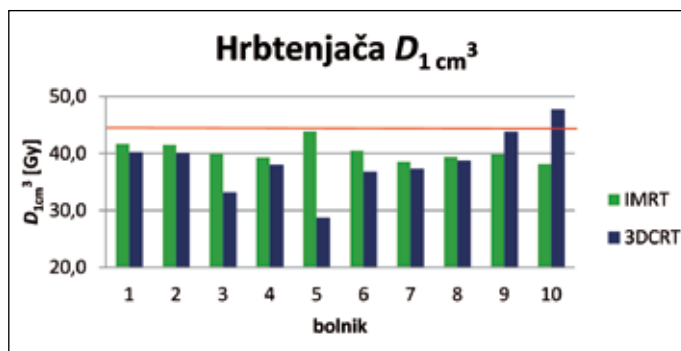
Slika 4: Najvišja ekvivalentna doza, ki jo prejme 1% dela možganskega debla (z rdečo črto je označena dozna omejitev za možgansko deblo)

Hrbtenjača

Ugotavljali smo najvišjo absorbirano ekvivalentno dozo (EQD₂) in kolikšna je bila doza najbolj obsevanega cm³ volumna hrbtenjače. Sliki 5 in 6 povzemata vrednosti teh dveh parametrov za obe tehniki obsevanja.

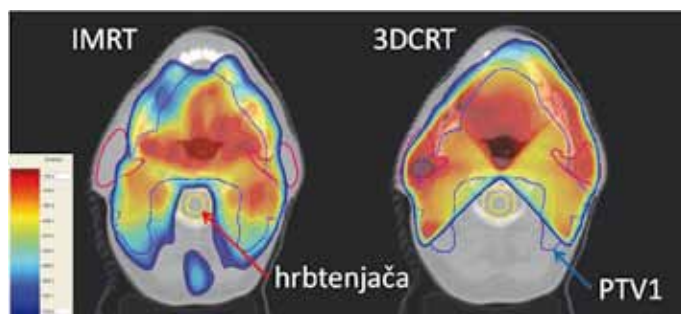


Slika 5: Maksimalna ekvivalentna doza v hrbtenjači (z rdečo črto je označena dozna omejitev za hrbtenjačo)



Slika 6: Doza, ki jo prejme najbolj obsevan 1 cm³ volumna hrbtenjače (z rdečo črto je označena dozna omejitev za hrbtenjačo)

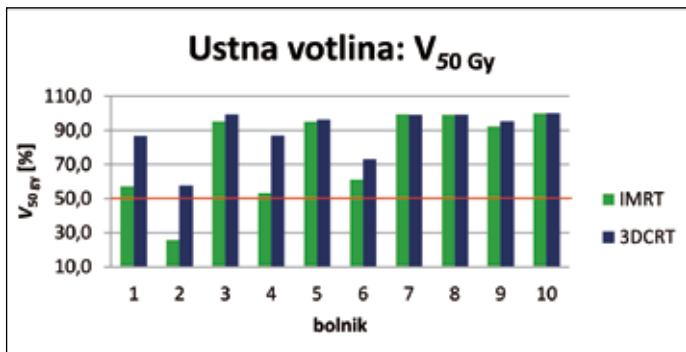
Slika 7 prikazuje porazdelitev 95% izodoze (modra barva) okoli hrbtenjače in tarčnega volumna PTV1 pri obeh tehnikah obsevanja.



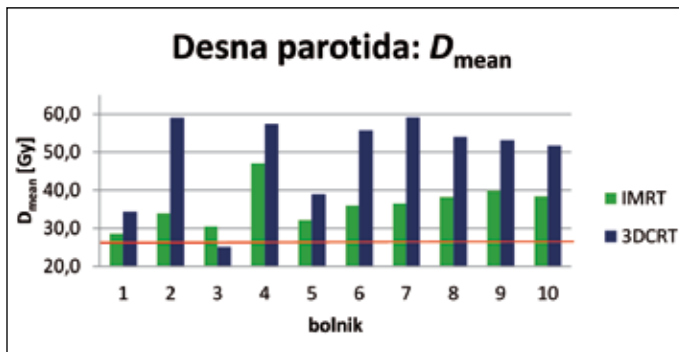
Slika 7: Porazdelitev 95% izodoze (modra barva) okoli hrbtenjače in PTV1

Ustna votlina

Pri ustni votlini smo ugotavljali V₅₀ – volumen ustne votline, ki je bil obsevan z dozo enako ali višjo od 50 Gy. Na sliki 8 prikazujemo delež volumna ustne votline, ki prejme dozo 50 Gy in več.



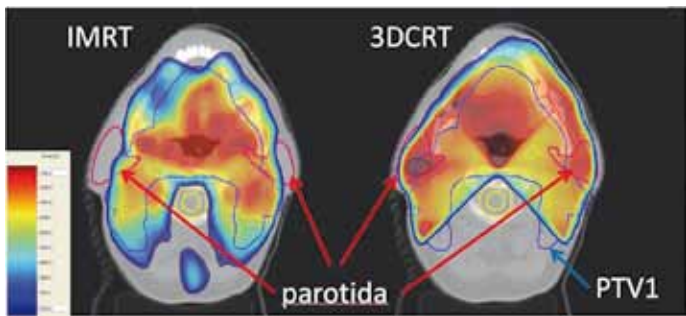
Slika 8: Delež volumna ustne votline, ki prejme 50 Gy in več (z rdečo črto je označena dozna omejitev za ustno votlino)



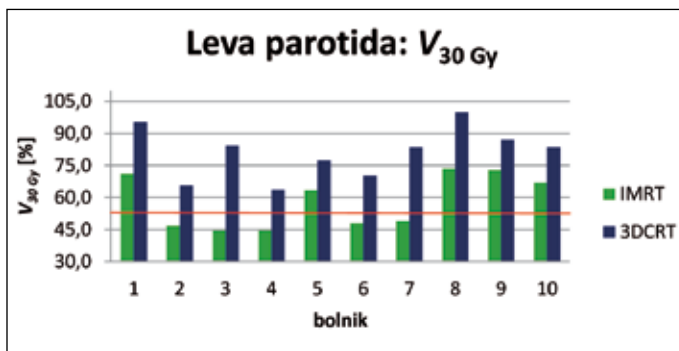
Slika 11: Povprečna doza, ki jo prejme volumen desne parotidne žleze (z rdečo črto je označena dozna omejitev za parotidne žleze)

Parotidni žlezi

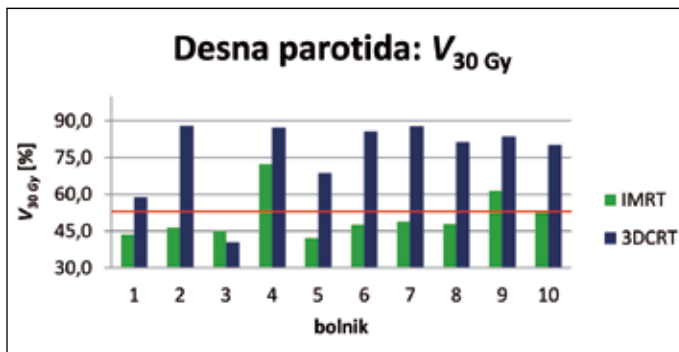
Pri parotidnih žlezah smo beležili količini V_{30} in D_{mean} . Prva nam poda informacijo o prostornini žleze, ki prejme dozo, večjo od 30 Gy, druga pa informacijo o povprečni dozi v parotidni žlezi (vsaki posebej). Slika 9 prikazuje porazdelitev 95% izodoze (modra barva) v področju parotidnih žlez pri eni in drugi tehniki. Slike 10–13 prikazujejo rezultate, ki kažejo, da so pri IMRT tehniki parotidne žleze obsevane z nižjo dozo.



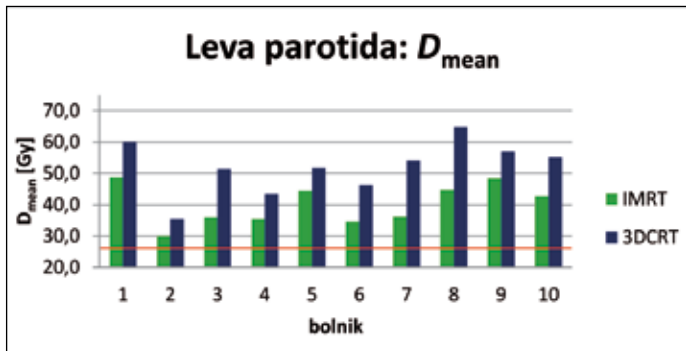
Slika 9: Porazdelitev 95% izodoze (modra barva) v področju parotidnih žlez



Slika 12: Delež volumna leve parotidne žleze, ki prejme 30 Gy in več (z rdečo črto je označena dozna omejitev za parotidne žleze)



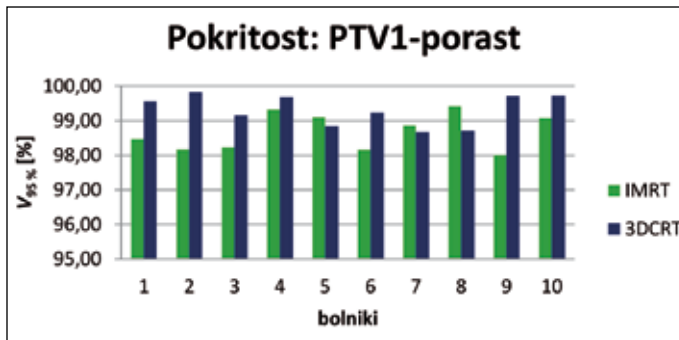
Slika 13: Delež volumna desne parotidne žleze, ki prejme 30 Gy in več (z rdečo črto je označena dozna omejitev za parotidne žleze)



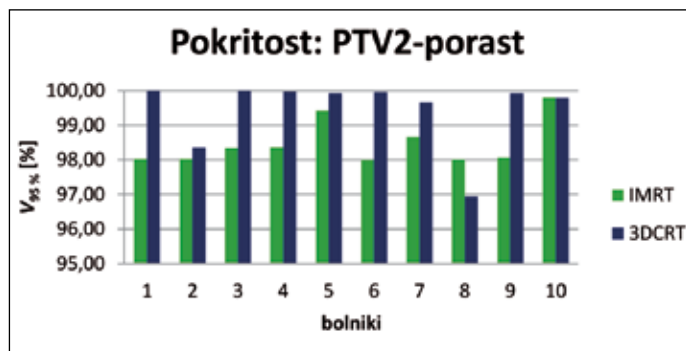
Slika 10: Povprečna doza, ki jo prejme volumen leve parotidne žleze (z rdečo črto je označena dozna omejitev za parotidne žleze)

Pokritost tarčnega volumna PTV

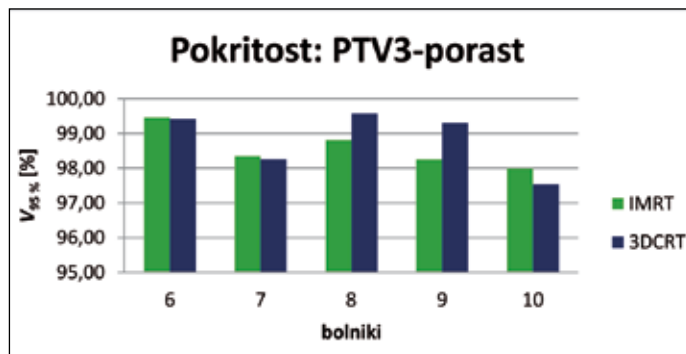
Slike 14–16 prikazujejo pokritost s 95% izodozo za vse vrisane PTV, od katerih smo odšteli področje doznega porasta (PTV-porast).



Slika 14: Pokritost tarčnega volumna PTV1-porast



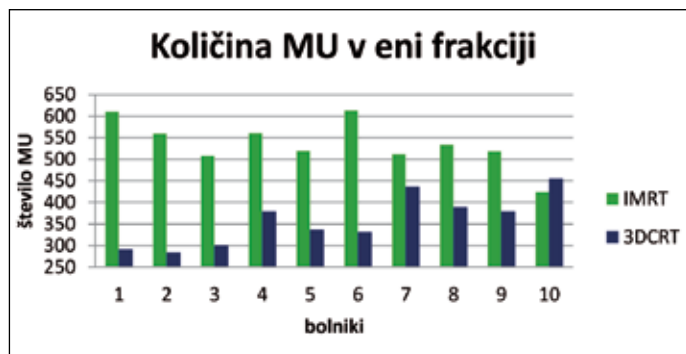
Slika 15: Pokritost tarčnega volumna PTV2-porast



Slika 16: Pokritost tarčnega volumna PTV3-porast

Čas obsevanja

Govorimo o času obsevanja ene frakcije. Na sliki 17 je čas obsevanja izražen v monitorskih enotah oz. MU (Monitor Unit).



Slika 17: Število MU na frakcijo

Povzetek rezultatov in analitična statistika

Tabeli 2 in 3 prikazujeta povzetek rezultatov za vseh 10 bolnikov, za vsako ocenjevano strukturo in obsevalno tehniko posebej, tabela 4 pa statistično primerjavo rezultatov med 3DCRT in IMRT.

Tabela 2: Dosežene dozne omejitve za kritične strukture in predpisana prejeta doza (povprečje in standardna napaka) za PTV

struktura	omejitev	IMRT povprečje ± SD (%)	3DCRT povprečje ± SD (%)
hrbtenjača	$EQD_{max} < 50 \text{ Gy}$	42,93 ± 1,46	42,31 ± 6,02
	$1cc_{EQD2} < 45 \text{ Gy}$	40,26 ± 1,70	38,46 ± 5,24
možg. deblo	$D_{1\%} < 54 \text{ Gy}$	46,96 ± 2,12	39,20 ± 5,50
parotida L	$V_{30\text{Gy}} < 50 \%$	58,12 ± 12,54	81,09 ± 11,99
	$D_{Mean} < 26 \text{ Gy}$	40,16 ± 6,49	51,93 ± 8,51
parotida D	$V_{30\text{Gy}} < 50 \%$	50,84 ± 9,32	76,12 ± 15,66
	$D_{Mean} < 26 \text{ Gy}$	36,14 ± 5,30	48,83 ± 11,81
ustna votlina	$D_{max} < 50 \text{ Gy}$	77,82 ± 26,38	89,33 ± 13,99
PTV1-porast	$V_{95\%} > 98 \%$	98,69 ± 0,54	99,31 ± 0,45
PTV2-porast	$V_{95\%} > 98 \%$	98,48 ± 0,64	99,46 ± 1,01
PTV3-porast	$V_{95\%} > 98 \%$	98,58 ± 0,58	98,82 ± 0,88

SD – standardni odklon

Tabela 3: Število bolnikov, ki so dosegli zastavljeni kriterij za posamezno kritično strukturo

struktura	omejitev	IMRT	3DCRT
hrbtenjača	$EQD_{max} < 50 \text{ Gy}$	10/10	9/10
	$1cc_{EQD2} < 45 \text{ Gy}$	10/10	9/10
možg. deblo	$V_{EQD 54 \text{ Gy}} < 1 \%$	10/10	10/10
parotida L	$D_{50\%} < 30 \text{ Gy}$	5/10	0/10
	$D_{Mean} < 26 \text{ Gy}$	0/10	0/10
parotida D	$D_{50\%} < 30 \text{ Gy}$	7/10	1/10
	$D_{Mean} < 26 \text{ Gy}$	0/10	1/10
ustna votlina	$D_{max} < 50 \text{ Gy}$	1/10	0/10

Tabela 4: Statistična primerjava dozimetričnih rezultatov 3DCRT in IMRT s Studentovim t testom (statistično je razlika značilna pri vrednosti $p < 0,05$)

struktura	omejitev	p vrednost
hrbtenjača	$EQD_{max} < 50 \text{ Gy}$	0,78
	$1cc_{EQD2} < 45 \text{ Gy}$	0,40
možg.deblo	$V_{EQD 54 \text{ Gy}} < 1 \%$	0,00
parotida L	$D_{50\%} < 30 \text{ Gy}$	0,00
	$D_{Mean} < 26 \text{ Gy}$	0,00
parotida D	$D_{50\%} < 30 \text{ Gy}$	0,00
	$D_{Mean} < 26 \text{ Gy}$	0,00
ustna votlina	$D_{max} < 50 \text{ Gy}$	0,03
PTV1 – porast	$V_{95\%} > 98 \%$	0,04
PTV2 – porast	$V_{95\%} > 98 \%$	0,01
PTV3 – porast	$V_{95\%} > 98 \%$	0,45

RAZPRAVA

Pri možganskem deblu smo dosegli postavljeno omejitev doze pri obeh tehnikah obsevanja in vseh bolnikih (slika 4).

Tako kot pri možganskem deblu, smo tudi pri hrbtenjači dosegli obe zastavljeni omejitvi doze, pri obeh tehnikah obsevanja, pri devetih izmed desetih obravnavanih bolnikov (sliki 5 in 6). Izjema je bolnik št. 10, kjer je hrbtenjača med 3DCRT obsevanjem prejela 51 Gy (EQD2) in sicer v 0,69% volumna hrbtenjače. Če bi ob izdelavi obsevalnega načrta za tega bolnika v celoti upoštevali omejitve, bi tarčni volumni ne prejeli predpisane doze. Vzrok za to, da je bil odklon od zastavljenega cilja privzet kot sprejemljiv, je bila ocena odgovornega radioterapevta, ki je presodil, da je tveganje za nastanek okvare hrbtenjače (transverzalnega mielitisa) manjše kot verjetnost, da bo po obsevanju zaradi poddoziranja tarčnih volumnov prišlo do ponovitve bolezni. Bolnik št. 10 zaradi tega kasneje po obsevanju ni imel nobenih težav, ki bi jih lahko povezali z okvaro hrbtenjače.

Pri tehniki IMRT lahko vidimo, da nekatere izodozne krivulje dokaj natančno zaobidejo obliko hrbtenjače (slika 7), pri čemer ne prihaja do poddoziranja PTV. V primeru 3DCRT pa na račun ščitenja hrbtenjače dopustimo, da je PTV v spodnjem delu poddoziran. To je tudi razlog, da je pri nekaterih bolnikih EQD_{max} hrbtenjače nižji pri tehniki 3DCRT kot pri IMRT, saj je pri prvi hrbtenjača povsem izvzeta iz obsevalnih polj.

Pri ustni votlini je omejitev $V_{50} < 50\%$ presežena pri obeh tehnikah obsevanja (slika 8). Kljub temu se je tehnika IMRT izkazala kot bolj ugodna za bolnika. Delež volumna ustne votline, ki prejme 50 Gy ali več je pri štirih izmed desetih bolnikov statistično pomembno nižji ($p < 0,05$), kot če bi bili ti bolniki obsevani z 3DCRT.

Pri vrednotenju dozimetričnih rezultatov v ustni votlini se je potrebno zavedati, da so možnosti zaščite tega področja v

pretežni meri odvisne od umestitve tumorja – tarče: če se ta nahaja v ustni votlini ali v njeni neposredni bližini, zaželene stopnje zaščite ustne votline ni mogoče doseči z nobeno izmed obsevalnih tehnik, saj bi s tem nekritično znižali dozo s katero bo obsevan tumor – tarča.

Parotidni žlezi sta kritični strukturi, ki sta pri IMRT prejeli znatno nižjo dozo, kot pri tehniki 3DCRT ($p < 0,05$). Z IMRT lahko obsevamo PTV v okolici parotide s (še) ustrezno dozo, ne da bi le-to obsevali prekomerno (slika 9). Nasprotno pa pri 3DCRT vidimo, da sta parotidi obsevani s praktično isto dozo kot PTV.

Naši rezultati kažejo (slika 10–13), da smo – po pričakovanjih – pri parotidnih žlezah s tehniko IMRT dosegli to, kar so v svojih raziskavah potrdili tudi že Cozzit et al. (2004), Braam et al. (2006) in Nutting et al. (2011), in sicer, da s tehniko IMRT parotidno žlezo lahko ustrezno zaščitimo pred previsoko dozo. Pri sedmih izmed deset bolnikov v raziskavi smo zadostili zastavljeni dozni omejitvi za desno parotidno žlezo in pri petih za levo. Pri 3DCRT smo to omejitev dosegli le pri enem bolniku in še to le pri desni parotidni žlezi ($p < 0,05$).

Bolniki, ki so obsevani s tehniko IMRT, imajo po zaključku obsevanja bistveno manj težav s kserostomijo (sindrom suhih ust): ta se sicer lahko pojavlja kljub obsevanju parotidnih žlez z ustrezno nizko dozo, vendar je blažje stopnje, kar je ključnega pomena za kakovost nadaljnega življenja. To so v prospektivni randomizirani raziskavi faze 3 potrdili tudi Nutting et al. (2011), ki so pri bolnikih obsevanih s tehniko IMRT ugotovili statistično značilno manj primerov kserostomije stopnje 2 ali več, kot v skupini, ki je bila obsevana s tehniko 3DCRT.

Za prikaz pokritosti volumna PTV-porast smo se odločili, ker je PTV pri večini bolnikov segal izven kožnega obrisa bolnika. Rezultati kažejo (slike 14 – 16), da je pokritost tarčnih volumnov z dozo pri obeh tehnikah znotraj zahtev protokola.

Pri tehniki 3DCRT smo se držali zahteve, da je s 95% izodozo pokrit ves volumen PTV. Pri posameznem bolniku smo po predhodnem dogovoru z odgovornim radioterapevtom PTV na za ponovno rast tumorja klinično manj pomembnih mestih tudi poddozirali zaradi še boljšega ščitenja hrbtenjače. Končna odločitev o tovrstnem kompromisu je bila vedno radioterapevtova, presojal je tveganje za ponovitev bolezni na eni in za okvaro hrbtenjače ali druge pomembne strukture (npr. parotidne žleze) na drugi strani.

Pri tehniki IMRT smo za pokritost tarčnega volumna postavili pogoj, da je 98% volumna PTV1-porast pokritega s 95% predpisane doze, kar smo dosegli pri vseh 10 bolnikih. Enako velja za PTV2-porast in PTV3-porast.

Dozna razporeditev okoli PTV je pri tehniki IMRT tudi veliko bolj konformna kot pri 3DCRT, kar je jasno razvidno iz poteka izodoznih krivulj.

Pri primerjavi časa obsevanja z eno in drugo tehniko smo ugotovili, kot že mnogi pred nami, da je ta pri tehniki IMRT precej daljši kot pri 3DCRT (slika 17). Vzrok je v večjem številu segmentov znotraj posameznega obsevalnega polja. To

dejstvo pa zaradi prednosti dozne porazdelitve, ki jih ima IMRT in posledično ugodnega vpliva na kakovost bolnikovega življenja pri kliničnem delu, zanemarjamo.

in head and neck cancer (PARSPORT): a phase 3 multicentre randomised controlled trial. *Lancet Oncol.* Feb 2011; 12(2): 127–36

ZAKLJUČEK

Če povzamemo rezultate opravljenih analiz, lahko po pričakovanih potrdimo dozimetrične prednosti IMRT pred 3DCRT. Dokazali smo, da so z uvedbo IMRT v postopek zdravljenja slovenski bolniki s tumorji glave in vratu danes deležni bolj kakovostnega zdravljenja kot v preteklosti, ko so bili obsevani s 3DCRT. Pri obeh tehnikah je pokritost tarče primerljiva, prav tako tudi obsevanje hrbtenjače in možganskega debla, medtem ko je doza, ki jo prejme ustna votlina in predvsem parotidni žlezi mnogo nižja.

LITERATURA

Braam PM, Terhaard CHJ, Roesink JM, Raaijmakers CPJ (2006). Intensity-modulated radiotherapy significantly reduces xerostomia compared with conventional radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2006, 66(4): 975–80.

Cozzit L, Fogliata A, Bolsi A (2004). Three-dimensional conformal vs. Intensity-modulated radiotherapy in head-and-neck cancer patients: comparative analysis of dosimetric and technical parameters. *Int J Radiat Oncol*, 58(2): 617–24.

Hudej R, Strojnik A, Strojan P in sod. (2013). Protokol za načrtovanje obsevanja s tehniko IMRT v XiU in Focalu in Protokol za načrtovanje obsevanja ORL področja s tehniko IMRT. Interno gradivo. Onkološki inštitut Ljubljana, Oddelek za radioterapijo, 2013.

International Commission of Radiation Units and Measurements, (1993). ICRU Report 50. Prescribing, recording and reporting photon beam therapy. Bethesda MD: International Commission of Radiation Units and Measurements.

International Commission on Radiation Units and Measurements, (1999). ICRU REPORT 62: Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy (Supplement to ICRU Report 50). Bethesda MD: International Commission of Radiation Units and Measurements.

Khan FM, (2010). *The Physics of Radiation Therapy*. 4th ed. Baltimore MD: Lippincott Williams & Wilkins.

Nutting CM, Morden JP, Harrington KJ et al. (2011). Parotid-sparing intensity modulated versus conventional radiotherapy in head and neck cancer (PARSPORT): a phase 3 multicentre randomised controlled trial. *Lancet Oncol* 12(2): 127–36.

Wiggenraad R, Mast M, Van Santvoort J, Hoogendoorn M, Struikmans H (2005). ConPas: a 3-D Conformal Parotid Gland-Sparing Irradiation Technique for Bilateral Neck Treatment as an Alternative to IMRT. *Strahlenther Onkol* 181(10): 673–82.

Nutting CM, Morden JP, Harrington KJ et al., (2011). Parotid-sparing intensity modulated versus conventional radiotherapy

VELJAVNOST USTNE IZJAVE PACIENTKE O POTRĐITVI OZ. ZANIKANJU NOSEČNOSTI

THE VALIDITY OF AN ORAL STATEMENT REGARDING PREGNANCY GIVEN TO THE RADIOGRAPHER BY A PATIENT

Blanka Kozel¹, Doroteja Lopert², Nejc Mekiš³

¹Splošni bolnišnici Murska Sobota, Oddelek za radiologijo, Rakičan, Ulica dr. Vrbnjaka 6, 9000 Murska Sobota

²Splošni bolnišnici Dr. Jožeta Potrča Ptuj, Radiološki oddelek, Potrčeva cesta 23, 2250 Ptuj

³Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Oddelek za radiološko tehnologijo, Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: Blanka kozel, dipl. inž. rad. tehnol., E-mail: blanka.kozel1@gmail.com

Prejeto/Recived: 12.3.2015

Sprejeto/Accepted: 22.5.2015

IZVLEČEK

Uvod: Večina radioloških inženirjev se je v času svoje kariere že srečala s primerom pacientke, ki je po preiskavi medenice ali abdomna z ionizirajočim sevanjem ugotovila, da je bila v času preiskave noseča. Da se izognemo takih primerom, bi morali pacientke v reproduktivni dobi vedno vprašati ali obstaja možnost nosečnosti.

Namen: Namen raziskave je bil ugotoviti veljavnost izjave, ki jo pacientka ustno poda radiološkemu inženirju na vprašanje o morebitni nosečnosti pred izvedbo preiskave z ionizirajočim sevanjem.

Metode dela: Pri raziskavi smo uporabili presečno študijo z deskriptivno metodo. Podatke smo pridobili s pomočjo ankete, sestavljene iz devetih vprašanj zaprtega tipa, ki smo jih zastavili radiološkim inženirjem v dveh bolnišnicah.

Rezultati: V raziskavi je sodelovalo dvajset anketirancev, 13 moških in 7 žensk. 80% anketirancev Bolnišnice 1 pozna pravilo desetih dni, v Bolnišnici 2 jih to pravilo pozna le 50%. Kar 100% anketiranih v Bolnišnici 2 in 90% anketiranih v Bolnišnici 1 se je že srečalo s pacientko, ki pred preiskavo ni bila prepričana glede morebitne nosečnosti. 80% anketiranih Bolnišnice 1 in 90% anketiranih Bolnišnice 2 bi se strinjalo z uvedbo formularja, ki bi ga pred preiskavo izpolnile in podpisale pacientke v reproduktivni dobi.

Razprava: Rezultati raziskave so pokazali, da se med radiološkimi inženirji pojavlja vprašanje verodostojnosti ustne izjave pacientke o morebitni nosečnosti ter da niso prepričani, kdo nosi odgovornost za ugotavljanje nosečnosti žensk.

Zaključek: Glede na rezultate bi bila smiselna uvedba formularja, s katerim bi ženska pred preiskavo pisno potrdila, da ni noseča. V primeru, ko o tem nebi bila prepričana, bi izvedli test nosečnosti. Tako bi se zmanjšalo število nepotrebno obsevanih nosečnic.

Ključne besede: ionizirajoče sevanje, nosečnost, ustna izjava.

ABSTRACT

Introduction: During their careers, most of the radiographers have had a case when a patient subsequently discovered that she was pregnant during the examination of the abdomen or pelvis with ionizing radiation. In order to avoid that, all the female patients of childbearing age should always be asked whether they could be pregnant or not.

Purpose: The purpose of the study was to determine the validity of the patient's oral statement regarding the potential pregnancy before examined with ionizing radiation.

Methods: The cross-sectional study with descriptive method was used. The data were collected by a survey consisting of nine close-ended questions given to the radiographers in two different hospitals.

Results: 20 radiographers participated in the research, 13 men and 7 women. 80% of the respondents in Hospital 1 and only 50% of the respondents in Hospital 2 were familiar with the 10-day rule. 100% of the respondents in Hospital 1 and 90% of the respondents in Hospital 2 have already had a case when a patient was not sure whether she was pregnant or not before undergoing the examination. 80% of the respondents in Hospital 1 and 90% of the respondents in Hospital 2 agree with the introduction of a form that would be completed and signed by patients of childbearing age.

Discussion: The results of the study show that the radiographers have doubts about the credibility of oral statements of patients regarding their potential pregnancy and that the radiographers are not sure who is responsible to determine their pregnancy.

Conclusion: According to the results, it would be advisable to introduce a form that would be completed and signed by patients, in order to verify that they are not pregnant. In case of doubt, they would be given a pregnancy test. This would reduce the number of irradiated pregnant women.

Keywords: ionizing radiation, pregnancy, oral statement.

UVOD

Ionizirajoče sevanje je vrsta elektromagnetnega valovanja, ki jo proizvajajo radiološke in radioterapevtske naprave ter radioaktivni izotopi. Med diagnostičnimi ali terapevtskimi radiološkimi postopki na pacientkah v reproduktivni dobi obstaja možnost izpostavljenosti zarodka sevanju (Brent, 2012).

Učinki ionizirajočega sevanja na zarodek so odvisni od dveh dejavnikov: stadija razvoja ploda in radiacijske doze. V zgodnjem stadiju razvoja lahko sevanje uniči dovolj celic, da se nosečnost prekine. V srednjem stadiju, ko organi še niso popolnoma oblikovani, lahko sevanje povzroči škodo posameznemu organu ali ovira njegovo rast. Pozni učinki sevanja se najpogosteje pojavijo v kasnejših stadijih, ko zarodek raste (Down and Tilson, 1999).

Pri zaščiti pacientk v reproduktivni dobi se srečamo z nekaterimi posebnostmi. Nedvomno je najpomembnejše preprečevanje obsevanja ploda v prvih tednih nosečnosti. Neželeno obsevanje ploda v prvih dneh razvoja preprečujemo s pravilom desetih dni (Jevtić in sod., 2001). Uporabo tega pravila priporoča ICRP (International Commission on Radiological Protection). Pravilo priporoča omejitve izvajanja radioloških preiskav spodnjega abdomna in medenice na desetdnevni interval po nastopu menstruacije, kadarkoli je to le mogoče (International Atomic Energy Agency, 2013). Rentgenske preiskave organov, ki ležijo med prepono in koleno, opravljamo pri teh ženskah praviloma od prvega do sedmega, največ do desetega dneva menstruacijskega ciklusa. Če je rentgenska preiskava opravljena v začetku nosečnosti, ko pacientka še ne ve, da je noseča, se zastavlja vprašanje prekinitve nosečnosti. Rentgenske preiskave med nosečnostjo, zlasti v njenem zgodnjem stadiju, pridejo v poštev le pri življenju ogrožajočih indikacijah, ko z nobeno drugo preiskovalno metodo ne moremo rešiti diagnostičnega problema. Pri posameznih preiskavah trebuha in medenice je neposredna zaščita praktično neizvedljiva. Zato je v tem primeru bolj nujno dosledno upoštevanje vseh preostalih posrednih zaščitnih ukrepov – omejevanje obsevalnega polja, zmanjševanje doze (Jevtić in sod., 2001).

Uporaba virov ionizirajočega sevanja je tudi zakonsko določena. Na podlagi tretjega odstavka 48. člena, osmega odstavka 50. člena in drugega ter četrtega odstavka 51. člena Zakona o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (Ur List RS 13/50) je izdal minister za zdravje Pravilnik o pogojih za uporabo virov ionizirajočih sevanj v zdravstvu (Ur List RS 13/111). 24. člen tega pravilnika vsebuje določila o varstvu žensk med nosečnostjo in dojenjem, ki se glasijo:

1. Pri ženskah v reproduktivni dobi morata tako napotni zdravnik kot tudi zdravnik, odgovoren za radiološki poseg, poizvedeti o morebitni nosečnosti oziroma dojenju. Podatek o nosečnosti ali dojenju mora napotni zdravnik označiti na napotnici.
2. Kadar nosečnosti ni mogoče izključiti, je potrebno posebno pozornost posvetiti upravičenosti posega in optimizaciji, upoštevajoč nujnost posega in obsevanost

tako matere, kot nerojenega otroka. To je še posebej pomembno v primeru posegov, ki vključujejo obsevanost abdominalnega ali medeničnega predela.

3. Posegi pri doječih materah v nuklearni medicini zahtevajo posebno pozornost pri presoji o upravičenosti in optimizaciji, upoštevajoč pri tem obsevanost tako matere, kot tudi otroka in ter nujnost posega.
4. Kjer je smiselno in mogoče (npr. čakalnice pred prostori, v katerih potekajo radiološki posegi), mora imetnik dovoljenja z ukrepi, kot so obvestila, opozorila ali zloženke, opozoriti ženske, da izvajalca posega obvestijo o možnosti, da so noseče, ali da dojijo.

Večina radioloških inženirjev se je v času svoje kariere že srečala s primerom pacientke, ki je po preiskavi medenice ali abdomna z ionizirajočim sevanjem ugotovila, da je bila v času preiskave noseča. Pacientke bi morali po priporočilih avtorjev Giaccia and Hall (2006), vedno vprašati, ali obstaja možnost nosečnosti, v primeru preiskav z visokimi dozami v področju medenice pa bi lahko izvedli tudi test nosečnosti. Kljub vsem tem varnostnim ukrepom pa avtorja navajata, da se občasno še vedno pojavljajo primeri, pri katerih pride do obsevanja ploda v zgodnjem stadiju razvoja.

NAMEN

Namen raziskave je bil ugotoviti veljavnost izjave, ki jo pacientka na vprašanje o morebitni nosečnosti, pred izvedbo preiskave z ionizirajočim sevanjem ustno da radiološkemu inženirju.

Na podlagi pregleda literature smo si zastavili naslednja raziskovalna vprašanja:

V1: Ali je ustna izjava pacientke radiološkemu inženirju dovolj verodostojna?

V2: Ali bi bilo potrebno uvesti formular, s katerim bi pacientka pisno potrdila svojo izjavo? V3: Bi se radiološki inženirji z uporabo takšnega formularja počutili pravno bolj zaščitene?

METODE DELA

Pri raziskovanju smo uporabili presečno študijo z deskriptivno metodo. Podatke smo zbrali s pomočjo ankete, ki je bila sestavljena iz devetih vprašanj zaprtega tipa. Naša ciljna skupina so bili radiološki inženirji dveh različnih bolnišnic. Zaradi anonimnosti ankete in njene uporabe zgolj v raziskovalne namene, smo bolnišnici poimenovali Bolnišnica 1 in Bolnišnica 2. Preden smo začeli z izvedbo raziskave, smo vodje radioloških inženirjev v obeh bolnišnicah pisno zaprosili za dovoljenje za opravljanje raziskave. Ankete smo nato osebno razdelili tridesetim radiološkim inženirjem, petnajstim v eni in petnajstim v drugi bolnišnici.

Anketiranci so ankete izpolnjevali v juliju in avgustu 2014. Njihov odziv je bil zadovoljiv, sodelovanje pa jih je odklonilo skupaj 10, pet iz Bolnišnice 1 in pet iz Bolnišnice 2.

V nadaljevanju predstavljamo analizo podatkov, pridobljenih z anketiranjem. Rezultate ankete smo pregledali, jih analizirali in grafično prikazali s pomočjo programske opreme Excel. Naredili smo tudi pregled domače in tuje literature in v

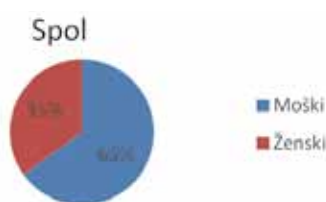
poglavju Razprava primerjali podatke, pridobljene s pomočjo ankete ter tiste, pridobljene s pregledom literature.

REZULTATI

V poglavju Rezultati smo grafično prikazali rezultate anket. Naredili smo tudi primerjavo rezultatov med obema bolnišnicama.

Struktura anketirancev

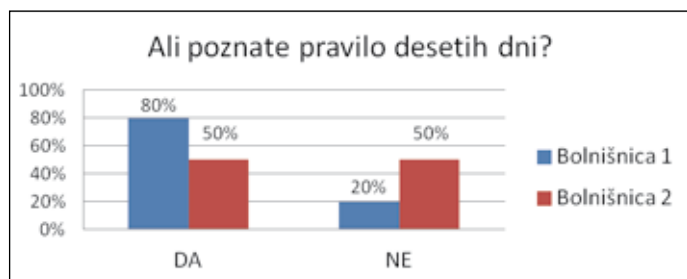
V anketi je sodelovalo dvajset anketirancev – radioloških inženirjev, od tega deset iz Bolnišnice 1 in deset iz Bolnišnice 2. Struktura spola anketirancev je prikazana na sliki 1.



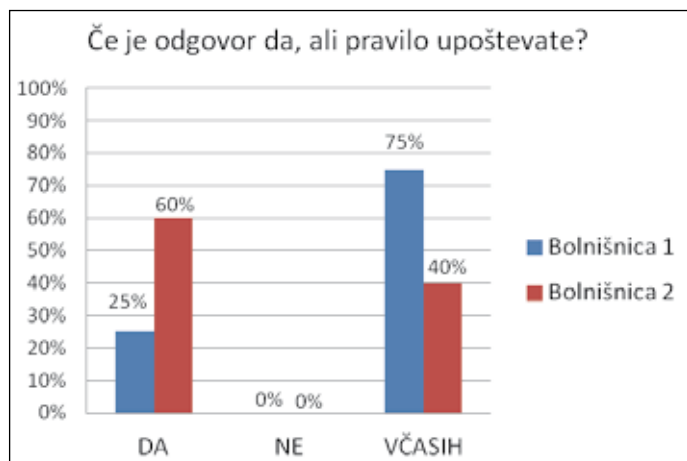
Slika 1: Struktura spola anketirancev

Pravilo desetih dni

Prvo in drugo vprašanje, ki smo ju postavili anketirancem, se nanašata na poznavanje pravil o uporabi ionizirajočih sevanj pri ženskah v reproduktivni dobi. Kot navajajo Dobravec in sod. (2006), za te ženske velja pravilo desetih dni, torej izvajanje radioloških preiskav samo znotraj prvega dela menstruacijskega cikla.



Slika 2: Poznavanje pravila desetih dni

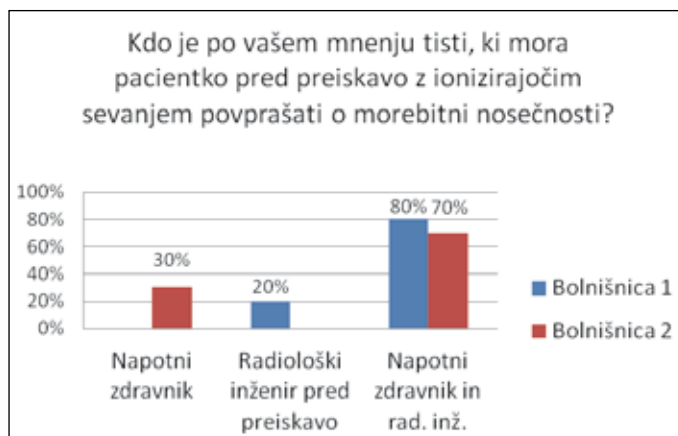


Slika 3: Upoštevanje pravila desetih dni

Odgovori na naslednja vprašanja se navezujejo na vprašanja, ki smo si jih zastavili v namenu raziskovalne naloge.

Preverjanje morebitne nosečnosti

Pravilo desetih dni je mogoče upoštevati le, če poznamo nosečnostno stanje pacientke v reproduktivni dobi. Radiološki inženirji so v anketi odgovarjali na vprašanje, kdo je odgovoren za pridobivanje informacij o morebitni nosečnosti.



Slika 4: Preverjanje morebitne nosečnosti

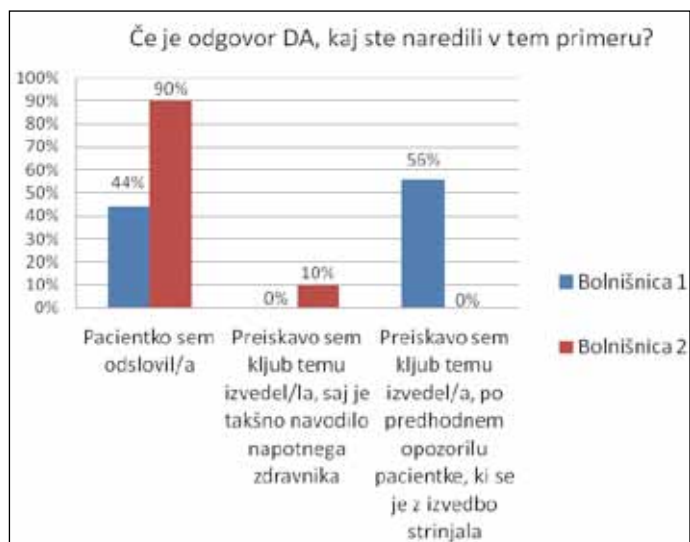
Izkušnje anketirancev s pacientkami, ki niso prepričane glede nosečnosti

V literaturi smo zasledili, da se, tako v Sloveniji kot tudi drugod po svetu pojavlja veliko primerov, ko pridejo na preiskavo z ionizirajočim sevanjem pacientke, ki niso prepričane glede nosečnosti. Iz slike 5 je razvidno, da se je to večkrat zgodilo tudi v bolnišnicah, katerih radiološki inženirji so sodelovali v raziskavi.



Slika 5: Izkušnje anketirancev s pacientkami, ki niso bile prepričane glede morebitne nosečnosti

Zanimal nas je tudi odziv radioloških inženirjev v takšnem primeru. Rezultati so prikazani na Sliki 6.



Slika 6: Ukrepanje anketirancev v primeru pacientke, ki ni prepričana glede morebitne nosečnosti

Pravna veljava ustne izjave pacientke o nosečnosti

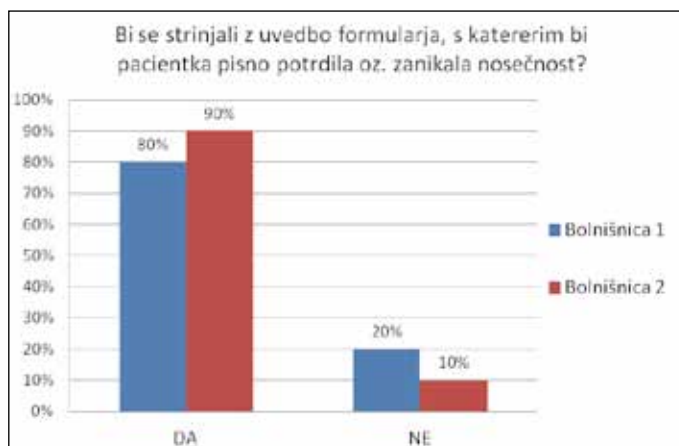
Ključno vprašanje raziskave je ali ima ustna izjava pacientke zadostno pravno veljavnost in ali se inženirji počutijo pravno zaščitene s takšnim načinom pridobivanja podatkov.



Slika 7: Kako anketiranci dojemajo verodostojnost ustne izjave pacientke o morebitni nosečnosti

Uvedba formularja

V tuji literaturi smo zasledili, da so ponekod na radioloških oddelkih že v uporabi kratki formularji z vprašanjem o nosečnosti, ki jih pred vstopom v diagnostične prostore izpolnijo pacientke v reproduktivni dobi (predvidoma med dvanajstim in petdesetim letom). Zanimalo nas je, kakšno je mnenje radioloških inženirjev sodelujočih bolnišnic glede uvedbe takšnih formularjev.



Slika 8: Strinjanje anketirancev z uvedbo formularja

RAZPRAVA

V razpravi smo primerjali rezultate obeh bolnišnic. Naredili smo tudi primerjavo odgovorov anketiranih z ugotovitvami v slovenski in tuji literaturi. Pri iskanju literature smo zasledili članek, ki ga je izdala American College of Radiology, z naslovom Praktična navodila za slikanje nosečih ali potencialno nosečih mladostnic in žensk z ionizirajočim sevanjem (American College of Radiology, 2008). Navodila so zasnovali skupaj s Skupnostjo radiologov v pediatriji (Society for Pediatric Radiology). Glavni namen teh navodil je pomoč izvajalcem slikanja pri odkrivanju nosečih pacientk, preprečevanju nepotrebnega izvajanja preiskav z ionizirajočim sevanjem pri nosečih mladostnicah in ženskah, oblikovanju čim bolj optimalnih radiacijskih doz in odkrivanju strategij za kvantifikacijo in ovrednotenje potencialnih učinkov radiacije, ki so jo ali jo bodo prejele noseče pacientke.

Struktura anketirancev

V raziskavi je sodelovalo 20 radioloških inženirjev, od tega 13 moških in 7 žensk. 10 jih je raziskavo zavrnilo. Majhna velikost vzorca omejuje vrednost rezultatov. Če bi naredili raziskavo na radioloških oddelkih po vsej Sloveniji, bi lahko rezultate posplošili.

Pravilo desetih dni

70% anketirancev Bolnišnice 1 pozna pravilo desetih dni, v Bolnišnici 2 pa je takšnih le 50%. Med njimi jih v Bolnišnici 1 pravilo vedno upošteva le 25%, 75% pa včasih. Od 50% anketirancev Bolnišnice 2, ki poznajo pravilo desetih dni, jih le-to vedno upošteva 60%, 40% pa včasih.

ICRP (1991) navaja: »Če je le mogoče, je potrebno žensko v reproduktivni dobi slikati v času desetih dni po pričetku menstruacijskega cikla, predvsem kadar gre za slikanje v področju spodnjega abdomna ali medenice.« Rezultati raziskave so v tem primeru slabi, saj je poznavanje samega pravila premajhno. Večina tistih, ki so odgovorili, da pravilo poznajo, ga upošteva le občasno. Menimo, da je poznavanje pravila desetih dni osnova za preprečevanje izpostavljanja potencialno nosečih žensk ionizirajočemu sevanju. Več pozornosti bi bilo potrebno nameniti obnavljanju znanja na

tem področju oziroma ozaveščanju radioloških inženirjev o pomembnosti uporabe pravila desetih dni.

Preverjanje morebitne nosečnosti

75% radioloških inženirjev Bolnišnice 1 meni, da bi morala žensko v reproduktivni dobi o njeni morebitni nosečnosti vprašati tako napotni zdravnik kot tudi radiološki inženir pred samo preiskavo, 25% pa je prepričanih, da bi moral to opraviti le radiološki inženir. Rezultati se razlikujejo od anketiranih v Bolnišnici 2, v kateri je 70% anketirancev odgovorilo, da je to naloga napotnega zdravnika in radiološkega inženirja, 30% pa je prepričanih, da je za to odgovoren le napotni zdravnik.

V članku z naslovom ACR Practice Parameter for Imaging Pregnant or Potentially Pregnant Adolescents and Women with Ionizing Radiation navajajo, da je radiološki inženir tisti, ki v radioloških prostorih največ komunicira s pacientom in je zato njegova naloga vprašati pacientke o morebitni nosečnosti in sicer vse, ki so v reproduktivni dobi, kar po navadi pomeni med 12 in 50 letom starosti (American College of Radiology, 2008).

V Pravilniku o pogojih za uporabo ionizirajočih sevanj v zdravstvu pa je zapisano, da morata pri ženskah v reproduktivni dobi tako napotni zdravnik kot tudi zdravnik, odgovoren za radiološki poseg, poizvedeti o morebitni nosečnosti oziroma dojenju. Podatek o nosečnosti ali dojenju mora napotni zdravnik označiti na napotnici (Ur List RS 13/111).

Večina anketirancev je mnenja, da sta tako napotni zdravnik kot tudi radiološki inženir odgovorna, da pacientko v reproduktivni dobi povprašata o morebitni nosečnosti. 24. člen Pravilnika o pogojih za uporabo ionizirajočih sevanj v zdravstvu pravi, da je to naloga zdravnika, ki izvaja radiološki poseg ter napotnega zdravnika. Le-ta bi moral ta podatek označiti na napotnici (Ur List RS 13/111).

V omenjenem pravilniku so navedena pravila le za zdravnika, ki izvaja radiološki poseg ne pa tudi za radiološke inženirje, ki velikokrat izvajajo radiološke posege brez prisotnosti zdravnika.

Izkušnje anketirancev s pacientkami, ki niso prepričane glede nosečnosti

Veliko število radioloških inženirjev se je že srečalo s situacijo, ko je na preiskavo z ionizirajočim sevanjem prišla ženska, ki ni bila prepričana o morebitni nosečnosti. V Bolnišnici 1 se je to že zgodilo 90 % inženirjev, v Bolnišnici 2 pa celo vsem.

Po poročilih ICRP (1991) je letno tisoče žensk izpostavljenih medicinsko indiciranemu ionizirajočemu sevanju. Nekatere študije poročajo, da je 1% žensk v reproduktivni dobi, pri katerih je bila preiskava izvedena v predelu abdomna, bilo nosečih, ne da bi to vedele.

90% anketiranih Bolnišnice 1 je žensko, ki ni bila prepričana o morebitni nosečnosti, odslovilo. V primeru Bolnišnice 2 so rezultati slabši, kar 44% anketirancev je kljub temu, da pacientka ni bila prepričana o morebitni nosečnosti preiskavo izvedlo.

V primeru slikanja abdomna ali medenice je naloga radiološkega inženirja, da povpraša pacientko v reproduktivni dobi o morebitni nosečnosti. Preiskava se lahko začne le po njenem zagotovitvi, da ni noseča in da se je njena zadnja popolna menstruacija začela manj kot 4 tedne pred datumom pregleda. Če ta dva pogoja nista izpolnjena, mora radiološki inženir o tem obvestiti odgovornega radiologa. Preden nadaljuje s preiskavo, mora radiološki inženir pridobiti soglasje za test nosečnosti. Če ga pacientka zavrne, nam da navodila o nadaljevanju preiskave odgovorni radiolog (American College of Radiology, 2008).

Pravna veljava ustne izjave pacientke o nosečnosti

Pri tem vprašanju so odgovori anketirancev obeh bolnišnic enaki, 50% jih meni, da je ustna izjava pacientke dovolj veljavna, 50% pa, da ni.

V članku Ameriške organizacije radiologov priporočajo uporabo pisnega formularja: Standardizirana oblika formularja ima prednost v zagotavljanju enotnosti v procesu pridobivanja informacij in lahko služi kot dokumentacija statusa nosečnosti v zdravstveni kartoteki (American College of Radiology, 2008).

Uvedba formularja

Z uvedbo formularja, s katerim bi pacientka pisno potrdila oz. zanikala svojo nosečnost, se strinja 80% anketiranih Bolnišnice 1 in 90% anketiranih Bolnišnice 2.

Po ameriških navodilih mora biti izjava o nosečnosti v nekaterih ustanovah dokumentirana, še preden je sprejeto naročilo za radiološko preiskavo oziroma poseg. Ponekod za dokumentacijo uporabljajo pisne formularje, ki jih pacientke dobijo v čakalnici in jih morajo izpolniti pred vstopom v radiološke prostore. Če je mogoče, je potrebno v sistem za elektronska naročila vgraditi tudi vprašalnik o nosečnosti, kadar gre za slikanje abdomna ali medenice adolescentnega dekleta ali ženske v reproduktivni dobi (American College of Radiology, 2008).

S pomočjo ankete smo odgovorili na vprašanja, ki smo si jih zastavili v namenu raziskave. Glede na odgovore radioloških inženirjev menimo, da ustna izjava pacientke ni dovolj, zato bi bilo tudi pri nas potrebno uvesti formular, v katerem bi pacientka pisno potrdila oz. zanikala svojo nosečnost. Tako bi se inženirji počutili bolj pravno zaščitene, pa tudi pacientke bi najverjetneje veliko bolj razmislile o morebitnih posledicah radiološke preiskave, opravljene v času nosečnosti.

ZAKLJUČEK

Glede na rezultate raziskave menimo, da se med radiološkimi inženirji pojavlja dvom v veljavnost ustne izjave pacientke o morebitni nosečnosti. Prav tako se pojavlja dvom, ki se nanaša na vprašanje odgovornosti – torej kdo je tisti, ki nosi odgovornost za ugotavljanje morebitne nosečnosti pacientk. Potrebno bi bilo bolj natančno določiti protokol pred izvedbo preiskav z ionizirajočim sevanjem pri pacientkah v reproduktivni dobi, podobno kot je zapisano v priložniku American College of Radiology (2008).

Velika večina anketiranih radioloških inženirjev se strinja z uvedbo formularja za izjavo o nosečnosti, s katerim bi

se počutili bolj gotove in varne. Tudi v prej omenjenem priročniku je že predstavljen primer takšnega formularja, ki bi ga pacientka izpolnila pred preiskavo, lahko že v čakalnici, in bi postal del njene medicinske dokumentacije. Najverjetneje bi zaradi pisne izjave tudi pacientke veliko bolj razmislile o morebitnih posledicah v primeru preiskave, opravljene v času nosečnosti in v primeru negotovosti večkrat izjavile, da o svoji nosečnosti niso prepričane. Sledil bi pogovor z radiologom ali napotnim zdravnikom in po potrebi bi se opravil tudi test nosečnosti. Tako bi se lahko velikokrat izognili nepotrebnemu izpostavljanju nosečnic ionizirajočemu sevanju.

Če bi lahko raziskavo ponovili, bi vključili večji vzorec radioloških inženirjev, s čemer bi rezultate raziskave lahko bolj posplošili. V vprašalnik bi dodali še vprašanje, ki se navezuje na slovensko zakonodajo, in sicer na del, kjer piše, da mora napotni zdravnik že na napotnici označiti nosečnostni status pacientke. Radiološke inženirje bi vprašali ali se napotni zdravniki tega pravila res držijo. Če bi se večina radioloških inženirjev iz več slovenskih bolnišnic strinjalo z uvedbo vprašalnika, bi lahko predlagali uporabo tovrstnega formularja.

LITERATURA

American College of Radiology (2008). ACR Practice Parameter for Imaging Pregnant or Potentially Pregnant Adolescents and Women with Ionizing Radiation. www.arc.org <1.9.2014>

Brent R (2012). Pregnancy and Radiation exposure. Virginia: Health Physics Society. <https://hps.org/hpspublications/articles/pregnancyandradiationexposureinfosheet.html> <8.2.2014>

Dobravec A, Kocuvan S, Končnik M, Korenjak A, Kukovič J, Kuštrin L (2006). <http://www.medenosrce.net/component/attachments/download/4788> <27.8.2014>

Down S, Tilson E (1999). Practical radiation protection and applied radiobiology. Philadelphia: W.B. Saunders Company.

Giaccia J, Hall E (2006). Radiobiology for the Radiologist. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

International Atomic Energy Agency (2013). Radiation Protection of Patients. Vienna: International Centre. https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/SpecialGroups/1_PregnantWomen/Pregnancyandradiology.htm <12.9.2014>

International Commission on Radiological Protection (1991). 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60 (Users Edition). www.icrp.org <28.8.2014>

Jevtić V, Pavčnik D, Tabor L (2001). Radiologija: diagnostične slikovne metode in intervencijska radiologija. Ljubljana: Medicinski razgledi.

Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (2003). Ur List RS 13 (50) <http://www.uradni-list.si/1/content?id=46031>

ČASOVNA ANALIZA KAKOVOSTI DIGITALNIH RENTGENSKIH SLIK QUALITY ANALYSIS OF TIME-DERIVED DIGITAL X-RAY IMAGES

Jani Izlakar¹, Urban Zdešar², Janez Žibert³

¹Onkološki inštitut Ljubljana, Oddelek za radiologijo, Zaloška 2, 1000 Ljubljana

²Zavod za varstvo pri delu, Center za fizikalne meritve, Chengdujska cesta 25, 1260 Ljubljana-Polje

³Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Oddelek za radiološko tehnologijo, Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: Jani Izlakar, mag. inž. rad. tehnol., E-mail: jizlakar@onko-i.si

Prejeto/Received: 2.2.2015

Sprejeto/Accepted: 7.4.2015

IZVLEČEK

Uvod: Za optimalno diagnostično in klinično uporabno rentgensko sliko je pomembno, da sta diagnostični rentgenski aparat in pripadajoča oprema v brezhibnem stanju. Slednje zagotavljamo s posebnimi postopki in testi, ki jim pravimo kontrola kakovosti.

Namen: Preučitev spreminjanja kakovosti rentgenogramov digitalnega diagnostičnega rentgenskega aparata Philips DigitalDiagnost v času.

Metode dela: Osem mesecev smo izvajali meritve kakovosti digitalnih rentgenogramov po točno določenem protokolu, tri dni v tednu. S pomočjo programskih orodij smo testne slike analizirali, jih vizualno in kvalitativno ocenili, rezultate pa grafično predstavili. Izvedli smo tudi statistične analize nekaterih objektivnih mer kakovosti digitalnih slik, ki smo jih izračunali na obravnavanih slikah.

Rezultati in razprava: Rezultati vizualne analize kažejo, da so artefakti na slikah pogojeni s kalibracijo oz. s pravilnim in pravočasnim izvajanjem le-te. Pri rezultatih kvalitativne analize je bistvena ugotovitev ta, da je slikovni sprejemnik v preiskovalni mizi slabše stabilen oz. mere kakovosti slik na njem bolj variirajo kot na tistem v stenskem stativu. Razmerje med signalom in šumom in entropija kot samostojni meri podata zadovoljivo oceno kakovosti slike, vendar ne zajemata vseh treh parametrov kakovosti slike. Celovito oceno kakovosti slike poda le mera kvantni izkoristek detekcije, katere pa zaradi posebnega testnega orodja, ki nam ni bil na razpolago, ni bilo možno izračunati. Močnostni spekter šuma kot samostojna mera kakovosti slike ni pokazala zanesljivih razlik tako med slikovnikoma sprejemnikoma kot prisotnostjo vzorca na slikah.

Sklep: S tem raziskovalnim delom smo dokazali, da je na rentgenskem aparatu Philips DigitalDiagnost potrebno na novo uvesti redno periodično kontrolo kakovosti slikovnih sprejemnikov in izvajati redno mesečno kalibracijo po že dogovorjenem načrtu.

Ključne besede: zagotavljanje kakovosti, kakovost slik, SNR, NPS, entropija.

ABSTRACT

Introduction: An impeccable condition of the diagnostic x-ray device and associated equipment is important for the optimal diagnostic and clinically useful radiograph (X-ray image). This is ensured by special procedures and tests called quality control.

Purpose: To study changes in quality of X-ray images of the digital diagnostic x-ray device Philips DigitalDiagnost over time.

Methods: Quality measurements of digital X-ray images were carried out three days a week for eight months, according to a specific protocol. Software was used to analyse the test images by visual and qualitative evaluation and the results were graphically presented. We also performed a statistical analysis of certain objective measures of digital image quality that were calculated on the relevant images.

Results and discussion: The results of visual analysis show that the artefacts on images depend on calibration or on its correct and timely implementation. The key finding of the results of qualitative analysis is that the table receiver is less stable or that the results of measurements on the table receiver vary more than on the wall receiver. Signal to noise ratio (SNR) and entropy as independent measures provide satisfactory assessments of image quality, but they do not include all three parameters of image quality. A comprehensive assessment of image quality is provided only by the detective quantum efficiency (DQE measure) which could not be calculated due to the lack of a specific test tool. Noise power spectrum (NPS) as an independent measure of image quality showed no reliable differences between both, the image receptors and the presence of the sample in the images.

Conclusion: In this study we showed that a new periodic quality control of image receivers should be introduced for the x-ray device Philips DigitalDiagnost, as well as a regular monthly calibration according to the agreed plan.

Keywords: Quality Assurance, image quality, SNR, NPS, entropy.

UVOD

Kontrola kakovosti (QC) je pomemben del programa zagotavljanje kakovosti (QA), s katerim se izogibamo nepotrebni visokim dozam in nam pomaga dosežati boljšo kakovost slike (Lyra et al., 2010).

Kriterije sprejemljivosti radiološke opreme urejajo posebna merila sprejemljivosti, ki so predpisana za vsako vrsto rentgenskega aparata in njemu pripadajočo opremo. Ti kriteriji opisujejo dopustna odstopanja pri testiranju opreme. Splošno uporabo virov ionizirajočega sevanja v zdravstvu pa ureja smernica Council Directive 2013/59/Euratom (EC, 2014), ki vključuje tudi pravne zahteve za zagotavljanje kakovosti. Merila sprejemljivosti posamezne vrste radiološke opreme so del programa zagotavljanja in preverjanja kakovosti, ki ga izvajata inženir radiologije in medicinski fizik (Medič in sod., 2013; Zdešar, 2011).

Na Oddelku za radiologijo Onkološkega inštituta Ljubljana uporabljamo večnamenski digitalni diagnostični rentgenski aparat Philips DigitalDiagnost z dvema ploskima (FP – Flat Panel) slikovnicima sprejemnikoma, s katerim se pretežno izvaja slikanje pljuč in skeleta, mogoče pa je tudi tomografirati. Mesečno se izvede kalibracija obeh slikovnih sprejemnikov, v preiskovalni mizi in stenskem stativu. Uporaba okvarjenih komponent aparata lahko vodi v slabšo kakovost rentgenogramov in povečano nevarnost za višjo dozno izpostavljenost tako za preiskovanca kot operaterja aparata (PHILIPS, 2005).

Da bi lahko ocenili kakovost digitalnih slikovnih sprejemnikov, moramo nujno poznati tako parametre kakovosti digitalnih slik kot odziv oz. izkoristek slikovnega sprejemnika na prejeta količino fotonov (Dobbins, 2000). Pomembna je tudi izbira prave metode merjenja, saj v nasprotnem primeru lahko pridemo do napačnih zaključkov (Oakley, 2003; Ayala et al., 2009).

Šum je eden od treh parametrov (šum, kontrastna in prostorska ločljivost) kakovosti slike. Prisotnost šuma lahko merimo relativno glede na osnovni signal z mero razmerja signal-šum (SNR – Signal Noise Ratio), ki ga računamo kot kvocient med velikostjo signala slike in jakostjo signala šuma (Žibert, 2012).

Entropija je mera nedoločenosti oz. neurejenosti sistema. Bolj, ko se sistem obnaša pričakovano (ali določeno), manjša je entropija in obratno (Žibert, 2013). Entropijo lahko uporabimo tudi za merjenje šuma na sliki, saj je šum naključni pojav. Več ko je šuma na sliki, bolj naključen je signal na sliki, posledično je entropija slike večja.

Prisotnost šuma lahko merimo tudi v frekvenčni domeni z mero močnostni spekter šuma (NPS – Noise Power Spectrum), ki izračuna ta spekter v frekvenčnem prostoru slike. Tsai et al. (2008) definirajo NPS kot opis frekvenčne vsebine šuma slikovnega sistema. NPS se pogosto uporablja za opisovanje lastnosti šuma slikovnega sistema. Opisuje amplitudno varianco ob dani frekvenci (Dobbins, 2001; Žibert, 2013) in morebitne vzorce šuma na homogeni sliki (Flynn in Samei,

1999; Dobbins, 2000). Obstaja veliko različnih metod in tehnik ocenjevanja ter interpretiranja rezultatov NPS.

NAMEN

Namen raziskave je bil preučiti spreminjanje kakovosti rentgenogramov, narejenih na digitalnem diagnostičnem rentgenskem aparatu Philips DigitalDiagnost, v času.

Dobljeni rezultati tako lahko predstavljajo izhodišča za načrtovanje, usklajevanje in izvedbo postopkov, namenjenih vzdrževanju, izboljšanju in rednemu preverjanju kakovosti tako rentgenskega aparata kot rentgenogramov na Oddelku za radiologijo Onkološkega inštituta v Ljubljani.

METODE DELA

Zbiranje podatkov je potekalo od začetka septembra 2012 do konca aprila 2013. Pridobili smo jih tako, da smo trikrat na teden izvedli QC test pod vedno enakimi pogoji. Pridobljene testne slike smo nato vizualno in kvalitativno analizirali, rezultate pa grafično predstavili. O vseh opravljenih testih in posebnostih smo pisali tudi dnevnik oz. vodili evidenco opravljenih meritev.

Test smo izvajali periodično, tri dni v tednu (ponedeljek, sredo in petek), z nekaj izjemami (prazniki, dopusti). Izvajali smo ga pred, med ali po rednem delu na aparatu Philips DigitalDiagnost – DiDi (slika 1).



Slika 1: Večnamenski rentgenski aparat Philips DigitalDiagnost

Pri izvajanju testa smo ravnali enako, kot če bi slikali pacienta. Vse se je začelo z vpisom pacientovih podatkov v radiološki informacijski sistem InterRis™. Pri tem smo uporabili podatke namišljenega pacienta in preiskave. Parametri slikanja so bili vedno enaki in so predstavljeni v Tabeli 1.

Tabela 1: Parametri slikanja

Parameter	Vrednost parametra
pospeševalna napetost (kV)	70 kV
produkt toka in časa (mAs-i)	Automatic Exposure Control (AEC) – vse 3 celice
hitrostni razred	S400
stopnja potemnitve	0
velikost slikanega polja	43 cm × 43 cm
gorišče	veliko
oddatno filtriranje (Cu filtri)	brez
razdalja gorišče–slikovni sprejemnik	stativ 150 cm, miza 110 cm
oznake strani in zaznamki	obvezno brez

Pri pripravi aparata smo odmaknili vse predmete, ki bi motili slikanje (rjuha, vzglavnik, ...), odstranili rešetko, očistili polje slikanja, očistili in namestili aluminjasti filter debeline 21 mm (fantom) pod rentgensko cev, preverili poravnavo cevi s slikovnim sprejemnikom.

Na vsakem slikovnem sprejemniku smo naredili po tri slike, vedno pod enakimi ekspozicijskimi pogoji (tabela 1). Razlika

je bila le v razdalji gorišče–slikovni sprejemnik, ki je bila pri slikovnem sprejemniku v stenskem stavivu (v nadaljevanju stenski sprejemnik) 150, pri tistem v preiskovalni mizi (v nadaljevanju mizni sprejemnik) pa 110 cm. Razlog je v tem, da je takšna tudi razdalja pri mesečni kalibraciji, ki jo priporoča proizvajalec aparata.

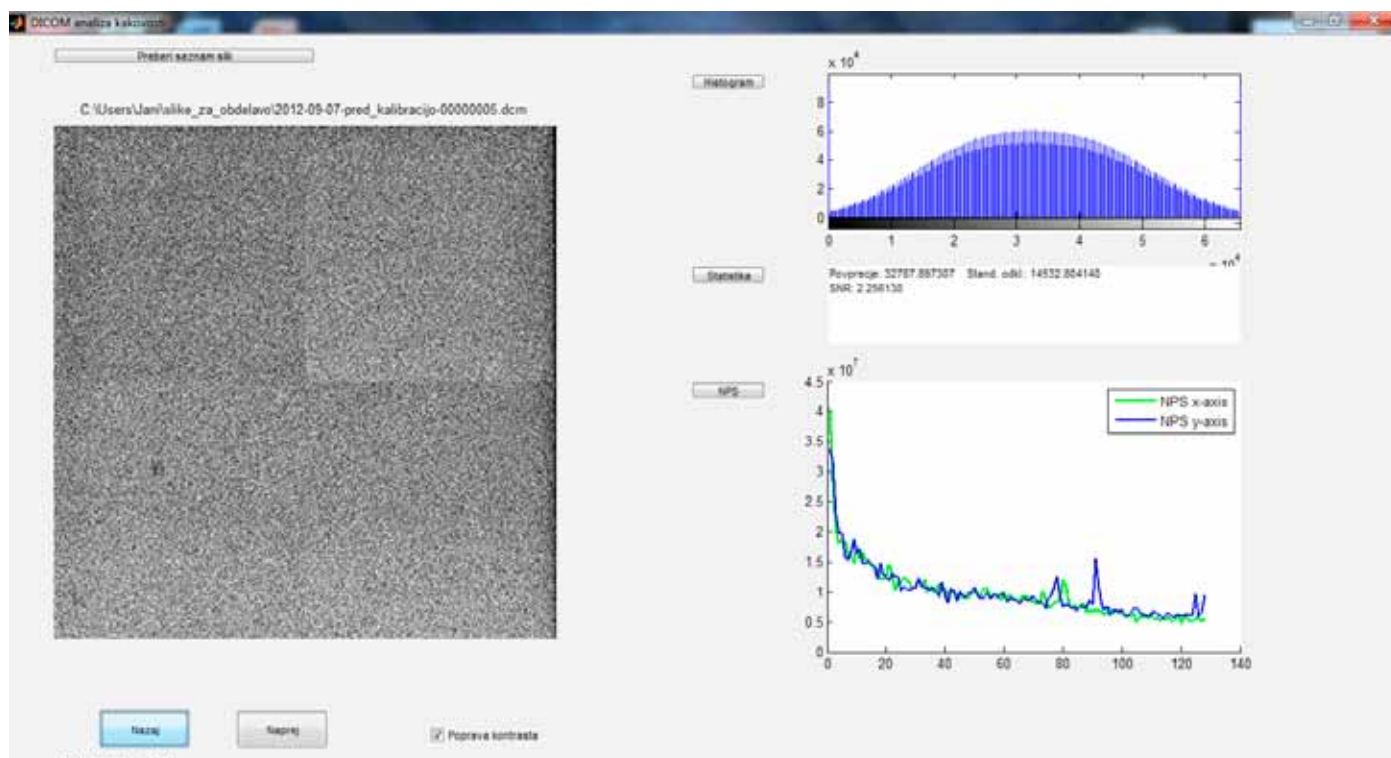
Pred vsakim slikanjem smo morali popraviti tudi zaslanjanje polja na uporabno velikost celotnega slikovnega sprejemnika (43 cm × 43 cm). Po koncu slikanja smo slike posameznega testa shranili na CD-R in tako prišli do surovih in tudi obdelanih slik hkrati, kar Nitrosi et al. (2009) v podobni raziskavi ni uspelo. Tako so bili rezultati raziskave pripravljeni za analizo kakovosti.

Ocenjevanje kakovosti slik

Ocenjevanje kakovosti slik je zajemalo vizualno oceno, ki je temeljila na opazovanju nepravilnosti na slikah (črte, vzorci, artefakti) in kvalitativne analize, za katero smo uporabil objektivne mere SNR, NPS in entropijo.

Vizualna analiza

S programom DICOM_analiza_kakovosti, napisanim v računalniškem jeziku MATLAB, smo vizualno in kvalitativno ocenjevali testne slike. Program je bil namensko napisan za potrebe analize, njegov avtor je dr. Janez Žibert.



Slika 2: Program DICOM_analiza_kakovosti z ocenjevalnimi parametri

Za vsako sliko smo izvedli postopek normalizacije kontrasta in opazovali prisotnost vzorca ali druge posebnosti (slika 2). Opažanja smo zapisovali v Dnevnik_testov.xlsx, v posamezno vrstico, za vsako sliko posebej. Slike, na katerih so bili prisotni vzorci in/ali artefakti, smo posebej označili in dodali morebitne opombe (npr. pri testni sliki 2012-09-07-pred_kalibracijo-00000001.dcm smo zabeležil »DA + madež«, ki je viden tudi na sliki 2).

Kvalitativna analiza

Drugi del analize je zajemal meritve objektivnih mer digitalnih rentgenogramov; SNR, NPS in entropije. Meritev prevajalne funkcije modulacije (MTF – Modulation Transfer Function), in kvantnega izkoristka detekcije (DQE – Detective Quantum Efficiency) nismo opravili, saj nismo imeli ustreznega fantoma za merjenje MTF. Meritve MTF so namreč pogoj, da lahko izračunamo mero DQE.

S pomočjo programskega orodja MATLAB smo analizirali testne slike tako, da smo celotni sliki (3001×3001) odvzeli na vsaki strani 150 slikovnih elementov zaradi prisotnosti roba. Le-ta se je pojavil tako na slikah, narejenih na stativu kot na tistih, narejenih na preiskovalni mizi, ker je realna velikost slikovnega sprejemnika nekoliko večja kot njegova uporabna velikost.

Nato smo s samodejno nastavitvijo sredine in širine okna izboljšali kontrast slike z normalizacijo histograma in izračunali vsako mero posebej (SNR, NPS in entropijo). Pri tem smo upoštevali velikost slikovnih elementov sprejemnika (143 μm), iz katerih smo izračunali frekvenco vzorčenja, ob upoštevanju Nyquistovega izreka.

Vse statistične analize so bile narejene s programom IBM SPSS Statistics 22.

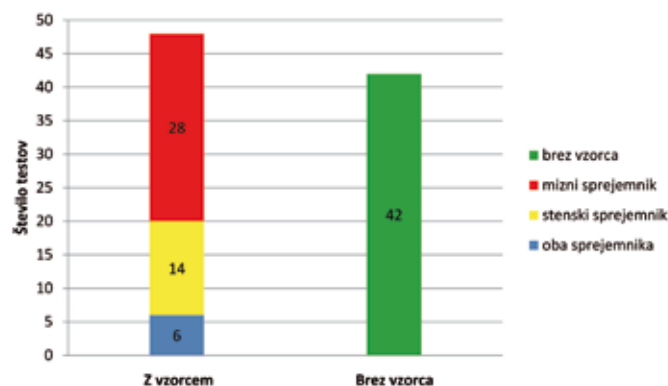
REZULTATI

Zbirka podatkov obsega 540 testnih slik, kar pomeni 90 opravljenih testov, po 6 slik na test (3 na stenskem in 3 na miznem slikovnem sprejemniku). Pri tem je bilo zaradi narave dela opravljenih 58 testov pred, 24 med in 8 po rednem delu na aparatu.

Opravljenih je bilo 7 rednih in 2 izredni kalibraciji, ki ju je opravil serviser aparata ob odpravljanju težav. Kalibracije so bile izvedene v različnih časovnih intervalih, tako da smo lahko ocenili tudi njihov vpliv na kakovost slik.

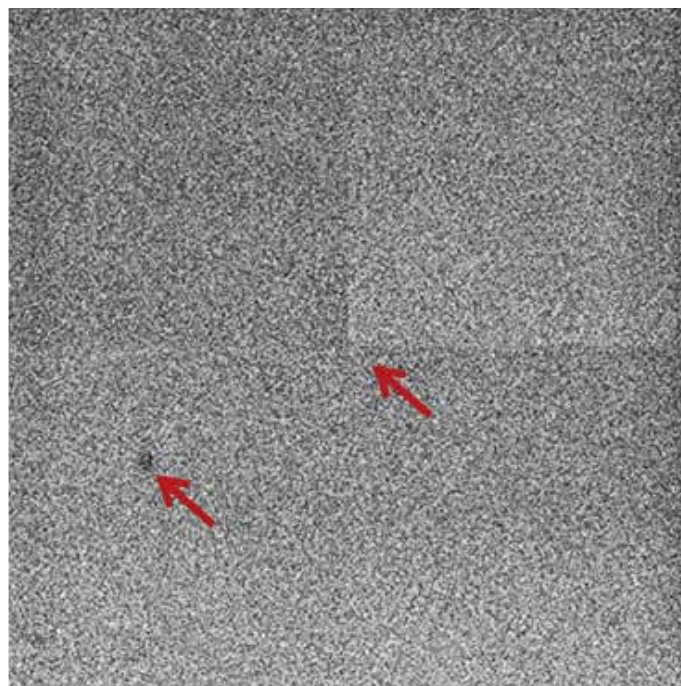
Rezultati vizualne analize

Pri 48 testih so bile prisotne nepravilnosti na slikah; pri 14 testih samo na stenskem sprejemniku, pri 28 samo na miznem in pri 6 na obeh, pri 42 testih pa nepravilnosti ni bilo (slika 3).



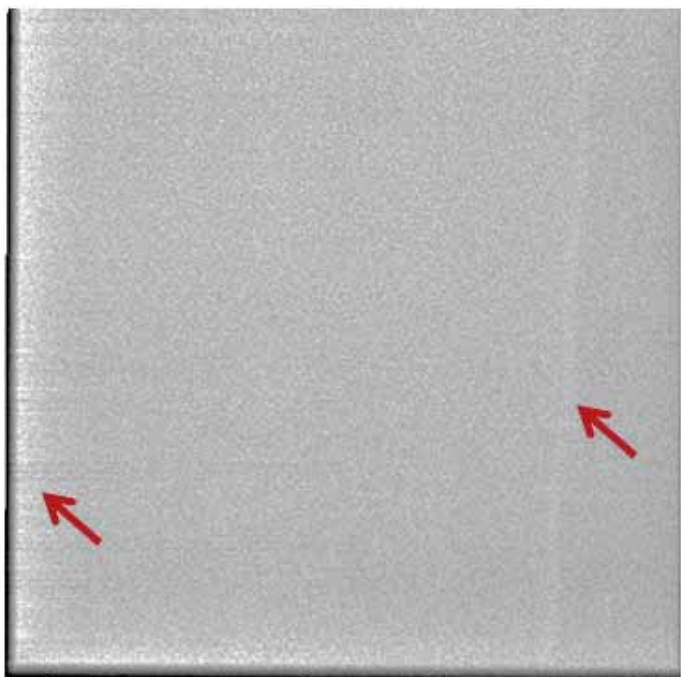
Slika 3: Število testov z in brez vzorca na slikah

Pri tem je potrebno poudariti, da se je pri slikah, narejenih na stenskem sprejemniku pojavljal vzorec »križa« in v spodnjem levem kvadrantu artefakt v obliki skupka »mrtvih slikovnih elementov« (slika 4).



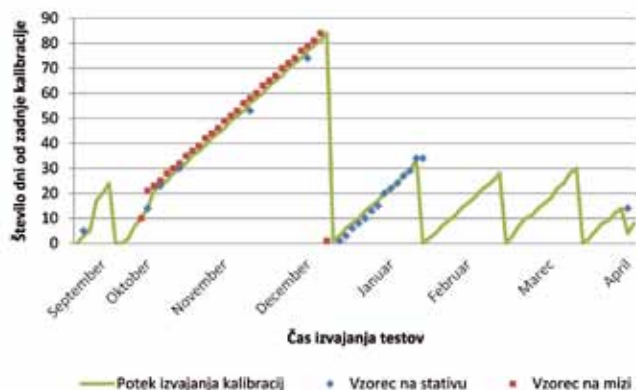
Slika 4: Testna slika stenskega slikovnega sprejemnika z vzorcem križa (desna puščica) in skupkom mrtvih slikovnih elementov (leva puščica)

Pri slikah, narejenih na miznem sprejemniku, se je na desni strani pojavljala vertikalna črta, in sicer v času od servisnega posega (in izredne kalibracije) do naslednje redne kalibracije (med 22. 10. 2012 in 9. 1. 2013). Pri nekaterih slikah so bile ob levem robu opazne tudi horizontalne črte, ki pa niso segale čez celo širino slike (slika 5).



Slika 5: Testna slika miznega sprejemnika z vzorcem vertikalne črte (leva puščica) in horizontalnimi črtami (desna puščica)

Ker kalibracija slikovnih sprejemnikov bistveno vpliva na kakovost slike (Philips, 2005; Korat in sod., 2009), smo porazdelitev vzorcev na slikah obravnavali tudi glede na čas od zadnje kalibracije. Na spodnjem grafu je prikazan potek kalibracij v času izvajanja testov in prisotnost vzorcev glede na čas kalibracije v obdobju med septembrom 2012 in aprilom 2013.



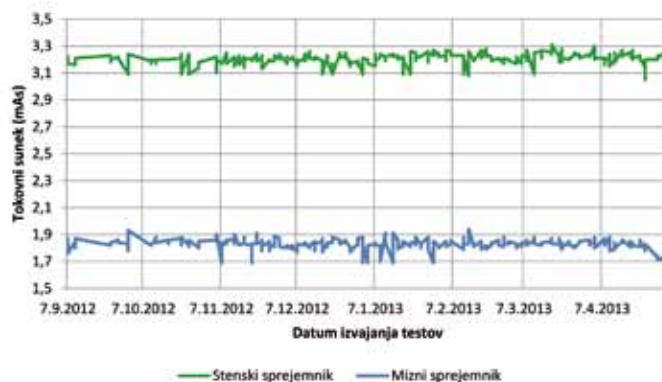
Slika 6: Prisotnost vzorcev glede na čas od zadnje kalibracije

Rezultati kvalitativne analize

S kvalitativno analizo smo spremljali delovanje avtomatske kontrole ekspozicije (AEC), dodatno pa smo preučevali, katere objektivne mere za kakovost slik lahko uporabljamo pri kvalitativni analizi rentgenskih slik. Pri statistični analizi smo uporabljali t-test za analizo razlik v kakovosti slik, narejenih na stenskem in tistih na miznem slikovnem sprejemniku ter linearno regresijo za ocenjevanje trendov. Pri tem smo se osredotočili na tri mere kakovosti slik (SNR, NPS in entropijo), katerih parametre smo lahko merili na testnih slikah.

Spremljanje avtomatske kontrole ekspozicije

S pravilnim delovanjem avtomatske kontrole ekspozicije zagotavljamo, da je ob enakih pogojih slikanja (anodna napetost in debelina ter gostota objekta) produkt toka in časa ali tokovni sunek enak oz. primerljiv.

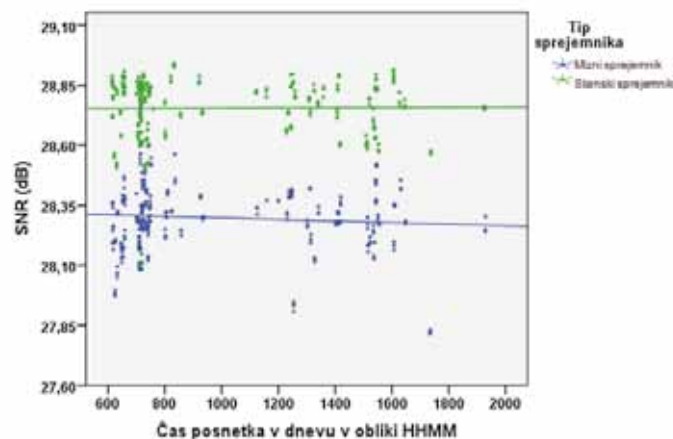


Slika 7: Delovanje AEC med izvajanjem testov

Glede na časovno odvisnost se meritve tokovnega sunka bistveno ne spreminjajo (slika 7). Razlika pa je glede na vrsto sprejemnika, saj smo pri miznem uporabili krajšo razdaljo med virom sevanja in sprejemnikom (110 cm) kot pri stenskem (150 cm).

Rezultati meritev razmerja med signalom in šumom

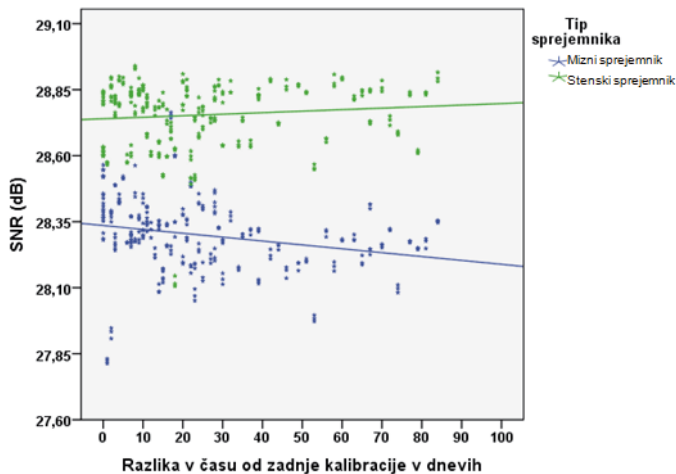
Rezultate meritev razmerja med signalom in šumom smo primerjali glede na različne odvisnosti: od časa posnetka v dnevu, razlike v času od zadnje kalibracije, tokovnega sunka, produkta doze in površine (DAP – Dose Area Product), vrste sprejemnika in prisotnosti vzorca. S statističnimi testi smo preverili statistično značilne trende rasti ali padanja rezultatov meritev in ugotavljali razliko med različnimi skupinami podatkov.



Slika 8: SNR v odvisnosti od časa posnetka v dnevu

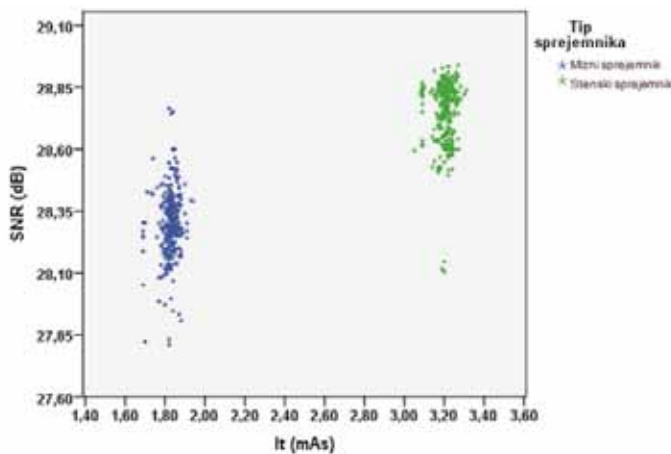
Iz slike 8 so nazorno razvidne tri skupine meritev (pred, med in po rednem delu), pri katerih je največji časovni razmik med

skupinama pred in med delom. Z modelom linearne regresije smo ocenili tudi odvisnost SNR od časa izvajanja meritev, kjer smo ugotovili, da sta koeficienta trenda v obeh primerih manjša od 0,001 in nista statistično značilna (β (stenski sprejemnik) = 4,844E-6, p (stenski sprejemnik) = 0,815; β (mizni sprejemnik) = -3,206E-5, p (mizni sprejemnik) = 0,160).



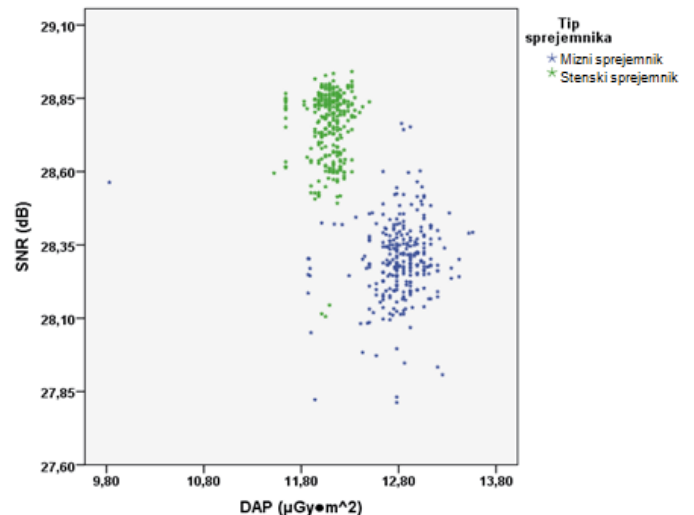
Slika 9: SNR v odvisnosti od razlike v času od kalibracije

Pri stenskem sprejemniku se s časom od zadnje kalibracije vrednosti SNR statistično značilno ne spreminjajo, saj koeficient trenda znaša 0,01 in ni statistično značilen ($p = 0,086$). Pri miznem sprejemniku pa je zaznati trend upadanja vrednosti SNR glede na čas od zadnje kalibracije. Koeficient trenda je -0,01 in je statistično značilen ($p < 10^{-3}$).



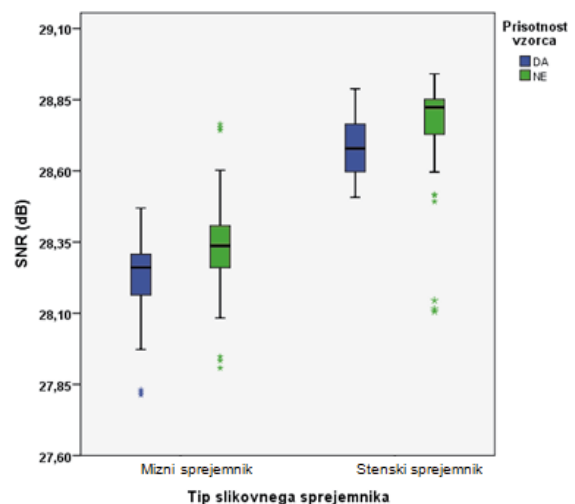
Slika 10: SNR v odvisnosti od tokovnega sunka

Rezultati analize odvisnosti med tokovnim sunkom in SNR so predstavljeni na sliki 10. Iz grafa sta očitno razvidni dve skupini meritev, ki pripadata različnim vrstama slikovnih sprejemnikov. Rezultati so posledica različnih razdalj med slikovnim sprejemnikom in virom sevanja (110 cm mizni, 150 cm stenski sprejemnik). Rang meritev tokovnega sunka znaša pri miznem sprejemniku 0,25 mAs, pri stenskem pa 0,26 mAs, kar pomeni, da so rezultati tokovnega sunka glede na slikovni sprejemnik kljub različni razdalji podobni. Ob isti napetosti (kV) in večjih vrednostih mAs je šum nekoliko višji pri slikah, narejenih na stenskem.



Slika 11: SNR v odvisnosti od produkta doze in slikovnega polja

Pri meritvah SNR v odvisnosti od produkta doze in slikovnega polja, merjene na rentgenski cevi aparata, je na slikah, narejenih na miznem sprejemniku zaznati večjo razpršenost meritev (rang(mizni sprejemnik) = 3,73; rang(stenski sprejemnik) = 0,98). Povprečje meritev DAP je statistično značilno višje (za 0,75 $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$) na slikah, ki smo jih naredili na miznem sprejemniku, vendar je na njih SNR povprečno manjši, kot na tistih, narejenih na stenskem, razlika pa ni statistično značilna ($p = 0,758$).



Slika 12: SNR v odvisnosti od prisotnosti vzorca glede na vrsto slikovnega sprejemnika

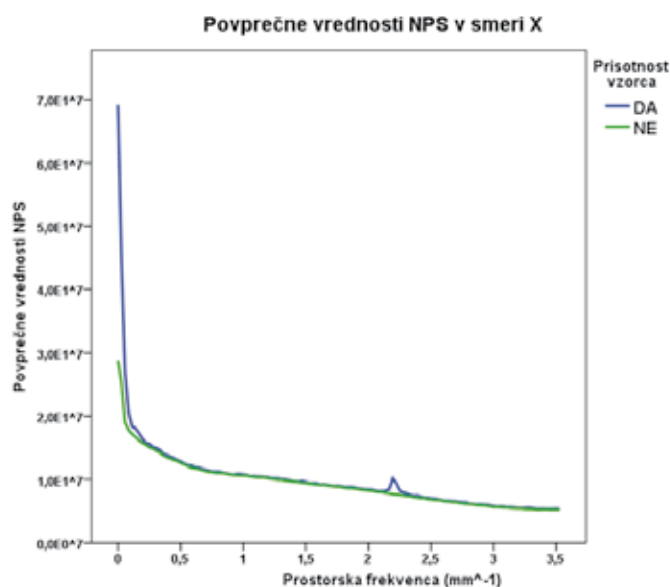
Glede na to, da smo testirali dva slikovna sprejemnika, smo s sliko 12 hoteli pokazati, kakšni so rezultati meritev SNR na slikah z in brez vzorca, narejenih na enem in drugem sprejemniku. Naredili smo dva ločena dvostranska t-testa za oba sprejemnika, pri tem pa ugotovili, da so razlike v rezultatih med slikami, narejenimi na miznem in stenskem sprejemniku statistično značilne ($p < 10^{-3}$). Iz grafa je razvidno, da je SNR na obeh skupinah slik višji tam, kjer ni prisotnega vzorca. V skupini slik z miznega sprejemnika je povprečje SNR z vzorcem $28,230 \pm 0,012$, brez njega $28,337 \pm 0,010$, pri tistih, s stenskega je v skupini z vzorcem nekoliko višji $28,681 \pm 0,012$, brez vzorca pa $28,777 \pm 0,009$. To pa pomeni, da prisotnost vzorcev na sliki

zniža SNR in bi lahko to mero uporabili kot eno izmed mer za detekcijo vzorcev na slikah.

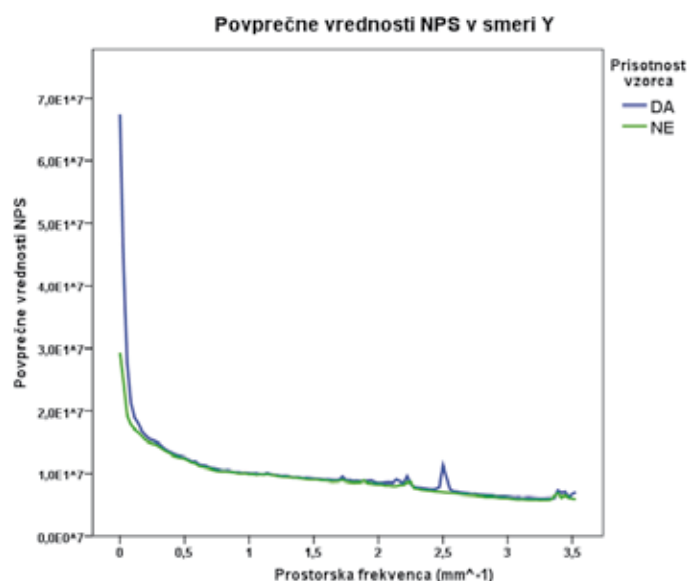
Enake analize smo naredili tudi z mero entropije. Ugotovili smo, da se entropija obnaša obratno sorazmerno s SNR. Zato so bili tudi rezultati analiz identični kot pri SNR. Lahko zaključimo, da tako SNR kot entropijo lahko uporabimo za mero prisotnosti šuma na slikah – večja entropija (ali manjše razmerje SNR) pomeni večjo prisotnost šuma.

Rezultati meritev močnostnega spektra šuma

Rezultate meritev NPS v odvisnosti od prostorske frekvence smo primerjali glede na prisotnost vzorca in vrsto slikovnega sprejemnika. Za primerjavo smo izrisali povprečne vrednosti NPS v X in Y smeri ter rezultate grafično primerjali.

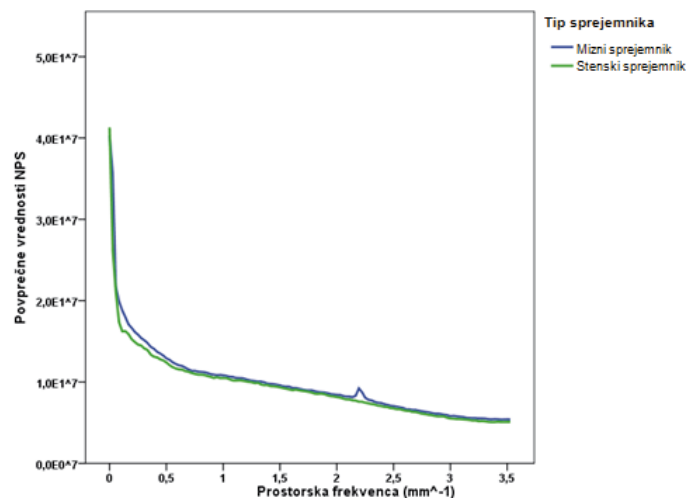


Slika 13: Povprečne vrednosti NPS v smeri X glede na prisotnost vzorca

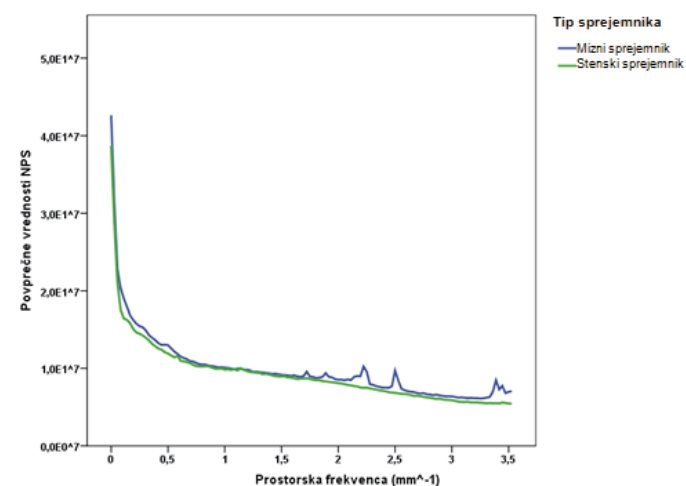


Slika 14: Povprečne vrednosti NPS v smeri Y glede na prisotnost vzorca

Na slikah 13 in 14 so nepravilnosti na slikah, na katerih so prisotni vzorci, vidne kot vrhovi ali zobci na krivulji povprečnih NPS vrednosti slik z vzorcem.



Slika 15: Povprečne vrednosti NPS v smeri X glede na vrsto slikovnega sprejemnika



Slika 16: Povprečne vrednosti NPS v smeri Y glede na vrsto slikovnega sprejemnika

Pri rezultatih povprečnih vrednosti NPS glede na vrsto slikovnega sprejemnika, v odvisnosti od prostorske frekvence tako v X kot v Y smeri ni opaznih bistvenih razlik (sliki 15 in 16). Posamezni vrhovi, ki se pojavijo na miznem sprejemniku, so posledica slik z vzorci, najbolj pa izstopajo na slikah v smeri Y.

RAZPRAVA

Iz rezultatov vizualne analize sklepamo, da so artefakti na slikah pogojeni s kalibracijo oz. s pravilnim in pravočasnim izvajanjem le-te. Prav tako so pri slikah z artefakti bistveno bolj prisotna odstopanja rezultatov uporabljenih mer kakovosti slik.

Pri rezultatih kvalitativne analize je bistvena ugotovitev ta, da je kakovost slik, narejenih na miznem sprejemniku manj stabilna, rezultati meritev v tej skupini bolj variirajo kot pri slikah s stenskega sprejemnika. Da ima mizni sprejemnik drugačne nastavitve, se opazi pri rezultatih meritev SNR in

entropije v odvisnosti od časa od zadnje kalibracije, tokovnega sunka, vrednosti DAP in prisotnosti vzorca glede na vrsto slikovnega sprejemnika.

SNR in entropija sta se spreminjali neodvisno od časa posnetka v dnevu, kar pomeni, da so se nepravilnosti na slikah pojavljale ne glede na to, kdaj je bil test izveden. SNR in entropija sta obratno sorazmerna; manjši kot je SNR, večja je entropija in obratno, kar potrjuje tudi Žibert (2013). Zato bi lahko entropijo predlagali kot ekvivalentno mero SNR za merjenje šuma na slikah.

Pri odvisnosti SNR od razlike v času od zadnje kalibracije je pri rezultatih s slik, narejenih na miznem sprejemniku prvih 10 dni opazen trend manjšega padanja, ki pa se, glede na naslednje dni po zadnji kalibraciji, umiri. Pri grafu SNR v odvisnosti od tokovnega sunka (mAs) sta opazni dve skupini meritev, ki sta posledici različne razdalje med sprejemnikom in virom sevanja. Sodeč po rangu podatkov sta skupini približno enako veliki.

Pričakovali bi, da večji ko je DAP, boljše je razmerje SNR (Tsai et al., 2008; Žibert, 2012), vendar se je, kot je prikazano na sliki 11, izkazalo za ravno obratno. DAP je pri slikanju na miznem sprejemniku večji, povprečni SNR pa manjši kot na stenskem. Prav tako je na slikah s stenskega sprejemnika razpršenost DAP (rang) glede na SNR večja.

SNR ali entropija kot samostojni meri podata zadovoljivo oceno delovanja slikovnega sprejemnika, vendar ne merita dveh pomembnih parametrov kakovosti slike: prostorske in kontrastne ločljivosti. Celovito oceno kakovosti slike poda samo mera DQE (Tsai et al., 2008; Žibert, 2012), vendar pri tem potrebujemo poseben fantom za določitev funkcije MTF, ki ga nismo imeli.

NPS kot samostojna mera kakovosti slike v odvisnosti od prostorske frekvence ni pokazala statistično značilnih razlik niti med slikovnimi sprejemnikoma niti prisotnostjo vzorca. Za posamezne vrhove na grafih, ki te meritve prikazujejo, pa predpostavljamo, da so posledica vzorcev na slikah.

ZAKLJUČEK

S tem raziskovalnim delom smo pokazali, da je na rentgenskem aparatu Philips DigitalDiagnost potrebno uvesti periodično kontrolo kakovosti slikovnih sprejemnikov in izvajati redno mesečno kalibracijo po že dogovorjenem načrtu. Slednja je pogoj za uspešno delo, manjšo dozno obremenitev pacientov in boljšo kakovost slike.

Da pa bi kontrolo kakovosti slikovnih sprejemnikov res uvedli v vsakdanjo prakso, bi bilo potrebno optimizirati njeno izvedbo do te mere, da bi iz testne slike lahko pridobili čim več pomembnih informacij. Ker je analiza in vrednotenje rezultatov zahtevno delo, bi bilo treba to delo avtomatizirati tako, da bi računalnik rentgenskega aparata po opravljenem testu sam izvedel potrebne analize kakovosti slik, uporabniku pa samo sporočil ali rezultati testa dosegajo zahtevano stopnjo kakovosti ali ne.

Ker takšna analiza kakovosti slik trenutno ni mogoča (vsaj ne rutinsko), je povsem smiselno, da se vizualno opazuje testne slike, tako da radiološki inženir na osnovi testne slike prilagaja sredino in širino okna (spreminja kontrast) ter že tako opazi napake in artefakte na sliki. Tako se lahko brez drugih postopkov analize kakovosti prepereči, da bi se nepravilnosti na testni sliki pojavile tudi na slikah, narejenih na pacientih.

ZAHVALA

Zahvaljujem se Maši Cvetković, dipl. inž. rad. tehnol. in Gregu Korošču, dipl. inž. rad., za pomoč pri izvajanju testov ter viš. pred., mag. Nejcu Mekišu, mag. inž. rad. tehnol., za pomoč pri statistični analizi in oblikovanju članka. Iskreno hvala vsem.

LITERATURA

Ayala R, Linares R in Garcia-Molla R (2009). MIQuaELa, Software for DQE Measuring in Digital Radiography/Mammography. In: World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, September 7–12, 2009, Munich, Germany. IFMBE Proceedings 25(2). London: Springer, 825–28.

Council Directive 2013/59/Euratom (2014). Official Journal of the European Union 57: 13–38.

Dobbins JT III (2000). Image quality metrics for digital systems. In: Van Metter R L, Beutel J, Kundel HL, eds. Handbook of medical imaging. Vol 1, Physics and Psychophysics. Bellingham: SPIE Press, 161–313.

Dobbins JT III (2001). Metrics for Measuring Image Quality. AAPM. <http://sandbox.aapm.org/meetings/2001AM/pdf/7251-25677.pdf> <12.12.2013>

Flynn JM and Samei E (1999). Experimental comparison of noise and resolution for 2k and 4k storage phosphor radiography systems. Med Phys 26 (8): 1612–23.

Korat S, Winkler D, Stankovič A, Bezjak M, Grobler B (2009). QA/QC ploščatih slikovnih sprejemnikov v digitalni radiologiji. V: Starc T, ur.: Zagotavljanje kakovosti v radiološki tehnologiji – Zbornik predavanj in povzetkov posterjev strokovnega seminarja Društva radioloških inženirjev Slovenije, Rogaška Slatina 15. in 16. maj 2009. Ljubljana: Društvo radioloških inženirjev Slovenije, 68.

Lyra EM, Kordolaimi SD, Salvara ALN (2010). Presentation of Digital Radiographic Systems and the Quality Control Procedures that Currently Followed by Various Organizations Worldwide. Sharjah: Bentham Open, 5–21.

Medič M, Žibert J, Mekiš N (2013). Uvod v digitalno radiografijo in kakovost slike. V: Radiološka tehnologija 1, učbenik za študente radiološke tehnologije. Ljubljana: Zdravstvena fakulteta, 141–92.

Nitrosi A, Bertolini M, Borasi G, Botti A, Barani A, Rivetti S, Pierotti L (2009). Application of QC_DR Software for Acceptance Testing and Routine Quality Control of Direct Digital

Radiography Systems: Initial Experiences using the Italian Association of Physicist in Medicine Quality Control Protocol. *J Digit Imaging* 22(6): 656–66.

Oakley J (2003). *Digital imaging: a primer for radiographers, radiologists, and health care professionals*. London: Greenwich Medical Media, 124–36.

PHILIPS MEDICAL Systems DMC GmbH (2005). *DigitalDiagnost system: Instructions for use*. Hamburg: Philips, 143, 177.

Tsai DY, Lee Y, Matsuyama E (2008). Information Entropy Measure for Evaluation of Image Quality. *J Digit Imaging* 21 (3): 338–47.

Zdešar U (2011). *Zaščita osebja pri delu z RTG. V: Usposabljanje iz varstva pred ionizirajočimi sevanji*, Ljubljana, 31.1.-2.2.2011. Zapiski predavanj. Ljubljana: Zavod za varstvo pri delu d.d., Center za fizikalne meritve, 36–43.

Žibert J (2012). Mere kvalitete medicinskih slik. V: Podobnik G, ur.: *Analogna in digitalna radiološka tehnologija: Zbornik predavanj in posterjev Kongresa Društva radioloških inženirjev Slovenije*, Ankaran 18. in 19. maj 2012. *Bilten* 29 (supl. 1): 5–9.

Žibert (2013). *Elektronsko gradivo iz predavanj Teorija procesiranja radiološkega signala na 2. stopnji študija Radiološke tehnologije. Elektronsko gradivo, predavanja*. Ljubljana: Zdravstvena fakulteta.

NAVODILA ZA PRIPRAVO IN OBLIKOVANJE ČLANKOV

Članek naj bo dolg **2500 besed** ($\pm 10\%$) in napisan v slovnično pravilnem slovenskem jeziku. Članek pišite v prvi osebi ednine (en avtor), v prvi osebi dvojine (dva avtorja) ali v prvi osebi množine (več avtorjev).

Oblikujte ga tako, da vključuje **naslov, povzetek, ključne besede, uvod, namen, metode dela, rezultate, razpravo, zaključek in literaturo**. Poglavlji uvod in namen sta lahko združeni, prav tako poglavji rezultati in razprava.

Za pisanje osnovnega besedila uporabite pisavo **Times New Roman, velikost črk 12 pik, z obojestransko poravnavo in razmikom med vrsticami 1,5 pik**. Med naslovom poglavja in besedilom naj bo en vrstični presledek, enako tudi med odstavki. Med koncem poglavja ali podpoglavja in naslovom novega poglavja in podpoglavja naj bo vrstični presledek dvojen.

Naslove poglavljev pišite s pisavo **Arial z velikimi pokončnimi krepkimi črkami velikosti 16 pik**, podpoglavij pa z isto pisavo, z **malimi pokončnimi krepkimi črkami velikosti 14 pik**.

Vsakemu naslovu ali podnaslovu poglavja sledi besedilo.

Avtorji so odgovorni za vse navedbe v svojih člankih.

Navajanje/citiranje literature v besedilu

V besedilu uporabite kombiniran (harvardsko-vancouvrski) način navajanja, kar pomeni navajanje priimka avtorja in letnico objave v oklepajih na koncu stavkov oz. odstavkov.

Primeri citiranja na koncu stavka oz. odstavka:

- samo en avtor (Žagar, 2006)
- dva avtorja (Adams in Smith, 2003)
- več slovenskih avtorjev (Ferbežar in sod., 2008)
- več tujih avtorjev (Griffiths et al., 2010)
- navajanje več del v enem stavku oz. odstavku (Decker, 2005; Silverman, 2006)
- v primeru, da izvirnika ne najdemo, navedemo sekundarnega avtorja (Novak, 2008, cit. po Podobnik, 2010); *(če je le mogoče, vedno poiščemo izvirnik, da preverimo podatke in citiramo izvirnik)*
- v primeru, da avtor ni naveden (glejte poglavje **Literatura**)

Primeri citiranja na začetku stavka oz. v stavku:

- Kellett (2002) priporoča ...
- Sim in Radloff (2008) navajata ...
- Brown (2004) definira ...
- Po priporočilih IPEM (2005) ...

Primer citiranja več del istega avtorja, ki jih je objavil v istem letu:

- (Decker, 2009a)
- (Decker, 2009b)

Primer citiranja Uradnega lista in zakonov:

- (Ur. l. RS, št. 19/2001)

Primer citiranja, ko je avtor članka/knjige organizacija:

- (The British Institute of Radiology, 2001)

Slikovno gradivo (tabele, grafi, sheme, slike)

Tabele

Naslov tabele naj bo jasen in kratek. Naslov napišite **nad** tabelo, z **velikostjo pisave 10 pik Times New Roman, krepko in z levo poravnavo**, brez pike na koncu. Tudi besedilo v tabeli naj bo napisano s črkami enake velikosti.

Primer:

Tabela 1: Natančnost laserskih označevalcev

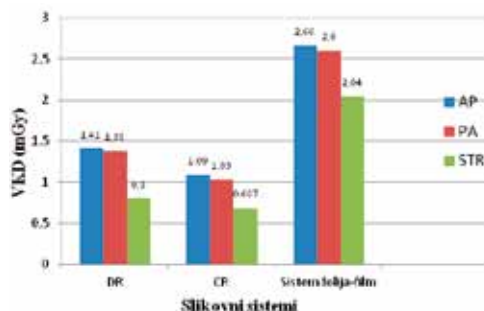
Laserski označevalec	Izmerjena vrednost (mm)	Dopustno odstopanje	
		spodnja meja (mm)	zgornja meja (mm)
notranji	1	-2	2
zunanjji	1	-2	2
sagitani	0	-2	2
koronarni	1	-2	2

Slike

Naslov slike napišite **pod** sliko, **velikost pisave 10 pik, Times New Roman, krepko, sredinska poravnava, brez pike na koncu**. Grafe označujte kot slike. V kolikor slike niso avtorske (vaše) je potrebno citirati vir oz. pridobiti dovoljenje za objavo od avtorja slik.

Primer:

Slika 1: Rentgenski aparat



Slika 2: Primerjava VKD pri slikanju glave z različnimi slikovnimi sistemi

Vse tabele in slike morajo biti omenjene v tekstu.

Naslov članka

Naslov članka zajema bistvo vsebine članka, zato naj bo jednat. Zapisan je v slovenskem in angleškem jeziku ter ne vsebuje več kot 15 besed. V naslovu ne uporabljajte kratic in simbolov. Napisan je s pisavo **Arial**, velikost črk **18 pik**, krepko, z velikimi črkami in sredinsko poravnavo.

Predstavitev avtorjev

Naslovu sledi **navedba avtorja/avtorjev** prispevka in sicer ime in priimek in mesto zaposlitve (organizacija, ulica, poštna številka, mesto) avtorja/avtorjev.

Kontakti avtor navede še okrajšan znanstveni in/ali strokovni naslov (npr. inž. rad.) ter svoje kontaktne podatke (elektronski naslov in telefonska številka), zapisane s pisavo **Times New Roman**, velikost črk **12pt**, krepko in z levo stransko poravnavo.

Povzetek

V povzetku na kratko predstavite vsebino prispevka, zato navajajte le bistvene podatke. Povzetek naj bo **strukturiran**, kar pomeni, da vsebuje **uvod, namen, metode dela, rezultate, razpravo in zaključke, enako kot celotni prispevek**. Napisan mora biti v slovenskem in angleškem jeziku. Povzetek naj **ne presega 250 besed**. Na koncu povzetka navedite še od **tri do šest ključnih besed** oz. besednih zvez, ki predstavljajo vsebino članka. Pri navajanju se izogibajte uporabi kratic in drugih simbolov. Navedite jih v slovenskem in angleškem jeziku in jih zapišite v novem odstavku na koncu povzetka.

Uvod

V uvodu predstavite obravnavano temo in na podlagi pregledane literature zapišite, kaj je na preučevanem področju že znanega.

Namen

Na osnovi opredeljenega problema in pregleda literature oblikujte raziskovalna vprašanja oz. hipoteze, ki jih boste v prispevku preverjali.

Metode dela

V tem poglavju navedite metode, s katerimi ste zbirali in obdelovali podatke in vaše rezultate tako, da bo raziskovalec za vami postopek lahko ponovil in primerjal svoje rezultate z vašimi. Opišite preučevani vzorec (značilnosti vzorca, npr. število meritev, število anketiranih) in potek raziskave (postopke zbiranja, merjenja, analize podatkov, pilotske raziskave, kje in kdaj je zbiranje podatkov potekalo). Če ste raziskavo opravljali na pacientih, mora biti v tem poglavju navedeno, da je bilo pridobljeno dovoljenje Komisije RS za medicinsko etiko. Navedeno mora biti tudi, da so bile osebe v raziskavi obveščene o njenem namenu in da so k njej prostovoljno pristopile. V članku ne sme biti takšnih podatkov o pacientih, ki bi lahko ogrožali zagotavljanje njihove pravice do zasebnosti.

Rezultati

Jasno in natančno predstavite rezultate, pridobljene z raziskavo in njihov glavni pomen glede na namen raziskave. Rezultate lahko predstavite v obliki besedila, tabel ali grafikonov. V primeru uporabe tabel in grafikonov se **nanje sklicujte v besedilu**.

Razprava

V tem poglavju pojasnite vrednost pridobljenih rezultatov. Kritično ocenite vrednost in pomen ugotovitev (poudarite pozitivne rezultate in morebitne pomanjkljivosti raziskave), do katerih ste prišli na podlagi rezultatov. Rezultate primerjajte z rezultati podobnih študij, ki ste jih navajali v uvodu. V razpravi rezultatov ne ponavljajte. Na podlagi pridobljenih rezultatov potrdite ali zavrnite postavljene hipoteze oz. razjasnite raziskovalna vprašanja.

Zaključek

Najprej navedite zaključke raziskave. Nato pojasnite, kaj ugotovitve pomenijo za področje radiološke tehnologije oz. tisto področje, ki ga v raziskavi obravnavate. Navedite tudi nerešena vprašanja in predlagajte ideje za morebitne raziskave, ki bi jih bilo potrebno narediti, da bi podrobneje osvetlile raziskovalni problem in dale veljavnost pridobljenim ugotovitvam.

Literatura

Literaturo navajajte **po abecednem vrstnem redu** priimkov avtorjev del. V primeru, da je navedenih več del istega avtorja, jih uredite glede na časovno zaporedje objav. Navajajte do vključno šest avtorjev. Če je prispevek napisalo več kot šest avtorjev, navedite prve tri, nato dodajte in sod. za domače oz. et al. za tuje avtorje. Literature ne številčite.

Primeri navajanja članka iz revije:

Priimek/ki avtorja/ev, začetnica imena (pri več imenih začetnice vseh imen brez pik) (leto objave). Naslov članka. Uradni skrajšani naslov revije letnik (številka): prva stran-zadnja stran.

- Smith T (2008). Evidence based medical imaging (EBMI). *Radiography* 14 (3): 233–7.
- Yelder J, Davis M (2009). Where radiographers fear to tread: Resistance and apathy in radiography practice. *Radiography* 15 (4): 345–50.

Primer navajanja članka iz suplementa revije:

Priimek/ki avtorja/ev, začetnica imena (pri več imenih začetnice vseh imen brez pik) (leto objave). Naslov članka. Priimek/ki urednika/ov, začetnica imena (pri več imenih začetnice vseh imen brez pik), ur. Uradni skrajšani naslov revije letnik (suppl. številka): prva stran-zadnja stran.

- Haclar B, Podobnik K (2012). Manj dodatnih slikanj z digitalno mamografijo? *Bilten* 29 (supl. 1): 24–7.

Primer navajanja članka iz zbornika referatov:

Priimek/ki avtorja/ev, začetnica imena (pri več imenih začetnice vseh imen brez pik) (leto objave). Naslov članka. V: Naslov zbornika. Kraj izdaje: Založba, prva stran-zadnja stran.

- Žager V (2009). KODAK 2000RT CR PLUS sistem v radioterapiji. V: Starc T, ur. : Zbornik predavanj in povzetkov posterjev strokovnega seminarja ob 55. letnici Društva radioloških inženirjev Slovenije, Rogaška slatina, 15. – 16. maj 2009. Ljubljana: Društvo radioloških inženirjev Slovenije, 55–6.

Primer navajanja knjige:

Priimek/ki avtorja/ev, začetnica imena (pri več imenih začetnice vseh imen brez pik) (leto objave). Naslov knjige. Izdaja. Kraj izdaje: Založba, prva stran-zadnja stran.

- Silverman D (2006). *Interpreting qualitative data*. 3rd ed. London: Sage, 20–52; 109–52.

Primer navajanja poglavja iz knjige:

Priimek/ki avtorja/ev, začetnica imena (pri več imenih začetnice vseh imen brez pik) (leto objave). Naslov poglavja. V: Urednik(-i), ur. Naslov knjige. Izdaja. Kraj izdaje: Založba, začetna stran-končna stran.

- Haus AG (1998). Film systems for radiotherapy imaging. V: Hazle JD, Boyer AL, eds. *Imaging in radiation therapy*. Madison: Medical Physics, 179–206.

Primeri navajanja, če je avtor članka/knjige organizacija:

Ime organizacije (leto objave). Naslov članka. Uradni skrajšani naslov revije letnik (številka): prva stran-zadnja stran.

Ime organizacije (leto objave). Naslov knjige. Izdaja. Kraj izdaje: Založba, začetna-končna stran.

- Food and Drug Administration (1996). Quality standards and certification requirements for mammography facilities (21CFR Part 900). *Federal Register* 61(65): 14870–84.
- The British Institute of Radiology (2001). Assurance of quality in the diagnostic imaging Department. 2nd ed. London: Cambrian Printers, 7–21.
- Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost (2010). Razširjeno poročilo o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti v Republiki Sloveniji leta 2009. Ljubljana: Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost, 94–132.

Primer navajanja Uradnega lista in zakonov:

Ime zakona (letnica objave). Uradna krajšava uradnega lista letnik (številka uradnega lista): prva stran-zadnja stran.

- Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (2004). *Ur List RS* 14 (102): 12306–37.
- Uredba o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih (2004). *Ur List RS* 14 (49): 6481–2.

Primer navajanja knjige, če je znan samo urednik:

Priimek/ka urednika/ov, začetnica imena (pri več imenih začetnice vseh imen brez pik), ur. (leto objave). Naslov knjige/članka. Izdaja. Kraj izdaje: Založba, prva stran-zadnja stran.

- Presser S, Rothgeb JM, Couper MP, eds. (2004). *Methods for testing and evaluating survey questionnaires*. New Jersey: John Wiley&Sons, 2–26.

Primer navajanja magistrske naloge, doktorske disertacije, diplomskega dela:

Avtor (leto objave). Naslov naloge. Magistrsko (doktorsko, diplomsko) delo. Kraj izdaje: Ustanova.

- Horvat CD (2001). *Radiobiologija – zdravljenje malignih obolenj s hkratnim obsevanjem in pregrevanjem*. Diplomsko delo. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo.

Primer navajanja, če avtor članka ni znan:

Naslov članka (leto objave). internetni naslov. <datum dostopanja do strani>

- Radiation Protection 136 (2004). http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/136_en.pdf. <5.7.2011>

Primer navajanja internetne strani:

Priimek/ka avtorja/ev, začetnica imena (pri več imenih začetnice vseh imen brez pik)/ime organizacije (leto objave). Naslov. Izdaja. Kraj objave. Elektronski naslov. <datum dostopanja do strani>

- ImPACT (2001). ImPACT Information Leaflet 1: CT scanner acceptance testing. London. <http://www.impactscan.org/download/acceptancetesting.pdf>. <24.4.2011>
- Agencija Republike Slovenije za okolje (2011). Radioaktivnost v okolju. Ljubljana. <http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/poro%C4%8Dila/poro%C4%8Dila%20o%20stanju%20okolja%20v%20Sloveniji/radioaktivnost.pdf>. <8.4.2011>

Oblika datoteke

Datoteko shranite s končnico .doc ali .docx (Microsoft Office – Word) in jo pošljite na elektronski naslov uredništva:

nejc.mekis@zf.uni-lj.si.

Urednik bo v stiku s kontaktnim avtorjem, ki je se je v primeru več avtorjev dolžan posvetovati z ostalimi soavtorji. Za morebitna vprašanja smo vam na voljo na elektronskem naslovu uredništva nejc.mekis@zf.uni-lj.si.



GE Healthcare

Zastopstvo: Carso d.o.o., Litostrojska cesta 46 A, 1000 Ljubljana

Edino isosmolalno jodirano rentgensko kontrastno sredstvo za intravaskularno in intratekalno uporabo.¹

Na temelju dokazov¹⁻¹⁹

ISOSMOLAR
VISIPAQUE™
(IODIXANOL)



Srčna tolerabilnost²⁻⁵



Ledvična tolerabilnost^{6-11,18,19}



Bolnikovo ugodje¹²⁻¹⁹

REFERENCE

1. Visipaque Summary of Product Characteristics February 2013
2. Davidson CJ *et al*. *Circulation* 2000; 101: 2172-7.
3. Harrison JK. *Am Heart J* 2004; 147: 613-14
4. Nie B *et al*. *Catheter Cardiovasc Interv* 2008; 72: 958-65.
5. Svensson A *et al*. *Acta Radiol* 2010; 51 (7): 722-6.
6. Mcloughlin P. *Cardiorenal Med* 2011; 1: 220-34.
7. Dong M *et al*. *J Nephrol* 2012; 25 (3): 290-301.
8. Aspelin P *et al*. *N Engl J Med* 2003; 348: 491-9.
9. Jo SH *et al*. *J Am Coll Cardiol* 2006; 48: 924-30.
10. Hernandez F, Mora L *et al*. *Rev Esp Cardiol* 2009; 62 (12): 1373-80.
11. Nguyen SA *et al*. *Radiology* 2008; 248: 97-105.
12. Mcloughlin PA *et al*. *BMC Med Imag* 2011; 11: 12.
13. Ozbulbul NI *et al*. *Coronary Artery Dis* 2010; 21:414-9
14. Verow P *et al*. *Brit J Radiol* 1995; 68: 973-8.
15. Palmers Y *et al*. *Eur J Radiol* 1993; 17: 203-9.
16. Justesen P *et al*. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1997; 20: 251-6.
17. Manka C *et al*. *Acta Radiol* 2003; 44: 590-6.
18. Tveit K *et al*. *Acta Radiol* 1994; 35: 614-8.
19. Klow NE *et al*. *Acta Radiol* 1993; 34: 72-7.

Visipaque 320 mg /ml raztopina za injiciranje

Sestava: Visipaque 320 mg /ml: 1 ml vsebuje 652 mg I, kar ustreza 320 mg joda/ml.

Terapevtske indikacije: Rentgensko kontrastno sredstvo za kardioangiografijo, cerebralno angiografijo (konvencionalno in i.a.DSA), periferno arteriografijo (konvencionalno in i.a.DSA), abdominalno angiografijo (i.a.DSA), urografijo, venografijo, CT - ojačanje, Lumbalna, torakalna in cervikalna mielografija.

Odmerjanje in način uporabe: Odmerjanje je lahko različno glede na tip preiskave, starost, telesno maso, delovanje srca in splošno stanje bolnika ter uporabljen tehniko. Zdravilo je namenjeno za intravensko, intra-arterijsko in intratekalno uporabo. Da bi zmanjšali potencialne neželeno učinke na najmanjšo možno mero, se celotnega odmerka 3,2 g joda ne sme prekoračiti.

Kontraindikacije: Preobčutljivost za zdravilno učinkovino ali katerokoli pomožno snov, manifestni hipertiroidizem, resne preobčutljivostne reakcije na zdravilo Visipaque v anamnezi.

Posebna opozorila in previdnostni ukrepi

Pri bolnikih s pozitivno anamnezo za alergijo, astmo ali neželene reakcije na jodirana kontrastna sredstva je potrebna posebna previdnost. Pred dajanjem kontrastnega sredstva in po njem je treba zagotoviti zadovoljivo hidracijo. To je še posebej pomembno pri: bolnikih z multiplemi mielomom, sladkorno boleznijo, disfunkcijo ledvic, kakor tudi pri dojenčkih, majhnih otrocih in starejših bolnikih. Previdnost je potrebna tudi pri bolnikih z resno srčno boleznijo in pljučno hipertenzijo, bolnikih z akutno cerebralno patologijo, tumorji ali epilepsijo v anamnezi, alkoholiki in narkomanih, pri bolnikih s paraproteinemijo.

Pri bolnikih s sladkorno boleznijo, ki se zdravijo z metforminom, pred intravaskularnim dajanjem jodiranega kontrastnega sredstva določiti serumsko raven kreatinina. Bolnik mora prenehati jemati metformin ob prejemu kontrastnega sredstva in ga ne sme ponovno začeti jemati najmanj 48 ur ali vse dokler serumska raven kreatinina oz. delovanje ledvic ni normalno. Previdnost je potrebna tudi pri bolnikih, ki imajo hude motnje delovanja ledvic ali jeter, miastenijo gravis, feokromocitom, hipertiroidizem, nodozno goščo ter pri nedonošenčkih.

Medsebojno delovanje z drugimi zdravili in druge oblike interakcij: Uporaba jodiranih kontrastnih sredstev lahko povzroči prehodno oslabilost ledvičnega delovanja, to pa lahko izzove laktatno acidozo pri sladkornih bolnikih, ki jemljejo metformin. Bolniki, ki so se manj kot dva tedna pred injekcijo ionskega kontrastnega sredstva zdravili z interferinom-2, so izpostavljeni povečanemu tveganju zapoznelih reakcij (gripi podobni znaki ali kožne reakcije). Vsa jodirana kontrastna sredstva lahko vplivajo na teste ščitnične funkcije, tako da je lahko sposobnost ščitnice za vezavo joda zmanjšana več tednov. Visoke koncentracije kontrastnih sredstev v serumu in urinu lahko vplivajo na laboratorijske preiskave za bilirubin, proteine ali anorganske snovi (n.pr. železo, baker, kalcij in fosfat).

Nosečnost in dojenje: Varnost uporabe tega zdravila med nosečnostjo pri ljudeh ni dokazana. Zdravila se v nosečnosti ne sme uporabljati, razen kadar je korist večja od tveganja in zdravnik presodi, da je preiskava nujno potrebna. Doječe matere lahko po prejemu jodiranega rentgenskega kontrastnega sredstva nemoteno nadaljujejo z dojenjem.

Vplivi na sposobnost vožnje in upravljanja s stroji

Prvih 24 ur po intratekalni preiskavi ni priporočljivo voziti avta ali upravljati stroje.

Neželeni učinki: **Intravaskularna uporaba:** Najbolj pogost neželen dogodek je blag, splošni občutek toplote ali mraza. Občutek toplote pri perferni angiografiji je zelo pogost, medtem ko se distalna bolečina pojavlja pogosto. Neprijeten občutek/bolečina v trebuhu je zelo redek in tudi gastrointestinalne reakcije kot slabost in bruhanje, so občasne. Preobčutljivostne reakcije se pojavljajo občasno in se večinoma manifestirajo kot blagi respiratorni ali kožni simptomi kot dispneja, izpuščaji, eritem, urtikarija, pruritus in angioedem. Pojavijo se lahko takoj po injekciji ali do nekaj dni kasneje. Pojavita se lahko hipotenzija ali vročina. Poročali so o hudih do toksičnih kožnih reakcijah. Hude oblike kot so laringalni edem, bronhospazem, pljučni edem in anafilaktični šok, so zelo redke. Anafilaktoidne reakcije se lahko pojavijo neodvisno od odmerka in načina dajanja. Vagalne reakcije, ki povzročajo hipotenzijo in bradikardijo, se pojavljajo v zelo redkih primerih. Srčne komplikacije so zelo redke, vključno z aritmijami, depresijo ali znaki ishemije. Jodizem ali "ionski mums" je zelo redka komplikacija pri uporabi jodiranih kontrastnih sredstev, ki ima za posledico otekanje in občutljivost žlez slinavk do 10 dni po preiskavi. Po jodiranih kontrastnih sredstvih je pogost manjši prehodni porast S-kreatinina, vendar običajno ni klinično pomemben. Odpoved ledvic je zelo redka. Vendar obstajajo poročila o smrtnih primerih pri skupini visoko rizičnih bolnikov. Nevrološke reakcije so zelo redke. Zajemajo lahko glavobol, omotico, napade ali prehodne motorične ali senzorične motnje. V zelo redkih primerih lahko kontrastno sredstvo prehaja krvno-možgansko bariero in se nabere v možganski skorji in je včasih povezano s prehodno zmedenostjo ali kortikalno slepoto. Lahko se pojavi hipertenzija. Post-flebografske tromboflebitis ali tromboza sta zelo redka. Spazem arterije lahko sledi injekciji v koronarne, cerebralne ali ledvične arterije in se konča s prehodno ishemijo. Poročajo o zelo omejenem številu bolečin v sklepih. **Intratekalna uporaba:** Lahko so zakasneli in se pojavijo nekaj ur ali celo dni po postopku. Glavobol ali omotica sta pogosta. Pri drugih neionskih jodiranih kontrastnih sredstvih so opazili draženje možganskih ovojnic, ki povzroča fotofobijo in meningizem ter neposreden kemični meningitis. Upoštevati je treba tudi možnost infekcijskega meningitisa. Podobno so v zelo redkih primerih pri drugih neionskih jodiranih kontrastnih sredstvih opazili pojav prehodne motnje delovanja možganov. Ta se kaže kot napadi, prehodna zmedenost ali prehodna motorična ali senzorična disfunkcija. Slabost in bruhanje sta pogosta. Na mestu injiciranja se lahko pojavita blaga lokalna bolečina in radikularna bolečina. Pojavijo se lahko tudi hudi respiratorni simptomi in znaki (vključno z dispnejo in nekardioogenim pljučnim edemom) ter kašelj.

Način in režim predpisovanja ter izdaje zdravila: Predpisovanje in izdaja zdravila je le na recept, zdravilo pa se uporablja samo v javnih zdravstvenih zavodih ter pri pravnih in fizičnih osebah, ki opravljajo zdravstveno dejavnost.

Imetnik dovoljenja za promet z zdravilom: GE Healthcare AS, Nycoveien 1-2, P.O. Box 4220 Nydalen, N-0401 Oslo, Norveška

Datum priprave informacije: november 2013.

Pred uporabo zdravila preberite celoten povzetek glavnih značilnosti zdravila.

VPQ-OG-201311-1

SIEMENS

Več zdravstvenih zgodb s srečnim koncem.

Siemensova tehnologija pomaga dati družinam odgovore, ki jih potrebujejo, ko jih potrebujejo.

www.siemens.si

Ko nekdo resno zboli, se spremeni zgodba njegovega življenja. S pomočjo inovativnih Siemensovih tehnologij se zdravstveni delavci povsod po svetu lahko učinkoviteje borijo z boleznimi. Pacientom in njihovim skrbnikom povečujejo možnosti, da se bo njihova zgodba končala s "srečno do konca dni".

Biograph mMR: ena naprava, dve hkratni preiskavi, izjemna kakovost slikanja

Izziv: Čim hitreje odkriti morebitno spremenjeno aktivnost celic in natančno določiti njihovo lokacijo v telesu.

Rešitev: Biograph mMR v eni napravi združuje dve vrsti diagnostičnega slikanja: magnetno resonanco, ki jasno pokaže fiziološke spremembe v tkivih, in PET (positron-emisijska tomografija), ki zazna presnovne spremembe.

Učinek: Dve različni preiskavi ali ena integrirana v enem aparatu, ena investicija, en prostor. Visoka kakovost slike in bolj natančna diagnoza. Višja učinkovitost storitve – za bolnika in za bolnišnico.

Magnetom Aera v Pediatrični kliniki

Izziv: Mali bolniki potrebujejo posebno skrb, pa tudi njim prilagojeno diagnostično opremo. Njihov utrip srca je hitrejši, težje in manj časa lahko zadržijo dih, manj časa so lahko pri miru. Vse to lahko vpliva na kakovost slike.

Rešitev: Siemens Magnetom

Aera je zmogljiv magnetno resonančni tomograf jakosti 1,5T, ki je zaradi velike (70 cm premera) in kratke (145 cm) odprtine še posebej primeren za slikovno diagnostiko otrok.

Učinki: Ostra, natančna slika pripomore k visoki natančnosti diagnoze. Ker je odprtina krajša in širša, je preiskava hitrejša in omogoča bolnikom več udobja.



Answers for life.



3. KONGRES

**DRUŠTVA RADIOLOŠKIH
INŽENIRJEV SLOVENIJE**

**KRANJSKA GORA
20. in 21. maj 2016**

