



glasilo Društva radioloških inženirjev Slovenije

VPLIV ŠTEVILA OBSEVALNIH POLOŽAJEV NA PARAMETRE INVERZNIH
BRAHITERAPEVTSKIH OBSEVALNIH PLANOV RAKA PROSTATE

VLOGA RADIOLOŠKIH INŽENIRJEV PRI PREPOZNAVANJU ZLOMOV
APENDIKULARNEGA SKELETA ZA POTREBE URGENTNE TRAVMATOLOŠKE
AMBULANTE

PRIMERJAVA OBSEVANOSTI PACIENTOV MED PANORAMSKIM SLIKANJEM IN
INTRALORALNIM SLIKANJEM STATUSA ZOB

letnik
34
številka
2
leto
2017

bilten

ISSN 1855-5136

Bilten: glasilo Društva radioloških inženirjev Slovenije
Bulletin: Newsletter of the Slovenian Society of Radiographers

Izdajatelj / Publisher:

Društvo radioloških inženirjev Slovenije
Slovenian Society of Radiographers

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 Marciuš

Naslov uredništva / Editorial office:

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 slovenskega jezika / Proofreader of Slovenian version:

Veronika Lipovec

Prevajalka in lektorica angleškega jezika / Translator and proofreader of English version:

Tina Levec

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

Naklada / Number of copies:

500 izvodov / 500 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

Revijo 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 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 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 drugi letošnji številki Biltena so trije izvorni znanstveni članki, dva iz področja diagnostične radiološke tehnologije in enega iz področja radioterapevtske tehnologije. V zadnjih dveh letih je bilo na uredništvo poslanih kar nekaj prispevkov, vendar bomo zelo veseli, če se bo v prihodnje še povečalo število člankov, saj bomo tako vsi informirani o novostih in raziskavah na našem področju in bomo tako še bolj uveljavili naš poklic.

DRI v letu 2018 organizira svoj četrti kongres, ki bo potekal od 25. do 26. maja v Zrečah. Upam, da ga boste obiskali v čim večjem številu.

Dovolite mi, da vam ob koncu koledarskega leta zaželim vesele praznike ter srečno in uspešno leto 2018.

Lep pozdrav,

*urednik Biltena
Nejc Mekiš*

radioterapevtska tehnologija**4**

Valerija Žager Marciuš, Sabina Androjna, Teja Lapornik, Primož Marolt

**VPLIV ŠTEVILA OBSEVALNIH POLOŽAJEV NA PARAMETRE INVERZNIH
BRAHITERAPEVTSKIH OBSEVALNIH PLANOV RAKA PROSTATE**

*THE EFFECT OF DWELL POSITIONS ON PARAMETERS IN INVERSE PLANNING OF PROSTATE
CANCER BRACHYTHERAPY*

diagnostična radiološka tehnologija**11**

Martina Nezman, Maja Pohar Perme, Andrej Čretnik, Tina Starc

**VLOGA RADIOLOŠKIH INŽENIRJEV PRI PREPOZNAVANJU ZLOMOV APENDIKULARNEGA
SKELETA ZA POTREBE URGENTNE TRAVMATOLOŠKE AMBULANTE**

*THE ROLE OF RADIOGRAPHERS IN THE DETECTION OF APPENDICULAR SKELETON IN
THE ACCIDENT AND EMERGENCY DEPARTMENT*

diagnostična radiološka tehnologija**17**

Rebeka Viltušnik, Nejc Mekiš

**PRIMERJAVA OBSEVANOSTI PACIENTOV MED PANORAMSKIM SLIKANJEM IN
INTRALORALNIM SLIKANJEM STATUSA ZOB**

DOSE COMPARISON BETWEEN PANORAMIC IMAGING AND FULL MOUTH SERIES

VPLIV ŠTEVILA OBSEVALNIH POLOŽAJEV NA PARAMETRE INVERZNIH BRAHITERAPEVTSKIH OBSEVALNIH PLANOV RAKA PROSTATE

THE EFFECT OF DWELL POSITIONS ON PARAMETERS IN INVERSE PLANNING OF PROSTATE CANCER BRACHYTHERAPY

Valerija Žager Marcuš^{1,2}, Sabina Androjna¹, Teja Lapornik², Primož Marolt³

¹ Onkološki inštitut Ljubljana, Sektor za radioterapijo, Oddelek za teleradioterapijo, Zaloška cesta 2, 1000 Ljubljana

² Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Oddelek za radiološko tehnologijo, Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana

³ Onkološki inštitut Ljubljana, Sektor za radioterapijo, Oddelek za brahiradioterapijo, Zaloška cesta 2, 1000 Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: dr. Valerija Žager Marcuš, univ. dipl. org., dipl. inž. rad. E-mail naslov: vzager@onko-i.si / valerija.zager@zf.uni-lj.si

Prejeto/Received: 20.6.2017

Sprejeto/Accepted: 4.9.2017

POVZETEK

Uvod: Brahiradioterapija (BRT) je eden izmed načinov zdravljenja raka prostate, kjer sta glede na hitrost doze najbolj uveljavljeni tehniki z visoko (high dose rate – HDR) in nizko hitrostjo doze (low dose rate – LDR). Pred časom se je poleg HDR v Sloveniji uporabljala tudi tehnika s pulzno hitrostjo doze (pulse dose rate – PDR), ki pa se od slednje ne razlikuje le v hitrosti doze, temveč tudi v številu obsevalnih položajev radioaktivnega vira ¹⁹²Ir.

Namen: Namen raziskave je bil primerjati obsevalna načrta, narejena na podlagi HDR in PDR protokolov pri istem bolniku. Zanimalo nas je ali se obsevalna načrta z različnim številom položajev, velikostjo vira in razmiki med viri v aplikatorju razlikujeta v pokritosti tarčnega volumna in dozi na kritične organe.

Metode dela: V raziskavo je bilo vključenih 20 bolnikov z rakom prostate, zdravljenih z brahiradioterapijo. Pri vsakem bolniku sta bila narejena dva obsevalna načrta. Prvi je bil narejen na podlagi PDR protokola za načrtovanje BRT raka prostate, pri drugem načrtu pa smo uporabili HDR protokol. Podatke smo pridobili iz baze sistema ARIA. Statistično analizo smo izvedli v računalniškem programu IBM SPSS Statistics 21.0 in statistično značilnost ocenili pri p-vrednosti $p = 0,05$. Uporabili smo Kolmogorov-Smirnov, Wilcoxonov in parni t-test. Med seboj smo primerjali parametre dozno volumskega histograma.

Rezultati in razprava: Izvedeni statistični testi potrjujejo, da obstajajo statistično značilne razlike med protokoloma načrtovanja HDR in PDR za parametre D2cc mehurja, D1 uretre ter D100 in V100 planirnega tumorskega volumna (PTV), medtem ko razlike med protokoloma pri parametrih D1cc in D2cc danke, ter D90 PTV ne kažejo statistično značilnih razlik.

Zaključek: Prišli smo do zaključka, da se obsevalna protokola za načrtovanje obsevanja s spremenjenim številom položajev vira v aplikatorju razlikujeta v pokritosti tarčnega volumna in dozi na kritične organe. Obsevalni načrt po HDR protokolu se je izkazal za boljši način načrtovanja obsevanja, saj bolje pokrije tarčni volumen. Kljub višjim dozam na kritične organe, le-te ostajajo znotraj dovoljenih omejitev.

Ključne besede: Brahiterapija, rak prostate, inverzno planiranje, obsevalni položaji, PDR, HDR

ABSTRACT

Introduction: Brachyradiotherapy is one of the options in prostate cancer treatment, with the two usable techniques, HDR (high dose rate) and LDR (low dose rate). Another technique, called PDR (pulse dose rate), was also practiced at the Institute of Oncology Ljubljana in recent years, which differs from HDR not only in dose rate, but also in the activity of the source ¹⁹²Ir and the number of dwell positions.

Purpose: The purpose of this research was to compare and evaluate irradiation treatment plans based on the two major methods, HDR and PDR. The study aimed to establish the indications, similarities and differences between both competitive techniques which differ in the number of dwell positions, representing extreme ends of the spectrum with respect to target volume coverage and critical organ dose in radiation therapy.

Methods: The sample included 20 patients, treated with brachyradiotherapy. For each patient two observational irradiation treatment plans with planning system Aria were developed, one with HDR and the other one with PDR planning protocol. Additionally, statistical analysis of the measurements in program IBM SPSS 21.0 was performed, comparing the techniques with paired Kolmogorov-Smirnov and Wilcoxon's paired t-test.

Results and discussion: The results of the study show some statistical differences between HDR and PDR planning protocols, taking into consideration the following parameters of DVH (dose volume histogram): D2cc bladder, D1 urethra, D100 and V100 planning target volume. On the other hand, there are no statistically significant differences in parameters D1cc and D2cc rectum and in D90 planning target volume between the techniques.

Conclusion: The research findings confirm the differences between PDR and HDR with different number of dwell positions in some parameters of DVH and the advantage of HDR technique, which still remains the gold standard in brachytherapy.

Key words: Brachytherapy, prostate cancer, inverse planning, dwell positions, PDR, HDR

UVOD

Karcinom prostate je najpogostejši rak pri moških v Sloveniji (Žakelj, 2015). Incidenca pri nas in po svetu raste zaradi staranja prebivalstva, predvsem pa zaradi zgodnje diagnostike raka s PSA-testom. Dejavniki tveganja so starost, rasa, hormonski vplivi in dednost. Več kot 95% karcinomov prostate predstavlja adenokarcinom, medtem ko so ostale vrste tumorjev redke (Kragelj in sod., 2009; Hamstra in Ray, 2012).

Brahiterapija (BRT) je eden izmed načinov zdravljenja raka prostate in se večinoma uveljavlja v kombinaciji skupaj s teleradioterapijo (Yoshioka et al., 2014). Prednost brahiterapije pred teleradioterapijo je v konformni razporeditvi doze glede na tarčni volumen. Zaradi fiksnega odnosa med tumorskim volumnom in vodili vira sevanja je varnostni rob lahko zanemarljiv in bistveno manjši kot pri teleradioterapiji. V primerjavi s teleradioterapijo je porazdelitev doze bolj heterogena, v tarčnem volumnu največja, izven njega pa ostreje zamejena. To zagotavlja manjšo poškodbo zdravih tkiv v okolici tumorja (Fras, 2004).

V BRT uporabljamo zaprte vire različnih aktivnosti, ki določajo hitrost doze in je razdeljena v štiri skupine:

1. BRT z nizko hitrostjo doze (angl. low dose rate, LDR), ki znaša med 0,4–2 Gy/h,
2. BRT s srednjo hitrostjo doze (angl. medium dose rate, MDR), ki znaša med 2–12 Gy/h,
3. BRT z visoko hitrostjo doze (angl. high dose rate, HDR), ki znaša 12 Gy/h in več,
4. BRT s pulzno hitrostjo doze (angl. pulse dose rate, PDR), kjer je doza izsevana z velikim številom manjših frakcij, ti pa si sledijo v kratkih presledkih, kar posnema neprekinjeno obsevanje z nizko hitrostjo doze, navaja Fras (2004).

Za BRT prostate sta se v zadnjem času uveljavili predvsem tehniki LDR in HDR. Prva temelji na trajno vstavljenih radioaktivnih virih, kot so paladijeva (^{103}Pd) in jodova (^{125}I) zrna. HDR se uporablja skupaj z izvorom ^{192}Ir idij preko afterloading naprave. Le-ta omogoča avtomatizirano polnjenje predhodno vstavljenih nosilcev virov sevanja (Morton in Hoskin, 2013; Butler in Merrick, 2016; Lee, 2004).

Pred leti se je na Onkološkem inštitutu v Ljubljani za brahiterapevtsko zdravljenje raka prostate uporabljala tehnika PDR. Le-ta se je za intersticijsko zdravljenje povsem opustila, še vedno pa se izvaja v sklopu intrakavitarne brahiterapije pri ginekoloških rakih, predvsem za področje materničnega vratu. Trenutno je za obsevanje raka prostate v uporabi izključno tehnika HDR.

Tehniki PDR in HDR se med seboj razlikujeta predvsem v hitrosti doze. Poleg različnega biološkega učinka na zdrava tkiva in tarčo, ki nastane kot posledica različne hitrosti doze, se tehniki razlikujeta še po številu položajev virov v aplikatorju in razmikom med njimi (v načrtovalnem sistemu označen kot step size) ter po velikosti vira. Razlike med obema načinoma so prikazane v Tabeli 1 (Fras, 2004; Mazon et al., 2002; IAEA, 2013; Clark, 2016).

Tabela 1: Razlike med PDR in HDR

	PDR	HDR
hitrost doze [Gy/h]	0,4–2	≥ 12
aktivnost [Ci]	1	10
step size [cm]	0,3	0,5
velikost vira [mm]	0,5 × 0,5 mm v kapsuli 0,9 × 2,9 mm	0,6 × 3,5 mm v kapsuli 0,9 × 4,5 mm

NAMEN

Namen raziskave je bil primerjati obsevalna načrta, narejena na podlagi HDR in PDR protokolov z inverznim načrtovanjem obsevanja pri istem bolniku. Zanimalo nas je ali se obsevalna načrta z različnim številom položajev, velikostjo vira in razmiki med viri v aplikatorju razlikujeta v pokritosti tarčnega volumna in dozi na kritične organe.

Predvidevali smo, da se bosta obsevalna načrta, narejena po protokolih za HDR in PDR, razlikovala v pokritosti tarčnega volumna in dozi na kritične organe.

H0: Obsevalna načrta, izdelana na podlagi HDR in PDR protokola se med seboj ne razlikujeta.

H1: Obsevalna načrta, izdelana na podlagi HDR in PDR protokola se med seboj razlikujeta.

MATERIALI IN METODE

Zajem podatkov

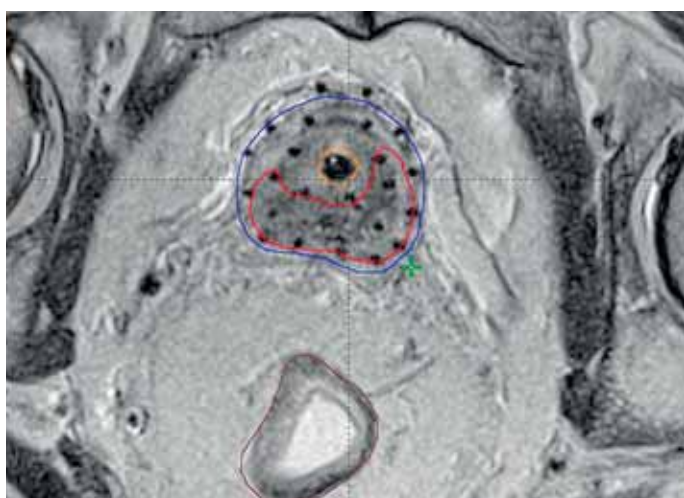
V raziskavo smo vključili podatke 20 naključno izbranih obsevalnih načrtov bolnikov z rakom prostate, zdravljenih z BRT, ki smo jih označili s številkami od 1 do 20. Podatke smo zbirali od novembra 2015 do marca 2016 in jih pridobili iz baze sistema ARIA, programa Brachyvision verzije 10.1, na računalniških enotah načrtovalnice radiofizikov BRT oddelka Onkološkega inštituta v Ljubljani. Za zajem numeričnih podatkov smo pridobili ustrezna dovoljenja vodstva radioterapevtskega oddelka in obenem nismo posegali v etično področje o zaščiti bolnikovih podatkov. Uporabili smo deskriptivno metodo dela in pregled strokovne literature.

Postopek izdelave obsevalnega načrta

Proces BRT zdravljenja se začne z implantacijo igel (slika 1) preko fiksirane matrike pod nadzorom transrektalnega ultrazvoka in magnetnoresonančnega slikanja (MRI). Narejene so sekvence fast recovery fast spin echo (T2 FRFSE) space debeline 1 mm za rekonstrukcijo aplikatorjev in fast spin echo (FSE) debeline 3,9 mm za vrisovanje tarče in okoliških tkiv. Zdravnik radioterapevt na transverzalne reze slik FSE vriše PTV (planirani tarčni volumen), ki predstavlja le prostato brez dodatnih robov, in kritične organe (angl. organs at risk, OAR), mehur in danko, kjer je obrisana skrajno zunanja mukozna stena. Pri uretri se za vrisovanje upošteva zunanja površina Foleyvega katetra z dodanim robom, da se z gotovostjo zajame celotna sečnica (Kovács et al., 2005). Slika 2 predstavlja MR T2 obteženo FSE sliko z vrisano tarčo in kritičnimi organi v okolici. Opisani potek velja za oba načina, tako za HDR, kot za PDR in se izvaja v programu BrachyVision,

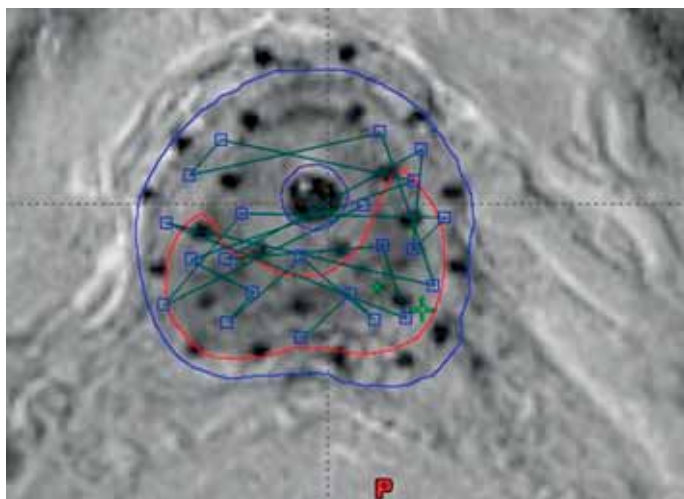


Slika 1: Vstavljene igle v prostati



Slika 2: Vrisan PTV in OAR na T2 FSE obteženi MR sliki (sliki vir: OI Ljubljana)

proizvajalca Varian (ZDA), v katerem poteka tudi postopek načrtovanja. Rekonstrukcijo aplikatorjev naredijo fiziki in dozimetristi oddelka za radiofiziko BRT oddelka Onkološkega inštituta v Ljubljani, v skladu z veljavnimi protokoli ter je bila za namen raziskave nespremenjena. Enako velja za določitev pozicij v aplikatorjih, položaj prve pozicije in bazalnih točk. Bazalne točke se geometrično določi kot težišča vseh možnih trikotnikov, katerih oglišča predstavljajo sosednje aplicirane



Slika 3: Bazalne točke (vir: OI Ljubljana)

igle, navaja Bownes s sodelavci (2012) in so prikazane na sliki 3. Obsevalni načrt normaliziramo na 118 % predpisane doze, na bazalne točke, kar izhaja iz Pariškega dozimetričnega sistema (Pötter et al., 2002).

Za namen raziskave smo na podlagi optimiziranega HDR kliničnega načrta naredili simulacijo novih obsevalnih načrtov z uporabo HDR in PDR inverznih protokolov za načrtovanje obsevanja. Ta se izvede z nastavitvijo omejitev za PTV in OAR, računalniški algoritem pa namesto ročnega prilagajanja optimizira čase zadrževanja vira v določeni poziciji (De Boeck et al., 2014).

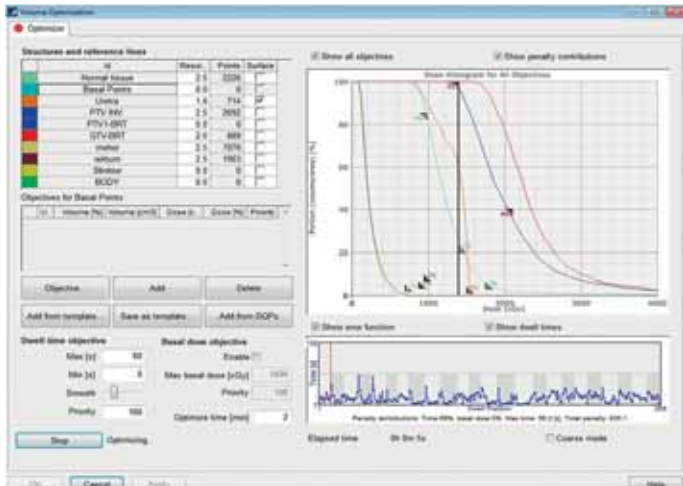
Kot posledico krajšega vira smo spremenili število pozicij v aplikatorju, kar nam je omogočalo zmanjšanje razmika med posameznimi pozicijami iz 5 na 3 mm. V postopku inverznega načrtovanja smo spremenili tudi čas maksimalnega zadrževanja vira v posamezni poziciji iz HDR protokola (23 sekund), na PDR protokol (60 sekund), zaradi manjše aktivnosti PDR vira in z namenom, da zmanjšamo dozo na površino ter tako preprečimo nekrozo tkiva. Funkcijo glajenja, s katero želimo zmanjšati variabilnost med posameznimi časi zadrževanja vira med sosednjimi pozicijami, smo pri PDR protokolu načrtovanja povečali glede na HDR protokol. Razlog za povečanje so manjši viri in posledično večja razdalja med viri v vstavljenih iglah, kar omogoča konformnejšo izodozno razporeditev.

Čas optimizacije načrtovanja smo zaradi relevantnosti raziskave in glede na izkušnje načrtovalcev pri obeh načinih nastavili na 15 minut. Ta je približno dvakrat daljši, kot pri klinični uporabi HDR protokola načrtovanja zaradi večjega števila pozicij vira sevanja pri PDR protokolu načrtovanja. Večje število pozicij podaljša čas optimizacije zaradi povečanega števila kombinacij izračuna časa zadrževanja vira v posameznih pozicijah.

Tabela 2 prikazuje omejitve, ki smo jih upoštevali pri izdelavi obsevalnega načrta. Prikazuje, kolikšen volumen tarče mora prejeti določeno dozo (gross tumor volume - GTV, PTV) oz. kolikšna je še sprejemljiva doza za OAR (danka, mehur, sečnica). Črki L (lower) in U (upper) označujeta spodnjo in zgornjo mejo za doseganje kriterijev plana. Pri optimizaciji v RTPS Eclipse se pomembnost tarčnih volumnov oz. OAR vrednoti s t.i. utežjo; tarčni volumni in OAR z višjo utežjo imajo prednost in jih smatramo za pomembnejše, kot tiste z nižjo utežjo.

Tabela 2: Omejitve pri inverznem planiranju (vir: OI Ljubljana)

HDR 14 Gy	Volumen	Doza	Obtežitev
GTV-BRT L	100%	100%	200
GTV-BRT L	40%	150%	200
PTV INV L	100%	100%	200
PTV INV L	40%	150%	200
normalno tkivo L	85%	9,8 Gy	100
normalno tkivo U	3%	17,5 Gy	100
normalno tkivo U	20%	14 Gy	100
danka U	1cc	8 Gy	100
danka U	2cc	7,5 Gy	100
dehur U	2cc	6,6 Gy	100
sečnica	1%	15 Gy	100



Slika 4: Uporabniški vmesnik pri inverznem načrtovanju (vir: OI Ljubljana)

Slika 4 prikazuje uporabniški vmesnik optimizatorja načrtovalnega sistema Brachyvision, v katerem se z računalniškim algoritmom preračunavajo najbolj optimalni časi zadrževanja vira v določeni poziciji.

Tabela 3 prikazuje dozne omejitve za OAR in priporočila pokritosti PTV Onkološkega inštituta v Ljubljani. Glede na podane vrednosti tolerančnih mej smo ocenili ustreznost pridobljenih obsevalnih načrtov.

Tabela 3: Priporočila za pokritost PTV in dozne omejitve za OAR (vir: OI Ljubljana)

PTV 1	V90 > 95% V100 > 90% D90 > 100% D100 > 70%
mehur D2cc	7,4 Gy (PDR) in 6,7 Gy (HDR)
danka D2cc	9,4 Gy (PDR) in 8,5 Gy (HDR)
danka D1cc	9,5 Gy (PDR) in 8,8 Gy (HDR)
sečnica	110% izodoza izven uretre

Iz obsevalnih načrtov smo pridobili podatke o dozi na OAR in pokritosti PTV za oba obsevalna načrta. Na podlagi parametrov DVH je bilo tako mogoče preveriti in oceniti, kateri načrt je optimalnejši v smislu zagotavljanja ustrezne doze v tarči in čim nižje doze v OAR.

Domnevali smo, da bo pri večjem številu obsevalnih položajev (uporaba PDR protokola za načrtovanje) obsevalni načrt ustrežnejši, saj je možno ustvariti takšno porazdelitev doze, kjer se predpisana doza bolje prilagaja obliki tarče.

Med seboj smo primerjali obsevalna načrta za istega bolnika glede na parametre DVH:

- PTV: D_{90} , D_{100} , V_{100}
- Mehur: D2cc (2cm³), D1cc (1cm³),
- Danka: D2cc (2cm³), D1cc (1cm³),
- Sečnica: D1cc (1cm³).

D_{90} – doza, ki pokriva 90% PTV

D_{100} – doza, ki pokriva 100% PTV

V_{100} – odstotek volumna PTV, ki ga pokriva predpisana izodoza

D2cc predstavlja minimalno dozo, ki jo prejme 2 cm³ najbolj obsevanega področja

D1cc predstavlja minimalno dozo, ki jo prejme 1 cm³ najbolj obsevanega področja, navajajo Lee (2004), Hoskin et al. (2013) in RCR (2012).

Statistična analiza

Statistično analizo smo izvedli s pomočjo računalniškega programa IBM SPSS Statistics 21.0 in statistično značilnost ocenili pri običajni stopnji tveganja 5%. Za obdelavo podatkov smo uporabili osnovne statistične teste Shapiro Wilk test za preverjanje normalnosti porazdelitve podatkov ter parni t-test v primeru normalno razporejenih podatkov, v nasprotnem primeru pa Wilcoxonov test dveh vzorcev.

REZULTATI

Rezultate smo predstavili grafično (graf z ročaji) in s tabelami, posebej za tarčni volumen in kritične organe.

PTV

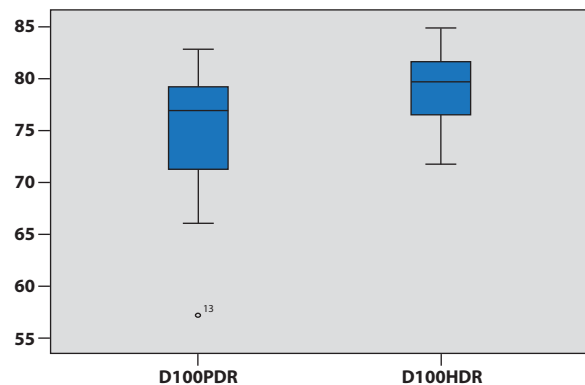
Pri PTV smo preverjali parametre D_{90} , D_{100} in V_{100} . Za vse smo izračunali osnovno statistiko, ki jo lahko razberemo iz tabele 4:

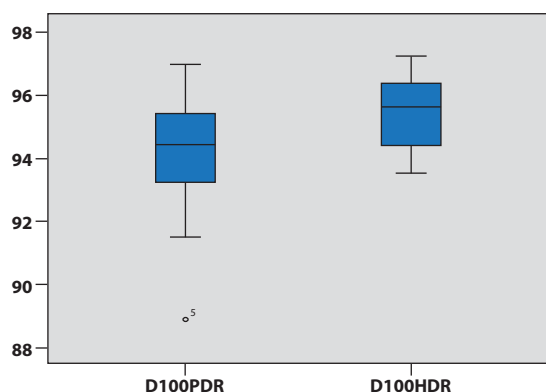
Tabela 4: Povprečja in standardni odklon za parametre PTV (D90, D100, V100)

		Povprečje ± SD	p-vrednost
D90 [%]	PDR	103,43 ± 1,80	0,127
	HDR	104,01 ± 1,05	
D100 [%]	PDR	74,94 ± 6,63	0,002
	HDR	79,04 ± 3,86	
V100 [%]	PDR	94,10 ± 1,85	0,001
	HDR	95,47 ± 1,10	

Opombe: SD = standardni odklon, p – statistična pomembnost

Parni t-test s p-vrednostjo 0,127 dokaže, da ne obstajajo statistično značilne razlike med PDR in HDR odvisnima parametra D_{90} .





Slika 5: Grafikon z ročaji, levo parameter D_{100} in desno V_{100}

Pri parametru D100 je Wilcoxonov test zavrnil ničelno hipotezo in potrdil statistično značilne razlike med vzorcema ($p = 0,002$), enako smo ugotovili tudi s parnim t-testom pri parametru V_{100} ($p = 0,001$).

Mehur

V tabeli 5 so prikazani izračuni povprečja in standardnega odklona pri parametru za oceno prejete doze na mehur – D2cc.

Tabela 5: Povprečja in standardni odklon za parametre mehurja D2cc

		Povprečje (Gy) ± SD	p-vrednost
D2cc [cGy]	PDR	652,03 ± 65,79	0,003
	HDR	664,93 ± 69,29	

Opombe: SD = standardni odklon, p – statistična pomembnost

T-test potrdi statistično značilne razlike pri parametru D2cc PDR in HDR načina ($p = 0,003$).

Danka

Tabela 6 prikazuje izračunano povprečje in standardni odklon pri parametrih za oceno prejete doze na danka – D1cc in D2cc.

Tabela 6: Povprečja in standardni odklon za parametre danke (D1cc, D2cc)

		Povprečje (Gy) ± SD	p-vrednost
D1cc [cGy]	PDR	657,75 ± 92,1	0,291
	HDR	661,86 ± 90,30	
D2cc [cGy]	PDR	575,75 ± 85,18	0,383
	HDR	579,93 ± 82,73	

Opombe: SD = standardni odklon, p – statistična pomembnost

Izvedena statistična parna t-testa ne pokažeta statistično značilnih razlik med parametroma obeh tehnik.

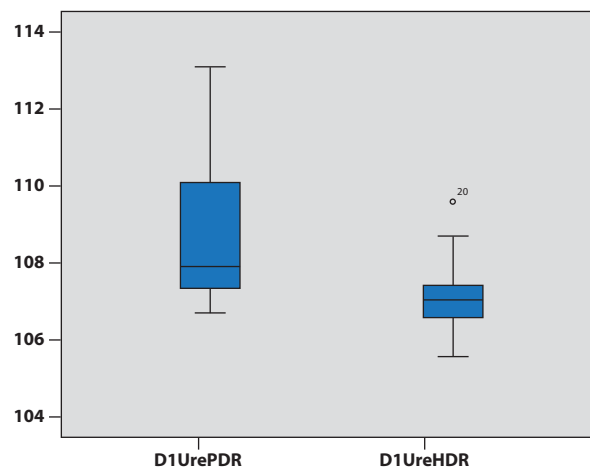
Sečnica

Tabela 7 prikazuje izračunano povprečje in standardni odklon pri parametru D1 za oceno prejete doze na sečnico.

Tabela 7: Povprečja in standardni odklon za parametre sečnice D1

		Povprečje (Gy) ± SD	p-vrednost
D1 [%]	PDR	108,67 ± 1,85	$p < 10^{-3}$
	HDR	107,10 ± 0,95	

Opombe: SD = standardni odklon, p – statistična pomembnost



Slika 6: Grafikon z ročaji, parameter D1

S pomočjo Wilcoxonovega testa dveh vzorcev smo potrdili statistično značilno razliko med parametroma ($p < 10^{-3}$), kar vidimo že na sliki 6 na grafikonu z ročaji.

RAZPRAVA

V raziskavi smo s t-testom in Wilcoxonovim testom dveh vzorcev potrdili, da obstajajo statistično značilne razlike med protokoloma PDR in HDR za načrtovanje obsevanja za nekatere DVH parametre: D2cc mehurja, D1 uretre, D_{100} in V_{100} PTV, medtem ko protokola glede na parametra D1cc in D2cc danke ter PTV D_{90} ne kažeta statistično značilnih razlik.

Čeprav smo zaradi več pozicij radioaktivnega izvira ^{192}Ir pri uporabi PDR protokola načrtovanja pričakovali boljše pokritost tarčnega volumna (PTV) za parametre D_{90} , D_{100} in V_{100} , se izkaže, da smo z uporabo HDR protokola načrtovanja zajeli večji delež tumorske tarče glede na vse 3 zgoraj navedene kriterije. Najverjetneje lahko razlog pripišemo računalniškemu algoritmu, ki zaradi večjega števila pozicij pri uporabljenem PDR protokolu načrtovanja v nastavljenem času optimizacije ne uspe optimalno korigirati in prilagoditi časov zadrževanja vira v aplikatorju. To lahko bolje storimo v istem časovnem intervalu pri uporabi HDR protokola za inverzno načrtovanje z manj pozicijami.

Po drugi strani bi sicer lahko PDR protokol za načrtovanje obsevanja opredelili za boljšega, saj ima v povprečju manjšo dozo na kritične organe v bližini tarče in jih manj dozno obremenjuje, a s tem izgubimo na pokritosti tarče, kar je namen brahiterapevtskega zdravljenja. Kljub nekoliko višji dozi na OAR pri uporabi HDR protokola, slednje še vedno ne presegajo dovoljenih tolerančnih mejnih vrednosti, obenem pa dosegajo ali celo presegajo standarde pokritosti tumorja, ki jih narekujejo najnovejše smernice (Hoskin et al., 2013; Cendales et al., 2015; Yang et al., 2015). Strokovnjaki širom

sveta so si tako še vedno enotni, da HDR, poleg LDR tehnike, ostaja zlati standard pri brahiterapevtskem zdravljenju raka prostate zaradi svojih karakteristik hitrega in učinkovitega pristopa (Hannoun-Lévi in Pieffert, 2014). Kljub temu, da se morda zdi 50% ustreznih načrtov glede na vse ocenjene parametre nekoliko nizka številka, lahko svojo kakovost dela na oddelku za brahiradioterapijo Onkološkega inštituta v Ljubljani opravičijo z dejstvom, da imajo dozne omejitve za OAR postavljena strožja merila, kot jih priporočajo mednarodna priporočila. Tako pripomorejo k nižji obsevanosti kritičnih organov in boljši kvaliteti življenja bolnikov.

V osmih primerih smo pri obeh obsevalnih načrtih odkrili vsaj en parameter, ki ni izpolnjeval vseh priporočil za pokritost PTV in doznih omejitev za OAR. Pri štirih primerih pa opazimo neustrezne vrednosti parametrov bodisi pri PDR ali HDR protokolu načrtovanja. Razlog za neustrezen načrt je največkrat parameter D2cc mehurja, pri čemer je presežena dovoljena doza na omenjen organ, a je obenem potrebno poudariti, da do tega pride zaradi izjemno nizko postavljenih doznih omejitev. Pri štirih optimiziranih obsevalnih načrtih je vzrok premajhna pokritost PTV (D100), zanimivo pa je, da se pojavlja le pri uporabi PDR protokola za načrtovanje, medtem ko je bila prisotna presežena doza na mehur pri PDR in HDR protokolih.

Pričakovali bi, da bo v obsevalnih načrtih, kjer nismo dosegli zahtevanih priporočil zaradi manjše pokritosti PTV posledično tudi doza na OAR nekoliko nižja. To se je izkazalo le pri parametrih D1cc, D2cc za danko, doze na mehur pa so še vedno ostale na meji dovoljenih vrednosti ali pa so jih celo presegle. Štiri plane, pri PDR protokolu načrtovanja, kjer nismo dosegli zahtevanih priporočil, smatramo za neustrezne, ker 110 % izodoza ni bila pomaknjena izven uretre. Opazimo tudi, da so to v večini primerov tisti načrti, katerih PTV ni optimalno pokrit.

V prihodnje bi bilo smotrno poleg števila pozicij v aplikatorju vključiti tudi faktor biološkega učinka in s tem raziskati dobre lastnosti PDR tehnike. Ta združuje prednosti tehnike HDR (varnost pred sevanjem za osebje, fleksibilnost planiranja in izodozno optimizacijo) z boljšim radiobiološkim učinkom LDR metode, ki omogoča čas za popravilo tako zdravih kot tumorskih tkiv (Davidson et al., 2009; Swift et al., 1997). PDR, kot bolj frakcionirano metodo, ki ima manjšo verjetnost za predoziranje normalnih tkiv okoli tarčnega volumna poudarjajo tudi Visser in sodelavci (1996), a obenem menijo, da je razlika med slednjo in HDR izredno majhna. Do drugačnih zaključkov so v svoji študiji o dozah na OAR in njihovih bioloških učinkih prišli strokovnjaki iz Poljske (Skowronek et al., 2010), in sicer, da naj bi uporaba tehnike HDR namesto PDR zmanjšala fizikalno in obenem biološko dozo na kritične organe.

ZAKLJUČEK

V raziskavi smo želeli raziskati ali se protokola PDR in HDR načrtovanja obsevanja s spremenjenim številom pozicij vira v aplikatorju pri brahiterapiji raka prostate razlikujeta glede na DVH parametre. Ugotovili smo, da obstajajo statistično pomembne razlike med protokoloma, PDR sicer dosega nižjo dozo na kritične organe, a ima hkrati tudi slabšo pokritost tarčnega volumna, zato lahko z gotovostjo trdimo, da so v naši študiji HDR plani kvalitetnejši, saj kljub višji dozi na kritične organe le te še vedno ostajajo v okvirjih dovoljenih vrednosti. Visok odstotek obsevalnih načrtov, kjer so bile izpolnjene vse zahteve priporočil za pokritost PTV in doznih omejitev za OAR potrjuje kvalitetno delo na brahiradioterapevtskem oddelku Onkološkega inštituta v Ljubljani, ki deluje povsem primerljivo s svetovnimi standardi. Poudariti moramo, da načrti, izdelani v namen raziskave kljub dobrim rezultatom z inverznim načrtovanjem niso popolnoma optimizirani in jih je mogoče ročno izboljšati ter tako s človeškim faktorjem popraviti računalniško napako, na čemer tudi temelji protokol, ki ga uporabljamo na tem oddelku. Kljub relativno majhnemu vzorcu smo z rezultati zadovoljni, hkrati pa smo s tem nakazali smernico za prihodnje raziskave s številčnejšim vzorcem.

LITERATURA

- Bowens P, Richardson C, Lee C (2012). Brachytherapy. In: Sibtain A, Morgan A, MacDougall N, eds. *Physics for Clinical Oncology*, Oxford: Oxford University Press, 176.
- Butler WM, Merrick GS (2016). Focal prostate brachytherapy with 103Pd seeds. *Phy Medica* 32 (3):464.
- Cendales R, Alwers E, Cifuentes J et al. (2015). High-dose-rate brachytherapy delivered in two fractions as monotherapy for low-risk prostate cancer. *J Contemp Brachyther* 7:10–6.
- Clark T. HDR Delivery Systems. <http://jpkc.fimmu.com/fszlx/2-14/12Brachytherapy.pdf> <7.1.2016>
- Davidson SE, Hendry JH, West CM (2009). Point: Why choose pulsed-dose-rate brachytherapy for treating gynecologic cancers?. *Brachytherapy* 8:269–72.
- De Boeck L, Beliën J, Egyed W (2014). Dose optimization in high-dose-rate brachytherapy: A literature review of quantitative models from 1990 to 2010. *Oper Res Health Care* 3:80–90.
- Fras AP (2004). Razvoj in uporaba brahiterapije. *Onkologija/pregledi* 8:49–51.
- Hamstra AD, Ray EM (2012). Cancers of the Genitourinary Tract. In: Khan MF, Gerbi JB, editors. *Treatment Planning in Radiation Oncology*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 502–22.
- Hannoun-Lévi JM, Pieffert D (2014). Dose rate in brachytherapy using after-loading machine: Pulsed or high-dose rate?. *Cancer/Radiother* 18:437–40.
- Hoskin PJ, Colombo A, Henry A et al. (2013). GEC/ESTRO recommendations on high dose rate afterloading brachytherapy for localised prostate cancer: An update. *Radiother Oncol* 107:325–32.
- IAEA, Radiation Protection of Patients (RPOP) - Radiation Safety in Brachytherapy (2013). https://rpop.iaea.org/RPOP/RPOP/Content/InformationFor/HealthProfessionals/2_Radiotherapy/RadSafetyBrachytherapy.htm <7.1.2016>

Kovács G, Pötter R, Loch T et al. (2005). GEC/ESTRO-EAU recommendations on temporary brachytherapy using stepping sources for localised prostate cancer. *Radiother Oncol* 74:137–48.

Kragelj B, Borštnar S, Sedmak B. *Urogenitalni raki* (2009). V: Novaković S, editor. *Onkologija; Raziskovanje, diagnostika in zdravljenje raka*. 1.izd. Ljubljana: Mladinska knjiga Založba, d.d., 346–52.

Lee WR (2004). Permanent Prostate Brachytherapy: The Significance of Postimplant Dosimetry. *Rev Urol* 6:S49–S56.

Mazon J, Scalliet P, Van Limbergen E, Lartigau E (2002). Radiobiology of Brachytherapy and the Dose-Rate Effect. http://www.estro.org/binaries/content/assets/estro/about/gec-estro/handbook-of-brachytherapy/e-4-23072002-radiobiology-print_proc.pdf <7.1.2016>

Morton GC, Hoskin PJ (2013). Brachytherapy: Current status and future strategies – can high dose rate replace low dose rate and external beam radiotherapy? *Clin Oncol* 25(8): 474–482

Pötter R, Van Limbergen E, Wambersie A (2002). Dose and Volume Specification. In: Gerbaulet A, Pötter R, Mazon JJ, Meertens H, Van Limbergen E, eds. *The GEC ESTRO Handbook of Brachytherapy*, Leuven: ACCO, 177.

Skowronek J, Malicki J, Piotrowski T (2010). Values of biologically equivalent doses in healthy tissues: Comparison of PDR and HDR brachytherapy techniques. *Brachytherapy* 9:165–70.

Swift PS, Purser P, Roberts LW, Pickett B, Powell CB, Phillips TL (1997). Pulsed low dose rate brachytherapy for pelvic malignancies. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 37:811–7.

The Royal College of Radiologists – RCR (2012). Quality assurance practice guidelines for transperineal LDR permanent seed brachytherapy of prostate cancer. London: The Royal College of Radiologists, 7. Dostopno tudi na: [https://www.rcr.ac.uk/system/files/publication/field_publication_files/BFCO\(12\)4_QA_prostate.pdf](https://www.rcr.ac.uk/system/files/publication/field_publication_files/BFCO(12)4_QA_prostate.pdf) <10.1.2016>

Visser AG, Van den Aardweg GJM, Levendag PC (1996). Pulsed dose rate and fractionated high dose rate brachytherapy: Choice of brachytherapy schedules to replace low dose rate treatments. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 34:497–505.

Yang G, Strom TJ, Wilder RB et al. (2015). Dosimetric coverage of the prostate, normal tissue sparing, and acute toxicity with high-dose-rate brachytherapy for large prostate volumes. *Int Braz J Urol* 41:435–41.

Yoshioka Y, Suzuki O, Otani Y, Yoshida K, Nose T, Ogawa K (2014). High-dose-rate brachytherapy as monotherapy for prostate cancer: technique, rationale and perspective. *J Contemp Brachytherapy* 6:91–8.

Žakelj MP, ed. (2015). *Rak v Sloveniji 2012*. Ljubljana: Onkološki inštitut Ljubljana, Epidemiologija in register raka, Register raka Republike Slovenije, 44.

http://www.onko-i.si/fileadmin/onko/datoteke/dokumenti/RRS/LP_2012.pdf <16.1.2016>

VLOGA RADIOLOŠKIH INŽENIRJEV PRI PREPOZNAVANJU ZLOMOV APENDIKULARNEGA SKELETA ZA POTREBE URGENTNE TRAVMATOLOŠKE AMBULANTE

THE ROLE OF RADIOGRAPHERS IN THE DETECTION OF APPENDICULAR SKELETON IN THE ACCIDENT AND EMERGENCY DEPARTMENT

Martina Nezman¹, Maja Pohar Perme², Andrej Čretnik¹, Tina Starc³

¹ Univerzitetni klinični center Maribor, Radiološki oddelek, Ljubljanska ulica 5, 2000 Maribor

² Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Inštitut za biostatistiko in medicinsko informatiko, Vrazov trg 2, 1000 Ljubljana

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

Korespondenca/Correspondence: Tina Starc MSc. diagn. rad. tehn. E-mail naslov: tina.starc@zf.uni-lj.si

Prejeto/Received: 06.11.2017

Sprejeto/Accepted: 7.12.2017

IZVLEČEK

Uvod: Red dot system (RDS) – sistem rdeče pike, je sistem, pri katerem radiološki inženirji na rentgenogramih, narejenih za potrebe travmatološke urgentne ambulante z rdečo piko (ali kako drugače) označijo, da na njem vidijo (ali pa menijo, da vidijo) prisotnost nepravilnosti.

Namen: Namen raziskave je bil ugotoviti stopnjo natančnosti, občutljivosti in specifičnosti prepoznavanja in označevanja nepravilnosti na rentgenogramih apendikularnega skeleta.

Metode dela: Šest radioloških inženirjev je po sistemu RDS ocenilo 1560 rentgenogramov apendikularnega skeleta, ki so bili narejeni za potrebe urgentne travmatološke ambulante. Iste rentgenogramе je nato ocenil tudi nadzorni specialist kirurg. Radiološki inženirji predhodno niso imeli nobenega dodatnega izobraževanja, ki bi zajemalo prepoznavanje nepravilnosti na rentgenogramih.

Rezultati in razprava: Povprečna natančnost ocen radioloških inženirjev je bila v primerjavi z ocenami nadzornega zdravnika 96,1% (standardna deviacija –SD 3,3%). Občutljivost ocenjevanja je bila v povprečju 86,7% (SD 13,2%), povprečna specifičnost ocenjevanja 98,1% (SD 2,2%), pozitivna napovedna vrednost 93,8% (SD 8,4%), negativna napovedna vrednost pa 96,9% (SD 3,3%). Radiološki inženirji z delovno dobo več kot 25 let so ocenjevali točneje (97,8%) kot radiološki inženirji z delovno dobo do treh let (94,4%). Ujemanje ocen z ocenami nadzornega zdravnika je bilo zmerno do zelo močno (povprečni koeficient kappa 0,88, SD 0,11), z najnižjim koeficientom kappa 0,72 in najvišjim 0,98.

Zaključek: Radiološki inženirji bi lahko sodelovali kot pomoč pri predhodnem razvrščanju pacientov glede na nujnost obravnave v urgentni ambulanti, kot tudi v pomoč mlajšim zdravnikom v urgentnih ambulantah, ki pri svojem delu še niso pridobili izkušenj pri prepoznavanju nepravilnosti na rentgenogramih.

Gljučne besede: sistem rdeče pike (red dot system – RDS), shema radioloških inženirjev za zaznane nepravilnosti (radiographer abnormality detection scheme – RADS), predhodno mnenje radiološkega inženirja (radiographer opinion form – ROF), natančnost, občutljivost in specifičnost prepoznavanja zlomov.

ABSTRACT

Introduction: The system of detection and marking of abnormalities (fractures) on X-ray images to assist traumatology emergency outpatient clinics was introduced in the United Kingdom in 1981 under the name of "A Red Dot System" (RDS). It was introduced as an additional tool for proper interpretation of X-ray images, especially for young physicians, who worked at the emergency outpatient clinics. The system is based on voluntary and in places even obligatory system of cooperation among radiographers, who are required to complete postgraduate training prior to successfully passing the necessary examinations.

Purpose: The aim of the study was to establish the level of accuracy, sensitivity, specificity of the detection and marking of abnormalities on X-ray images of appendicular skeleton by the participating radiographers, employed at the Department of Radiology, University Medical Centre Maribor the results were compared with studies conducted in the countries where the RDS system is used in everyday practice.

Methods: During a 4-month period, 6 radiographers assessed 1560 X-ray images of appendicular skeleton by using the RDS. The same images were also assessed as the "golden standard" by the supervising specialist surgeon. Different aspects of diagnostic skills, such as accuracy, sensitivity, specificity, PPV and NPV were examined. The level of agreement was calculated with the "golden standard" (kappa coefficient) along with individual above-mentioned diagnostic parameters for radiographers with up to 3 years and more than 25 years of work experience. Radiographers had no previous additional training on the detection and marking of abnormalities on X-ray images.

Results: The average accuracy of assessment made by radiographers in comparison to the "golden standard" was 96.1% (SD 3.3%). The average sensitivity was 86.7% (SD 13.2%), mean specificity of estimation was 98.1% (SD 2.2%), PNV was 93.8% (SD 8.4%), and NPV was 96.9% (SD 3.3%). Radiographers with more than 25 years of work experience reached higher levels of accuracy (97.8%; 95% CI) compared to those with only up to three years of work experience (94.4%, 95% CI). The agreement of assessment among the participating radiographers and the supervising physician was moderate to very high (mean coefficient kappa 0.88, SD 0.11), the lowest coefficient kappa being 0.72 and the highest 0.98.

Discussion and conclusion: The results of estimated diagnostic parameters were comparable with the "golden standard". We believe that additional undergraduate and postgraduate targeted training is necessary to further improve the radiographers' detection and marking skills. Radiographers with such knowledge would be of great assistance in categorizing patients regarding the level of emergency at an emergency outpatient clinic. At the same time, young physicians could use such a system at emergency outpatient clinic to gain experience in the field of detecting abnormalities on X-ray images.

Keywords: Red Dot System, (RDS), Radiographer Abnormality Detection Scheme (RADS), Radiographer Opinion Form (ROF), accuracy, sensitivity and specificity in trauma detection

UVOD

V začetku osemdesetih let so v Veliki Britaniji uvedli sistem rdeče pike –red dot system (RDS) (Berman et al., 1985), ki so ga s predhodnimi podiplomskimi izobraževanji nadgradili v sistem poročanja radioloških inženirjev (Smith in Younger, 2002). RDS se je razširil iz radiološke diagnostike v urgentnih ambulanzah na računalniško tomografsko (CT) in magnetno resonančno (MR) diagnostiko, diagnostiko na področju gastroenteroloških preiskav s kontrastnim sredstvom in torakalni diagnostiki. RDS se je razširil tudi v druge države Združenega kraljestva (Irska, Škotska, Avstralija, Nova Zelandija), v Nigerijo, Severno Ameriko (ZDA in Kanado) ter v nekatere evropske države, kot sta Danska in Nizozemska.

RDS je bil uveden leta 1980 v Earling General Hospital v Veliki Britaniji po tem, ko je mlad zdravnik spregledal zlom kolka. Zaradi povečanega obsega dela zdravnika radiologa izvid ni bil pravočasno napisan. Projekt RDS je potekal vzporedno tudi v Northwick Park Hospital (Berman et al., 1985). Po opravljeni raziskavi je Berman (1985) zavzel stališče, da lahko radiološki inženirji prepoznajo in označijo rentgenogram, na katerih vidijo nepravilnost (na primer zlom) ali pa predvidevajo, da je le-ta prisotna. Predlagal je, da bi lahko označevanje nenormalnosti na rentgenski sliki na urgentnih oddelkih postala stalna praksa in da bi bilo to za mlade urgentne zdravnike klinično koristno, ker bi pri nadaljnji obravnavi pacienta tako potrebovali le pogled na označeno rentgensko sliko.

RDS je sistem, pri katerem radiološki inženirji v urgentnih ambulanzah z rdečo piko (ali kako drugače) označijo rentgensko sliko, na kateri vidijo (ali pa menijo, da vidijo) prisotnost nepravilnosti, npr. zlom, izpah ali tujek, opisujejo Cheyne et al., (1987) in Hargreaves in Mackay (2003).

RDS je prepoznavanje patoloških sprememb, ki temelji na vizualni metodi analize, za razliko od analitičnega pristopa k zaznavi slikovnih funkcij, s posledičnim procesom razumevanja osnov patologije in prikaza njihovih zdravstvenih pomenov (Brealey et al., 2005). RDS je tako tudi način komunikacije radiološkega inženirja s člani urgentne ekipe, ko opozori na prisotnost anomalije na rentgenski sliki, opisujeta Loughran (1994) in Orames (1997).

Raziskava, ki je potekala v večjih urgentnih centrih v Veliki Britaniji leta 1991 je pokazala, da uporablja RDS 25% vseh urgentnih oddelkov (James et al. 1991). Do leta 1995 je bilo takih že 50% (College of Radiographers, 1996), v raziskavi iz leta 1999 pa je navedeno, da RDS v urgentnih ambulanzah uporablja že 85% vseh urgentnih oddelkov (McConnell in Webster, 2000). Veliko radioloških oddelkov izvaja RDS z radiološkimi inženirji, ki nimajo dodatnega predhodnega izobraževanja, znanja in veščine so si pridobili z delovnimi izkušnjami, brez dodatnega formalnega izobraževanja. Sodelovanje v RDS je praviloma prostovoljno.

V raziskavi, ki sta jo objavila Hargreaves in Mackay (2003) je zapisan protokol ocenjevanja po RDS sistemu, ki ga uporabljajo v angleških bolnišnicah.

RDS se uporablja 24 ur na dan. Označevanje z rdečo piko je za radiološkega inženirja neobvezno in nima uradne diagnostične vrednosti. Z rdečo piko označujejo zlome, izpaha, tujke, izlive v komolcu in v kolenu. Ne označujejo pa otekanja mehkega tkiva, če obenem ni tudi zloma, osteoartritis, patoloških sprememb v trebuhu (razen tujkov) in prsnem košu (razen poškodb reber).

Po našem vedenju raziskava, v kateri bi ocenjevali, kako radiološki inženirji v prepoznavanju zlomov apendikularnega skeleta, v Republiki Sloveniji še ni bila opravljena.

NAMEN IN RAZISKOVALNO VPRAŠANJE

Namen raziskave je bil ugotoviti, kakšno stopnjo natančnosti, občutljivosti in specifičnosti dosežejo radiološki inženirji, ki so sodelovali v raziskavi, v prepoznavanju in označevanju zlomov na rentgenogramih apendikularnega skeleta, ki so bili narejeni za potrebe urgentnih travmatoloških ambulanz v Univerzitetnem kliničnem centru (UKC) Maribor.

METODE DELA

V raziskavi je prostovoljno sodelovalo 6 diplomiranih radioloških inženirjev (dodiplomski študij na Zdravstveni fakulteti v Ljubljani), ki so bili v času raziskave zaposleni na Radiološkem oddelku UKC Maribor. Sodelujoči niso imeli nobenega predhodnega formalnega podiplomskega izobraževanja glede predmeta raziskave. Pri svojem delu so razporejeni v t.i. urgentno skupino in svoje delo med drugim opravljajo tudi na rentgenski diagnostiki, ki deluje za potrebe urgentnih ambulanz Univerzitetnega kliničnega centra Maribor.

Trije radiološki inženirji so imeli delovno dobo nad 25 let, trije pa do 3 leta.

Kadar so bili ti radiološki inženirji razporejeni na rentgensko diagnostiko, kjer se izvajajo slikanja za potrebe urgentnih travmatoloških ambulanz, so po sistemu RDS ocenjevali, ali na rentgenogramu vidijo zlom ali ne. Na napotnici tistih pacientov, pri katerih so na rentgenogramih opazili zlom, so naredili kljukico, niso pa opisovali, kaj so videli. Omejili so se na ocenjevanje apendikularnega (Paterson et al. 2004) skeleta (zgornjega uda z rameni in ključnico ter spodnjega uda z medenico). Iz ocenjevanja so bili izvzeti rentgenogrami skeleta hrbtenice, glave in prsnega koša ter prsnih in abdominalnih organov. Ocenjevali so rentgenograme odraslih pacientov in tudi otrok. Raziskava je potekala tri mesece.

Skupno so ocenili 780 radioloških preiskav apendikularnega skeleta, oziroma 1560 rentgenogramov.

Zdravniki, ki so bili tudi napotni zdravniki iz urgentne ambulante, o raziskavi niso bili predhodno obveščeni (večja objektivnost raziskave). V raziskavo smo vključili zdravnike specializante in zdravnike specialiste, ki so bili na dan, ko je sodelujoči radiološki inženir delal na urgentni rentgenski diagnostiki, redno razpisani na delo v urgentni ambulanti.

Vse rentgenogram, in ocene radioloških inženirjev ter ocene in postavitve diagnoze urgentnega zdravnika je

naknadno po sistemu zapoznelega poročanja (cold reporting) pregledal in ocenil še v raziskavi sodelujoči nadzorni zdravnik specialist travmatolog z več kot 25-letnimi izkušnjami in s habilitacijo profesorja na Medicinski fakulteti v Mariboru. Slike posameznega bolnika je ponovno pregledal, podal svoje radiološko mnenje o diagnozi, pregledal pacientovo dokumentacijo o poškodbi (ambulantni karton) ter preveril in označil postavitev radiološke diagnoze zdravnika v urgentni ambulanti, ki je vodil bolnikovo obravnavo. V okviru diagnoze je ovrednotil oceno zdravnika: ali je videl zlom ali ne.

Diagnostično natančnost ocenjevanja rentgenskih posnetkov radioloških inženirjev in zdravnikov v urgentni ambulanti smo ovrednotili z naslednjimi statističnimi merami: natančnost, občutljivost, specifičnost, pozitivna napovedna vrednost, negativna napovedna vrednost. Kot referenčna vrednost nam je služila ocena nadzornega zdravnika.

Za primerjavo ocen radioloških inženirjev in zdravnikov v urgentni ambulanti z ocenami nadzornega zdravnika smo uporabili McNemarjev test, za primerjavo vrednosti ocen obeh skupin radioloških inženirjev pa parni t-test.

Ujemanje ocen radioloških inženirjev in ocen zdravnikov v urgentni ambulanti z oceno nadzornega zdravnika smo ovrednotili s koeficientom kappa in pripadajočim 95% intervala zaupanja.

Zdravstvena dokumentacija, ki je bila uporabljena v raziskavi je arhivirana v UKC Maribor in jo je mogoče ponovno preveriti.

Za analizo podatkov smo uporabili statistični program SPSS 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, ZDA).

Radiološki inženirji so ocenili 1560 rentgenogramov in označili ali na posamezni sliki vidijo zlom ali ne. Referenčni zdravnik je po ponovnem pregledu vseh rentgenogramov ocenil oceno radiološkega inženirja z:

RP = resnično pozitivna ocena (rentgenogrami, na katerih so radiološki inženirji pravilno ugotovili prisotnost zloma),

RN = resnično negativna ocena (rentgenogrami, na katerih so radiološki inženirji pravilno ugotovili odsotnost zloma).

LP = lažno pozitivna ocena (rentgenogrami, na katerih so radiološki inženirji nepravilno ocenili prisotnost zloma, čeprav ga dejansko ni bilo).

LN = lažno negativna ocena (rentgenogrami, na katerih radiološki inženirji niso prepoznali prisotnega zloma).

REZULTATI IN RAZPRAVA

Število rentgenogramov, ki jih je pregledal posamezen ocenjevalec – radiološki inženir, je bilo med 119 in 142.

Tabeli 1 in 2 prikazujeta ocene radioloških inženirjev glede na leta delovnih izkušenj.

Tabela 1. Ocene rentgenogramov radioloških inženirjev z več kot 25 let delovnih izkušenj in nadzornega zdravnika

		Nadzorni zdravnik		
		Zlom	Ni zloma	Skupaj
Ocenjevalci 1–3 (>25 let)	Zlom	69	4	73
	Ni zloma	5	327	332
	Skupaj	74	331	405

Radiološki inženirji, ki so imeli manj kot tri leta delovnih izkušenj, so se 60-krat odločili, da vidijo zlom in 315-krat, da ga ne vidijo. Nadzorni zdravnik je ocenil, da je ocena te skupine radioloških inženirjev v 54 primerih resnično pozitivna, v 6 lažno pozitivna, v 15 primerih je lažno negativna in v 300 primerih resnično negativna.

Tabela 2. Ocene rentgenogramov radioloških inženirjev s 3 ali manj leti delovnih izkušenj in nadzornega zdravnika

		Nadzorni zdravnik		
		Zlom	Ni zloma	Skupaj
Ocenjevalci 4–6 (<3 leta)	Zlom	54	6	60
	Ni zloma	15	300	315
	Skupaj	69	306	375

Radiološki inženirji z več kot 25-letnimi delovnimi izkušnjami so se 73-krat odločili, da zlom vidijo in 332-krat, da ga ne vidijo. Nadzorni zdravnik je ocenil, da je ocena teh radioloških inženirjev v 69 primerih resnično pozitivna, v 4 primerih lažno pozitivna, v 5 primerih lažno negativna in v 327 primerih resnično negativna.

Izračuni natančnosti, občutljivost in specifičnost ocen posameznih radioloških inženirjev v primerjavi z ocenami nadzornega zdravnika so prikazani v tabeli 3.

Tabela 3. Natančnost, občutljivost in specifičnost ocen radioloških inženirjev

Ocenjevalec	Natančnost		Občutljivost		Specifičnost	
	%	95 % IZ	%	95 % IZ	%	95 % IZ
1	97,5	92,9–99,1	96,0	79,6–99,9	97,9	92,5–99,7
2	99,3	96,2–99,9	95,8	78,9–99,9	100,0	97,0–100,0
3	96,5	92,0–98,5	88,0	68,8–97,5	98,3	94,0–99,8
4	92,5	86,8–95,9	84,6	65,1–95,6	94,4	88,3–97,9
5	99,2	95,4–99,9	94,1	71,3–99,9	100,0	96,4–100,0
6	91,8	85,6–95,5	61,5	40,6–79,8	100,0	96,2–100,0

Občutljivost ocenjevanja radioloških inženirjev je bila v povprečju 86,7% (SD 13,2%), z najnižjo občutljivostjo (61,5%) pri ocenjevalcu 6 in najvišjo (96%) pri ocenjevalcu 1. Občutljivost ocenjevanja zdravnika v urgentni ambulanti je bila 96,5%, pri radioloških inženirjih z delovno dobo več kot 25 let je bila občutljivost 93,2%, pri tistih z delovno dobo treh let ali manj pa 78,3%.

Povprečna specifičnost ocenjevanja radioloških inženirjev je bila 98,1% (SD 2,2 %), z najnižjo specifičnostjo 94,4% in najvišjo 100%. Specifičnost ocenjevanja je bila pri zdravnikih v

urgentni ambulantni 98,9 %, pri radioloških inženirjih z delovno dobo več kot 25 let 98,8%, pri radioloških inženirjih z delovno dobo tri leta ali manj pa 98,0%.

Povprečni koeficient kappa, ki prikazuje ujemanje med ocenami radioloških inženirjev in ocenami nadzornega zdravnika, je bil 0,88 (SD 0,11), z razponom vrednosti od 0,72 do 0,98. Ujemanje ocen starejše skupine radioloških inženirjev in ocen nadzornega zdravnika je bilo zelo močno (koeficient kappa 0,93), ujemanje ocen mlajše skupine pa močno (koeficient kappa 0,80).

Delež rentgenogramov z ugotovljenim zlomom pri vseh šestih radioloških inženirjih skupaj je bil 17,1% in se ni statistično značilno razlikoval od prevalence, ki jo je ugotovil nadzorni zdravnik (18,3 %; parni t-test $p = 0,33$). Prav tako nismo potrdili statistično značilne razlike v deležu ugotovljenih zlomov med radiološkimi inženirji (17,1 %) in zdravniki specializanti (18,6%).

Radiološki inženirji, ki so sodelovali v raziskavi, predhodno niso imeli nobenega formalnega dodatnega izobraževanja o prepoznavanju nepravilnosti na rentgenogramih.

Z raziskavo smo ugotovili, da so rezultati v raziskavi sodelujočih radioloških inženirjev v prepoznavanju nepravilnosti na rentgenogramih, narejenih za potrebe urgentne travmatološke ambulante, primerljivi z rezultati zdravnikov v urgentnih ambulantah kot tudi nadzornega zdravnika. Podatki kažejo, da so radiološki inženirji z delovno dobo več kot 25 let dosegli boljše rezultate pri vseh izračunanih parametrih (natančnost, občutljivost in specifičnost) kot radiološki inženirji, ki so imeli do 3 leta delovne dobe. Prvi so imeli 4 lažno pozitivne rezultate in 5 lažno negativnih, drugi pa 6 lažno pozitivnih in 15 lažno negativnih. Zdravniki v urgentni ambulanti so imeli 7-krat lažno pozitiven rezultat in 5-krat lažno negativnega.

Rezultati študij, ki so bile opravljene v letih 1985–2012 in našo raziskavo, so primerljivi. Naša raziskava je pokazala, da so radiološki inženirji na rentgenogramih apendikularnega skeleta dosegli 96,1 %-no povprečno natančnost ocen zlomov, in sicer so tisti z delovno dobo več kot 25 let ocenjevali z 97,8%-no natančnostjo, tisti z delovno dobo 3 leta ali manj pa z natančnostjo 94,4%. V vseh, v nadaljevanju navedenih raziskavah so radiološki inženirji ocenjevali skelet celotnega telesa, prsni koš in trebuh. Tako Renwick (1991) navaja natančnost ujemanja ocen radioloških inženirjev z ocenami zdravnikov radiologov 90,6%, Robinson (1996) 95,7%, Smith in Younger (2002) pa predstavljata rezultate natančnosti radioloških inženirjev, ki je bila pri prepoznavanju nepravilnosti apendikularnega skeleta 94,8%.

Študije, ki so v analizah svojih rezultatov prikazale stopnjo občutljivosti in senzitivnosti, so preučevale rezultate pred in po dodatnem izobraževanju radioloških inženirjev (Morrison et al., 1999; Hargreaves, 2003; Robinson, 1996; Mackay, 2006). Povprečna občutljivost ocen radioloških inženirjev je bila v naši raziskavi v primerjavi z referenčnim zdravnikom 86,7%, specifičnost pa 98,1%. Najnižjo občutljivost je imel radiološki inženir z do 3 leta delovnih izkušenj (61,5%), najvišjo pa radiološki inženir z nad 25 leti delovnih izkušenj (96%).

Povprečna specifičnost ocen naših radioloških inženirjev je bila 98,1%, najnižja 94,4%, najvišja pa 100%. Stopnji občutljivosti in specifičnosti ocen naših radioloških inženirjev sta nekoliko višji od rezultatov primerljivih študij, vendar se naši rezultati nanašajo le na rentgenogram apendikularnega skeleta, medtem ko so v drugih študijah ocenjevali slike celotnega skeleta. Mackay (2006) navaja rezultate, ki so jih dosegli radiološki inženirji pred in po dodatnem izobraževanju, to je 78,9% oziroma 88,2% občutljivosti, ter 76,9% specifičnosti, ki pa ostaja enaka tudi po izobraževanju.

Rezultati raziskave, ki so jo opravili Brealey et al. (2004) prav tako pokažejo primerljive rezultate z rezultati naše raziskave. Poročajo o povprečni občutljivosti ocen radioloških inženirjev s podiplomskim izobraževanjem pri izdajanju začasnih mnenj za apendikularni skelet, ki je bila 94,5%, specifičnost pa 97,8%. Naša povprečna stopnja občutljivosti prepoznavanja nepravilnosti je nekoliko nižja in znaša 86,7% in senzitivnosti, ki je nekoliko višja in znaša 98,1%.

Tudi raziskava, ki sta jo naredila Brown in Leschke (2012), pokaže primerljive rezultate, povprečna občutljivost je bila 80,4% in specifičnost 98,0%.

Raziskava, ki so jo opravili Hlongwane et al. (2013) prav tako pokaže rezultate, primerljive z našo študijo. V raziskavi so ocenjevali apendikularni in aksialni skelet ter pri apendikularnem skeletu dosegli občutljivost 76,0% in specifičnost 99,4%. Prav tako kot mi, so ocenjevali skelet odraslih in otrok: občutljivost pri prepoznavanju nepravilnosti skeleta odraslih je bila 77,4%, specifičnost 99,2%, pri ocenjevanju otroškega skeleta pa sta bili 63,1% in 100%.

Vsi radiološki inženirji z delovno dobo nad 25 let (radiološki inženirji 1, 2 in 3), ki so bili zajeti v naši raziskavi, so večino svoje delovne dobe delali tudi v operacijskih dvoranah, kjer je pridobil izkušnje tudi radiološki inženir 5. Radiološka inženirja 4 in 6 pa sta svoje delo opravljala le v skeletni diagnostiki in v diagnostiki za urgentne ambulante. V okviru sodelovanja zdravstvenega tima v operacijskih sobah, kjer se medsebojna znanja prepletajo, so radiološki inženirji z neformalnimi pogovori s specialisti kirurgi in drugimi zdravstvenimi kadri pridobili znanja in spretnosti v ocenjevanju rentgenogramov ter načini in poteki operativnega ali konzervativnega zdravljenja poškodovancev. Poznavanje različnih oblik in mehanizmov poškodb skeleta se je kopičilo in zato je zmožnost prepoznavanja nepravilnosti naraščala.

Donovan (2005) je mnenja, da strokovne podlage za preproste binarne odločitve pri opazovanju rentgenogramov, kot zlom je – zloma ni, radiološki inženirji pridobijo že med dodiplomskim študijem, izboljšanje uspešnosti pa prihaja s povečevanjem izkušenosti, ki izboljša tudi specifičnost. Ocena rentgenogramov prsnega koša in trebuha je zahtevnejša, potrebno je dobro znanje anatomije, patofiziologije in drugih bazičnih znanj, ki jih nato povezujejo z rentgenskimi slikami in vodijo v postavitev diagnoze (Donovan, 2005).

Robinson (1997) trdi, da je najbolj pomemben del pridobljenega znanja sposobnost razumeti klinično umeščenost radiološke preiskave in kakšen je njen pomen za nadaljnjo obravnavo pacienta.

Ocenjevanje otroškega skeleta je po mnenju nekaterih avtorjev (Smith in Younger, 2002) težavnejše in zahteva več izkušenj. V nekaterih raziskavah so radiološko ocenjevanje otroškega skeleta izključili iz raziskav zaradi velike možnosti večjega števila lažno pozitivnih opredelitev. To podpira tudi Orames (1997), ki poudarja, da so lahko interpretacije otroških rentgenogramov zapletene zaradi epifiznih rastnih predelov, ki jih je mogoče napačno oceniti kot nepravilnost. Tudi Smith in Younger (2002) navajata slabše rezultate pri prepoznavanju nepravilnosti otroškega skeleta, kar pripisujeta zahtevnejši rentgenski anatomiji le-tega. Rezultati naše raziskave so pokazali, da ocenjevanje rentgenogramov otroškega skeleta radiološkim inženirjem ni povzročalo posebnih težav. Lažno pozitivna ocena otroškega skeleta je bila le v štirih primerih (2,6%), lažno negativna v dveh (1,3%), medtem ko je bilo pri ocenjevanju apendikularnega skeleta pri odraslih lažno pozitivnih ocen 6 (0,9%) in lažno negativnih 18 (2,9%).

Radiološki inženir, ki dela na radiološki diagnostiki za potrebe urgentnih ambulant, je prvi, ki vidi rentgenograme pacientov. Prvi ocenjuje tehnično in projekcijsko sprejemljivost slike. Radiološki inženir je v dani situaciji dolžan narediti diagnostično uporabne rentgenograme. Pogosto so slike narejene v prirejenih projekcijah, ki niso popolnoma primerljive s standardnimi zahtevami. Pri obravnavi poškodovanih pacientov se mora prilagajati poškodbam, projekcije anatomskih struktur pa napraviti glede na zmožnost pacienta za premikanje udov. Ta je po navadi v primeru zloma zaradi bolečine močno zavrt. Radiološki inženir se tako pogosto samostojno odloči za izvedbo dodatnih slikanj in projekcij, kar je odvisno od nepravilnosti, ki jih vidi na prvi rentgenski sliki. Sposobnost prepoznavanja nepravilnosti na rentgenogramu je torej nujno potrebna za hitro in učinkovito obravnavanje poškodovanca. Samostojna odločitev radiološkega inženirja za dodaten rentgenogram bolniku tako prihrani ponovno napotitev na slikanje in dodatno čakanje in mu lahko omogoči hitrejšo ustrezno zdravljenje. Glede na to, da radiološki inženir opravi slikanja skeleta poškodovanca in pri tem tudi pozna način izvedbe slikanja (morebitna prirejena projekcija) smo mnenja, da lahko v nekaterih primerih tudi lažje prepozna prisotnost nepravilnosti na rentgenogramu, sploh v primerih ko položaj telesa bistveno odstopa od standardnega.

Sistem RDS bi lahko uporabili v organizaciji dela novo nastajajočega urgentnega centra v Univerzitetnem kliničnem centru Maribor. Veliko število naročenih radioloških preiskav lahko privede do daljših čakalnih časov za težko poškodovane bolnike, kar vodi do nesoglasij in nezadovoljstva bolnikov (Overton-Brown in Anthony, 1998). RDS bi lahko torej postal model za razvrščanje bolnikov po resnosti poškodb in s tem omogočil prednostne obravnave bolnikov, pri katerih je to potrebno.

V raziskavi, ki jo je leta 1997 opravil Field-Boden (Field-Boden, 1997), je avtor potrdil, da radiološki inženirji, ki sodelujejo v sistemu označevanja slik, pri svojem delu dosegajo večje zadovoljstvo, posledično pa se izboljša tudi kvaliteta rentgenogramov.

Podatki iz leta 2004 kažejo, da je takrat 81% bolnišnic v Veliki Britaniji izvajalo RDS (Price, 2007). Usposabljanje in nadzor

nad radiološkimi inženirji, ki sodelujejo v sistemu RDS, poleg izobraževalnih ustanov College of Radiographers, izvajata tudi vladni organizaciji Health Professions Council in Quality Assurance Agency.

Po našem mnenju v sistemu, v katerem radiološki inženir označi na rentgenogramu zaznane patološke spremembe, služi kot pomoč zdravniku pri obravnavi pacienta in nikakor ne posega v njegove pristojnosti. V pregledani literaturi v državah, kjer uporabljajo RDS že več let, nismo zaznali, da bi bile opisane težave, ki se nanašajo na poseganja radioloških inženirjev v zdravnikove pristojnosti, kot tudi ne nasprotovanj temu sistemu.

Omejitve študije

Pomembna omejitev naše študije je, da smo preučevali le ocenjevanje rentgenogramov apendikularnega skeleta, skeleta glave, hrbtenice in prsnega koša ter rentgenogramov prsnih in trebušnih organov pa ne. Mnenja smo, da bi radiološki inženirji lahko ocenjevali tudi rentgenograme aksialnega skeleta, vendar smo se z nadzornim zdravnikom dogovorili le za ocenjevanje apendikularnega skeleta.

Naši radiološki inženirji so na rentgenogramih označevali le, da so nepravilnosti zaznali, niso pa jih poimenovali ali kako drugače označili. Poimenovanje vrst poškodb bi verjetno vplivalo na rezultat, ki bi po našem mnenju bil slabši. V vsakodnevni praksi so se namreč radiološki inženirji naučili prepoznavati nepravilnosti, postavitev diagnoze pa je v pristojnosti zdravnikov.

Omejitev študije predstavlja tudi narava poškodbe same. V vsakodnevni praksi na primer opazamo povečane stopnje posameznih vrst poškodb tudi glede na letni čas in stopnjo težavnosti. Tipe poškodb in stopnje težavnosti poškodb v naši raziskavi nismo ocenjevali.

ZAKLJUČEK

Rezultati raziskave kažejo, da so natančnost, specifičnost in občutljivost prepoznavanja zlomov apendikularnega skeleta v raziskavi sodelujočih radioloških inženirjev primerljive z natančnostjo, specifičnostjo in občutljivostjo odčitavanja rentgenogramov, ki jih opravijo zdravniki v travmatološki urgentni ambulanti in razlike med njimi niso statistično značilne.

Velika verjetnost je, da bi vsakršno dodatno dodiplomsko ali podiplomsko izobraževanje pripomoglo k izboljšanju rezultatov, kar potrjujejo tudi izkušnje v Veliki Britaniji. Če bi radiološke inženirje dodatno izobrazili, bi lahko njihovo znanje in vpeljavo sistema RDS v urgentno travmatološko obravnavo poškodovancev uporabili kot pomoč za predhodno razvrščanje (triažo) poškodovancev glede na nujnost obravnave pri zdravniku v urgentni ambulanti. Označevanje prisotnosti zlomov na rentgenogramih pa bi lahko s pridom uporabili tudi mlajši zdravniki, ki pri svojem delu še niso pridobili izkušenj pri prepoznavanju zlomov na rentgenogramih.

Znanje o rentgenski anatomiji in patologiji je nujno potrebna vsebina vsakodnevne dela radiološkega inženirja. Njegov izdelek je rentgenogram, s pomočjo katerega potrdimo ali ovzremo sum na patologijo (to je tudi edini upravičeni razlog za obsevanje pacienta).

V pregledani literaturi v državah, kjer uporabljajo RDS že več let, nismo zaznali, da bi bile opisane težave, ki se nanašajo na poseganja radioloških inženirjev v zdravnikove pristojnosti, kot tudi ne nasprotovanja temu sistemu.

LITERATURA

Berman L, Legacy G, Twomey E (1985). Reducing errors in the accident and emergency department: a simple method using radiographers. *BMJ* 290: 421–2.

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1417735/pdf/bmjcred00433-0011.pdf?origin=publication_detail <5.8.2014>

Brealey S, Scally A, Hahn S, Thomas N, Godfrey C, Coomarasamy A (2005). Accuracy of radiographer plain radiograph reporting in clinical practice: a meta-analysis. *Clin Radiol* 60(2), 232–241. PDF odresearchgate.net <15.8.2014>

Brown N, Lesche P (2012). Evaluating the true clinical utility of the red dot system in radiograph interpretation. *J Med Im Radiat On* 56(5): 510–13.

Cheyne W, Field-Boden Q, Wilson J, Hall R (1987). The radiographer and the frontline diagnosis. *Radiography* 53(609): 114.

College of Radiographers (1996). Role Development in radiography. London: College of Radiographers.

College of Radiographers (1997). Reporting by Radiographers: a vision paper. London: College of Radiographers.

Donovan T, Manning DJ (2006). Successful reporting by non-medical practitioners such as radiographers, will always be task-specific and limited scope. *Radiography* 12(1): 7–12.

Field-Boden Q (1997). The Red Dot System, what is it and where is it going? *Radiographer* 44(2): 126–9.

Hargreaves J, Mackay S (2003). The accuracy of the red dot system: can it improve with training? *Radiography* 9(4): 283–9

Hlongwane ST, Pitcher RD (2013). Accuracy of after-hour 'red dot' trauma radiograph triage by radiographers in a South African regional hospital. *S Afr Med J* 103 (9) <http://www.samj.org.za/index.php/samj/article/view/6267/5371> <22. 9. 2014>

James MR, Bracegirdle A, Yates DW (1991). X-ray reporting in accident and emergency departments – an area for improvements in efficiency. *Arch Emerg. Med.* 8(4): 266–270 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1285796/> <4.5.2014>

Loughran CF, Raynor J, Quine M, Mulley A (1994.) Reporting of fracture radiographs by radiographers: the impact of training programme. *Br J Radiol* 67: 945–50

Mackay S J (2006). The impact of short course of study on the performance of radiographers when highlighting fractures on trauma radiographs: »The Red Dot System«. *BJR* 79 (924): 468–72

Mc Connell J R, Webster A J (2000). Improving radiographer highlighting of trauma films in Accident and Emergency departments with a short course of study-an evaluation. *Br J Radiol*, 73(870): 608–612

Morrison R, Hendry C, Fell K, Stothard (1999). An audit of radiographers' accuracy in recording abnormalities on casualty radiographs using the red dot protocol. *Clin Radiol* 54(12): 862–863

<http://www.samj.org.za/index.php/samj/article/view/6267/5371>

<http://phdtree.org/pdf/27054701-an-audit-of-radiographers-accuracy-in-recording-abnormalities-on-casualty-radiographs-using-the-red-dot-protocol/> <22. 9. 2014>

Orames C (1997). Emergency Department X-ray Diagnosis-How do radiographers compare? *Radiographer* 144(1): 52–55

Overton-Brow P, Anthony D (1998). Towards a partnership in care: nurses' interpretation of extremity trauma radiology. *J Adv Nurs* 27(5): 890–86.

Price RC, Le Masurier SB (2007). Longitudinal changes in extended roles in radiography: A new perspective. *Radiography* 13(1): 18–29

Renwick I, Butt W, Steele B (1991). How well can radiographer's triage X-ray films in accident and emergency departments? *Br Med J* 302: 569–9

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1669393/> <4. 5. 2014>

Robinson PJA (1996). Short communication: Plain film reporting by radiographers – a feasibility study. *Br J Rad* 69 (828): 1171–1174

Smith T, Younger C (2002). Accident and Emergency Radiological Interpretation Using the Radiographer Opinion Form (ROF). *Radiographer* 49(1): 27–31

PRIMERJAVA OBSEVANOSTI PACIENTOV MED PANORAMSKIM SLIKANJEM IN INTRALORALNIM SLIKANJEM STATUSA ZOB

DOSE COMPARISON BETWEEN PANORAMIC IMAGING AND FULL MOUTH SERIES

Rebeka Viltušnik, Nejc Mekiš

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

Korespondenca: viš. pred. dr. Nejc Mekiš, E-mail: nejc.mekis@zf.uni-lj.si

Prejeto/Recived: 15.11.2017

Sprejeto/Accepted: 11.12.2017

POVZETEK

Uvod: V stomatološki rentgenski diagnostiki se za slikanje vseh zob lahko uporabi panoramsko slikanje, ki je ekstraoralna tehnika in slikanje statusa zob, ki je intraoralna tehnika. V literaturi je navedeno, da so doze pri panoramskem slikanju mnogo manjše od doz pri slikanju statusa.

Namen: Ugotoviti kakšne so razlike v prejeti dozi (DAP) med panoramskim slikanjem in slikanjem zobnega statusa.

Metode in materiali: Na podlagi pregleda literature smo ugotovili in določili različne kombinacije za slikanje zobnega statusa (15, 20 ali 21 posnetkov z možnostjo 2 ali 4 posnetkov zobnih kron). Meritve doze (DAP – dose area product; produkt doze in površine) pri slikanju statusa smo izvedli na Zdravstveni fakulteti v Ljubljani z intraoralnim rentgenskim aparatom Siemens AG in merilnikom doze PTW Diametron M4-KDK, pri čemer smo uporabili ekspozicijske pogoje, ki se uporabljajo v kliničnem okolju. Na podlagi kombinacij slikanj, pridobljenih iz literature, smo s pomočjo izmerjenih DAP vrednosti izračunali doze pri slikanju statusa. Doze za panoramska slikanja pa smo zbrali retrospektivno za 180 odraslih pacientov, ki so imeli opravljeno panoramsko slikanje na eni izmed slovenskih stomatoloških rentgenskih diagnostik.

Rezultati in razprava: Ugotovili smo, da je DAP vrednost pri panoramskem slikanju v primerjavi z intraoralnim v povprečju manjša za 26,7 $\mu\text{Gy m}^2$ oz. 77%. Vrednosti DAP so tako za panoramsko kot za intraoralno slikanje primerljive z rezultati iz literature.

Zaključek: Po slednjih ugotovitvah je bolje za pregledno sliko zob, uporabljati panoramsko slikanje, čeprav tomografska slika prikaže samo predel, ki se nahaja v središču vrtilišča rentgenskega aparata.

Gljučne besede: stomatološka radiografija, panoramsko slikanje, intraoralno slikanje statusa zob, DAP

ABSTRACT

Introduction: In order to display the entire dentation, panoramic dental imaging and intraoral full mouth series can be used. According to literature, the doses in the panoramic imaging are significantly lower than in the full mouth series.

Purpose: The aim of the study was to determine the differences in dose (DAP) received by the patient in panoramic imaging and full mouth dental series.

Methods: Based on the literature review, full mouth series combinations (15, 20 or 21 intraoral images with 2 or 4 bitewing images) were formed. The dose measures (DAP – dose area product) were performed at the Faculty of Health Sciences University of Ljubljana with the intraoral dental x-ray Siemens AG and PTW Diametron M4-KDK DAP meter. The exposure parameters used in the study were gathered from the clinical environment. Based on the different full mouth combinations and the DAP measurements, the doses for different combinations were calculated. Doses for the panoramic imaging were gathered for 180 patients that were referred to the panoramic imaging in one of the Slovenian dental x-ray studios.

Results and discussion: It was established that DAP values in the panoramic imaging are in average by 26.7 $\mu\text{Gy m}^2$ or 77% lower than in the full mouth series. The DAP values measured in this study were found to be consistent with the data from the previous studies for panoramic and intraoral radiography.

Conclusion: Result of the study indicate that the preferred method for displaying all the teeth is panoramic imaging although tomographic technology allows that only a part of the patient in the centre of the rotation is displayed clearly.

Key words: dental radiography, panoramic imaging, the full mouth series, DAP.

UVOD

Stomatološka rentgenska diagnostika je del stomatološke klinične preiskave, ki prikaže tkiva in organe, ki jih s kliničnim pregledom ni mogoče prepoznati in omogoča zgodnejše in natančnejše odkrivanje patoloških sprememb v predelu obraza in ustne votline (Skalerič, 2006).

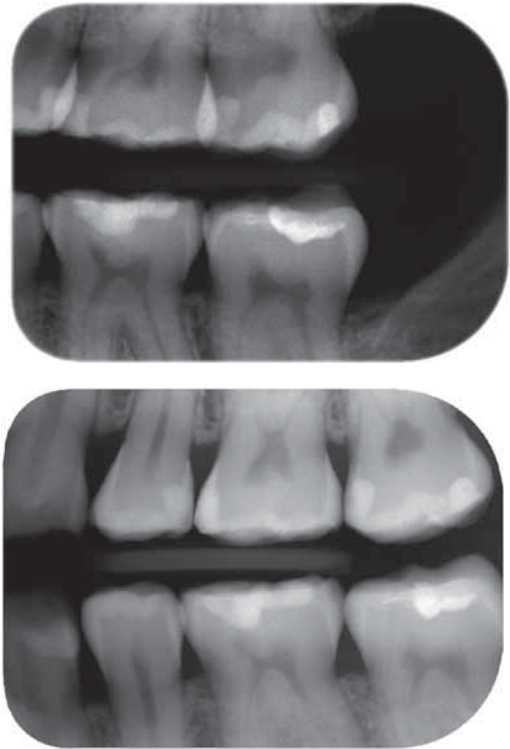
V splošni stomatološki rentgenski diagnostiki imamo na voljo več tehnik slikanja, ki se razlikujejo v položaju detektorja, to so ekstraoralne in intraoralne tehnike slikanja (Skalerič, 2006; Whaites, 2007; Thompson in Johnson, 2012; White et al., 2009). Ekstraoralne tehnike so tiste, pri katerih se slikovni sprejemnik nahaja izven pacientove ustne votline (Whaites, 2007). Med njimi je najpogostejše panoramsko slikanje, s katerim prikažemo anatomijo in morebitno patologijo zobnih lokov obeh čeljustnic ter pripadajočih zobnih tkiv in čeljustnih sklepov (Thompson in Johnson, 2012). Pri tej preiskavi ni tako pomembna dobra prostorska ločljivost, saj na slikah opazujemo velike spremembe, doza za pacienta naj bi bila v tem primeru manjša, kot če bi izvedli intraoralno slikanje statusa zob (White et al., 2009). Pri intraoralnih tehnikah slikanja se slikovni sprejemnik nahaja v ustni votlini, deli pa se na dve podpodročji (Skalerič, 2006; Whaites, 2007; Thompson in Johnson, 2012; White et al., 2009), periapikalno tehniko, kjer slikamo zob s pripadajočimi apikalnimi tkivi in slikanje zobnih kron (Whaites, 2007). Periapikalno tehniko lahko izvajamo na dva načina, kot vzporedno tehniko ali kot tehniko polovičnega kota (Skalerič, 2006; Whaites, 2007; Thompson in Johnson, 2012; White et al., 2009). Pri slikanju zobnih kron pa uporabljamo posebne slikovne sprejemnike ali držala, da prikažemo zobne krone ličnikov in kočnikov ene ali obeh strani čeljustnic (Skalerič, 2006; Whaites, 2007).

Namesto panoramskega slikanja obstaja možnost, da prikažemo celotno zobovje z intraoralnim slikanjem. To se imenuje slikanje zobnega statusa oz. "full mouth series" (Whaites, 2007; Thompson in Johnson, 2012; White et al., 2009), pri katerem obstajajo različne kombinacije glede na različne avtorje (tabela 1).

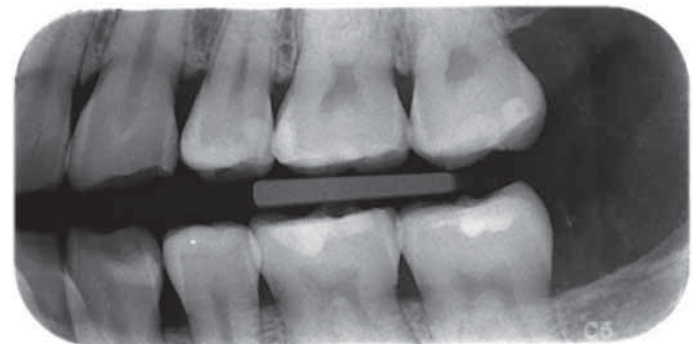
Tabela 1: Število posnetkov glede na prikazano območje pri različnih kombinacijah slikanja statusa zob

	Thomson in Johnson (2007) 1. primer	Thomson in Johnson (2007) 2. primer	Whaites (2007)	White et al. (2009)
Območje slikanja	Število posnetkov			
Zgornji sekalci	3	2	2	3
Zgornji podočniki	2	2	2	2
Zgornji ličniki	2	2	2	2
Zgornji kočniki	2	2	2	2
Spodnji sekalci	1	2	1	2
Spodnji podočniki	2	2	2	2
Spodnji ličniki	2	2	2	2
Spodnji kočniki	2	2	2	2
Zobne krone	4	4	0	4

Whaites (2007) omenja, da se lahko namesto štirih posnetkov za slikanje zobnih kron izvajata samo dva posnetka, pri čemer se uporabi večji slikovni sprejemnik (slika 1 in 2).



Slika 1: Primer slikanja zobnih kron na dveh posnetih (vir: ZDL, 2017)



Slika 2: Primer slikanja zobnih kron na enem posnetku (vir: ZDL, 2017)

Dozne obremenitve v dentalni radiografiji

V dentalni radiologiji so doze majhne, vendar vsako izpostavljanje ionizirajočemu sevanju predstavlja potencialno nevarnost za razvoj malignih obolenj, zato se moramo ravnati po principu ALARA (as low as reasonably achievable) – čim manjša doza za pacienta in še vedno diagnostično uporabna slika (Whaites, 2007).

Na podlagi pregleda literature smo ugotovili, da je bila povprečna DAP vrednost pri panoramskem slikanju med 7,2 in 11,3 $\mu\text{Gy m}^2$ (Williams & Montgomery, 2000; Perisinakis et al., 2004; Poppe et al., 2007b; Han et al., 2011; Hart et al., 2012; Shin et al., 2014).

DAP vrednosti pri intraoralnem slikanju prav tako variirajo med avtorji (Poppe et al., 2007a; Han et al., 2011; Huskić in Mekiš, 2015). DAP vrednosti, ki jih navajajo Poppe et al. (2007a), so predstavljene v tabeli 2.

Tabela 2: DAP vrednosti intraoralnih preiskav (Poppe et al., 2006)

Preiskava	Povprečna vrednost DAP ($\mu\text{Gy m}^2$)
Zgornji kočnik	4,71
Zgornji ličnik	3,27
Zgornji podočnik	2,86
Zgornji sekalec	2,91
Spodnji kočnik	3,12
Spodnji ličnik	2,39
Spodnji podočnik	2,34
Spodnji sekalec	2,15
Slikanje zobnih kron anteriorni posnetek	3,50
Slikanje zobnih kron posteriorni posnetek	3,68

Podatki iz tabele 2 so bili zbrani na 60 modalitetah, od katerih je bilo 9 aparatov digitalnih (CR in DR).

Han et al. (2011) navajajo povprečen DAP pri zajemanju podatkov samo z DR tehnologijo (33 različnih modalitet). Vrednosti so predstavljene v tabeli 3.

Tabela 3: DAP vrednosti intraoralnih preiskav (Han et al., 2011)

Področje slikanja	Povprečna vrednost DAP ($\mu\text{Gy m}^2$)
Sekalci	1,46
Ličniki	1,97
Kočniki	2,49

Huskić in Mekiš (2015) pa opisujeta povprečne DAP vrednosti za okroglo in pravokotno zaslonko, pri čemer so bili uporabljeni ekspozicijski časi tako za klasično kot za digitalno intraoralno diagnostiko.

Tabela 4: DAP vrednosti intraoralnih preiskav (Huskić in Mekiš, 2015)

	Predel slikanja	Povprečni DAP pri okrogli zaslonki ($\mu\text{Gy m}^2$)	Povprečni DAP pri pravokotni zaslonki ($\mu\text{Gy m}^2$)
Klasična tehnologija	sekalci	2,50	1,70
	podočniki	3,18	2,16
	ličniki	4,00	2,70
	kočniki	5,10	3,48
Digitalna tehnologija	sekalci in podočniki	1,56	1,06
	ličniki in kočniki	1,90	1,30

Whaites (2007) omenja, da je učinkovita doza pri panoramskem slikanju ekvivalentna petini tiste pri slikanju zobnega statusa.

NAMEN

Namen raziskave je bil ugotoviti, kakšne so razlike v DAP vrednostih med panoramskim slikanjem in slikanjem zobnega statusa ter preveriti ali se pridobljeni podatki ujemajo s podatki, ki so navedeni v literaturi. Na podlagi pregleda literature smo si zastavili naslednje hipoteze:

H1: DAP vrednosti pri panoramskem slikanju so manjše kot pri slikanju statusa zob, ne glede na kombinacijo.

H2: DAP vrednost pri panoramskem slikanju je petina vrednosti DAP slikanja statusa.

METODE IN MATERIALI

Za izvedbo raziskave smo uporabili deskriptivno, eksperimentalno in retrospektivno metodo raziskovanja. Prvi del raziskave smo izvedli v Radiološkem laboratoriju Zdravstvene fakultete v Ljubljani, na stomatološkem rentgenskem aparatu Holiodent MD proizvajalca Siemens AG. Aparati ima na voljo dve pospeševalni napetosti (60 kV in 70 kV) z anodnim tokom 7 mA in goriščem velikosti 0,7 mm. V tem delu raziskave smo najprej želeli ugotoviti, kakšne so DAP vrednosti za rentgensko slikanje posameznih segmentov v intraoralni diagnostiki. Uporabili smo pospeševalno napetost 60 kV, tok 7 mA, uporabljeni ekspozicijski časi pa so bili enaki, kot se uporabljajo v kliničnem okolju (tabela 5). Za merjenje produkta doze in površine (DAP) smo uporabili merilec PTW Diametron M4-KDK, ki smo ga postavili na stabilno površino, neposredno pod izhod rentgenske svetlobe iz aparata.

Tabela 5: Uporabljeni ekspozicijski časi

	Področje slikanja	Ekspozicijski čas (s)
Zgornja čeljust	sekalci	0,100
	podočniki	0,125
	ličniki	0,125
	kočniki	0,160
Spodnja čeljust	sekalci	0,080
	podočniki	0,100
	ličniki	0,100
	kočniki	0,160

Za slikanje zobnih kron smo upoštevali enake ekspozicijske čase kot za slikanje kočnikov.

Vsako meritev smo ponovili petkrat, pri čemer smo vsakokrat ponovno nastavili rentgensko cev, da smo v rezultatih upoštevali tudi napako zaradi postavitve cevi. Pridobljene DAP vrednosti, ki smo jih predstavili v rezultatih, so povprečne vrednosti vseh petih meritev.

Podatke o dozni obremenitvi (DAP) pri panoramskem slikanju smo zbrali retrospektivno za 180 odraslih pacientov, ki so imeli opravljeno panoramsko slikanje na eni izmed slovenskih stomatoloških rentgenskih diagnostik na digitalnem stomatološkem rentgenskem aparatu Instrumentarium OP200 D, z avtomatskim nadzorom ekspozicije. Vsi podatki so anonimni, pridobljene so bile samo DAP vrednosti.

Podatke smo obdelali s programom IBM SPSS STATISTICS 23. Za prikaz rezultatov smo uporabili osnovni statistični test za preverjanje normalnosti vzorca, Shapiro Wilk test, za analizo podatkov pa Wilcoxonov test enega vzorca. Rezultate meritev smo prikazali v obliki grafov in tabel. Pri preverjanju domnev smo upoštevali običajno statistično stopnjo zaupanja, ki znaša 5% ($p = 0,05$). Poleg tega pa smo rezultate prikazali tudi v grafični obliki z raztresenim grafikonom.

REZULTATI

V prvem delu raziskave smo skupno opravili 40 meritev DAP vrednosti na intraoralnem rentgenskem aparatu. Rezultati povprečnih vrednosti so predstavljeni v tabeli 6.

Tabela 6: Izmerjene povprečne DAP vrednosti pri intraoralnem slikanju

Čeljust	Zob	Povprečje DAP ($\mu\text{Gy m}^2$)
Zgornja	sekalec	1,5
	podočnik	1,8
	ličnik	1,8
	kočnik	2,4
Spodnja	sekalec	1,2
	podočnik	1,5
	ličnik	1,5
	kočnik	2,4

DAP vrednosti za slikanje zobnih kron so enake kot pri slikanju kočnikov ($2,4 \mu\text{Gy m}^2$), saj smo uporabili enake ekspozicijske čase.

Vse meritve DAP vrednosti za posamezno področje zob so bile enake, zato je povprečje enako zajetim vrednostim.

Iz izmerjenih podatkov smo lahko izračunali DAP vrednosti za vse kombinacije slikanja statusa zob, omenjene v uvodu (tabela 7).

Tabela 7: Izmerjene DAP vrednosti slikanja statusa zob za različne kombinacije

Serija slikanja statusa	Število posnetkov	Število posnetkov zobnih kron	DAP ($\mu\text{Gy m}^2$)
Thomson in Johnson (2007), 1. primer	20 (4 projekcije zobnih kron)	4	38,1
		2	33,3
Thomson in Johnson (2007), 2. primer	20 (4 projekcije zobnih kron)	4	37,8
		2	33,0
Whaites (2007)	15	0	27,0
White et al. (2009)	21 (4 projekcije zobnih kron)	4	39,3
		2	34,5

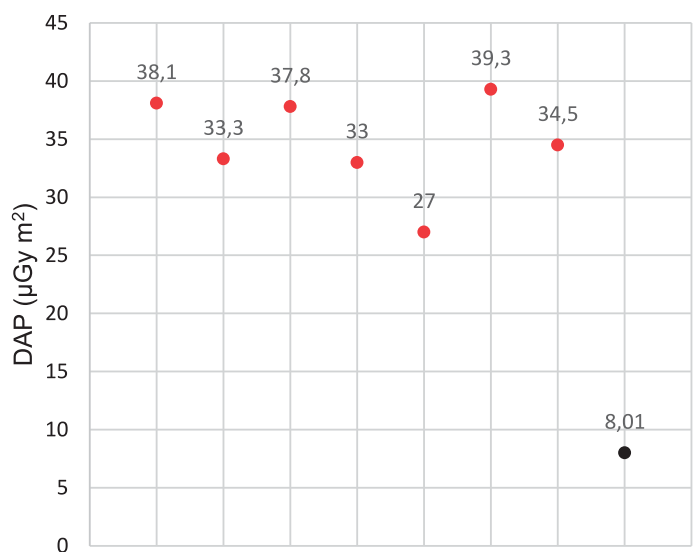
Osnovna statistična analiza DAP vrednosti, pridobljenih pri panoramskih slikanjih je predstavljena v tabeli 8.

Tabela 8: Podatki za DAP vrednosti pri panoramskem slikanju

n	Povprečje ($\mu\text{Gy m}^2$)	Standardni odklon ($\mu\text{Gy m}^2$)	Mediana ($\mu\text{Gy m}^2$)	Minimum ($\mu\text{Gy m}^2$)	Maksimum ($\mu\text{Gy m}^2$)
180	8,01	2,34	7,61	1,09	16,04

Ugotovili smo, da je doza pri panoramskem slikanju za povprečno 77% nižja od doze, ki jo pacient prejme pri slikanju statusa zob z intraoralno tehniko. Wilcoxonov test enega vzorca kaže, da obstajajo statistično značilne razlike med DAP vrednostjo pri panoramskem slikanju in tistimi, ki smo jih izračunali iz meritev pri različnih kombinacijah slikanj zobnega statusa ($p < 10^{-3}$). Vrednosti so prikazane tudi na raztresenem grafikonu (slika 3).

Primerjava DAP vrednosti pri slikanju statusa zob in panoramskem slikanju



Slika 3: Grafični prikaz primerjave DAP vrednosti med slikanjem statusa zob in panoramskim slikanjem. Z rdečo barvo so označene vrednosti za slikanje statusa zob, s črno pa povprečna vrednost za panoramsko slikanje

RAZPRAVA

Iz rezultatov raziskave je razvidna razlika med DAP vrednostma pri slikanju statusa zob in panoramskem slikanju, ki v povprečju znaša $26,7 \mu\text{Gy m}^2$ oz. 77%. Tudi če primerjamo maksimalno DAP vrednost pri panoramskem slikanju ($16,04 \mu\text{Gy m}^2$) z najnižjo vrednostjo pri slikanju statusa ($27,0 \mu\text{Gy m}^2$), razlika še vedno znaša približno 40%.

Razlika DAP vrednosti med podatki, izmerjenimi za intraoralno slikanje zob v naši raziskavi in navedbami avtorjev Poppe et al. (2007a) je zelo opazna. Največja je pri slikanju zgornjega kočnika, kar $2,31 \mu\text{Gy m}^2$. Odstopanja so večja pri slikanju zgornjih zob, kjer razlika med našimi podatki in DAP vrednostmi po Poppe et al. (2007a) ni manjša od $1 \mu\text{Gy m}^2$, pri slikanju spodnjih zob pa so razlike bistveno manjše in ne presegajo $1 \mu\text{Gy m}^2$. Minimalna razlika je pri slikanju spodnjih kočnikov in znaša $0,7 \mu\text{Gy m}^2$. Razlike nakazujejo na to, da so Poppe et al. (2007a) verjetno uporabili drugačne ekspozicijske pogoje kot mi, česar pa z gotovostjo ne moremo potrditi, saj te informacije v članku niso na voljo. Pri seštevanju DAP

vrednosti za različne kombinacije slikanja zobnega statusa so razlike še bolj opazne.

Podatki o DAP, ki jih navajajo Han et al. (2011), pa se od naših podatkov za intraoralno slikanje ne razlikujejo veliko. Pri slikanju zgornjih sekalcev je DAP vrednost, navedena v tej literaturi celo manjša, maksimalna razlika pa je pri slikanju spodnjih ličnikov in znaša $0,4 \mu\text{Gy m}^2$. Iz navedenega bi sklepali, da so bili uporabljeni približno enaki ekspozicijski pogoji, kot smo jih uporabili v naši raziskavi.

Če primerjamo podatke o DAP vrednostih za posamezno slikanje zob za različne kombinacije slikanj, ki so navedene v različnih literaturah (tabela 1), so razlike velike. Minimalna razlika med posameznimi kombinacijami je pri primerjavi članka avtorjev Han et al. (2011) in kombinacij iz Whitesove literature (2007), ki znaša $5,62 \mu\text{Gy m}^2$ pri slikanju statusa zob. Maksimalno razliko, kar $25,4 \mu\text{Gy m}^2$, pa najdemo, če primerjamo kombinacije avtorjev White et al. (2009) s podatki iz članka, ki so ga objavili Poppe et al. (2006). Večje razlike pri različnih kombinacijah so vidne pri DAP vrednostih, ki jih navajajo Poppe et al. (2006), saj je minimalna razlika $18 \mu\text{Gy m}^2$, pri Han et al. (2011) pa maksimalna razlika ne presega $11 \mu\text{Gy m}^2$.

Razvrstitev velikosti DAP vrednosti, ki smo jih izmerili pri različnih kombinacijah intraoralnih slikanj (kombinacije so navedene v tabeli 7), je pričakovana. Maksimalno vrednost DAP ima kombinacija z 21 posnetki, sledi 1. primer 20 posnetkov, nato 2. primer 20 posnetkov in zadnji je seveda kombinacija s 15 posnetki. Ti rezultati so bili pričakovani, ker se z večanjem števila posnetkov veča tudi vrednost DAP, prav tako pa lahko zaključimo, da se z večanjem števila posnetkov povečuje tudi razlika med DAP vrednostmi, ki smo jih izmerili mi in tistimi, ki so navedene v literaturi.

Pri panoramskem slikanju so naši podatki o DAP vrednostih zelo podobni tistim iz literature, kjer je razpon med 7,2 in $11,3 \mu\text{Gy m}^2$, povprečje v naši raziskavi pa je znašalo $8,01 \mu\text{Gy m}^2$. Malenkost nižje DAP vrednosti navajajo Poppe et al. (2006), kjer je povprečna vrednost za odrasle paciente $7,4 \mu\text{Gy m}^2$. Večje vrednosti pa so izmerili Williams (2000) in Perisinakis et al. (2004), povprečno $11,3 \mu\text{Gy m}^2$. Ostali avtorji (Shin et al., 2014; Hart et al., 2012) pa so izmerili doze, primerljive našim.

Iz rezultatov je razvidno, da je DAP vrednost pri panoramskem slikanju mnogo manjša od tiste pri slikanju zobnega statusa, zato lahko hipotezo H1 sprejmemo. Hipoteze H2 pa žal ne moremo, ker povprečna vrednost DAP za panoramsko slikanje ni enaka petini vrednosti DAP pri nobeni od navedenih kombinacij za slikanje statusa.

ZAKLJUČEK

V tokratni raziskavi smo potrdili, da je doza za pacienta pri panoramskem slikanju povprečno za 77% nižja kot pri intraoralnih tehnikah slikanja zobnega statusa. Na podlagi ugotovljenih rezultatov lahko zaključimo, da je panoramsko slikanje priporočljiva metoda izbora za pregledno sliko zobovja, saj pacient prejme do štirikrat manjšo dozo kot pri intraoralnem slikanju zobnega statusa. Za nadaljnjo raziskavo priporočamo pregled ugotovljenih in spregledanih bolezenskih sprememb pri eni in drugi metodi slikanja.

LITERATURA

- Han S, Lee B, Shin G, Choi J et al. (2011). Dose Area Product Measurement for Diagnostic Reference Levels and Analysis of Patient Dose in Dental Radiography. *Radiat Prot Dosimetry* 150(4): 523–531.
- Hart D, Hillier MC, Shrimpton PC (2012). HPA-CRCE-034 - Doses to Patients from Radiographic and Fluoroscopic X-ray Imaging Procedures in the UK – 2010 Review.
- Huskić E, Mekiš N (2015). Vpliv pravokotne zaslonke na dozo pri intraoralnem slikanju. *Bilten* 32(2): 16–21.
- Perisinakis K, Damilakis J, Neratzoulakis J, Gourtsoyiannis N (2004). Determination of dose-area product from panoramic radiography using a pencil ionization chamber: Normalized data for the estimation of patient effective and organ doses. *Med Phys* 31(4): 708–714.
- Poppe B, Looe HK, Pfaffenberger a, Eenboom F, Chofor N, Sering M, Rühmann a, Poplawski a, Willborn K (2007a). Radiation exposure and dose evaluation in intraoral dental radiology. *Radiat Prot Dosimetry* 123(2): 262–267.
- Poppe B, Looe HK, Pfaffenberger A, Chofor N, Eenboom F, Sering M, Rühmann A, Poplawski A, Willborn K (2007b). Dose-area product measurements in panoramic dental radiology. *Radiat Prot Dosimetry* 123(1): 131–134.
- Shin HS, Nam KC, Park H, Choi HU, Kim HY, Park CS (2014). Effective doses from panoramic radiography and CBCT (cone beam CT) using dose area product (DAP) in dentistry. *Dentomaxillofacial Radiol* 43(1): 1–6.
- Skalerič U (2006). Stomatološka klinična preiskava. Ljubljana: Društvo zobozdravstvenih delavcev Slovenije.
- Thomson EM, Johnson ON (2012). *Essentials of Dental Radiography*, 9th ed. Tennessee State University, Nashville, TN.
- Whaites E (2007). *Essentials of dental radiography and radiology*, 4th ed. Edinburgh; New York: Churchill Livingstone.
- White S C, Pharoah M J (2009). *Oral radiology: principles and interpretation*, 6th ed. St. Louis, Mo.: Mosby/Elsevier.
- Williams JR, Montgomery A (2000). Measurement of dose in panoramic dental radiology. *Br J Radiol* 73(873): 1002–1006.

SEETRO 2017, KONGRES RADIOLOŠKIH INŽENIRJEV V RADIOTERAPIJI JUGOVZHODNE EVROPE

Člani DRI, ki delamo na področju radioterapije, smo se od 22. 9 do 24. 9. 2017 udeležili tretjega regionalnega kongresa SEETRO v Sofiji, Bolgarija. Soorganizator SEETRO initiative je že tretjič tudi DRI Slovenije.

Kongres je namenjen radiološkim inženirjem in njihovemu delu na področju radioterapevtske tehnologije. Radioterapija, kot medicinska veda postaja zelo obsežna veja radiološke tehnologije. Vedno več je pomembnih, novih področij, kjer delujemo in se jim je potrebno posvetiti in deliti znanja in izkušnje med radiološkimi inženirji po vsej Evropi. Na kongresu je tako sodelovalo 13 držav, predstavljenih je bilo 45 predavanj in razstavljenih 20 plakatov.

Predavanja so bila razdeljena v posamezne sklope po tematikah, kot npr. kompetence in naloge radioloških inženirjev, komunikacija v radioterapiji, slikovne metode v radioterapiji, imobilizacija in verifikacija pri pacientih, moderne tehnike obsevanja in stereotaktična radiokirurgija. Na kongresu je bilo veliko poudarka na delu radiološkega inženirja v praksi in reševanju dejanskih težav pri našem delu na kompleksnem področju radioterapije.

Na koncu še informacija, da bo naslednji, že četrti SEETRO kongres oktobra, leta 2019 organiziran pod okriljem DRI v Ljubljani.



Popoln vpogled. Zagotovljen.



Od sistemov za preslikave do povezljivosti radiološke mreže, zagotavljamo več kot le sisteme. Prisluhnemo. Razumemo in s strokovnim znanjem ter dolgoletnimi izkušnjami zagotavljamo pravo in celostno rešitev. Za kakovostne storitve v zdravstvu je potreben popoln vpogled. Mi ga zagotavljamo.



Clear Direction. > Boost Your Image.



Brizge za večkratno uporabo:
3 varnostni mehanizmi
za 12-urno brezskrbnost



DualFlow izboljša
kakovost slike pri CTA in
CT protokolih srca^{1,2}



Kakovostne brizge
iz biokompatibilnih
materialov

1 Kerl JM, Ravenel JG, Nguyen SA, et al. "Right heart: split-bolus injection of diluted contrast medium for visualization at coronary CT angiography". Radiology. 2008;247:356-364.

2 Jensen, CT. "Dual Flow Contrast Injection for Coronary CTA Improves Visualization of the Right Heart". NASCI Abstract # 05-A-69-NASCI.

Certegra™ P3T™
2.0 Software

Izboljšano upravljanje in
optimizacija protokolov
za posameznika

VirtualCare™
Remote Support

Oddaljen dostop in
prilagodljivi servisni
programi

Radimetrics™
Enterprise Platform

Inteligentna povezava
podatkov o injiciranju
kontrasta in CT slikanja

medrad® Stellant
CT Injection System



Sprejemamo in upoštevamo človeško naravo



z BioMatrix tehnologijo

Pacienti imajo unikatne, individualne lastnosti. Razlike v njihovi fiziologiji in anatomiji, pa tudi v interakcijah, ki jih vzpostavljamo z njimi, povzročajo neželeno raznoličnost v procesih zdravljenja. Unikatne človeške lastnosti ali biospremenljivost predstavljajo izziv ter možen vir napak, ki zahtevajo ponovna skeniranja in na splošno slabšo učinkovitost postopka slikanja z magnetno resonanco.

Intrinzično spremenljivost pacientov moramo sistematično nasloviti, če želimo zares personalizirati slikanje z magnetno resonanco in tlakovati pot precizni medicini. Da ta izziv spremenimo v priložnost, moramo razmišljati drugače. Namesto da prilagajamo človeško spremenljivost tehnologiji, moramo prilagoditi tehnologijo ljudem. To delamo s sprejemanjem oz. upoštevanjem človeške narave – s tehnologijo BioMatrix.



Predvidevamo izzive, preden se zgodijo, z BioMatrix senzorji.



Prilagodimo se vsem pacientom, celo kritičnim, z BioMatrix tunerji.



Pospesimo delovne procese ob hkratnem dvigovanju kakovosti storitev z BioMatrix vmesniki.

BD Nexiva™ Diffusics™

Closed IV Catheter System for Radiographic Power Injection



24 gauge system
rated to 325psi



Helping all people
live healthy lives

New Peripheral IV Catheter System **Built for Power Injection**



medias
international

T: 01 52 02 300

E: info@medias-int.si
W: www.medias-int.si

**4. KONGRES
DRUŠTVA RADIOLOŠKIH
INŽENIRJEV SLOVENIJE**

ZREČE

25. in 26. maj 2018



