

## VPLIV PRAVOKOTNE ZASLONKE NA DOZO PRI INTRAORALNEM SLIKANJU

### DOSE INFLUENCE OF RECTANGULAR COLLIMATION IN INTRAORAL RADIOGRAPHY

Erna Huskić<sup>1</sup>, Nejc Mekiš<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Študentka študijskega programa Radiološka tehnologija 2. stopnja, Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana

<sup>2</sup> Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Oddelek za radiološko tehnologijo, Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana

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

Prejeto/Recived: 5.11.2015

Sprejeto/Accepted: 15.12.2015

#### IZVLEČEK

**Uvod:** V stomatološki diagnostiki se uporabljajo okrogli in pravokotni tubusi, ki imajo enako oblike zaslonke, kot je njihova oblika. Pravokotni tubus s pravokotno zaslonko ali dodatna pravokotna zaslonka, pritrjena na okrogli tubus, v primerjavi z okroglo zaslonko, zmanjša količino ionizirajočega sevanja, ki jo prejme pacient, tudi do 70%.

**Namen:** Namen raziskave je bil ugotoviti ali se in če se, za koliko, se pri intraoralnem slikanju zob zmanjša DAP (produkt doze in površine) pri uporabi pravokotne zaslonke v primerjavi z okroglo.

**Metode:** Študija je presečna z eksperimentalno metodo. Meritve DAP vrednosti so bile narejene pri okrogli in pravokotni zaslonki pri različnih ekspozicijskih časih za klasično in digitalno tehnologijo z DAP metrom, ki je bil nameščen tik pod tubusom stomatološkega rentgenskega aparata Holiident MD. Meritve smo za vsak ekspozicijski čas ponovili petkrat. Pri izvajanju meritev smo uporabili ekspozicijske čase, ki se uporabljajo v praksi.

**Rezultati in razprava:** Pri vseh ekspozicijskih časih, tako pri digitalni kot pri klasični tehnologiji, je razlika v DAP pri pravokotni zaslonki za približno 32% manjša v primerjavi z okroglo. Pri klasični tehnologiji je bila razlika med povprečema DAP s pravokotno in okroglo zaslonko  $1,19 \mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ , razlike so bile statistično značilne ( $p < 10^{-3}$ ). Pri digitalni tehnologiji je bila razlika med povprečema  $0,55 \mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ , razlike so bile prav tako statistično značilne ( $p < 10^{-3}$ ). Primerjali smo tudi vsak ekspozicijski čas, posebej pri intraoralnem slikanju s klasično in digitalno tehnologijo pri okrogli in pravokotni zaslonki ter ugotovili, da obstajajo statistično značilne razlike ( $p = 0,008$ ) v prid pravokotni.

**Zaključek:** Rezultati so pokazali, da je pravokotna zaslonka pri intraoralnem slikanju zob boljša izbira kot okrogla, saj se pri njej DAP zmanjša za približno 32%.

**Ključne besede:** pravokotna zaslonka, zmanjšanje doze, intraoralno slikanje zob, okrogla zaslonka

#### ABSTRACT

**Introduction:** In dental radiography, circular and rectangular tubes are used, whose form of collimation is the same as their form. A rectangular tube with rectangular collimation or an additional rectangular collimation attached to a circular tube reduces the dose of ionizing radiation, received by the patient, up to 70%, compared to a circular collimation.

**Purpose:** The purpose of the study was to find out if the use of a rectangular collimation in intraoral dental radiography reduces the DAP (dose area product) in comparison to a circular collimation.

**Methods:** A cross-sectional study with an experimental method was used. The DAP measurements were made with circular and rectangular collimations at different times using a DAP meter on a dental x-ray machine Holiident MD. For each form of collimation, the dose measurement was carried out separately for standard radiography and digital radiography. The measurements were repeated five times and were carried out according to the protocol used in the Community Health Centre in Ljubljana.

**Results and discussion:** In digital as well as in standard radiography, the difference in DAP with the rectangular collimation is approximately 32% lower, compared to the circular collimation. The difference in DAP average in standard radiography as far as the collimation is concerned was  $1.19 \mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$  and a statistically significant difference was shown in that aspect ( $p < 10^{-3}$ ). The difference in DAP average in digital radiography as far as the collimation is concerned was  $0.55 \mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$  and a statistically significant difference was shown in that aspect ( $p < 10^{-3}$ ). Statistically significant differences ( $p = 0.008$ ) to the benefit of the rectangular collimation were shown for both, standard and digital radiography, in comparison of each exposure time separately for rectangular and circular collimations.

**Conclusion:** The results of this study indicate that the use of the rectangular collimation in the intraoral dental radiology is a better choice than the circular collimation, as the DAP received by the patient when using a rectangular collimation is lower by 32%.

**Key words:** rectangular collimation, dose reduction, intraoral dental radiography, circular collimation

## UVOD

Z vidika varstva pred sevanji je pomembno, da je vsaka raba virov sevanja upravičena, korist zaradi posega pa mora biti večja od škode zaradi prejete doze (Šešek, 2004). Pri tem moramo upoštevati ALARA načelo, kar pomeni, da moramo pri delu uporabljati vsa sredstva in postopke tako, da prejme pacient najmanjšo dozo, ki je še razumno mogoča, da dosežemo optimalno kakovost slike oz. posega (Thomson in Johnson, 2012). Zaradi škodljivega biološkega učinka, ki je dokaj sorazmeren prejeti količini ionizirajočega sevanja, je nujno njeno objektivno merjenje (Tabor in sod., 2001). Dozo, ki jo prejme pacient, lahko zmanjšamo z različnimi metodami. Ena izmed njih je omejitev rentgenskega snopa. Ta je pomembna iz dveh vidikov, in sicer zaradi zmanjšanja izpostavljenosti pacienta nepotrebne sevanju in zmanjšanja vpliva sipanega sevanja na kontrastno ločljivost slike (Parrott in Ng, 2011).

Stomatološke rentgenske slike so koristno in potrebno orodje za diagnozo in zdravljenje ustnih bolezni, kot so karies, parodontalne in ostale ustne bolezni. Cilj rentgenskega slikanja v stomatologiji je pridobiti diagnostične informacije s čim manjšo izpostavljenostjo pacienta in radiološkega inženirja ionizirajočemu sevanju (Kodak Dental Systems, 2007). Čeprav so doze sevanja v zobni radiografiji nizke, je treba izpostavljenost sevanju zmanjšati, kadar je to izvedljivo (American Dental Association Council on Scientific Affairs, 2001).

Velik pomen za znižanje doze sevanja ima zaslanjanje. Zaslanjanje polja pomeni omejitev rentgenskega snopa na določeno velikost. To naredimo tako, da snop zaslonimo bodisi na glavi cevi ali na koncu tubusa. V stomatološki diagnostiki se uporabljajo okrogli in pravokotni tubusi, ki imajo enako obliko zaslonke, kot je oblika tubusa. Pogosto sta v uporabi okrogli tubus in okrogla zaslonka, dodatek okroglem tubusu pa je lahko tudi pravokotna zaslonka. Tako poznamo dve obliki zaslonke – okroglo in pravokotno (Langlais, 2004). V American Dental Association Council on Scientific Affairs (2006) navajajo, naj bi pravokotna zaslonka zmanjšala dozo sevanja v primerjavi z okroglo kar do petkrat. Prav tako pišeta Thomson in Johnson (2012), da pravokotna zaslonka pod izstopnim okencem ali dodatna pravokotna zaslonka v velikosti filma številka 2 (41 mm × 31 mm), pritrjena na okrogli tubus, v primerjavi z okroglo zaslonko, pri kateri je premer polja 7 cm, zmanjša količino ionizirajočega sevanja, ki jo prejme pacient, do 70%. Če je tubus pravokotne oblike, je tudi zaslonka na njegovem koncu pravokotna. Pri okroglih tubusih lahko uporabimo dodatno pravokotno zaslonko, ki jo pritrđimo na konec tubusa (Parrott in Ng, 2011). Langlais (2004) navaja, da je pravokotna zaslonka na voljo že več desetletij, vendar kljub njenim prednostim ni bila dobro sprejeta. Navaja tudi, da izbira pravokotne zaslonke ni več samo stvar izbire, ker je National Council on Radiation Protection v ZDA 31. decembra 2003 objavil poročilo, v katerem priporoča, naj se pravokotna zaslonka rutinsko uporablja za periapikalno tehniko in slikanje zobnih kron. Zaslonka, ki je pravilno nameščena, služi za omejitev velikosti in oblike uporabnega rentgenskega snopa, ki doseže pacienta, kar ne le zmanjša odmerek, ampak lahko tudi izboljša kakovost slike (Kodak Dental Systems, 2007). Langlais (2004) navaja tudi, da obstajajo trije osnovni načini za spremembo

obstojećih intraoralnih rentgenskih aparatov. Prvi je kovinska naprava, Masel Positioning Instrument, ki pokaže nastavitev rentgenskega snopa, uporablja se z okroglim tubusom in zasloni snop na površini kože. Drugi način je namestitev pravokotne drsne zaslonke na konec okroglega tubusa. Tretji pa, da celoten okrogli tubus zamenjamo s pravokotnim; ti tubusi so prilagojeni večini modelov rentgenskih aparatov, celo tistim, ki so stari že 25 ali 30 let.

Evropske (European Communities, 2004) in Irske (Radiological Protection Institute of Ireland in Health Service Executive, 2011) smernice z uporabo pravokotne zaslonke povezujejo tudi uporabo predpasnikov in zaščit za ščitnico iz svinčene gume. Predpasniki ščitijo pred primarnim snopom rentgenskih žarkov in tudi pred sipanim sevanjem, vendar ne ščitijo pred sipanim sevanjem, ki pride iz notranjosti pacientovega telesa. Zaradi izredno nizkih odmerkov doze na gonade (po starih priporočilih ICRP 60 (1991) so bile gonade najbolj radiosenzitiven organ, po smernicah ICRP 103 (2007) pa so pljuča, dojke, maternica, želodec in debelo črevo bolj radiosenzibilni od gonad in v našem primeru ležijo bližje primarnem polju), je bila v preteklosti priporočljiva uporaba teh predpasnikov le za pomiritev strahu pacientov. Izkazalo se je, da doza na gonade ni bistveno drugačna, če pacient nosi ali ne nosi predpasnika. Smernice za zobozdravnike o varni uporabi rentgenske opreme v Veliki Britaniji navajajo, da pri slikanju zob ni utemeljenosti za rutinsko uporabo predpasnikov iz svinčene gume. Uradno poročilo Ameriške akademije za ustno in maksilofacialno radiologijo pa poudarja, da je vrednost uporabe predpasnika iz svinčene gume minimalna v primerjavi z uporabo pravokotne zaslonke, zato so prišli do zaključka, da bi se lahko njegova uporaba štela kot neobvezna, razen če tako zahteva zakon (European Communities, 2004). Tudi na Irskem Institut za varstvo pred sevanji pravi, da v dentalni radiografiji ni razloga za redno rutinsko uporabo predpasnikov iz svinčene gume za paciente, prav tako ne za nosečnice (Radiological Protection Institute of Ireland in Health Service Executive, 2011). V Sloveniji pa je v 16. členu Pravilnika o pogojih za uporabo virov ionizirajočih sevanj (Ur List RS 13 (111)) navedeno, da mora izvajalec pri izvajanju radioloških posegov uporabiti ustrezna sredstva za zaščito pacienta.

Eden izmed radiosenzitivnih organov v območju glave in vratu je tudi ščitnica, ki je pogosto izpostavljena sipanemu sevanju in je občasno pri slikanju zob tudi v primarnem snopu. Ker so ljudje, mlajši od 30 let, v večji nevarnosti, da zbolijo za rakom ščitnice kot starejši, v številnih raziskavah trdijo, da je uporaba zaščite za ščitnico pri intraoralnem slikanju zob potrebna, navajajo pa tudi, da pravokotna zaslonka pri intraoralnem slikanju zob nudi podobno raven zaščite kot zaščita za ščitnico iz svinčene gume in s tem zmanjšuje dozo (European Communities, 2004). Radiological Protection Institute of Ireland in Health Service Executive (2011) navajata, da je zaščito za ščitnico potrebno uporabiti le v primerih, kjer je ščitnica v primarnem snopu in zaščita ne bo povzročala artefaktov na sliki ter kadar pri intraoralnem slikanju zob nimamo možnosti uporabiti pravokotne zaslonke pri pacientih, mlajših od 30 let. Predpasnik iz svinčene gume pa ostaja v uporabi v vseh primerih, ko pacienti niso zmožni samostojno sedeti in jih kdo od družinskih članov med ekspozicijo drži.

## NAMEN

Namen raziskave je bil ugotoviti ali uporaba pravokotne zaslonke v primerjavi z okroglo zmanjša dozo ionizirajočega sevanja, ki jo prejme pacient pri slikanju zob.

## METODE

Raziskava je presečna študija z eksperimentalno metodo ter pregledom domače in tuje literature (Pahor, 2012). Postopek zbiranja podatkov, ki smo ga uporabili, je bil merjenje.

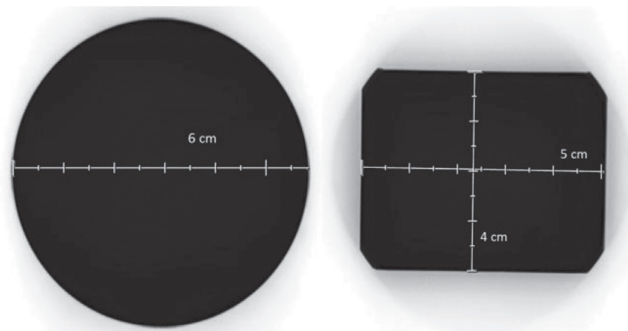
Za merjenje količine doze ionizirajočega sevanja, ki jo prejme pacient, smo izbrali produkt doze in površine (DAP). Meritve smo izvedli decembra 2014 v Radiološkem laboratoriju na Zdravstveni fakulteti v Ljubljani in sicer na stomatološkem rentgenskem aparatu Holiodent MD (Siemens AG, Germany). Aparat ima na voljo dve pospeševalni napetosti (60 in 70 kV), anodni tok je 7 mA, velikost gorišča pa znaša 0,7 mm. Slika 1 prikazuje DAP meter ter rentgenski aparat, na katerem smo izvajala meritve.



Slika 1: DAP meter ter rentgenski aparat, na katerem smo izvajali meritve

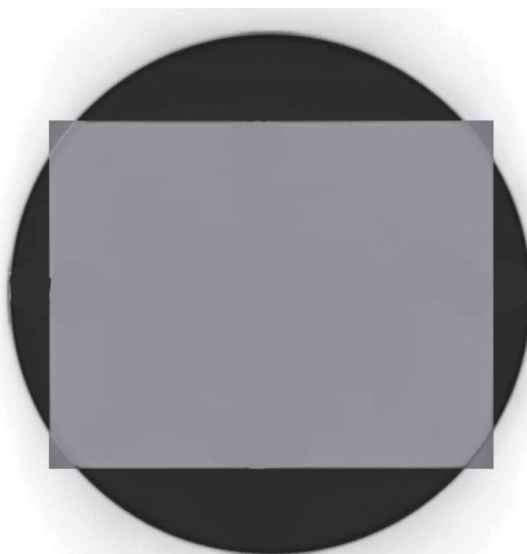
Instrument za merjenje doze je bil DAP meter (PTW DIAMENTOR M4-KDK), ki smo ga namestili neposredno pod izhodni snop rentgenskih žarkov (na konec tubusa). Ker nismo

imeli možnosti izvedbe meritev na pravokotnem in okroglem tubusu, smo meritve za okroglo zaslonko izvedli na okroglem tubusu, meritve za pravokotno zaslonko pa z dodatno pravokotno zaslonko, ki se pritrdi na konec okroglega tubusa. Velikost polja pri okrogli zaslonki je bila 6 cm, pri pravokotni pa 4 cm × 5 cm. Velikosti polja okrogle in pravokotne zaslonke prikazuje slika 2.



Slika 2: Rentgenska slika velikosti polja okrogle in pravokotne zaslonke

Slika 3 prikazuje prekrivanje rentgenskih slik okrogle in pravokotne zaslonke, ki smo jih uporabili pri izvajanju meritev. Na sliki vidimo, da je površina pravokotne zaslonke manjša od površine okrogle zaslonke.



Slika 3: Prekrivanje rentgenskih slik okrogle in pravokotne zaslonke

Meritve smo izvedli z ekspozicijskimi časi posebej za digitalno in posebej za klasično radiografijo. Pri tem smo uporabili konstantno pospeševalno napetost 60 kV. Najprej smo opravili vse meritve z okroglo zaslonko. Časi, uporabljeni za slikanje posameznega zoba pri klasični in digitalni tehnologiji, so navedeni v tabeli 1. Uporabljeni ekspozicijski časi in izbrana anodna napetost so bili povzeti iz kliničnega okolja.

Tabela 1: Ekspozicijski časi za posamezne zobe zgornje in spodnje čeljusti pri digitalni in klasični tehnologiji

	Pozicija zob	Ekspozicijski čas – digitalna tehnologija (s)	Ekspozicijski čas – klasična tehnologija (s)
Zgornja čeljust	12	0,100	0,200
	3	0,125	0,200
	45	0,125	0,250
	678	0,125	0,320
Spodnja čeljust	12	0,100	0,160
	3	0,100	0,160
	45	0,100	0,200
	678	0,125	0,250

Tubus smo približali DAP metru, tako da se ga je skoraj dotikal, centralni žarek pa je potekal skozi sredino DAP metra. Meritev smo za vsak ekspozicijski čas ponovili petkrat. Za vsako meritev smo tubus odmaknili v stran ter ponovno nastavili centralni žarek na sredino DAP metra. S tem smo dobili napako zaradi postavitve. Nato smo na okrogli tubus namestili pravokotno zaslonko, ki je prikazana na sliki 4 in meritve pri enakih ekspozicijskih časih kot pri okrogli zaslonki petkrat ponovili.



Slika 4: Pravokotna zaslonka, ki smo jo pritrdili na konec okroglega tubusa

Vse dobljene podatke smo obdelali s programom IBM SPSS STATISTICS 22. Za prikaz rezultatov smo uporabili osnovni statistični test za preverjanje normalnosti vzorca, Kolmogorov Smirnov test, za analizo podatkov pa neparametrični Mann-

Whitney U preizkus. 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 grafikonom kvartilov.

## REZULTATI IN RAZPRAVA

Skupno smo opravili 60 meritev. Povprečni rezultati meritev pri okrogli in pravokotni zaslonki pri uporabljenih ekspozicijskih časih za digitalno in klasično tehnologijo ter njihova razlika v odstotkih so predstavljeni v tabeli 2.

Tabela 2 prikazuje, da je razlika doz pri vseh časih pri pravokotni zaslonki v povprečju za približno 32% manjša v primerjavi z okroglo zaslonko. Razlike so statistično značilne ( $p = 0,008$ ).

Zanimalo nas je tudi, kakšna je povprečna razlika v dozah med okroglo in pravokotno zaslonko, zato smo izračunali povprečje in standardni odklon za vse meritve, ki smo jih opravili z obema zaslonkama. V tabeli 3 je predstavljena opisna statistika pri uporabljenih ekspozicijskih časih za klasično tehnologijo.

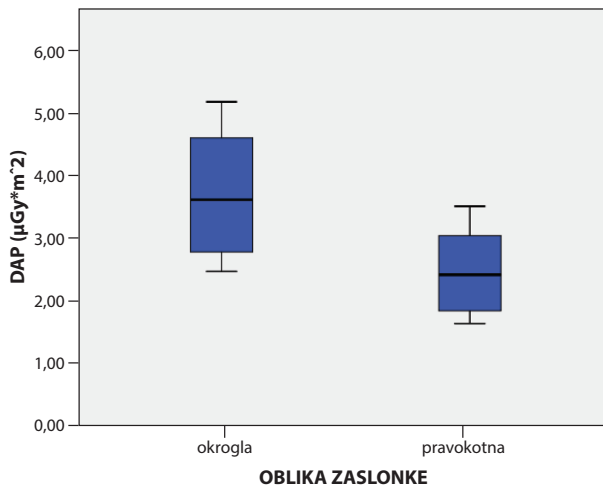
Tabela 2: Povprečje DAP meritev v  $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$  pri okrogli in pravokotni zaslonki pri različnih časih za klasično in digitalno tehnologijo ter razlika doz v odstotkih

	Čas (s)	Povprečni DAP pri okrogli zaslonki ( $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ )	Povprečni DAP pri pravokotni zaslonki ( $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ )	Razlika doz v %
KLASIČNA TEHNOLOGIJA	0,16	2,50	1,70	32,0
	0,20	3,18	2,16	32,1
	0,25	4,00	2,70	32,5
	0,32	5,10	3,48	31,8
DIGITALNA TEHNOLOGIJA	0,10	1,56	1,06	32,1
	0,12	1,90	1,30	31,6

**Tabela 3: Osnovne statistične lastnosti meritev v  $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$  pri okrogli in pravokotni zaslonki pri ekspozicijskih časih s klasično tehnologijo, pridobljenih z DAP-om.**

	N (število meritev)	Povprečje meritev ( $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ )	Std. odklon	Minimum	Maksimum
Okrogla zaslonka	20	3,7	0,99	2,5	5,1
Pravokotna zaslonka	20	2,5	0,68	1,7	3,5

Iz rezultatov v tabeli 3 razberemo, da je pri ekspozicijskih časih za klasično tehnologijo razlika med povprečjema doz 1,19  $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$  (32,1%). Med DAP pri slikanju z okroglo in pravokotno zaslonko obstajajo statistično značilne razlike ( $p < 10^{-3}$ ). Rezultati so grafično prikazani na sliki 5.



**Slika 5: Produkt doze in površine pri ekspozicijskih časih za klasično tehnologijo pri okrogli in pravokotni zaslonki**

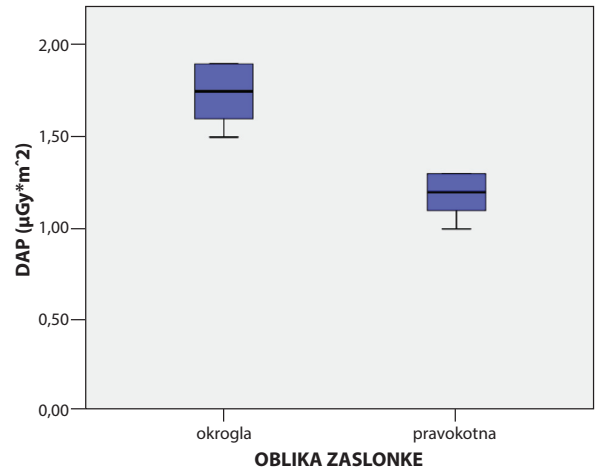
V tabeli 4 pa je predstavljena opisna statistika pri ekspozicijskih časih za digitalno tehnologijo.

Rezultati v tabeli 4 kažejo, da je pri ekspozicijskih časih za digitalno tehnologijo razlika med povprečjema doz 0,55  $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$  (31,8%). Med DAP pri slikanju z okroglo in pravokotno zaslonko so statistično značilne razlike ( $p < 10^{-3}$ ). Rezultati so grafično prikazani na sliki 6.

Raziskava American Dental Association Council on Scientific Affairs (2006) ter Thomson in Johnson (2012) navajata, da se doza pri izbiri pravokotne zaslonke v primerjavi z okroglo zmanjša do 70%, pri čemer ne omenjajo, za kakšno vrste doze gre. Rezultati tokratne raziskave so pokazali, da se doza

**Tabela 4: Osnovne statistične lastnosti meritev v  $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$  pri okrogli in pravokotni zaslonki pri ekspozicijskih časih za digitalno tehnologijo, pridobljenih z DAP-om**

	N (število meritev)	Povprečje meritev ( $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ )	Std. odklon	Minimum	Maksimum
Okrogla zaslonka	10	1,7	0,18	1,5	1,9
Pravokotna zaslonka	10	1,2	0,13	1,0	1,3



**Slika 6: Produkt doze in površine pri ekspozicijskih časih za digitalno tehnologijo pri okrogli in pravokotni zaslonki**

pri uporabi pravokotne zaslonke zmanjša za približno 32% v primerjavi z okroglo, torej lahko vidimo, da naši rezultati odstopajo od rezultatov, navedenih v drugih člankih. Do odstopanja lahko prihaja tudi zato, ker so vsi zgoraj navedeni avtorji merili doze pri okrogli zaslonki večjega premera, kot smo ga uporabili mi. Velikosti polj pri zaslonkah, s katerimi so bile izvedene številke raziskave, so bile pri okrogli 7 cm v premeru, pri pravokotni pa 3,2 cm  $\times$  4,1 cm. Pri naši okrogli zaslonki je bil premer slikovnega polja 6 cm in lahko razliko v zmanjšanju doze pripišemo tej razliki.

S tem še enkrat potrjujemo, da je izbira pravokotne zaslonke boljša od izbire okrogle, saj omogoča večje zmanjšanje doze za pacienta.

Čeprav naš namen ni bil ugotoviti ali na dozo vpliva tudi vrsta uporabljene tehnologije (digitalna ali klasična), lahko opazimo, da je pri ekspozicijskih časih, uporabljenih pri digitalni tehnologiji, doza pri obeh oblikah zaslonk veliko manjša. Do razlike prihaja zato, ker je pri popolnoma enakih pogojih pri digitalni tehnologiji krajši čas ekspozicije. Zato priporočamo da, če le imamo možnost, vedno uporabimo

pravokotno zaslonko in digitalni način slikanja, saj Langlais (2004) navaja, da približno 4 slike zobnih kron s pravokotno zaslonko povzročijo enako dozo sevanja kot 2 sliki zobnih kron z okroglo. Prav tako navaja, da ni pravih slabosti pri uporabi pravokotne zaslonke, zato jo lahko vedno uporabljamo z mirno vestjo.

## ZAKLJUČEK

Glede na namen raziskave, ki je bil ugotoviti ali uporaba pravokotne zaslonke v primerjavi z okroglo zmanjša dozo ionizirajočega sevanja, ki jo prejme pacient, je tokratna raziskava pokazala, da se doza, merjena z DAP metrom, pri pravokotni zaslonki v primerjavi z okroglo zmanjša za približno 32%, kar lahko dosežemo z majhnim vložkom. Za nadaljnjo raziskavo priporočamo, da se raziskava izvede na večjem številu različnih aparatov in z uporabo pravokotnega tubusa.

## LITERATURA

American Dental Association Council on Scientific Affairs (2001). An update on radiographic practices: information and recommendations. Association report. *JADA* 132(12): 234–8. <http://www.limoli.com/fileTamer/An%20Update%20On%20Radiographic%20Practices.pdf>. <24.1.2015>

American Dental Association Council on Scientific Affairs (2006). The use of dental radiographs: Update and recommendations. Association report. *JADA* 137 (9): 1304–1312. <http://www.ncradiation.net/xray/documents/dental%20ADArad.pdf>. <24.1.2015>

European Communities (2004). Radiation protection 136 – European guidelines on radiation protection in dental radiology. The safe use of radiographs in dental practice. Issue N 136.

ICRP (1991). 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. *Ann. ICRP* 21 (1–3).

Kodak Dental Systems (2007). Radiation safety in dental radiography. Carestream Health. CAT 129. <http://www.ncradiation.net/xray/documents/radsafetyDent.pdf>. <24.1.2015>

Langlais R (2004). A special report – Rectangular collimation, No longer a matter of choice. *Interactive Diagnostic Imaging*. <http://www.idixray.com/media/pdf/Tru-Align%20Special%20Report.pdf>. <24.1.2015>

Pahor M (2012). Osnove raziskovalnega dela v zdravstvu. Interno gradivo.

Parrott LA, Ng SY (2011). Research – A comparison between bitewing radiographs taken with rectangular and circular collimators in UK military dental practices: a retrospective study. *Dentomaxillofac Radiology* 40 (2): 102–109.

Pravilnik o pogojih za uporabo virov ionizirajočih sevanj v zdravstvu (2003). *Ur List RS* (111): 15314. <https://www.uradni-list.si/1/content?id=46031>. <4.8.2015>

Radiological Protection Institute of Ireland and Health Service Executive (2011). The Use of Lead Aprons in Dental Radiology. Dublin, Ireland.

Šešek T (2004). Izračun vstopne kožne doze iz ekspozicijskih parametrov pri rentgenskem slikanju ledvene hrbtenice. Diplomsko delo. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo.

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

Thomson EM, Johnson ON (2012). *Essentials of Dental Radiography for Dental Assistants and Hygienists*. 9th ed. Upper Saddle River, Pearson Education: 63.