



glasilo Društva radioloških inženirjev Slovenije



in Zbornice radioloških inženirjev Slovenije

**RENTGENSKO SLIKANJE CELOTNE HRBTENICE Z DIGITALNIM
ROTACIJSKIM SISTEMOM**

**FUNKCIJSKO MAGNETNORESONANČNO SLIKANJE PRI BOLNIKIH
Z ŽARIŠČNIMI OKVARAMI MOŽGANOV**

DOZA NA DOJKE PRI PANORAMSKEM SLIKANJU ZOB

letnik
31
števila
2
leto
2014

bilten

ISSN 1855-5136

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

Izdajatelj / Publisher:

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

Urednik / Editor:

Nejc Mekiš
nejc.mekis@zf.uni-lj.si

Uredniški odbor / Editorial board:

Aleksandra Oklješa Lukič
Sebastijan Rep
Irena Hercog
Nina Bauer
Tina Starc

Naslov uredništva / Editorial office:

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

Lektorica / Proofreader of Slovenian version:

Veronika Lipovec

Prevajalka / Translator and proofreader of English version:

Janja Gaborovič

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

Naklada / Number of copies:

570 izvodov / 570 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 brezislinski papir / This journal is printed on acid-free paper

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

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

Spoštovane kolegice, spoštovani kolegi!

Druga številka Biltena z letnico 2014 je zaradi objektivnih razlogov izšla z rahlo zamudo. V njej lahko najdete tri članke. Ker si prizadevamo, da bi bilo število člankov v posamezni številki čim večje, vas bi rad spodbudil, da tudi sami posredujete vaše raziskave, opise primerov, novosti itd., skratka da opišete vsebine, ki se na vaših oddelkih vsakodnevno izvajajo in s katerimi bi želeli seznaniti tudi ostale.

Rad bi vas obvestil, da lahko na spletni povezavi <http://www.radioloski-inzenirji.si/> najdete tudi prenovljeno stran Društva radioloških inženirjev, ki se vsakodnevno dopolnjuje. Poleg tega so na njej tudi osebni profili članov, v katerih lahko najdete in si natisnete svoja potrdila o udeležbi na posameznih izobraževanjih, predavanjih, kongresih ... od leta 2014 dalje.

*Lep pozdrav,
Nejc Mekiš*

diagnostična radiološka tehnologija**4**

Karina Zelivyanska, Boris Tomič, Katja Kocijančič

RENTGENSKO SLIKANJE CELOTNE HRBTENICE Z DIGITALNIM ROTACIJSKIM SISTEMOM

TOTAL SPINE RADIOLOGY IMAGING WITH DIGITAL ROTATING SYSTEM

diagnostična radiološka tehnologija**10**

Dijana Despot, Tina Listar, Andrej Sirnik, Nuška Pečarič Meglič, Blaž Koritnik, Janez Podobnik

FUNKCIJSKO MAGNETNORESONANČNO SLIKANJE PRI BOLNIKI Z ŽARIŠČNIMI OKVARAMI MOŽGANOV

FUNCTIONAL MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN PATIENTS WITH FOCAL BRAIN LESIONS

diagnostična radiološka tehnologija**19**

Nuša Dovečar, Nejc Mekiš

DOZA NA DOJKE PRI PANORAMSKEM SLIKANJU ZOB

RADIATION DOSE TO THE BREAST DURING DENTAL PANORAMIC RADIOGRAPHY

RENTGENSKO SLIKANJE CELOTNE HRBTENICE Z DIGITALNIM ROTACIJSKIM SISTEMOM

TOTAL SPINE RADIOLOGY IMAGING WITH DIGITAL ROTATING SYSTEM

Karina Zelivyanska, Boris Tomič, Katja Kocijančič

Oddelek za radiologijo, Ortopedska bolnišnica Valdoltra, Jadranska cesta 31, 6280 Ankaran

Korespondenca/corespondece: Karina Zelivyanska, dipl. inž. rad., karina.zelivyanska@gmail.com

Prejeto/Recived: 13.9.2014

Sprejeto/Accepted: 29.10.2014

POVZETEK

Uvod: Osnovna diagnostična preiskava pri skoliozah je rentgensko slikanje celotne hrbtenice, s katero skoliozo potrdimo, določimo tip in izmerimo njeno velikost. V Ortopedski bolnišnici Valdoltra za takšno slikanje uporabljamo digitalni rotacijski sistem.

Namen: Predstaviti digitalni rotacijski sistem zajemanja slik celotne hrbtenice pri napotni diagnozi skolioza in ugotoviti, kakšne so njegove prednosti in slabosti v primerjavi z analognim sistemom.

Metode dela: Obdelali smo podatke 5 pacientov s skoliozo, starih od 9 do 16 let, ki smo jim slikali celotno hrbtenico z rotacijskim sistemom zajemanja slik proizvajalca Siemens.

Rezultati in razprava: Parametre za slikanje celotne hrbtenice z digitalnim rotacijskim sistemom zajemanja slik smo primerjali s parametri, ki smo jih predhodno uporabljali pri analognem sistemu folija-film. Distorzija je na slikah, pridobljenih z obema sistemoma enaka, ker je enaka tudi razdalja gorišče-slikovni sprejemnik, in sicer 3 m. Pri digitalnem sistemu je manjši produkt mAs in boljša kvaliteta rentgenskih slik. Slabost digitalnega sistema je daljši čas zajemanja slike.

Zaključek: Krivine hrbtenice se spreminjajo v času rasti in razvoja, običajno evolutivno do zaključka rasti, prav tako se z rastjo povečujejo tudi deformacije hrbtenice. Napredovanja deformacij spremljamo z rentgenskim slikanjem, in sicer s posebno tehniko, tako da zajamemo celotno hrbtenico tako v AP kot tudi v stranski projekciji, stoje ali sede. Na rentgenogramih se deformacije nato merijo. Leta 2012 smo v Ortopedski bolnišnici Valdoltra spremenili tehniko zajemanja slik, ko smo z analognega prešli na digitalni sistem. Z zajemom s pomočjo digitalnega rotacijskega sistema smo izboljšali kvaliteto rentgenskih slik.

Ključne besede: rentgensko slikanje, celotna hrbtenica, rotacijski sistem zajemanja slik, skolioza

ABSTRACT

Introduction: Scoliosis is a three-dimensional spinal deformity which consists of rotation and inclination in the frontal and sagittal plane. In all types of scoliosis the basic diagnostic examination is the total spine x-ray imaging which allows us to confirm the scoliosis, determine its type and measure its degree (Mohar et al., 2009). In this research, the system adopted for total spine imaging was the digital image rotating system which is used in Valdoltra Orthopaedic Hospital.

Aim: To present the digital image rotating system in total spine imaging and to establish its advantages and disadvantages in comparison to the analogue x-ray system.

Methods: We examined 6 scoliosis patients aged from 9 to 16. The total spine imaging was performed by the digital image rotating system manufactured by Siemens.

Results and discussion: The parameters for total spine imaging with the digital image rotating system were compared to those previously used with the analogue x-ray system. The distortion of the images obtained by both systems was the same, because the source-to-image receptor distance (SID) was the same (3 m). With the digital system, the mAs was lower and the image quality was better. A disadvantage of the digital system is longer image capture time.

Conclusion: During the growth and development the curvature of the spine undergoes changes which usually end when growth stops. During the growth, spinal deformities tend to progress. In order to monitor the development of spinal deformities, the AP and lateral images of the total spine have to be taken in the standing or sitting position. The radiology images are needed for accurate measurements of spinal deformities. In 2012, the Valdoltra Orthopaedic Hospital switched from the analogue to digital radiography which improved the image quality by using the digital image rotating system.

Keywords: radiology imaging, total spine, image rotating system, scoliosis

UVOD

Najpogostejši pacienti z deformacijo hrbtenice so deklice v dobi rasti, pri katerih večkrat opravimo kontrolno slikanje celotne hrbtenice. Običajna metoda zdravljenja deformacije hrbtenice s steznikom je v večini primerov uspešna. Po zaključenem zdravljenju je hrbtenica stabilna in kontrolna slikanja niso več potrebna. Če bolezen hitro napreduje, lahko pride do hudih zapletov kot so deformacija in stenoza hrbteničnega kanala, motnje dihanja in motnje srčne funkcije, kar lahko privede do smrti (Mohar in sod., 2009).

Pri vseh skoliozah je osnovna diagnostična preiskava rentgensko slikanje celotne hrbtenice, s katero skoliozo potrdimo, določimo tip in izmerimo njeno velikost (Mohar in sod., 2009). Hrbtenico slikamo v anteroposteriorni (AP) in stranski projekciji.

Deformacije hrbtenice

O deformacijah hrbtenice govorimo, ko normalne hrbtenične krivine postanejo nenormalne. Te krivine so lahko nenormalno velike ali pa nenormalno majhne. Ločimo deformacijo hrbtenice v frontalni (skolioza) in v sagitalni ravnini (patološka kifoz, patološka lordoza, raven hrbet) (Lanasi, 2009).

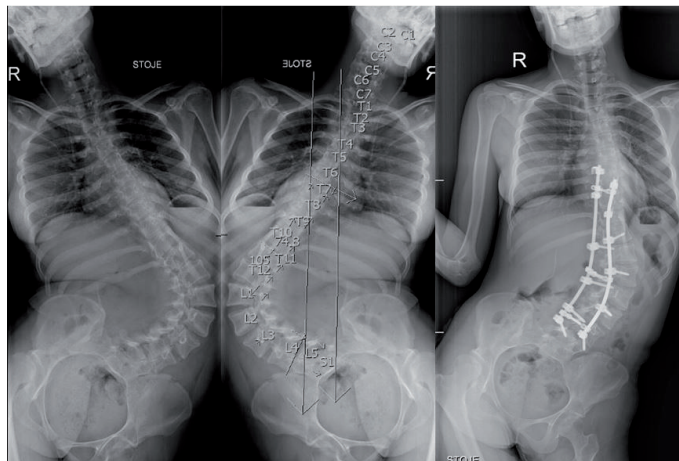
Skolioza je najpogostejša indikacija za slikanje celotne hrbtenice, zato se bomo osredotočili na to deformacijo hrbtenice.

Skolioza je tridimenzionalna deformacija hrbtenice, ki se izrazi kot rotacija in odklon v frontalni ter sagitalni ravnini. Kadar vzrok ni znan, govorimo o idiopatski (primarni) skoliozi, ki se pojavlja v dobi rasti in razvoja okostja. Pogostost idiopatskih skolioz je 80–90%. Glede na starost, v kateri se pojavljajo, se skolioze delijo na infantilne (starost 0 do 3 leta), juvenilne (od 4 do 10 let) in adolescentne (od 11 let do zrelosti okostja) (Mohar in sod., 2009). Pri idiopatskih skoliozah uporabljajo nekateri avtorji klasifikacijo, ki jih deli na skolioze z zgodnjim in na tiste s kasnejšim nastankom (Dickson in Archer, 1987). Ta razvrstitev je predvsem pomembna zaradi razvoja srčno-pljučnih težav, ki se lahko razvijejo pri bolnikih s skoliozo, mlajših od 5 let. V prvih petih letih starosti so rast hrbtenice in prsnega koša ter posledično razvoj pljuč najhitrejši, zato je tudi pogostejši razvoj srčno-pljučnih težav. Rast omenjenih struktur se v obdobju med 5. in 10. letom bistveno upočasni in nato po 10. letu ponovno pospeši. Skolioza, ki se pojavi pred 5. letom starosti, hitreje napreduje, hkrati pa se zaradi deformacij prsnega koša razvije restriktivni vzorec zmanjšane pljučne funkcije (Gillingham et al., 2006).

Nadalje razdelimo skolioze po mestu na hrbtenici, kjer se pojavljajo. Tako jih razdelimo na prsne, prsno-ledvene in ledvene (Mohar in sod., 2009).

Stopnjo deformacije skolioze določimo z meritvijo (slika 1) na rentgenskem posnetku v AP projekciji (Tribus, 2003). Zdravljenje skolioz temelji na velikosti krivine in na obsegu njenega napredovanja. Krivine, ki so manjše od 25°, pomenijo manjše tveganje za napredovanje in jih običajno opazujemo vsakih 4–6 mesecev. Kritična so obdobja hitre rasti, saj

deformacija krivine takrat hitreje napreduje. V tem obdobju se priporočajo tudi kontrolni rentgenski posnetki. Pri krivinah, večjih od 35°, ki napredujejo hitreje kot za 5° v 4–6 mesecih, se tradicionalno svetuje neoperativno zdravljenje z uporabo mavca, steznikov ali obojega (Gillingham et al., 2006). Kirurško zdravljenje je potrebno v takrat, ko deformiranje v kontrolnem intervalu kljub konzervativnim ukrepom napreduje in preseže 5° (Tribus, 2003).



Slika 1: Rentgenska slika celotne hrbtenice v AP projekciji pred operacijo (levo), meritve, potrebne pred operacijo na isti sliki in rentgenska slika po operaciji (desno)

Rotacijski sistem zajemanja slike celotne hrbtenice

Zajemanje slik izvajamo ob stenskem stativu iz razdalje gorišče–slikovni sprejemnik (RGS) 3 m. Pacient se postavi na premično stojalo, s hrbtom obrnjen proti stativu. Pomembno je, da stoji v običajnem položaju, z dvignjeno brado. Stojalo z ročkama, za kateri se drži, mu onemogoča premikanje med slikanjem. Namestimo mu gonadno zaščito. Pri nepokretnih pacientih slikanje opravimo sede.



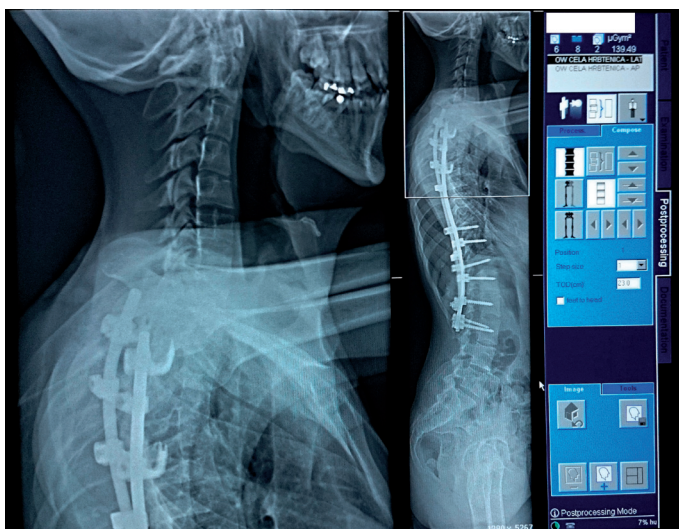
Slika 2: Postavitev pacienta

Rentgensko cev postavimo v začetni položaj za slikanje celotne hrbtenice. S pomočjo laserja centriramo dolžino slikovnega polja od zgoraj navzdol. Na zaslonu rentgenske cevi shranimo najvišjo točko 1 (na bradi) in najnižjo točko 2 (na simfizi) (slika 2). Slikovno polje zaslonimo samo po širini, zaslanjanje po višini in število zajetih slik program določi samodejno.



Slika 3: Nagib rentgenske cevi navzgor za centriranje zgornje točke (levo) in navzdol za centriranje spodnje točke (desno)

Na delovni postaji lahko spremenimo parametre za vsak zajem slike posebej. Uporabljamo avtomatski nadzor ekspozicije. Zatim pritisnemo gumb za eksponiranje in ga držimo toliko časa, dokler niso vsi zajemi končani. Rentgenska cev se najprej postavi na sredino slikovnega polja in nato nagne navzgor v položaj za zajem prve slike (slika 3). Slikovni sprejemnik samodejno sledi premikanju rentgenske cevi. Običajno celotno hrbtenico zajamemo z dvema ali tremi slikami, ki se prikažejo na delovni postaji (slika 4).



Slika 4: Prikaz slik na monitorju delovne postaje

Po končanem slikanju se slike samodejno sestavijo in prikažejo na monitorju kot ena slika, ki jo nato lahko obdelamo (level, window, besedilo, znak). Na delovni postaji se shranijo izvirne slike in rekonstruirana slika celotne hrbtenice.

NAMEN

Namen članka je predstaviti digitalni rotacijski sistem zajemanja slik celotne hrbtenice ter ugotoviti, kakšne so njegove prednosti in slabosti v primerjavi z analognim sistemom folija-film.

METODE DELA

Leta 2012 smo na radiološkem oddelku v Ortopedski bolnišnici Valdoltra prešli iz analognega (folija-film) na digitalni radiografski sistem in spremenili način zajemanja slik celotne hrbtenice. Zdaj uporabljamo rotacijski sistem, ki ga bomo predstavili. Oba sistema bomo tudi primerjali.

Meritve smo izvedli na oddelku za slikovno diagnostiko oktobra 2013.

Na digitalnem rentgenskem aparatu z rotacijskim sistemom zajemanja slik Siemens Ysio smo pacientom, ki so bili po ortopedskem pregledu napoteni na rentgensko slikanje celotne hrbtenice, hrbtenico slikali v anteroposteriorni (AP) in stranski/lateralni (LAT) projekciji. Predstavili bomo podatke 5 preiskovancev starosti od 9 do 16 let.

Pri AP projekciji pacient stoji na stojalu obrnjen s hrbtom proti stenskemu stativu. Z rokami se drži za ročke na stojalu, brada je dvignjena. Pri LAT projekciji stoji v stranskem položaju, roke dvigne predse. Slikovno polje omejimo od brade do simfize.

RGS je 3 m. Višina lamel v radiografski rešetki je 15 mm, gostota 70 lamel/cm. Razdalja objekt-slikovni sprejemnik (ROS) je pri AP projekciji 10 cm, pri LAT pa 23 cm. Pri vseh slikanjih smo uporabljali veliko gorišče, srednjo ionizacijsko celico, počrnitev +1 in avtomatski nadzor ekspozicije, saj se slika zajame v več segmentih, v naših primerih v dveh ali treh. Napetost v rentgenski cevi nastavimo za vsak segment posebej. Stitching window (spajalno okno: širina zlepljenega pasu med dvema segmentoma) je 6 cm.

REZULTATI IN RAZPRAVA

V rezultatih bomo predstavili parametre za slikanje celotne hrbtenice v dveh projekcijah z digitalnim rotacijskim sistemom, ki ga uporabljamo od leta 2012 in rezultate, pridobljene na ta način, primerjali z rezultati slikanja na sistem folija-film, ki smo ga uporabljali prej.

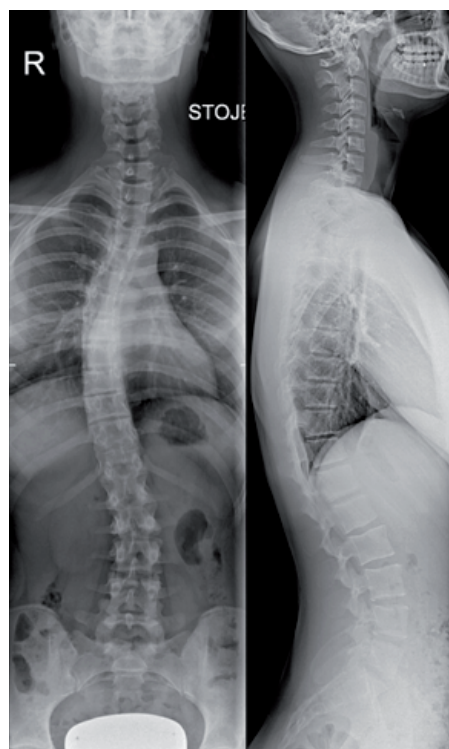
V tabeli 1 so prikazani parametri, ki jih uporabljamo pri slikanju celotne hrbtenice v AP in LAT projekciji. Slike celotne hrbtenice so zajete v več segmentih, zato so v drugem delu tabele ekspozicijski parametri prikazani za vsak segment posebej.

Prvi del tabele prikazuje podatke o pacientih, in sicer starost in spol. Pacientu 3 (moški, 9 let) smo slikali celotno hrbtenico v obeh projekcijah. Sledijo parametri, ki jih uporabljamo pri slikanju. Drugi del tabele prikazuje parametre za vsak slikovni segment posebej ter produkt doze in površine (DAP).

Tabela 1: Parametri pri slikanju celotne hrbtenice z digitalnim rotacijskim sistemom, v AP in LAT projekcijah pri različnih pacientih z digitalnim rotacijskim sistemom

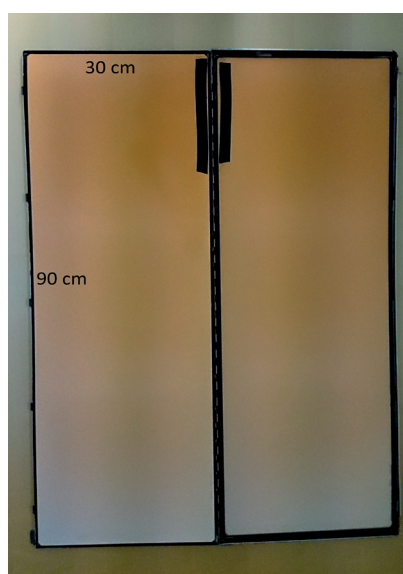
PARAMETRI	Pacient 1 (AP 1)	Pacient 2 (AP 2)	Pacient 3 (AP 3)	Pacient 3 (LAT 1)	Pacient 4 (LAT 2)	Pacient 5 (LAT 3)
starost	15 let	14 let	9 let	9 let	16 let	14 let
spol	ženska	ženska	moški	moški	moški	ženska
RGS	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m
ROS	10 cm	10 cm	10 cm	23 cm	23 cm	23 cm
radiografska rešetka	r 15, N 80, 300 cm	r 15, N 80, 300 cm	r 15, N 80, 300 cm	r 15, N 80, 300 cm	r 15, N 80, 300 cm	r 15, N 80, 300 cm
gorišče	veliko	veliko	veliko	veliko	veliko	veliko
počrnitev	+1	+1	+1	+1	+1	+1
avtomatski nadzor ekspozicije	srednja ionizacijska celica	srednja ionizacijska celica	srednja ionizacijska celica	srednja ionizacijska celica	srednja ionizacijska celica	srednja ionizacijska celica
stitching window	6 cm	6 cm	6 cm	6 cm	6 cm	6 cm
posamezni segmenti						
1. kV	82,8	82,2	82,8	92,8	92,8	92,8
1. mAs	21,3	14,1	12,6	27,8	13,6	23,1
1. DAP μGym^2	13,18	8,73	7,25	20,45	8,37	16,59
2. kV	89,8	89,8	89,8	95,9	95,9	95,9
2. mAs	98,5	37	29,2	53,9	52,2	60,2
2. DAP μGym^2	71,54	27,14	20,02	42,10	34,67	46,3
3. kV	/	/	/	/	95,7	/
3. mAs	/	/	/	/	79,4	/
3. DAP μGym^2	/	/	/	/	52,87	/
DAP (vsota za celo sliko)	84,72	35,87	27,27	62,55	95,91	62,89

Pri digitalnem sistemu lahko v procesu obdelave slik poljubno spreminjamo kontrast in svetlost slike vsakega segmenta hrbtenice ter popravimo manjše premike pacienta. S tem se izognemo ponovnemu slikanju zaradi slabe kvalitete rentgenograma. Slika 5 prikazuje kvaliteto slik celotne hrbtenice, ki jo omogoča digitalizacija.

**Slika 5: Rentgenska slika celotne hrbtenice v AP in LAT projekciji**

V drugem delu razprave so prikazani parametri, ki smo jih uporabljali za klasično rentgensko slikanje celotne hrbtenice (tabela 2).

Celotno hrbtenico smo slikali na filme velikosti 30 × 90 cm. Uporabljali smo kaseto z vgrajeno rešetko za razdaljo RGS 3 m in plus-minus ojačevalno folijo 3M Trimax G (slika 6). To je folija redkih zemelj (gadolinium oxysulfide), ki oddaja zelen spekter svetlobe (<http://bjr.birjournals.org/content/55/657/local/advertising.pdf>). Zaradi zgradbe folije, ki je vgrajena v kaseto, je zelo pomembna pravilna namestitev kasete, ki jo obrnemo tako, da je del, na katerem je ojačevalni faktor folij manjši, zgoraj. Po potrebi smo za absorpcijo rentgenskih fotonov v področju vratne hrbtenice dodatno uporabili klinasti filter. Tabela 2 prikazuje ekspozicijske parametre, ki smo jih uporabljali pri analognem sistemu folija-film za paciente do 20 leta starosti.

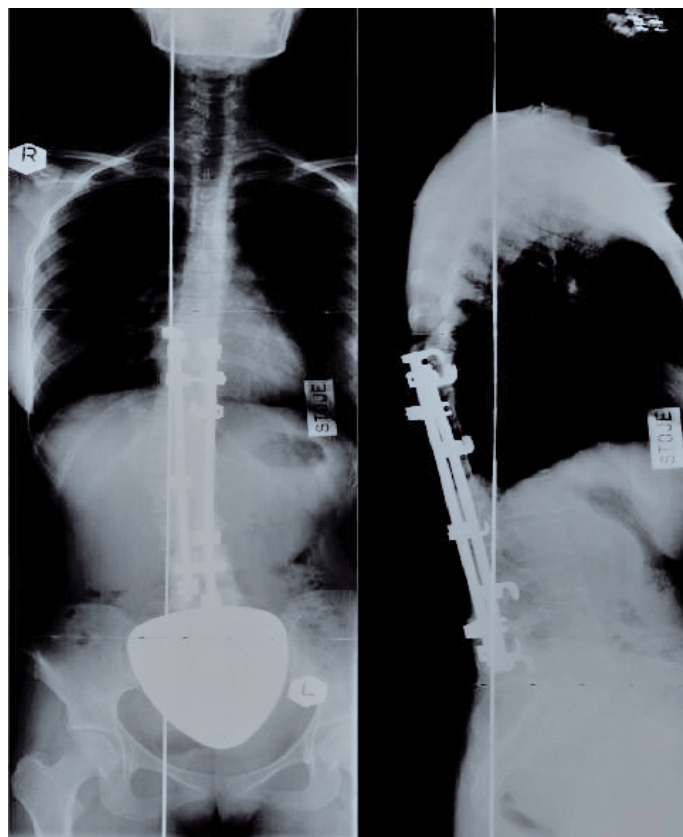


Slika 6: Odprta kaseto velikosti 30 × 90 cm z vgrajeno plus-minus folijo

Tabela 2: Parametri pri slikanju celotne hrbtenice v AP in LAT projekciji na sistem folija-film

PARAMETRI	AP	LAT
RGS	3 m	3 m
radiografska rešetka	vgrajena v kaseto, r 15, N 80, 300 cm	vgrajena v kaseto, r 15, N 80, 300 cm
gorišče	veliko	veliko
dodatni filter	klinasti	klinasti
folija	plus-minus 3M Trimax G	plus-minus 3M Trimax G
velikost filma	90 × 30 cm	90 × 30 cm
kV	70–85	80–90
mAs	70–90	80–100

Na sliki 7 je prikazan rentgenogram, narejen v Ortopedski bolnišnici Valdoltra leta 2010 z uporabo klasičnega rentgenskega aparata s sistemom folija-film velikosti 30 × 90 cm.



Slika 7: Sliki celotne hrbtenice na rentgenskem filmu

Primerjava digitalnega rotacijskega sistema in sistema folija-film

Pri obeh načinih slikanja celotne hrbtenice je zelo pomembna RGS, ki mora znašati 3 m. Prav tako pri obeh uporabljamo radiografsko rešetko fokusirano na 3 m in veliko gorišče. Digitalni rotacijski sistem je z vidika ROS in RGS primerljiv s slikanjem na sistem folija-film, zato je distorzija slike pri obeh sistemih enaka.

Pri aparatu Siemens Ysio je mogoče kot dodatno opremo za slikanje celotne hrbtenice uporabiti rotacijski ali pa digitalni translacijski sistem zajemanja slik. Pri slednjem rentgenska cev in slikovni sprejemnik med zajemanjem slik vzporedno potujeta vzdolž slikanega objekta. Pri tem sistemu je večje prekrivanje slikovnih polj in večja distorzija slike kot pri rotacijskem, zato smo se pri nakupu aparata odločili za rotacijskega.

Pri digitalnem sistemu zajemanja slik je produkt mAs manjši kot pri sistemu folija-film. Zaradi avtomatskega nadzora ekspozicije in segmentiranega zajemanja slike celotne hrbtenice je boljša tudi kvaliteta rentgenograma (ločljivost, kontrastnost). Slika se prikaže na monitorju. V programu obdelave slike je pri digitalnem sistemu mogoče popravljati njene lastnosti (post-processing).

Pri analognem sistemu smo film velikosti 30 × 90 cm razvijali v posebnem prostoru s temnico Kodak RPX-OMAT Processor M6B. Z digitalnim sistemom smo se izognili ponavljanju slikanj zaradi napak pri razvijanju (temnične napake).

Zaradi segmentiranega zajemanja slik celotne hrbtenice se je pri digitalnem sistemu podaljšal čas slikanja in s tem možnost premikov pacienta med ekspozicijo. Če zajamemo sliko v dveh segmentih, traja zajemanje 15 sekund, v treh pa 20. Zato je pomembno, da pacienti stojijo naslonjeni s hrbtom na stojalo in se držijo z rokami za ročke na njem. Slabost sistema je tudi, da dvakrat obsevamo področje, na katerem se nato slike zlepijo.

ZAKLJUČEK

V času rasti in razvoja se spreminjajo krivine hrbtenice, običajno evolutivno do zaključka rasti. Z rastjo se povečujejo tudi deformacije hrbtenice. Za spremljanje napredovanja deformacije hrbtenice je potrebno slikanje celotne hrbtenice v AP in stranski projekciji stoje ali sede. Rentgenogram je potreben za meritve in spremljanje razvoja deformacij.

Leta 2012 smo v Ortopedski bolnišnici Valdoltra prešli iz analognega na digitalni radiografski sistem in s tem spremenili način zajemanja slik celotne hrbtenice. Uporabljamo rotacijski sistem zajemanja. Prednosti tega sistema so predvsem v boljši kvaliteti rentgenskih slik celotne hrbtenice, saj lahko uporabljamo avtomatski nadzor ekspozicije za vsak segment posebej in slike nato obdelamo v procesu obdelave. S tem se izognemo napakam, ki so se pojavljale pri razvijanju filmov. Pri tem sistemu je manjši tudi produkt mAs in s tem doza za pacienta. Slabost digitalnega rotacijskega sistema v primerjavi s klasičnim rentgenskim slikanjem na film je daljši čas zajemanja slike in zato večja možnost premika pacienta med ekspozicijo.

LITERATURA

Dickson RA, Archer IA (1987). Surgical treatment of late-onset idiopathic thoracic scoliosis: The Leeds procedure. *J Bone Joint Surg Br* 69 (5): 709–14.

Gillingham BL, Fan RA, Akbarnia BA (2006). Early onset idiopathic scoliosis. *J Am Acad Orthop Surg* 14 (2): 101–12.

<http://bjr.birjournals.org/content/55/657/local/advertising.pdf> <28.10.2013>.

Lanasi ST (2009). Pomen pravilne telesne aktivnosti za bolečine v križu različnega vzroka. Ljubljana: Univerza v Ljubljani fakulteta za šport 42–52.

Mohar J, Mihalič R, Hero N (2009). Primerjava operativnega zdravljenja skolioz v Ortopedski bolnišnici Valdoltra v letih 1998 in 2008. *Zdravniški Vestnik* 78 (supl. 2): 64–72.

Tribus CB (2003). Degenerative lumbar scoliosis: Evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg* 11 (3): 174–83.

FUNKCIJSKO MAGNETNORESONANČNO SLIKANJE PRI BOLNIKI Z ŽARIŠČNIMI OKVARAMI MOŽGANOV

FUNCTIONAL MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN PATIENTS WITH FOCAL BRAIN LESIONS

Dijana Despot¹, Tina Listar¹, Andrej Sirnik², Nuška Pečarič Meglič², Blaž Koritnik³, Janez Podobnik²

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

² Univerzitetni klinični center Ljubljana, Klinični inštitut za radiologijo, Zaloška c. 7, 1000 Ljubljana

³ Univerzitetni klinični center Ljubljana, Nevrološka klinika/Klinični inštitut za klinično nevrofiziologijo, Zaloška c. 2, 1000 Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: viš. pred. mag. Janez Podobnik, dipl. inž. rad., e-mail: janez.podobnik@kclj.si

Prejeto/Received: 10.8.2014

Sprejeto/Accepted: 1.10.2014

IZVLEČEK

Uvod in namen: Funkcijsko magnetnoresonančno (fMR) slikanje kot neinvazivna diagnostična metoda omogoča slikanje delovanja možganov, na podlagi česar lahko npr. določimo položaj motoričnega področja za roko in področij za govor ter ugotovimo, katera možganska polobla je dominantna za govor. To slikanje temelji na merjenju razlike v magnetnih lastnostih oksigeniranega in deoksigeniranega hemoglobina v krvi. Namen članka je predstaviti metodo fMR in njeno klinično uporabnost pri bolnikih z žariščnimi okvarami možganov.

Metode: Metode, ki smo jih uporabili, so pregled literature o fMR slikanju, sodelovanje pri fMR preiskavah in retrospektivni pregled baze bolnikov z žariščnimi okvarami možganov, pri katerih smo to slikanje opravili med oktobrom 2009 in januarjem 2013. V študijo smo vključili 18 bolnikov, od tega 9 žensk in 9 moških v starosti od 18. do 55. leta. Slikanje smo opravili z magnetnoresonančnim aparatom Magnetom Trio, A Tim System 3.0T. Pridobljene magnetnoresonančne slike smo s pomočjo računalniškega programa MRIconvert najprej iz zapisa DICOM pretvorili v zapis Nifty. Slike smo nato obdelali in statistično analizirali s programskim paketom SPM (Statistical Parametrical Mapping), ki teče v okolju MATLAB. Rezultate smo prikazali s programom MRICro.

Rezultati: Prikazana so motorična možganska področja za roko in govor ter opredeljena govorna dominanca. Za govor je bila pri 76% bolnikov dominantna leva polobla, pri 24% pa je šlo za obojestransko dominanco. Nihče od bolnikov ni imel desnostranske dominacije.

Razprava: Pri bolnikih z žariščnimi okvarami možganov fMR slikanje omogoča prikaz in lokalizacijo pomembnih možganskih področij. To je lahko koristna informacija za nevrokirurga, ki skuša ta področja med operacijo možganov ohraniti nepoškodovana in tako omogočiti bolnikom čim boljše pooperativno okrevanje.

Zaključek: Rezultati raziskave so pokazali, da je bila pri večini bolnikov za govor dominantna leva možganska polobla. Uporaba fMR slikanja je zelo raznolika, saj se uporablja tako v klinične kot v raziskovalne namene.

Ključne besede: fMR, govor, motorika, epilepsija, možganski tumorji

ABSTRACT

Introduction and purpose: Functional magnetic resonance imaging (fMRI) is a non-invasive diagnostic method for brain function imaging. It can be used to determine the location of hand motor region, cortical language areas and hemispheric language dominance. This type of imaging is based on measuring the difference in the magnetic properties of oxygenated and deoxygenated haemoglobin in the blood. The purpose of this article is to present the method of functional magnetic resonance imaging and its clinical application in patients with focal brain lesions.

Methods: Literature review, active participation in fMRI investigations and retrospective review of the database of patients with focal brain lesions, who underwent fMRI during the period from October 2009 to January 2013. The study included 18 patients (9 women and 9 men) aged 18 to 55 years. The imaging was performed by Magnetom Trio, A Tim System 3.0T and the MRIconvert computer program was used to convert the DICOM data to Nifty data. The images were processed and statistically analysed by SPM (Statistical Parametrical Mapping) software that runs in MATLAB environment. The results were shown by the MRICro programme.

Results: We showed the cortical motor regions for hand and speech and assessed the hemispheric language dominance. In 76 % of the patients, the left hemisphere was dominant for speech, whereas in 24 % both hemispheres were dominant. None of the patients showed the right-sided dominance.

Discussion: fMRI shows and localizes the important brain areas in patients with focal brain lesions. This may be useful for neurosurgeons, so that they can avoid these areas during brain surgery and provide optimal post-operative patient recovery.

Conclusion: According to the results, the left cerebral hemisphere was dominant for speech in most of the patients. fMRI imaging is not only used for clinical but also for research purposes.

Keywords: fMRI, speech, motor skills, epilepsy, brain tumours

UVOD IN NAMEN

Funkcijska slikanja možganov so slikovne tehnike, s katerimi merimo ter kartografsko predstavimo prostorsko in časovno dimenzijo delovanja možganov (Trošt in Koritnik, 2004). Funkcijsko magnetnoresonančno (fMR) slikanje je neinvazivna metoda, ki omogoča slikanje možganov med aktivnostjo in temelji na merjenju razlike v magnetnih lastnostih oksigeniranega in deoksigeniranega hemoglobina v krvi (Bon in sod., 2007). Tehnika se večinoma uporablja za slikanje možganov, saj pri slikanju spinalnega kanala prihaja do artefaktov magnetne dovzetnosti in je zato težje pridobiti uporabne slike (Reimer et al., 2003). Signal, ki je odvisen od stopnje oksigenacije krvi, se pri fMR-u imenuje signal BOLD (blood oxygenation level dependent) (Koritnik, 2003). Ob povečani aktivnosti potrebujejo živčne celice več glukoze in kisika, zato se področni krvni pretok v možganih poveča in je posledično v bolj aktivnih predelih, kljub povečani porabi kisika, vsebnost hemoglobina z vezanim kisikom večja, kot v neaktivnih. Magnetnoresonančni (MR) signal je v aktivnih področjih možganov tako večji in nekoliko svetlejši, saj je koncentracija deoksihemoglobina, ki povzroča motnje področnega magnetnega polja zaradi paramagnetnih lastnosti manjša, kot v manj aktivnih področjih (Trošt in Koritnik, 2004). MR signal se spremeni le za nekaj odstotkov, zato s prostim očesom brez dodatnih analitičnih postopkov na fMR slikah težko opazimo razliko med bolj in manj aktivnimi predeli možganov (Koritnik, 2011). fMR slika se zajema s slikanjem s planarnim odmevom (EPI – echo planar imaging). EPI metoda omogoča hiter zajem slike (med 30 in 100 ms na rezino), kar zmanjša artefakte zaradi premikov glave preiskovanca in tako izboljšuje učinkovitost slikanja (Hribar, 2011).

S fMR slikanjem lahko kartografiramo različna področja možganov in tudi posredno sklepamo o povezavah med različnimi deli možganov. To je zelo pomembno za načrtovanje operativnih posegov, saj so razlike v zgradbi možganov med posamezniki lahko precej velike in se zato na podlagi strukturnih značilnosti ne da vedno zanesljivo sklepati o funkciji posameznih delov možganov. Nevrokirurg lahko s pomočjo fMR natančneje določi lokacijo in dimenzije pomembnih funkcijskih regij, ki se jim pri operaciji želi izogniti. fMR lahko tako pripomore k večji uspešnosti operativnega posega (Jelerčič, 2010).

Epilepsija je bolezen, pri kateri lahko zaradi kronične okvare različnih vzrokov celice možganske skorje postanejo preveč vzdražljive in se odzivajo s sinhronimi izbruhi električnih impulzov, kar se kaže kot epileptični napad (Bielen, 2001).

Pri nekaterih ljudeh z epilepsijo je možno dokaj natančno lokalizirati izvor teh napadov, zato lahko nevrokirurg obolelo možgansko tkivo izreže in tako prispeva k zmanjšanju njihove pogostosti ter k zmanjšanju tveganja razširitve žarišča na še neprizadeto možgansko tkivo (Bon in sod., 2007). fMR se v klinični diagnostiki najpogostejše uporablja pri bolnikih z epilepsijo ali možganskimi tumorji, saj s slikanjem ugotavljajo, kje v možganih so pomembna področja za govor, gibanje ali druge pomembne možganske aktivnosti. Tako se lahko med operativnim posegom izognemo poškodbi funkcijsko pomembnih področij ter morebitnih posledic v smislu motenj govora (Sancin in sod., 2004). Funkcijske slikovne tehnike postajajo vedno bolj pomembne tudi v predkirurški lokalizaciji epileptičnih žarišč (Wurina et al., 2012).

Osrednje živčevje sestavljajo hrbtenjača, možgansko deblo, mali možgani in polobli velikih možganov. Področja, ki so pomembna za tvorbo in razumevanje govora se pri večini ljudi nahajajo v levi možganski polobli: pri tvorbi govora sodeluje Brockovo (4) področje, pri razumevanju pa Wernickejevo (11).

Desna možganska polobla v splošnem prejema senzorične dražljaje z leve strani telesa, leva polobla pa z desne. Polobli po velikosti in obliki nista povsem enaki. Leva polobla je pri 95% desničarjev in pri 60–70% levičarjev odgovorna za govorne sposobnosti in je dominantna za govor (Bon, 2010).

Aktivnost motoričnega sistema možganov je odvisna od dominantnosti roke, pri večini je to desnica, torej je dominantna polobla večinoma leva. Slika 2 prikazuje področja aktivacij motoričnega sistema. Med stikanjem prstov roke se lahko s fMR slikanjem prikaže aktivacijo senzomotoričnega omrežja, ki ga sestavljajo predvsem primarno in senzomotorično področje (SM1), lateralno premotorično (LPM) in suplementarno motorično področje (SMP) (Koritnik, 2003).

Namen članka je predstaviti metodo funkcijskega magnetnoresonančnega slikanja, ki omogoča prikaz delovanja možganov. V raziskovalnem delu bomo prikazali glavni pomen in rezultate fMR slikanja pri bolnikih z žariščnimi okvarami možganov.

METODE

Metode, ki smo jih uporabili, so pregled literature, ki obravnava fMR, sodelovanje pri preiskavah in retrospektivni pregled baze bolnikov z žariščnimi okvarami možganov (Univerzitetni klinični center (UKC) Ljubljana, Klinični inštitut za radiologijo (KIR)), pri katerih smo opravili fMR v obdobju med oktobrom 2009 in januarjem 2013. Vključili smo 18 bolnikov (9 žensk in 9 moških) v starosti od 18. do 55. leta.

V tabeli 1 so osnovni podatki o aparatu, na katerem so bile izvedene fMR preiskave, delovni postaji, programski opremi, tuljavi in uporabljenem pulznem zaporedju.

Tabela 1: Osnovni podatki o aparatu

aparatus	Magnetom Trio, A Tim System 3.0T
delovna postaja	PC IBM 2GB RAM
programska oprema	MRIconvert, MATLAB, SPM, MRICro
tuljava	Head matrix coil
pulzno zaporedje	EPI BOLD

Protokol fMR slikanja

Slikanja smo izvedli na MR tomografu Magnetom Trio, A Tim System 3.0T. Uporabili smo tuljavo za slikanje glave. S pulznim zaporedjem T1 MPRAGE (Magnetization Prepared Gradient Echo) smo najprej napravili slike možganov v sagitalni ravnini z ločljivostjo 1×1 mm in debelino 1 mm; slikanje je trajalo 9 minut in 49 sekund. Za funkcijske slike na osnovi kontrasta BOLD smo uporabili protokol slikanja EPI s poudarkom T2* in z naslednjimi parametri: čas ponovitve (TR) 3000 ms, čas odmeva (TE) 30 ms, odklonski kot (FA) 90° , število povprečenj 1, slikovno polje (FOV) 192 mm, transverzalne rezine z ločljivostjo 3×3 mm in debelino 3 mm. Transverzalne rezine so bile nastavljene vzporedne s črto, ki povezuje sprednjo in zadnjo komisuro možganov. Slike celotnih možganov smo zajeli vsake 3s, tako da je celoten funkcijski del slikanja skupaj trajal 21 minut in 20 sekund. Na koncu smo zajeli ali posneli še T2 poudarjene slike, debeline 1 mm, z namenom prikaza morebitnega edema v možganih. Slikanje je trajalo 7 minut in 2 sekundi. V tabeli 2 so strnjeni podatki o protokolu za fMR.

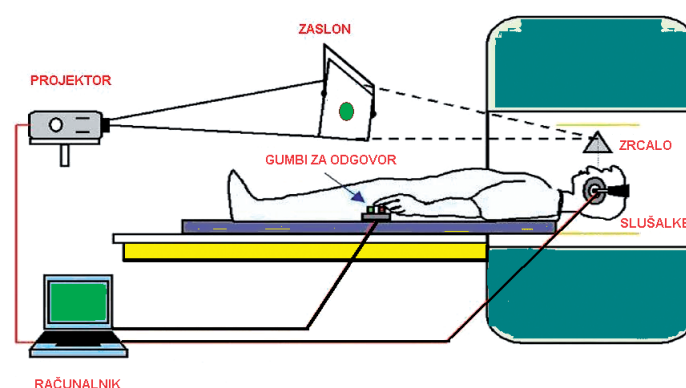
Tabela 2: Slikovni parametri sekvence EPI BOLD

TR	3000 ms
TE	30 ms
odklonski kot	90°
število povprečenj	1
FOV	192 mm
ločljivost	3×3 mm
debelina rezine	3 mm

Potek fMR preiskave

Bolniku smo med slikanjem v tomografu namestili tuljavo za glavo, mu fiksirali glavo in namestili slušalke, ki so služile za omilitev hrupa (saj popolna preprečitev hrupa žal ni možna) in komunikacijo z njim. Na tuljavi je bilo nameščeno zrcalo, s pomočjo katerega je bolnik opazoval projekcijo na platnu, postavljenem pri njegovih nogah (slika 1). Z računalnikom, nameščenim v nadzorni sobi, smo na platnu predvajali naloge, navodila za gibe prstov in za govorne naloge, ki jih je bolnik kasneje izvajal le v mislih (notranji govor), saj bi med pravim govorjenjem zaradi premikov glave in spreminjanja položaja ustne votline na fMR slikah lahko nastali preveliki artefakti. Tipe nalog smo bolniku predhodno razložili in jih pred izvedbo slikanja tudi poskusno opravili (govorne naloge z glasnim govorjenjem). S tem smo se prepričali, da je bolnik naloge razumel in jih bo pravilno izvajal. Prva govorna naloga je bila besedna tekočnost in se je izvajala tako, da je bolnik

tvoril besede, ki se pričnejo s črko, prikazano za kratek čas na zaslonu (npr. ob prikazu črke »v« je tvoril besedo »vrata«). Druga govorna naloga je bila tvorba glagolov, ki so pomensko ustrezali samostalnemu, prikazanemu na zaslonu (npr. ob prikazu samostalnika »drevo«, je tvoril glagol »plezati«). Tretja in četrta naloga sta bili stikanje prstov (za določitev motoričnih področij za roko). Bolnik je pri teh nalogah stikal prste najprej ene in nato še druge roke. Na zaslonu se je prikazala utripajoča pika, hitrost utripanja pa je narekovala, kako hitro naj bolnik stiska prste. Pri vsaki nalogi so se 24-sekundna obdobja aktivnosti (govor, stikanje prstov) izmenjevala z obdobji počitka – resting state fMRI, ki so predstavljala referenčno vrednost za določitev aktivacije možganov. Med funkcijskim slikanjem smo pridobili več sto fMR slik in zabeležili podatke o bolnikovi aktivnosti v času zajemanja posameznih slik.

**Slika 1: Prikaz položaja bolnika v MR aparatu in sistem za izpeljavo fMR slikanja.**

Med preiskavo je bilo zelo pomembno, da je bolnik čimbolj miroval in ni premikal glave. Natančno je moral tudi upoštevati navodila za izvajanje nalog.

Po končanem fMR slikanju smo opravili analizo podatkov s postopkom statistične parametrične kartografije.

Statistična analiza

Pridobljene MR slike smo s pomočjo računalniškega programa MRIconvert najprej iz zapisa DICOM pretvorili v zapis Nifty. Slike smo nato obdelali in statistično analizirali s programskim paketom SPM (Statistical Parametrical Mapping), ki teče v okolju MATLAB. Rezultate smo prikazali s programom MRICro.

Izmerjeno možgansko aktivnost med izvajanjem nalog smo primerjali z možgansko aktivnostjo med mirovanjem (kratki odmori znotraj posamezne serije slikanja). Nato smo aktivnosti med seboj odšteli, da smo prikazali področja možganov, aktivna med izvajanjem naloge. Med hotenimi gibi se tako aktivirajo motorična področja možganov, med opazovanjem vidnih dražljajev pa vidna skorja (Trošt in Koritnik, 2004).

REZULTATI

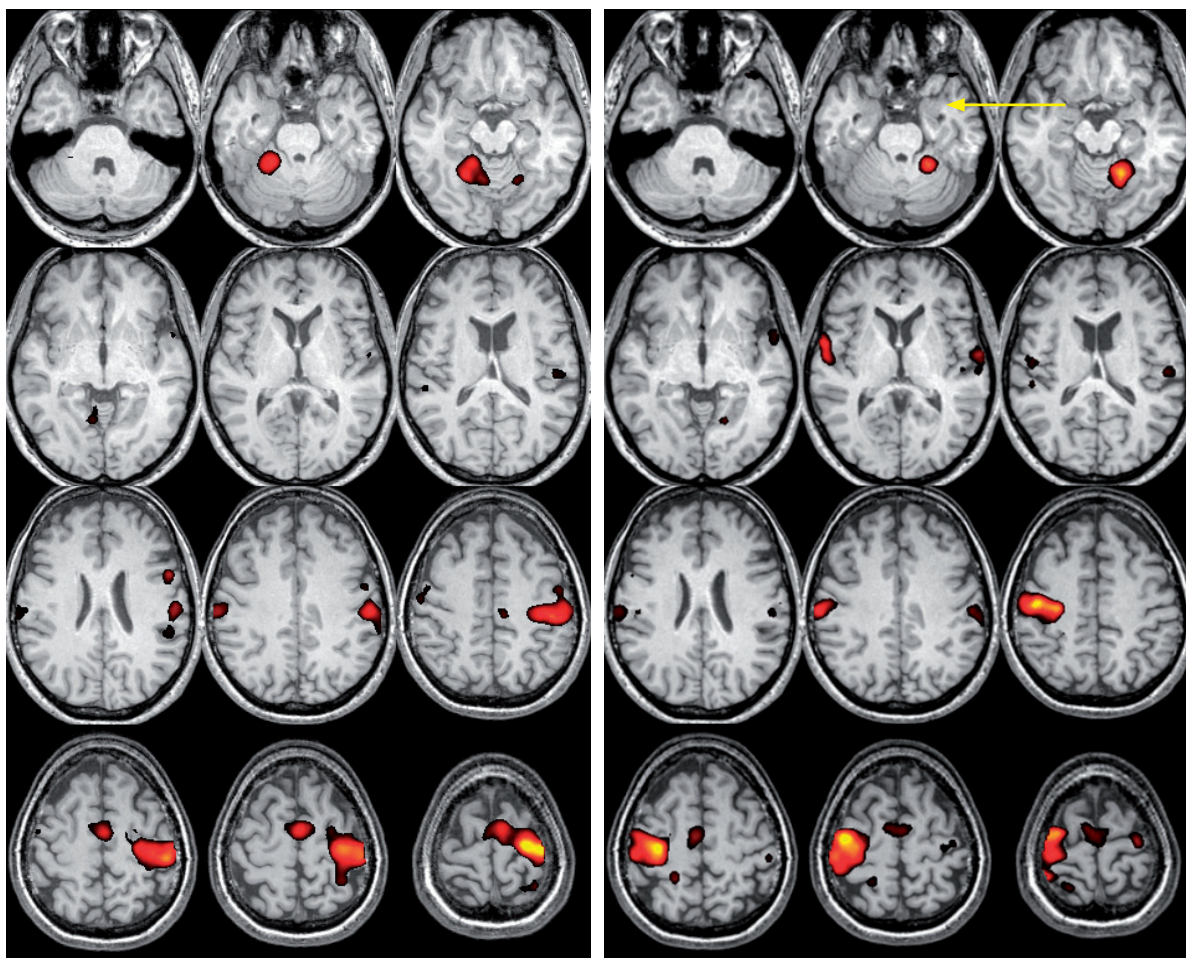
V tabeli 3 so bolniki označeni z zaporednimi števkami od 1 do 18, navedeni so njihov spol, starost in napotna diagnoza. S

pomočjo fMR so bila definirana področja aktivacije za roko in govor ter govorna polobelna dominantnost.

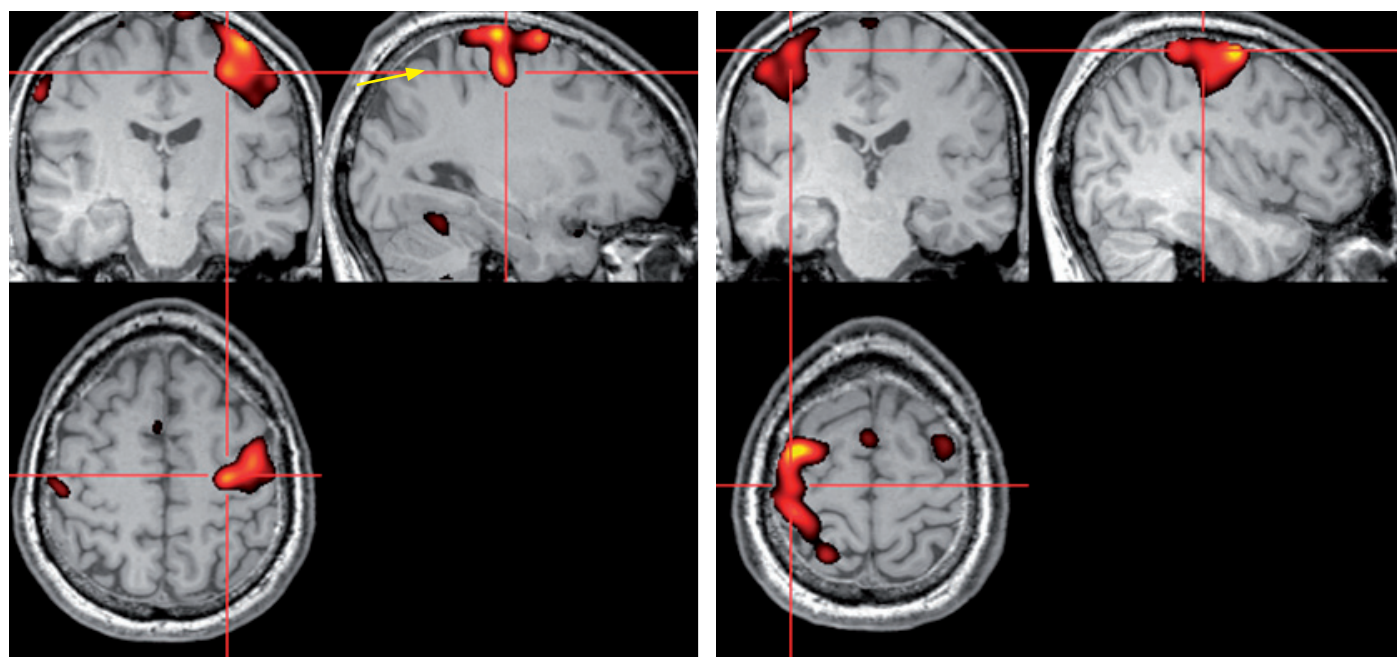
Tabela 3: Podatki o bolnikih, zajetih v raziskavi

Zaporedna številka bolnika	Spol	Starost	Napotna diagnoza	Govorna dominantnost
1	ženski	55 let	epilepsija s kortikalno displazijo desno temporalno	obojestranska
2	ženski	35 let	žariščna epilepsija	levostranska
3	ženski	48 let	žariščna epilepsija, hamartom levo frontobazalno, kandidatka za kirurško zdravljenje	levostranska
4	moški	18 let	epilepsija pred operacijo, levo frontalno	levostranska
5	ženski	35 let	kriptogena žariščna epilepsija, temporalna skleroza levo	levostranska
6	moški	19 let	žariščna simptomatska epilepsija	levostranska
7	ženski	26 let	epilepsija, kortikalna displazija parieto-temporookcipitalno	obojestranska
8	moški	23 let	epilepsija, kortikalna displazija levo centralno, kandidat za kirurško zdravljenje	levostranska
9	moški	28 let	epilepsija	levostranska
10	ženski	40 let	trdovratna epilepsija, heterotopija sive možganovine in motnje migracije	levostranska
11	ženski	26 let	trdovratna epilepsija, magnetnoresonančne in pozitronsko emisijsko tomografske spremembe levo temporalno	levostranska
12	ženski	45 let	epilepsija	levostranska
13	moški	39 let	epilepsija, kortikalna displazija levo parietotemporalno	levostranska
14	moški	49 let	trdovratna epilepsija, predoperativna priprava	levostranska
15	moški	18 let	epilepsija	obojestranska
16	moški	18 let	epilepsija, displazija možganske skorje levo temporalno	levostranska
17	ženski	26 let	epilepsija, ekspanzivni proces	obojestranska
18	moški	21 let	epilepsija, tumor	levostranska

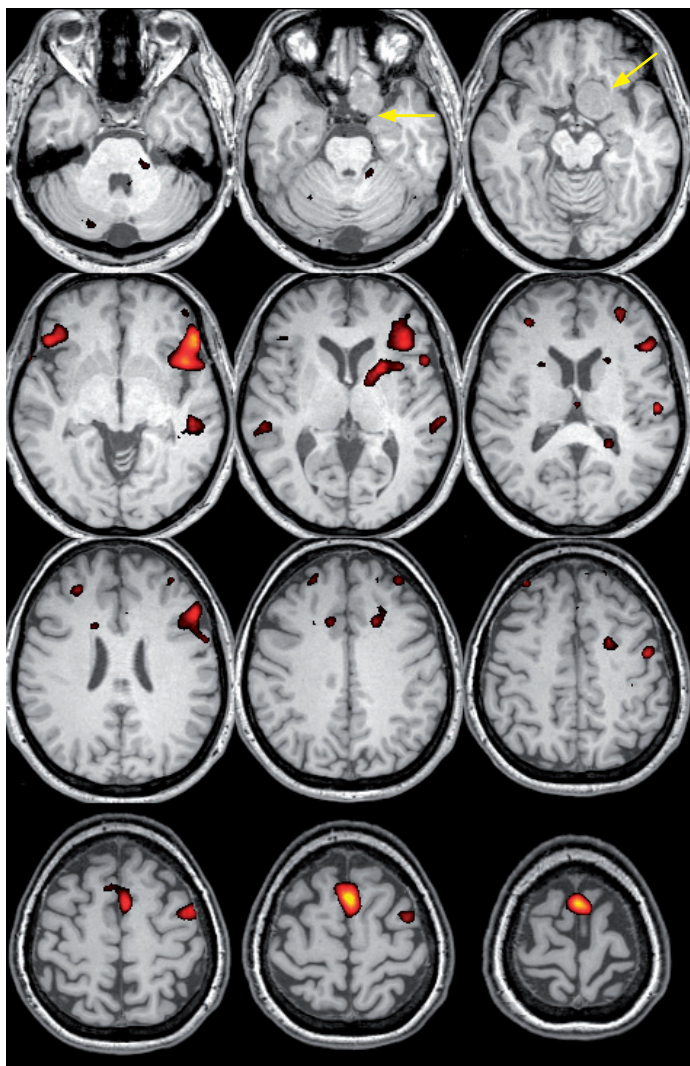
V nadaljevanju so prikazane fMR slike bolnikov. Slike 2, 3 in 8 prikazujejo stikanje prstov leve in desne roke. Bolnika 5 in 13 imata levostransko govorno dominantno. Pri bolniku 18 je s križcem označeno primarno senzorično-motorično področje za roko. Slike 4 in 7 prikazujeta aktivirana področja pri besedni tekočnosti. Slike 5, 6 in 7 prikazujejo področja aktivacije pri tvorbi glagolov. Pri bolniku 17 je vidna obojestranska govorna dominantnost.



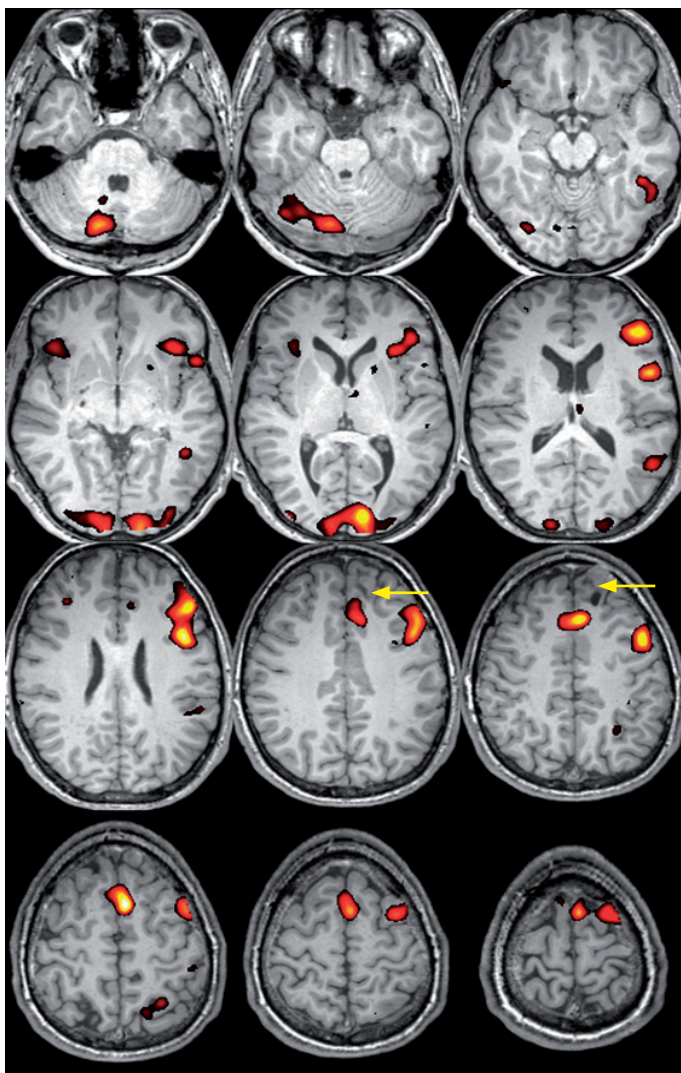
Slika 2: Bolnik 5. Temporalna skleroza (puščica). Levo: stikanje prstov desne roke. Aktivacija je v premotorično področje (PM1) levo in v suplementarno motorično področje (SMP). Desno: stikanje prstov leve roke. Aktivacija je v PM1 desno in v SMP. Vir: arhiv UKC Ljubljana, KIR.



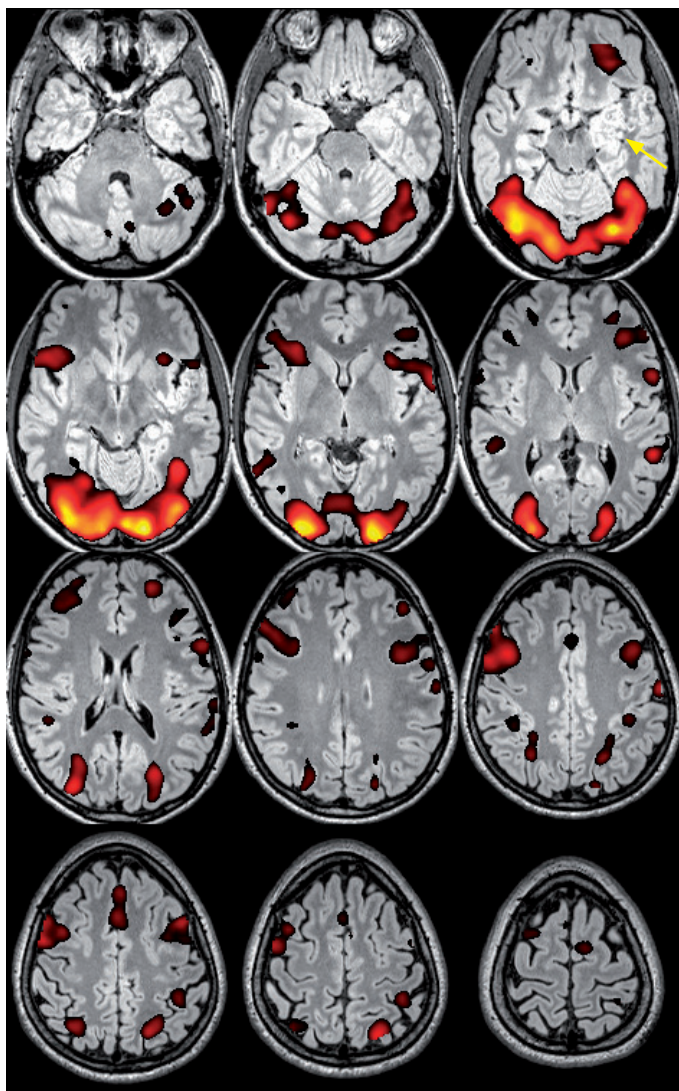
Slika 3: Bolnik 13. Kortikalna displazija levo parietotemporalno. Prikaz PM1 regije v vseh treh ravninah. Levo: stikanje prstov desne roke. Aktivacija v levi PM1. Razširjen sulkus z displazijo skorje leži posteriorno in inferiorno od aktivacije (vidno na sagitalni sliki). Desno: stikanje prstov leve roke. Aktivacija v desni PM1. Vir: arhiv UKC Ljubljana, KIR.



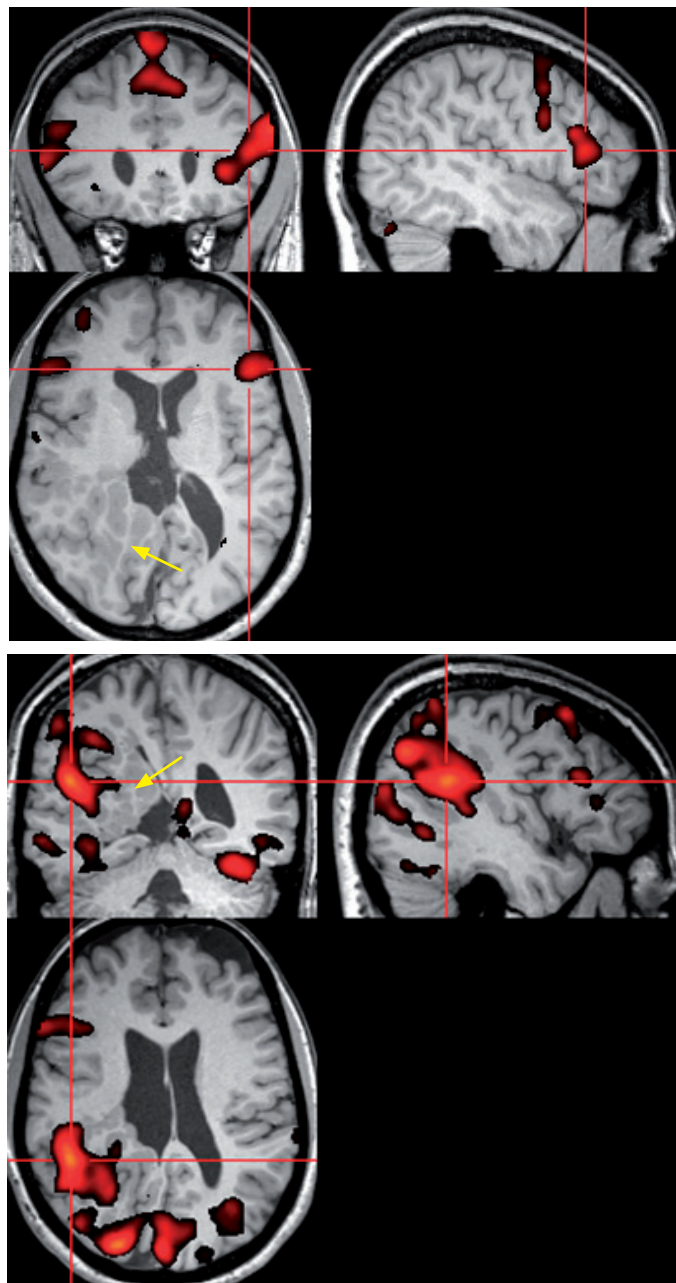
Slika 4: Bolnik 3. Hamartom (puščici). S skorjo izointenzivna patološka formacija frontobazalno dorzalno parasagitalno levo. Besedna tekočnost. Aktivacija Brockovega področja je lateralno in nad hamartomom. Vir: arhiv UKC Ljubljana, KIR.



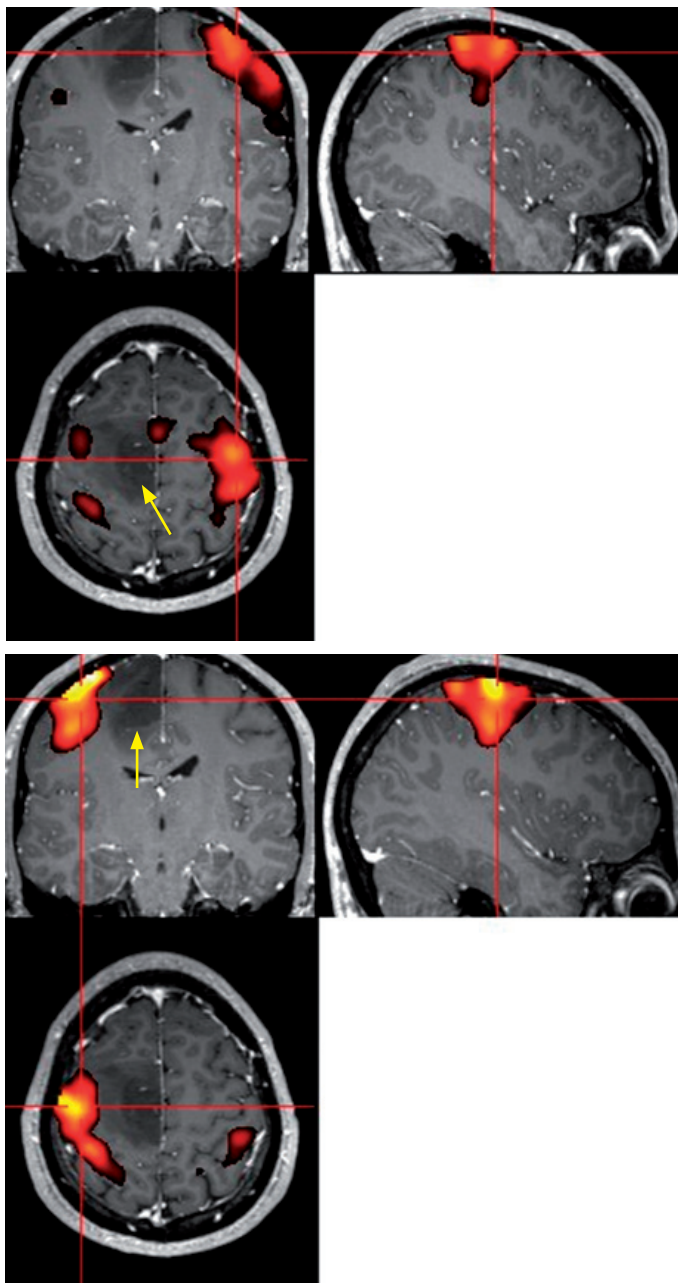
Slika 5: Bolnik 4. Gangliogliom levo frontotemporalno. 2 × 3 cm velika sprememba v skorji in subkortikalni beli možganovini sprednjega dela levega zgornjega frontalnega girusa s tekočinskimi vključki (puščici). S KS se ne obarva. Test tvorbe glagolov pokaže levostransko govorno dominanco. Aktivacija Brockovega področja je lateralno in kavdalno, oddaljeno od spremembe. Aktivacija SMP je posteriorno in v bližini spremembe. Vir: arhiv UKC Ljubljana, KIR.



Slika 6: Bolnik 17. Ekspanzivni proces v skorji levo temporalno za silvično fisuro in v temporalnem operkulumu brez edema ali pomembnega učinka mase (puščica). Test tvorbe glagolov pokaže aktivacijo Brockovega govornega področja obojestransko – obojestranska govorna dominanca. Na levi strani je Brockova regija pred in nad spremembo. Vir: arhiv UKC Ljubljana, KIR.



Slika 7: Bolnik 7. Fokalna subkortikalna heterotopija desno parietalno (puščici). Levo: besedna tekočnost. Aktivacija Brockovega govornega področja obojestransko, dominantno na levi strani. Desno: tvorba glagolov. Aktivacija Wernickovega govornega področja dominantno na desni strani, v področju displazije. Vir: arhiv UKC Ljubljana, KIR.



Slika 8: Bolnik 18. Astrocitom (puščici). *Levo: stikanje prstov desne roke, aktivacija v levi PM1. Desno: stikanje prstov leve roke. Aktivacija desne PM1 je odrinjena lateralno in za tumor in je v stiku s tumorjem. Vir: arhiv UKC Ljubljana, KIR.*

RAZPRAVA

FMR kot neinvazivna diagnostična metoda omogoča slikanje delovanja možganov med aktivnostjo. Tako lahko na primer določimo področje aktivacije za roko in govor ter govorno dominantnost.

V prvem delu razprave bomo med seboj primerjali in analizirali vse bolnike.

V raziskavo je bilo vključenih 18 bolnikov. Prikazana področja aktivacije so med posamezniki variirala. Za govor je bila pri 76% bolnikov dominantna leva polobla, pri 24% pa je šlo za obojestransko dominantno. Nihče od bolnikov ni imel desnostranske dominanc.

V nadaljevanju razprave bomo opisali bolnike, ki so poleg epilepsije imeli še dodatno diagnozo, pri katerih smo s fMR pred morebitnim kirurškim posegom določili dominantno možgansko poloblo.

Bolnik 3 je imel hamartom levo frontobazalno. Pri slikanju z magnetno resonanco je bila potrjena velika ekspanzivna patološka formacija premera $2,6 \times 3,3 \times 2,4$ cm. S fMR je bilo prikazano, da je govorna dominantnost levostranska in da sprednja govorna področja niso v stiku s hamartomom.

Bolnik 4 je imel gangliogliom levo frontalno. Področje spremenjene možganovine v premeru cca 3,5 cm je bilo prikazano s pulznim zaporedjem T1 MPRAGE. S fMR je bila prikazana pretežno levostranska govorna dominanca in aktivacija motoričnega področja cca 1 cm dorzalno od spremenjene možganovine.

Bolnik 7 je imel kortikalno displazijo parieto-temporo-okcipitalno desno. Na MR slikah je bilo vidno razsežno področje spremenjenega girusnega vzorca, ki je segal v globino do stranskega ventrikla in je bil nekoliko razširjen in razoblikovan. S fMR je bilo težko opredeliti govorno dominantno, saj se je pri testu besedne tekočnosti aktivirala leva, pri tvorbi glagolov pa desna možganska polobla. Področji govorne in vidne aktivacije sta se nahajali v področju malformacije.

Bolnik 8 je imel kortikalno displazijo levo centralno. Izvedeni sta bili samo nalogi stikanja prstov za določitev motoričnih področij za roko. S fMR je bilo prikazano, da se pri testu motorike aktivira normalno senzorično-motorično kortikalno področje, ki je segalo do displazije, vendar ni bilo v stiku z njo. Pri obeh testih govora je bila aktivacija levo dominantna in odmaknjena od displazije. Brocovo področje se je nahajalo blizu displazije, Wernickejevo področje pa je bilo od nje oddaljeno.

Bolnik 9 je imel kortikalno displazijo levo parieto-temporalno tik nad Wernickejevim področjem. Pri testih za govor se je aktiviralo Brocovo in Wernickejevo področje, pretežno levostransko. Ker se je displazija nahajala tik nad Wernickejevim področjem, je obstajala verjetnost, da je belo nitje arkuatnega fascikla potekalo ob displaziji. Zato je bila pred operativnim posegom za prikaz tega nitja svetovana še traktografija.

Bolnik 17 je imel ekspanzivni proces s številnimi drobnimi cistami. S funkcijskimi testi smo prikazali, da so bila motorična in govorna področja oddaljena od lezije. Govorna aktivacija se je kazala obojestransko.

Bolnik 18 je imel tumor astrocitom. Na MR slikah je bil viden T1 hipointeziven ekspanzivni patološki proces premera $2,7 \times 5 \times 4,8$ cm desno frontalno zadaj parasagitalno. S fMR je bil izveden samo test motorike, ki je prikazal aktivacijo desnostransko tik ob tumorju. Na podlagi tega lahko nevrokirurg načrtuje kirurški pristop tako, da se izogne področju za motoriko roke. S traktografijo pa smo prikazali še potek živčnih vlaken, ki potekajo iz motorične regije.

Kot navaja Detre (2004), naj bi večino obstoječih podatkov o fMR pri epilepsiji pridobili s pomočjo magneta 1,5 T.

Razpoložljivost močnejšega magneta (3 T), ki smo ga uporabili tudi v našem primeru, pa omogoča boljšo občutljivost in prostorsko ločljivost metode.

Za statistično analizo smo uporabili programski paket SPM, ki pa je le eden od razpoložljivih. Tuja literatura navaja tudi uporabo drugih (Chandrasekharan and Bejoy, 2008), kot so FSL (fMRI Brain Software Library), Brain Voyager ali AFNI (Analysis of Functional Neuroimage). V raziskavi, kjer so uporabili programsko opremo Brain Voyager, so z uporabo funkcijskih testov prišli do podobnih rezultatov, kot smo jih dobili v naši študiji (Ives-Deliperi et al., 2013).

V literaturi (Chandrasekharan in Bejoy, 2008) lahko zasledimo, da se fMR uporablja pri širokem spektru nevroloških motenj in bolezni. Takšno slikanje omogoča vpogled v mehanizme delovanja bolezni, kot tudi v normalno delovanje možganov. Klinična vloga fMR je vedno bolj priznana. Ena izmed prvih in najbolj priznanih kliničnih uporab fMRI je še vedno predoperativna ocena delovanja možganov pri bolnikih z epilepsijo in možganskimi tumorji. Ta diagnostična informacija pomaga ohranjati motorične in senzorične funkcije ter tako omogoča bolj varno zdravljenje.

ZAKLJUČEK

Funkcijsko magnetnoresonančno slikanje kot neinvazivna metoda omogoča prikaz aktivnosti možganov med opravljanjem določenih nalog. Tako lahko na primer prikažemo področja aktivacije za roko in govor ter določimo za govor dominantno možgansko poloblo.

Pri bolnikih z epilepsijo fMR omogoča prikaz in lokalizacijo pomembnih možganskih področij, ki se jim skušajo nevrokirurgi izogniti med operativnimi posegi, s katerimi odstranijo prizadeto možgansko tkivo ter s tem omogočijo zmanjšanje pogostosti napadov in razširitve žarišča.

Rezultati raziskave so pokazali, da je bila pri večini bolnikov za govor dominantna leva možganska polobla.

Uporaba fMR slikanja je zelo raznolika, saj se uporablja tako v klinične kot v raziskovalne namene.

LITERATURA

Arhiv Univerzitetnega kliničnega centra Ljubljana, Klinični inštitut za radiologijo.

Bielen I, Cvitanović-Šojat L, Dürriegl V in sod. (2001). Živeti z epilepsijo. Ljubljana: Pliva, 4–5.

Bon J, Bresjanac M, Drolec Novak M in sod. (2007). Prvi koraki v nevroznanost, znanost o možganih. Ljubljana: Sinapsa, slovensko društvo za nevroznanost: Izobraževalni in raziskovalni inštitut Ozara. <http://www.sinapsa.org/radovedni/media/priponke/a27-Nevroznanost.pdf>. <23.01.2013>

Chandrasekharan K, Bejoy T (2008). Clinical applications of functional MRI in epilepsy. *Indian J Radiol Imaging* 18(3): 210–217.

Detre JA (2004). fMRI: Applications in epilepsy. *Epilepsia* 45 (suppl. 4): 26–31.

Hribar A (2011). Haptični robot v magnetnoresonančnem okolju. Doktorsko delo. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko.

Ives-Deliperi VL, Butler JT, Meintjes EM (2013). Functional MRI language mapping in pre-surgical epilepsy patients: findings from a series of patients in the Epilepsy unit at Mediclinic Constantiaberg. *S Afr Med J* 103(8): 563–7.

Jelerčič U (2010). Funkcionalna magnetna resonanca, seminar 4. letnik. Ljubljana: Fakulteta za matematiko in fiziko. http://mafija.fmf.uni-lj.si/seminar/files/2009_2010/fMRI.pdf. <22.07.2013>

Koritnik B (2003). Funkcijsko magnetnoresonančno slikanje motoričnih področij možganov med hotenimi gibi pri desničinih in levičnih osebah. Magistrska naloga. Ljubljana: Medicinska fakulteta.

Koritnik B (2011). Funkcijsko slikanje možganov – od električnih signalov do barvitih misli. V: Potočnik B, ur. ROSUS 2011: računalniška obdelava slik in njena uporaba v Sloveniji 2011. Maribor, 17. marec 2011. Maribor: Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, 2011; 9–16.

Koritnik B, Knific J (2001). Funkcijsko magnetnoresonančno slikanje. V: Vodušek DB, Repovš G, ur. Informacijska družba IS'01. Kognitivna nevroznanost IS'01. Zbornik B 4. mednarodne multi-konference; 22–26 October 2001, Ljubljana, Slovenia. Ljubljana: Inštitut Jožef Stefan, 2001; 23–6.

Van Goethem JWM (2003). Magnetic resonance imaging of the spine. In: Reimer P, Parizel MP, Stichnoth FA, eds. *Clinical MR imaging. A practical approach*. 2th ed. Heidelberg: PRO EDIT GmbH, 161.

Sancin K, Koritnik B, Zidar J (2004). Govorni sistem možganov: vpogled s funkcijskimi slikovnimi metodami. *Psihološka obzorja* 13(2): 33–38.

Trošt M in Koritnik B (2004). Funkcijsko slikanje možganov: V naših glavah je vedno manj skrivnosti. Delova priloga Znanost, 19. 04. 2004. http://www.sinapsa.org/rm/file.php?id=29&db=tm_priponke. <13.01.2013>

Wurina, Zang YF, Zhao SG (2012). Resting-state fMRI studies in epilepsy. *Neurosci Bull.* 28(4): 449–55.

DOZA NA DOJKE PRI PANORAMSKEM SLIKANJU ZOB

RADIATION DOSE TO THE BREAST DURING DENTAL PANORAMIC RADIOGRAPHY

Nuša Dovečar¹, Nejc Mekiš²

¹ Študentka študijskega programa Radiološka tehnologija 2. stopnja, Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Oddelek za radiološko tehnologijo, Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana

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

Korespondenca / Correspondence: Nuša Dovečar, dipl. inž. rad. tehnol., E-mail: nushiika@gmail.com

Prejeto/Received: 17.10.2014

Sprejeto/Accepted: 15.11.2014

POVZETEK

Uvod: Panoramsko slikanje je ekstraoralna tehnika slikanja zob, kjer se prikazeta zgornja in spodnja čeljust na eni sliki. Po trenutnih ICRP smernicah so dojke glede na občutljivost na ionizirajoče sevanje med tkivi na prvem mestu, s tkivnim utežnim faktorjem 0,12, zato se priporoča njihovo ščitenje. Dojke so pri panoramskem slikanju izven slikovnega polja, zato jih je najlažje zaščititi s svinčnim plaščem.

Namen: Namen raziskave je bil ugotoviti ali se pri ženskah zmanjša doza na dojki, če uporabimo svinčeno zaščito, s katero ju prekrijemo, in če se, za koliko.

Metode dela: Raziskava je bila izvedena na fantomu celega telesa, ki smo mu za simulacijo dojk dodali dva prsna vsadka s prostorninama 500 in 340 ml. Za zaščito sta bila uporabljena zaščitni plašč za stomatološko diagnostiko in gonadni predpasnik, oba z ekvivalentom svinca 0,5 mm. Meritve so bile izvedene najprej brez uporabe zaščite in nato še s 3 različnimi načini njene postavitve: zaščitni plašč za stomatološko diagnostiko, gonadni predpasnik zadaj in gonadni predpasnik spredaj. Za merjenje doze je bil uporabljen dozimeter Unfors EDD-30.

Rezultati: Absorbirana doza na sredini desne dojke (500 ml) se je pri uporabi gonadnega predpasnika spredaj v višini dojk in pri uporabi plašča zmanjšala za 73%. Na sredini leve dojke (340 ml) se je količina absorbirane doze pri uporabi gonadnega predpasnika spredaj zmanjšala za 87%, z zaščitnim plaščem za stomatološko diagnostiko pa za 91%.

Zaključek: Položaj zaščite vpliva na zmanjšanje doze, absorbirane v dojkah. Na podlagi dobljenih rezultatov avtorja priporočata uporabo zaščitnega plašča, namenjenega za stomatološko diagnostiko. Že tako nizke doze še dodatno zniža in zmanjšuje možnost stohastičnih učinkov sevanja.

Ključne besede: doza na dojke, svinčena zaščita, panoramsko slikanje

ABSTRACT

Background: Panoramic imaging is an extraoral dental imaging technique which shows the upper and lower jaws in one image. According to the current ICRP guidelines, breasts are the most sensitive part with respect to ionizing radiation, their tissue weighting factor being 0.12, therefore it is recommended to protect them. In panoramic imaging breasts are located outside the image field and are best protected by a lead apron.

Purpose: The purpose of this research was to determinate the effect of lead shielding on dose to the breast during dental panoramic imaging.

Methods: The research was performed on a whole body phantom. Two breast implants with a volume of 500 ml and 340 ml were added to the phantom to simulate breasts. The protection consisted of a protective coat used for dental diagnostics and a gonad apron, both with 0.5 mm lead equivalent. The measurements were first performed without the use of the lead shielding and then with 3 mounting methods of protection: a protective coat for the whole body, a gonad apron at the rear of the body and a gonad apron at the front of the body. The dosimeter Unfors EDD was used to measure the dose.

Results: With the use of the gonad apron and coat, the dose absorbed in the middle of the right breast (500 ml) decreased by 73%. In the middle of the left breast (340 ml), the absorbed dose was reduced by 87% with the use of the gonad apron in front and by 91% with the use of the coat for the whole body.

Conclusion: The position of lead protection has an impact on the reduction of ionizing radiation on the breast. Based on the results, we recommend the use of a protective coat for the whole body, because it further reduces the low dose, as well as the stochastic effects of radiation.

Key words: dose on breasts, lead protection, panoramic imaging

UVOD

Tehnike rentgenskega slikanja zob delimo na intraoralne in ekstraoralne. Panoramsko slikanje se uvršča med ekstraoralne.

Ekstraoralne tehnike slikanja zob

Pri ekstraoralnih tehnikah se slikovni sprejemnik nahaja izven pacientove ustne votline. Med ekstraoralne tehnike v klasični radiologiji uvrščamo (Whaites, 2007; White et al., 2009):

- panoramsko slikanje (ortopantomogram),
- cefalometrično slikanje glave v PA in stranski projekciji,
- aksialno submentovertikalno projekcijo glave (projekcija za lobanjsko dno),
- projekcijo obraznih kosti po Watersu,
- posteroanteriorno polaksialno projekcijo po Townnu in
- aksiolateralno projekcijo za spodnjo čeljustnico po Eislerju.

Ortopantomogram oz. panoramsko slikanje je ekstraoralna tehnika slikanja zob, ki se uporablja za prikaz zgornje in spodnje čeljusti na isti sliki. Okoli pacientove glave se istočasno premikata slikovni sprejemnik in rentgenska cev. Pot, ki jo opravi, je elipsasta, zato da rentgenska svetloba pada na zobe v vsakem trenutku ekspozicije pravokotno, s tem je omogočena vidljivost medzobnih prostorov. Snop rentgenskih žarkov je ozek in ostro omejen (Iannucci et al., 2006; Whaites, 2007).

Ortopantomogram je indiciran (Whaites, 2007):

- za oceno lezije ali neizraslega zoba, če ga ne moremo popolnoma prikazati z intraoralnimi tehnikami,
- v primeru zelo zanemarnjenih ust,
- za odkrivanje in diagnosticiranje lezij, ki so večje kot 6 mm,
- za oceno položaja modrostnih zob pred nujno operacijo,
- za oceno prisotnosti ali odsotnosti zob v ortodontiji.

Po trenutnih ICRP (International Commission on Radiological Protection) smernicah imajo dojke tkivni utežni faktor 0,12 in se glede na občutljivost na rentgensko sevanje nahajajo med vsemi tkivi na prvem mestu, zato se priporoča njihovo ščitenje (Valentin, 2007). Pomembno je zmanjšati stohastične učinke, ki so samo verjetna posledica sevanja, nimajo praga in se lahko pojavijo že ob zelo nizki dozi. Z dozo raste verjetnost, da se bo škoda pojavila. Stohastični učinki so kancerogeneza in dedne poškodbe (Serša, 2004).

Danforth et al. (2000) so v svoji raziskavi merili tkivno absorbirano dozo in računali efektivno dozo na celo telo za panoramski rentgenski aparat (Planmeca PM 2002 CL Proline). Nato so te meritve primerjali z dozami na starejšem panoramskem aparatu in s tistimi, ki jih prejme pacient pri intraoralnem slikanju. Ugotovili so, da je efektivna doza za celo telo pri aparatu PM 2002 3,85 μ Sv, kar je pod povprečjem, ki ga določa NRPB (National Radiological Protection Board) in znaša 6,7 μ Sv. Ugotovili so tudi, da je skupna efektivna doza slikanja zob s panoramskim aparatom med 5 in 12% doze, ki bi jo pacient prejel, če bi mu celotno zobovje slikali na intraoralni način.

NAMEN

Namen je bil ugotoviti ali se, in če se, za koliko se pri panoramskem slikanju doza na dojki pri ženskah zmanjša, če pri slikanju uporabimo zaščito iz svinčene gume. Ugotavljala sva tudi vpliv različnih oblik zaščite, ki sva jih namestila na dojki v različnih položajih.

Na podlagi pregledane literature sva si zastavila dve raziskovalni vprašanji.

Vprašanje 1: Ali se pri ženskah zmanjša doza na dojki, če uporabimo zaščito, s katero dojki prekrijemo, in če se, za koliko?

Vprašanje 2: Ali položaj in vrsta zaščite vplivata na zmanjšanje doze na dojke?

MATERIALI IN METODE

V raziskavi sva uporabila deskriptivno in eksperimentalno metodo raziskovanja. Izvedla sva meritve absorbirane doze na fantomu celega telesa, katerega atenuacijski koeficient je enak koeficientu človeškega tkiva. Meritve sva opravila v Radiološkem laboratoriju na Zdravstveni fakulteti v Ljubljani na ortopantomogramu Instrumentarium OP 100. Slikanje sva izvedla s CR sistemom z avtomatskim nadzorom ekspozicije. Čas ekspozicije je bil 17,6 s.

Uporabila sva fantom celega telesa z oznako PBU 60 (Kyotokagaku Co., Ltd, Japonska), ki simulira pacienta, visokega 165 cm, z maso 50 kg (Kyotokagaku, 2009) (slika 1).





Slika 1: Slika telesa in glave fantoma, uporabljenega v raziskavi

Za simulacijo dojk sva uporabila dva prsna vsadka proizvajalca Nagor (Nagor Ltd, Velika Britanija) z oznako GFX 500 (gel fill textured) in prostornino 500 ml ter GFX 340 s prostornino 340 ml. Dimenzije vsadka prostornine 500 ml: premer 144 mm, višina 44 mm. Dimenzije vsadka prostornine 340 ml: premer 123 mm, višina 40 mm (slika 2). Na podlagi literature (Marolt Mušič in sod., 2004) sva določila mesto postavitve vsadkov na fantomu: vsadek prostornine 340 ml je po višini segal od 2. do 6. rebra spredaj, medialno do prsnice; vsadek prostornine 500 ml, pa je segal od 2. do 7. rebra spredaj, medialno prav tako do prsnice.



Slika 2: Slika vsadkov, uporabljenih v raziskavi

Za merjenje doze na prsnih vsadkih sva uporabila dozimeter Unfors EDD-30 (Švedska), ki meri doze v razponu 1nSv – 999 Sv.

Senzor sva postavila na različne dele fantoma, in sicer:

- na sredino dojke, saj Brnić et al. (2003) navajajo, da je 2 cm kranio-kaudalno od bradavice največ radiosenzibilnega žleznega tkiva, ki je od vseh vrst tkiv v dojki najbolj občutljivo na ionizirajoče sevanje, enak položaj dozimetra je v svoji raziskavi uporabil tudi Mekiš (2012),
- 6 cm višje, na vrh dojke, ker je ta del med slikanjem najbližje primernemu snopu,
- na vrh pljuč, ker se pljuča uvrščajo med tkiva z najvišjim utežnim faktorjem (0,12); želela sva izvedeti ali se doza ob uporabi zaščitnega plašča za stomatološko diagnostiko spremeni,
- na testise, ker se uvrščajo med organe z visokim tkivnim utežnim faktorjem (0,08), vendar so najdlje od primarnega snopa in naju je zanimalo, če in kolikšno dozo prejmejo.



Slika 3: Točke na telesu fantoma, kjer so bili postavljeni dozimetri

Debelina zaščite je znašala 0,5 mm ekvivalenta svinca. Meritve sva izvedla s tremi načini postavitve zaščite:

- zaščitni plašč za stomatološko diagnostiko (slika 4),
- gonadni predpasnik na zadnjem delu trupa (slika 5a),
- gonadni predpasnik na sprednjem delu trupa (slika 5b).



Slika 4: Zaščitni plašč za stomatološko diagnostiko



Slika 5: Postavitev gonadnega predpasnika: zadaj (a)...



... in spredaj (b)

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

Vsako meritev sva izvedla trikrat in izračunala njen povprečni rezultat. Rezultati meritev so prikazani v spodnjih tabelah.

V tabeli 1 so rezultati meritev absorbirane doze na levi dojki (prostornina 340 ml) in znižanje doze v odstotkih pri različnih namestitvah zaščite.

Tabela 1: Meritev absorbirane doze na levi dojki (340 ml)

Postavitev zaščite	Absorbirana doza na sredini leve dojke (μGy)	Zmanjšanje doze v odstotkih (%)	Absorbirana doza na vrhu leve dojke (μGy)	Zmanjšanje doze v odstotkih (%)
brez zaščite	2		4,2	
gonadni predpasnik zadaj	2	0	4,2	0
gonadni predpasnik spredaj	0,3	87	1,2	71
zaščitni plašč za stomatološko diagnostiko	0,2	91	0	100

Doza na sredini dojke se je z gonadnim predpasnikom na sprednjem delu telesa v primerjavi z ekspozicijo brez zaščite zmanjšala za 87%, pri uporabi zaščitnega plašča za stomatološko diagnostiko pa za 91% (iz 2 μ Gy na 0,2 μ Gy). Doza na vrhu dojke je bila pri meritvi brez zaščite in pri tisti z uporabo gonadnega predpasnika zadaj 4,2 μ Gy. Z uporabo gonadnega predpasnika spredaj se je doza zmanjšala na 1,2 μ Gy oz. za 71%. Pri uporabi plašča za stomatološko diagnostiko dozimeter absorbirane doze ni zaznal.

V tabeli 2 so prikazani rezultati meritev absorbirane doze na desni dojki (prostornina 500 ml) in znižanje doze v odstotkih pri uporabi zaščite.

Tabela 2: Meritve absorbirane doze na desni dojki (500 ml)

Postavitev zaščite	Absorbirana doza (μ Gy)	Zmanjšanje doze v odstotkih (%)	Absorbirana doza (μ Gy)	Zmanjšanje doze v odstotkih (%)
brez zaščite	2,3		5	
gonadni predpasnik zadaj	2,3	0	5	0
gonadni predpasnik spredaj	0,6	73	2,6	48
zaščitni plašč za stomatološko diagnostiko	0,6	73	0,9	81

Doza na sredini dojke brez uporabe zaščite in z uporabo gonadnega predpasnika zadaj je znašala 2,3 μ Gy. Z gonadnim predpasnikom spredaj ali zaščitnega plašča za stomatološko diagnostiko se je zmanjšala na 0,6 μ Gy oz. za 73%. Doza na vrhu dojke pri meritvi brez zaščite in pri tisti z gonadnim predpasnikom zadaj je bila 5 μ Gy, z gonadnim predpasnikom spredaj pa se je zmanjšala na 2,6 μ Gy oz. za 48%. Pri merjenju z zaščitnim plaščem za stomatološko diagnostiko je bila izmerjena doza 0,9 μ Gy in se je zmanjšala za 81% v primerjavi z ekspozicijo brez zaščite.

V tabeli 3 so prikazani rezultati meritev absorbirane doze na vrhu pljuč in kolikšno je bilo znižanje doze v odstotkih pri uporabi zaščitnega plašča za stomatološko diagnostiko.

Tabela 3: Meritev absorbirane doze na vrhu pljuč

Postavitev zaščite	Absorbirana doza (μ Gy)	Zmanjšanje doze v odstotkih (%)
brez zaščite	20,5	
zaščitni plašč za stomatološko diagnostiko	1,6	92

Ker imajo pljuča enak tkivni utežni faktor kot dojke in ker ležijo blizu primarnega polja, sva izmerila dozo, ki jo prejmejo

pri slikanju brez zaščite in pri slikanju z zaščitnim plaščem. Doza sevanja, ki sva jo izmerila brez zaščite, je bila 20 μ Gy. Pri slikanju z zaščitnim plaščem se je zmanjšala na 1,6 μ Gy, kar pomeni znižanje za 92%.

Meritve na testisih sva izvedla brez uporabe zaščite. Ker dozimeter že brez zaščite ni zaznal ionizirajočega sevanja, meritev z uporabo svinčene zaščite nisva ponavljala.

Ugotovila sva, da se je v povprečju absorbirana doza na sredini desne dojke (500 ml) zmanjšala iz 2,3 μ Gy na 0,6 μ Gy (73%), na sredini leve (340 ml) pa iz 2 μ Gy na 0,2 μ Gy (89%). Večja dojka je torej prejela večjo dozo, prav tako pa je bila učinkovitost zaščite pri večji manjša. Razlike v prejeti dozi med dojkama in zmanjšanju le-te z uporabo zaščitnega plašča za stomatološko diagnostiko pripisujeva različnima velikostima vsadkov in posledično tudi različnima položajema dozimetra.

Brnić et al. (2003) so v svoji raziskavi ugotavljali ali se in za koliko se zmanjša količina ionizirajočega sevanja na dojke pri računalniški tomografiji (CT) glave z in brez zaščite. Uporabili so pregrinjalo iz svinčene gume z ekvivalentno debelino svinca 0,35 mm, ki je na sprednji strani telesa pokrivalo eno dojko. Ugotovili so, da se doza pri uporabi zaščite v povprečju zmanjša za 57% prvotne doze. Povprečna doza na nezaščiteno dojko je bila 280 ± 70 μ Gy, na zaščiteno pa 130 ± 50 μ Gy. Midva sva ugotovila, da se doza zmanjša za 70% v primerjavi z dozo na nezaščiteno dojko, če namestimo gonadni predpasnik spredaj, pri uporabi zaščitnega plašča za stomatološko diagnostiko pa za 86%. Razlike med najino in njihovo raziskavo se pojavljajo zaradi različne debeline in postavitve zaščite, ter razlik v energiji in tehnologiji CT aparata in ortopantomograma.

Beaconsfield et al. (1998) so v pilotni študiji ugotavljali ali se pri CT-ju glave zmanjša doza na dojke in ščitnico pri uporabi zaščite z ekvivalentno debelino svinca 0,5 mm. Rezultati meritev na pacientkah so pokazali, da se doza na dojke zmanjša iz 320 ± 38 μ Gy na 75 ± 42 μ Gy. Med Beaconsfieldovo in najino raziskavo lahko najdemo nekatere vzporednice in podobnosti. Uporabila sva enako debelino zaščite, meritve izvedla na fantomu in merila absorbirano dozo, ki jo prejmejo dojke. Vzrok za različno zmanjšanje doze pri uporabi zaščite je razlika v energiji in tehnologiji CT aparata in ortopantomograma.

Mekiš (2012) je ugotavljal ali se doza na dojke pri slikanju ledvenih vretenc zmanjša, če se pri slikanju uporabi svinčena guma z ekvivalentno debelino 0,5 mm. Pri meritvah je uporabil enak fantom kot v tokratni raziskavi, enake prsne vsadke, tudi debelina zaščite je bila enaka, razlika je bila le v uporabljeni tehnologiji. Ugotovil je, da se je povprečna doza na desno dojko z uporabo zaščite zmanjšala iz 450 ± 250 μ Gy na 90 ± 70 μ Gy, povprečna doza na levo dojko pa iz 260 ± 140 μ Gy na 60 ± 40 μ Gy. Povprečno zmanjšanje doze na dojke je bilo približno za 80%. Povprečno zmanjšanje absorbirane doze na dojke pri najini raziskavi je bilo 86%, in sicer pri uporabi zaščitnega plašča za stomatološko diagnostiko. Razlika v odstotnem zmanjšanju doze med raziskavama ni velika. Lahko jo pripišemo uporabi različnih tehnologij ali pa uporabi različnih vrst zaščite.

ZAKLJUČEK

Ugotovila sva, da se je v povprečju absorbirana doza na sredini desne dojke (500 ml) zmanjšala za 73% v primerjavi z dozo na nezaščiteno dojko, na sredini leve (340 ml) pa za 89%. Razlike v zmanjšanju doze med dojkama pripisujeva različnim velikostim vsadkov in posledično tudi položajem dozimetra.

Pri uporabi gonadnega predpasnika v višini dojk zadaj se je absorbirana doza v povprečju znižala za manj kot 1%, kar pomeni, da njegova uporaba ne vpliva na zmanjšanje doze na dojke. Pri uporabi gonadnega predpasnika v višini dojk spredaj pa se je absorbirana doza v primerjavi z ekspozicijami brez zaščite znižala povprečno za 70% prvotne doze, medtem ko se je pri uporabi zaščitnega plašča za stomatološko diagnostiko znižala povprečno za 86 %.

Iz izmerjenih rezultatov ugotavlja, da se ob pravilni uporabi zaščite doza na dojke zmanjša. Postavitev zaščite je zelo pomembna, saj je absorbirana doza ob uporabi gonadnega predpasnika zadaj v višini dojk skoraj enaka dozi pri slikanju brez zaščite. Pri uporabi gonadnega predpasnika v višini dojk spredaj in zaščitnega plašča za stomatološko diagnostiko pa se doza zmanjša za več kot 70%. Priporočava uporabo tega plašča, saj je ob njegovi uporabi zmanjšanje doze najvišje (86%), njegova prednost pa je tudi v tem, da je bolj stabilen in se ne more premikati, medtem ko se lahko gonadni predpasnik med slikanjem premakne.

Doza na pljuča je brez uporabe zaščite približno za 90% višja, kot če uporabimo zaščitni plašč za stomatološko diagnostiko. Za zaščito pljuč priporočava uporabo tega plašča, saj jih gonadni predpasnik spredaj ali zadaj ne more ščititi dovolj visoko.

Doza na testise je pri panoramskem slikanju tako nizka, da je dozimeter ni zaznal, kar pomeni, da je uporaba gonadnega predpasnika samo za zaščito testisov nesmiselna. Zato na diagnostikah, kjer uporabljajo samo gonadni predpasnik, priporočava njegovo namestitev na sprednji del trupa, v višino dojk, najbolj optimalna rešitev pa je nakup zaščitnega plašča za stomatološko diagnostiko.

Na podlagi rezultatov meritev ugotavlja, da je za zaščito dojk pri slikanju ortopantomograma najbolj optimalna zaščita v obliki zaščitnega plašča za stomatološko diagnostiko, saj so le tako zaščiteni tudi drugi radiosenzibilni organi, kot sta debelo črevo in želodec. Ker raziskava vključuje samo meritve na fantomu, priporočava za nadaljevanje raziskave na pacientih.

LITERATURA

Beaconsfield T, Nicholson R, Thornton A, Al-Kutoubi A (1998). Would thyroid and breast shielding be beneficial in CT of the head?. *Eur Radiol* 8(4): 664–7.

Brnić Z, Vekić B, Hebrang A, Anić P. (2003). Efficacy of breast shielding during CT of the head. *Eur Radiol* 13(11): 2436–40.

Danforth R, Clark D, Loma L. (2000). Effective dose from radiation absorbed during a panoramic examination with

a new generation machine. *Oral and Maxillofacial radiology* 89(2): 236–243.

Iannucci J, Howerton L. (2006). *Dental radiography: Principles and Techniques*. 3rd ed. St. Louis: Saunders.

Marolt Mušič M, Hertl K, Kadivec M, Podkrajšek M, Jereb S (2004). Rentgenska in ultrazvočna anatomija dojke. *Radiol Oncol* 38 (Suppl 1): S51–S5.

Mekiš N. (2012). Vpliv uporabe zaščite dojk pri slikanju ledvenih vretenc. Magistrska naloga. Ljubljana.

Serša G. (2004). Biološki učinki ionizirajočega sevanja. Ljubljana: Zavod za varstvo pri delu.

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

Whaites E. (1998–1999). *Essentials of dental radiography and radiology*. 2nd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone.

White S. (2009). *Oral radiology: principles and interpretation*. 6th edition. St. Louis: Mosby/Elsevier.

POVZETEK ZAPISNIKA LETNE SKUPŠČINE DRI,

ki je bila v sredo, 27. 11. 2014 od 17 ure dalje v predavalnici 1, UKC Ljubljana, Zaloška 7, Ljubljana.

Na skupščini je bilo prisotnih 63 članov DRI.

Predlagan in sprejet je bil naslednji dnevni red redne letne skupščine DRI:

1. Otvoritev in izvolitev delovnega predsedstva.
2. Pregled zapisnika zadnjega sestanka predsedstva DRI.
3. Poročilo predsednika, blagajničarke, predsednika nadzornega odbora in člana mednarodne organizacije.
4. Razprava po poročilih.
5. Poročilo verifikacijske komisije.
6. Poročila sekcij pri DRI.
7. Razrešnica dosedanjim organom društva.
8. Poročilo kandidacijske komisije.
9. Volitve predsednika, podpredsednika, članov predsedstva, nadzornega odbora, disciplinske komisije, člana mednarodne organizacije.
10. Predavanje – strokovni del.
11. Poročilo volilne komisije.
12. Program DRI za leto 2015.
13. Pobude in predlogi.

Ad/1

Otvoritev in izvolitev delovnega predsedstva

Prisotne je pozdravil predsednik DRI Uroš Gačnik in otvoril 60. redno letno skupščino.

V delovno predsedstvo so bili izvoljeni: Uroš Gačnik kot predsednik, Martina Dolšak in Matej Uršič kot člana, Mojca Lenarčič kot zapisničarka ter Roman Ljubijankič in Simona Omerzo kot overovatelja zapisnika.

Ad/3

Poročilo predsednika, blagajničarke, predsednika nadzornega odbora in člana mednarodne organizacije

Poročilo predsednika in nadzornega odbora je na vpogled pri tajnici društva.

Finančno poročilo je na vpogled je pri blagajničarki.

Poročilo člana mednarodne organizacije je objavljeno na spletni strani DRI.

Ad/6

Poročila sekcij pri DRI

Poročila sekcij so pripravili predsedniki sekcij.

Sekcija za radioterapijo (RT)

Sekcija za radioterapijo je v letu 2014 organizirala predavanja, njeni člani pa so se aktivno udeleževali izobraževanj doma in v tujini.

Sekcija je to leto prvič organizirala predavanja v okviru DRI, pred tem so predavanja in interna izobraževanja člani sekcije redno izvajali na oddelku za radioterapijo Onkološkega instituta. Predavanja so bila pripravljena v dveh sklopih, in sicer spomladi in jeseni 2014, vsakokrat 5–6 predavanj. Društvu se

poleg izdaje potrdil z prisotnim članom zahvaljujemo tudi za pogostitev udeležencev. Vsebinsko predavanje je bilo aktualno, nekaj primerov: Stereotaksija s poliestrsko masko, Napredne tehnike v radioterapiji, RTG terapija, Radioterapija pri bolnicah z rakom dojke, Primerjava verifikacijskih postopkov v RT nekoč in danes, Priporočila pri premorih radioterapije, Napake v radioterapiji, Obsevanja v študiji RADAR... Takšna oblika organizacije predavanj RT sekcije je pomembna, ker se bo kmalu odprl še radioterapevtski center v Mariboru in takrat bo povezovanje in skupno izobraževanje še bolj nujno.

Poleg predavanj v okviru sekcije za RT se člani udeležujemo še predavanj sektorja radioterapije, kjer se na sestankih predstavljajo vsebine iz našega področja za celotni tima radioterapevt – radiofizik – dozimetrist – radiološki inženirj. Na ta način dosegamo visoko kakovost izmenjave znanj in tudi medsebojno sodelovanje in diskusijo.

Izobražujemo se tudi na seminarjih doma in v tujini (predvsem v okviru ESTRO ter na strokovnih srečanjih v sosednjih državah) ter izvajamo izobraževalne obiske v tujih centrih.

Za radiološke inženirje, ki ne delajo na področju radioterapije ter druge predstavimo svoje delo na seminarjih in kongresih DRI in drugih dogodkih, letos na primer na 2. kongresu DRI z mednarodno udeležbo v Rogaški Slatini in na Simpoziju bolezni dojke v Mariboru.

Plan dela sekcije za leto 2015: Planiramo organizacijo 2 sklopov predavanj v okviru sekcije za RT in DRI, udeleževali se bomo strokovnih dogodkov in izobraževanj doma in v tujini, se strokovno izpopolnjevali in se prilagajali novi opremi in tehnikam, kot to tudi zahteva hitro se razvijajoče področje radioterapije.

Za nekaj sprostitev pa sekcija za RT stalno skrbi še za organizacijo X-ray smučanja (tudi v letu 2014 kljub slabi zimi), ki bo tudi v letu 2015.

Mamografska sekcija

Pregled dela sekcije v letu 2014: 2 strokovna sestanka s predavanji v marcu in oktobru 2014 na Onkološkem inštitutu v Ljubljani; poročilo sekcije na skupščini DRI 27.11.2014.

Plan dela sekcije za leto 2015: strokovna sestanka s predavanji sta predvidena v marcu in oktobru 2015.

Sekcija za kardio-vaskularno in interventno radiologijo

V letu 2014 smo v sekciji poskušali realizirati cilje, ki smo si jih zastavili leto poprej.

Delavnice ki jih prirejamo, spadajo v strokovno izpopolnjevanje na področju angiografij. V letu 2014 smo ponovili delavnico iz aprila 2013, in sicer v UKC Maribor: napredek in izmenjave izkušenj pri angiografskih metodah na področjih DSA, CTA in MRA.

Ostala dejavnost:

- Izvedli smo analizo za vpeljavo protokolov na nekatera interventna in angiografska področja.
- S predavanji in posterji smo se udeležili drugega simpozija društva dr. Mile Kovač v Mariboru.
- V juniju so kolegi iz UKC Maribor z aktivno udeležbo zastopali sekcijo v Sarajevu na tretjem kongresu društva radioloških inženirjev Federacije Bosne in Hercegovine.
- V Splošni bolnišnici Celje pripravljamo v decembru prvo redno sejo sekcije v letu 2014, na kateri bomo pregledali dela sekcije v dosedanjih desetih letih.

Cilji v letu 2015:

- Strategija sekcije ostane nespremenjena, na nivoju bolnišnic spremljamo novitete na angiografskih in interventnih radioloških področjih ter jih ob priložnostih predstavimo.
- Poskušali bomo organizirati mednarodno delavnico za angiografske metode v aprilu 2015, v UKC Maribor.

CT/MR sekcija

Sekcija za CT in MR je v letu 2014 organizirala dva strokovna sestanka.

10. 4. 2014 se je sestanka sekcije, ki ga je vodil vodja izobraževanja pri DRI Gašper Podobnik, udeležilo 41 članov sekcije. Na sestanku je bila predlagana zamenjava vodstva sekcije. Za predsednika ni bilo kandidatov, izvoljena je bila nova tajnica, Tina Lončarič. Njena izvolitev je bila potrjena na 3. korespondenčni seji DRI (19.6.2014). Izvolitev predsednika in ostalih članov vodstva sekcije je bila s sklepom predstavljena na jesenski sestanku. Tina Starc je predstavila kronološki pregled dela projektne skupine za kompetence radioloških inženirjev pri Zbornici radioloških inženirjev, od njene ustanovitve naprej. Razvila se je debata o specifičnih kompetencah radioloških inženirjev na CT in MR področjih. Sklep sestanka je bil, da skupina pripravi nov osnutek specifičnih kompetenc na CT in MR diagnostiki, ki bodo razdeljene na radiološki inženir 1, 2, 3, dozimetrist in svetovalec. V zaključku sestanka je sledil še ogled diagnostike na Onkološkem inštitutu. (CT simulatorja na oddelku za radioterapijo, PET-CT na oddelku za nuklearno medicino in MR ter nov CT na oddelku za radiologijo).

5. 11. 2014 je bil organiziran jesenski sestanek sekcije, ki se ga je udeležilo 32 članov. Izbrano je bilo novo vodstvo sekcije, ki ga mora potrditi še skupščina DRI: predsednik: Dejan Hribar (UKC Ljubljana, KIR), podpredsednik: Boris Turk (Splošna Bolnišnica Celje), tajnica sekcije: Tina Lončarič (MF Ljubljana, Center za klinično fiziologijo), člana vodstva sekcije: Nina Djurić (UKC Ljubljana, KIR) in Nadja Sterle (UKC Ljubljana, KIR). Po Pravilniku o delovanju sekcij vodstvo sekcije poleg predsednika, podpredsednika in tajnice sestavljajo še trije člani, zato ostaja eno mesto za člana vodstva sekcije še prosto. Na tem sestanku so bila tudi tri strokovna predavanja (Janez Podobnik: Primerjava T2* gradient echo pulznega zaporedja s susceptibilno obteženim pulznim zaporedjem; Mojca Stankovič: CT protokol, priprava pacienta in prejeta doza pri akutni možganski kapi; Tina Lončarič: MR spektroskopija bolezenskih sprememb v možganih).

Predlagani sta bili tudi organizacija strokovne ekskurzije – ogled proizvodnje CT in MR naprav, v tovarni Siemens, Nemčija in postavitve baze podatkov o primernosti vsadkov za slikanje z MRI.

Plan dela za leto 2015:

- Spremljanje aktualnih novosti na področju računalniške tomografije in magnetne resonance.
- Organizacija vsaj dveh strokovnih sestankov, predvidoma v aprilu in oktobru.
- Organizacija strokovne ekskurzije v tovarno Siemens, ki je načrtovana za 20. 3. 2015. Število udeležencev bo omejeno na en avtobus (približno 50). Predvideni program: ogled Siemensove proizvodnje, nočitev, ogled Siemensovega muzeja medicinske tehnologije. O programu, končni ceni in možnostih prijave bodo člani društva obveščeni po elektronski pošti oz. na spletni strani društva. Stroške avtobusnega prevoza krije DRI.
- Potrdila o udeležbi na sestankih sekcije bodo dostopna na spletni strani DRI.
- Preučitev možnosti vzpostavitve baze podatkov o primernosti vsadkov za slikanje z MRI (predlog Gašper Podobnik).
- Članom društva bomo poizkusili omogočiti dostop do prezentacij, ki jih avtorji predstavijo na strokovnih sestankih sekcije (predlog Boris Turk).

Sekcija za klasično radiološko tehnologijo

Spomladanski sestanek sekcije je bil 7. 5. 2014 v ZD Ljubljana. Na dnevnem redu sta bila zamenjava vodstva sekcije in sprememba njenega imena. Za novo predsednico je bila imenovana Barbara Petrinjak, za njeno namestnico pa Vesna Muhič. Na sestanku smo zbrani soglasno potrdili, da se sekcija preimenuje iz Klasične sekcije v Sekcijo za klasično radiološko tehnologijo. Organizirali smo eno strokovno predavanje, Rentgensko slikanje rame v ZD Ljubljana (Vesna Muhič), predstavitev Pravilnika za delovanje sekcij v okviru Društva radioloških inženirjev Slovenije (Barbara Petrinjak) ter predstavitev dela skupine za pripravo kompetenc radioloških inženirjev v Sloveniji (Tina Starc). Na sestanku je bilo prisotnih 15 radioloških inženirjev.

Na predlog Tine Starc je bil 29. 5. 2014 na Zdravstveni fakulteti organiziran delovni sestanek, kjer je 27 radioloških inženirjev

sodelovalo pri nastajanju dokumenta Kompetence radioloških inženirjev v Sloveniji.

Leto smo zaključili z jesenskim sestankom v ZD Ljubljana, 22. 10. 2014. Patricija Jesih je imela predavanje z naslovom Digitalna radiologija – manjša obsevanost za preiskovanje?. Udeležencev je bilo 39 radioloških.

Plan dela za leto 2015:

V sekciji za klasično radiološko tehnologijo bomo v letu 2015 ponovno organizirali dva sestanka v spomladanskem in jesenskem času, predvidoma izven Ljubljane. Ker naše člane zanimata predvsem doza in kvaliteta digitalne slike pri novejših radioloških tehnologijah, bomo vsebine v letu 2015 posvetili tej temi.

Sekcija za nuklearno medicino

Sekcija za NM je imela redni letni sestanek septembra 2014 v Murski Soboti v sklopu NM tehnološkega seminarja. Pripravili smo predavanje Novosti v nuklearno medicinski diagnostiki. Aktivno smo se udeležili dveh mednarodnih kongresov (kongresa v Šibeniku, ki ga je organiziralo Hrvaško združenje za NM in EANM kongresa, ki je bil na Švedskem (Göteborg)). Sebastijan Rep je bil sprejet v EANM Technologist committee za obdobje treh let.

Študentska sekcija

V študijskem letu 2013/2014 smo bili študentje radiološke tehnologije Zdravstvene fakultete aktivni na naslednjih srečanjih:

- Dunaj, ECR (6.–10. marec 2014) – 43 študentov 2. in 3. letnika. V sklopu kongresa je bilo tudi srečanje študentov različnih evropskih držav na HENRE annual meeting 2014. Tu smo se najprej spoznali z njihovo spletno stranjo www.euradst.eu, ki povezuje evropske študente radiološke tehnologije. Na delavnicah smo se pogovarjali o izboljšanju prepoznavnosti in vsebini spletne strani. Prav tako smo nekaj časa namenili tudi izmenjevanju informacij o tem, kako se študij radiološke tehnologije razlikuje v različnih državah. Govorili smo o drugačnih moduli, času študija, izvedbi kliničnih vaj, zaposljivosti diplomantov po končanem študiju...
- Rogaška Slatina, 2. kongres DRI, 23. in 24. maj 2014: kongresa se je udeležilo 17 študentov 2. in 3. letnika. Poleg udeležbe na predavanjih smo pomagali tudi pri tehnični izvedbi.

Ad/11

Poročilo volilne komisije

Izvoljeni kandidati za funkcije v organih DRI (2014/2016):

- **Predsednik DRI:** Nejc Mekiš (Zdravstvena Fakulteta)
- **Podpredsednik DRI:** Uroš Gačnik (OI)
- **Zastopanje interesnih dejavnosti DRI:**
 - nuklearna medicina: Ivan Slodnjak (UKC LJ), namestnica: Branka Tatalović (UKC LJ)
 - stomatološka dejavnost: Mojca Lah (UKC LJ), namestnica: Tadeja Salkič (UKC LJ)
 - predstavniki RT: Aleš Posl (OI), namestnik: Andrej Breznik (OI)

• Nadzorni odbor:

- Tine Holc (UKC LJ)
- Simona Naumovski (OI)
- Matevž Mlekuž (OI)

• Disciplinska komisija:

- Tatjana Pernek (OI)
- Dejan Hribar (UKC LJ)
- Nadja Sterle (UKC LJ)

• Član mednarodne organizacije ISRRT: Dean Pekarovič (UKC LJ)

• Vodenje regionalnih odborov:

- **Celjska regija:** predstavnik: Klemen Rebevšek (SB Celje), namestnik: Predrag Mladenović (SB Celje)
- **Dolenjska regija:** predstavnik: Andrej Mikulič (SB Novo mesto), namestnik: Marko Krnc (SB Novo mesto)
- **Gorenjska regija:** predstavnik: Ana Šubic Tolar (SB Jesenice), namestnik: Daniel Karas (KOPA Golnik)
- **Koprska regija:** predstavnik: Jovo Mrdjen (OB Valdoltra), namestnik: Aljoša Sabadin (OB Valdoltra)
- **Koroška regija:** predstavnik: Salmir Hrnjić (SB Slovenj Gradec), namestnica: Ana Mari Zabukovnik (SB Slovenj Gradec)
- **Ljubljanska regija:** predstavnica: Martina Dolšak (ZDL), namestnica: Marjeta Jelovčan (OI)
- **Mariborsko-Ptujska regija:** predstavnik: Robert Pintarič (UKC Maribor), namestnica: Hedvika Šauperl (UKC Maribor)
- **Novogoriška regija:** predstavnica: Manca Komel (Bolnica dr. F. Derganca), namestnica: Tea Glešič (Bolnica dr. F. Derganca)
- **Prekmurska regija:** predstavnica: Katja Zauneker (SB Rakičan), namestnik: Drago Car (SB Rakičan)

Ad/12

Program dela DRI za leto 2015 je pripravil novi predsednik DRI Nejc Mekiš:

- Spomladi: 5 predavanj po posameznih sekcijah.
- Dvodnevna ekskurzija v sklopu CT/MR sekcije – ogled tovarne Siemens (prevoz za člane DRI brezplačen).
- Maj: delavnica pisanja strokovno-znanstvenih prispevkov – za člane brezplačno.
- Jeseni: 5 predavanj po posameznih sekcijah.
- November: skupščina DRI in dve predavanji.
- Podpirali bomo delovanje drugih organizacij z objavo dogodkov na naši spletni strani.
- Sodelovanje z ustanovami in organizacijami kot so ZRI, SSS, društvo dr. Mile Kovač, Zdravstvena fakulteta, ESTRO, EFRS, ISRRT, ECR itd.
- Nadgrajevanje spletne strani (digitalizacija in postavitve celotne baze člankov od leta 1983 dalje).
- Sprotno in pravočasno obveščanje o strokovnih dogodkih na spletni strani DRI in v Biltenu.
- Organizacija in sodelovanje na tradicionalni X-ray regati in X-ray smučanju.

Plan izobraževanja za leto 2015 je pripravil Gašper Podobnik.

februar	Šola slikanja prsnih organov – nativna rentgenska slika (brez kotizacije)	Zdravstvena fakulteta, Ljubljana
4.–8. marec	ECR 2015 (evropski radiološki kongres)	Dunaj, Avstrija
pomlad	Strokovni sestanek mamografske sekcije (brez kotizacije za člane DRI)	Onkološki inštitut, Ljubljana
pomlad	Strokovni sestanek CT/MR sekcije (brez kotizacije za člane DRI)	datum in kraj bosta objavljena naknadno
pomlad	Strokovni sestanek kariovaskularne in interventne sekcije (brez kotizacije za člane DRI)	datum in kraj bosta objavljena naknadno
pomlad	Strokovni sestanek sekcije za klasično radiološko tehnologijo (brez kotizacije za člane DRI)	datum in kraj bosta objavljena naknadno
pomlad	Sklop predavanj sekcije za radioterapijo (brez kotizacije za člane DRI)	datum in kraj bosta objavljena naknadno
24.–28. april	3 rd ESTRO forum	Barcelona, Španija
april	Dvodnevna strokovna ekskurzija v sklopu CT/MR sekcije – ogled tovarne Siemens (CT dela in MR dela) prevoz za člane plača DRI	Erlangen, Nemčija
april–maj	Šola rentgenskega slikanja v stomatologiji, cefalometrično slikanje, digitalna tehnologija	Zdravstvena fakulteta, Ljubljana
4.–8. maj	WARMTH ICRT 2015; 10th international conference on radiopharmaceutical therapy	Innsbruck, Avstrija
maj	Delavnica pisanja strokovno-znanstvenih prispevkov (enodnevna delavnica – brezplačna za člane DRI)	Onkološki inštitut, datum bo javljen naknadno
24.–27. junij	PROS kongres- Združenje za pediatrično radioonkologijo	Ljubljana, Slovenija
september	Kontrola kvalitete CR sistema – teorija in praksa (brez kotizacije)	Zdravstvena fakulteta, Ljubljana
25.–29. september	Evropski onkološki kongres	Dunaj, Avstrija
10.–14. oktober	EANM'15 - 28 th Annual Congress of the European Association of Nuclear Medicine	Hamburg, Nemčija
jesen	Strokovni sestanek mamografske sekcije (brez kotizacije za člane DRI)	datum in kraj bosta objavljena naknadno
jesen	Strokovni sestanek CT/MR sekcije (brez kotizacije za člane DRI)	datum in kraj bosta objavljena naknadno
jesen	Strokovni sestanek kariovaskularne in interventne sekcije (brez kotizacije za člane DRI)	datum in kraj bosta objavljena naknadno
jesen	Strokovni sestanek sekcije za klasično radiološko tehnologijo (brez kotizacije za člane DRI)	datum in kraj bosta objavljena naknadno
jesen	Sklop predavanj sekcije za radioterapijo (brez kotizacije za člane DRI)	datum in kraj bosta objavljena naknadno
november	Skupščina DRI s strokovnimi predavanji (brez kotizacije za člane DRI)	datum in kraj bosta objavljena naknadno

Obvestila o datumih in krajih strokovnih srečanj ter ostale podrobnosti bodo objavljene na spletni strani DRI www.radioloski-inzenirji.si in v Biltenu.

Ad/13

Pobude in predloge

Predsednica študentske sekcije Anamarija Štimulak je odstopila z mesta predsednice, ker je diplomirala. Študentje so zbrali 22 podpisov podpore za imenovanje novega predsednika študentske sekcije, Nejca Zarnika. Skupščina ga je izvolila soglasno.

Uroš Gačnik je prebral elektronsko pošto, ki jo je na skupščino DRI poslal Zvonko Vrtič, član društva. Vprašanja se nanašajo na delovno področje Zbornice radioloških inženirjev in sindikata, zato predlagam, da kolega svoja vprašanja posreduje njima (opomba predsednika DRI Nejca Mekiša).

Roberta Kokovnika je zanimalo, kdo je lahko predavatelj na strokovnih izobraževanjih DRI. Po njegovem mnenju predsednik strokovnega združenja ne bi smel biti predstavnik fakultete. Gašper Podobnik je pojasnil, da lahko predava na strokovnih izobraževanjih društva vsak radiološki inženir in tudi drugi, ki se poklicno dotikajo področij dela radioloških inženirjev. Vsako predavanje pa mora predhodno sprejeti oz. potrditi strokovna komisija društva. Enako velja za članke, objavljene v Biltenu. Predstavniki šol oz. fakultet tudi v drugih evropskih državah aktivno sodelujejo v organih stanovskih združenj radioloških inženirjev, prav tako pa v statutu DRI ni določeno, da predstavnik fakultete nebi smel voditi društva.

Dean Pekarovič je predlagal, naj se na delavnici pisanja strokovno-znanstvenih prispevkov obravnavajo vse vrste člankov, ki jih objavlja Bilten (znanstveni, pregledni znanstveni, strokovni in poročila o primerih).

Izvelec zapisnika pripravila: Mojca Lenarčič, tajnica DRI
Predsednik DRI: mag. Nejc Mekiš

NAVODILA ZA PRIPRAVO IN OBLIKOVANJE ČLANKOV

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

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

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

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

Vsakemu naslovu ali podnaslovu poglavja sledi besedilo.

Avtorji so odgovorni za vse navedbe v svojih člankih.

Navajanje/citiranje literature v besedilu

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

Primeri citiranja na koncu stavka oz. odstavka:

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

Primeri citiranja na začetku stavka oz. v stavku:

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

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

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

Primer citiranja Uradnega lista in zakonov:

- (Ur. l. RS, št. 19/2001)

Primer citiranja, ko je avtor članka/knjige organizacija:

- (The British Institute of Radiology, 2001)

Slikovno gradivo (tabele, grafi, sheme, slike)

Tabele

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

Primer:

Tabela 1: Natančnost laserskih označevalcev

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

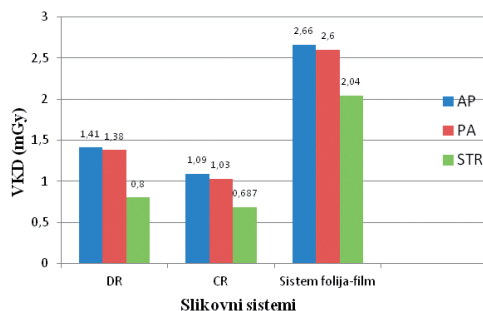
Slike

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

Primer:



Slika 1: Rentgenski aparat



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

Vse tabele in slike morajo biti omenjene v tekstu.

Naslov članka

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

Predstavitev avtorjev

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

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

Povzetek

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

Uvod

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

Namen

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

Metode dela

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

Rezultati

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

Razprava

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

Zaključek

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

Literatura

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

Primeri navajanja članka iz revije:

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

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

Primer navajanja članka iz suplementa revije:

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

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

Primer navajanja članka iz zbornika referatov:

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

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

Primer navajanja knjige:

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

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

Primer navajanja poglavja iz knjige:

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

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

Primeri navajanja, če je avtor članka/knjige organizacija:

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

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

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

Primer navajanja Uradnega lista in zakonov:

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

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

Primer navajanja knjige, če je znan samo urednik:

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

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

Primer navajanja magistrske naloge, doktorske disertacije, diplomskega dela:

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

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

Primer navajanja, če avtor članka ni znan:

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

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

Primer navajanja internetne strani:

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

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

Oblika datoteke

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

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

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

