



glasilo Društva radioloških inženirjev Slovenije

in Zbornice radioloških inženirjev Slovenije

**UPORABA 3T MR TOMOGRAFA PRI PRIKAZOVANJU OBOLENJ
PRSNIH ORGANOV, KI SO POSLEDICA IZPOSTAVLJENOSTI AZBESTU**

DOZA NA OSEBJE V OPERACIJSKI DVORANI

DOZA NA OČI PRI KLASIČNEM RENTGENSKEM SLIKANJU GLAVE

**POVZETEK ZAPISNIKA 19. REDNE SKUPŠČINE ZBORNICE
RADIOLOŠKIH INŽENIRJEV SLOVENIJE**

POROČILO ŠTUDENTSKE SEKCIJE DRI

letnik
30
števila
1
leto
2013

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:

640 izvodov / 640 copies

Grafično oblikovanje in tisk / Graphic design and print:

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

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

Revija indeksira / Indexed and abstracted by:

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

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

Revija je natisnjena na 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 novice ter informacije o izobraževanju, hkrati pa omogoča tudi izmenjavo informacij in mnenj radioloških inženirjev.

The Bulletin is an official journal of the Society and Chamber of Radiographers of Slovenia with external reviews.

The purpose of the Bulletin is to publish articles from all areas of diagnostic imaging (diagnostic radiologic technology, CT, MR, US and nuclear medicine), therapeutic radiologic technology and oncology.

The articles are professional and scientific: results of research, technological assessments, descriptions of cases, etc.

The Bulletin also contains trade union news and information about education and training, in addition to offering the opportunity to radiological engineers to exchange information and opinions.

Spoštovane kolegice, spoštovani kolegi!

Pred vami je prenovljena oblika revije Bilten. Ob trideseti obletnici nepretrganega izhajanja smo se odločili za nov izgled naslovnice, ki bo enak tudi v vseh naslednjih številkah. Naslovnico je oblikovala Ana Marija Štimulak, diplomantka Naravoslovnotehniške fakultete in študentka Oddelka za radiološko tehnologijo.

Prav tako je prenovljena notranjost revije, ki je oblikovana po zgledu znanstvenih revij iz našega področja. Na zadnjih straneh so objavljena navodila za avtorje, ki vam bodo olajšala delo pri pisanju in oblikovanju vaših člankov.

V upanju, da vas bo prenovljena oblika revije pritegnila k branju in pisanju novih člankov vas lepo pozdravljam.

Nejc Mekiš

diagnostična radiološka tehnologija**4**

Janez Podobnik

**UPORABA 3T MR TOMOGRAFA PRI PRIKAZOVANJU OBOLENJ PRSNIH ORGANOV,
KI SO POSLEDICA IZPOSTAVLJENOSTI AZBESTU**

*USE OF 3T MR TOMOGRAPH TO DISPLAY THORACIC ORGAN DISEASES RELATED
TO ASBESTOS EXPOSURE*

diagnostična radiološka tehnologija**9**

Patricija Jakšič, Boštjan Gajšek, Nejc Mekiš

DOZA NA OSEBJE V OPERACIJSKI DVORANI

DOSE TO MEDICAL PERSONNEL IN THE OPERATING ROOM

diagnostična radiološka tehnologija**14**

Leja Bakan, Nejc Mekiš

DOZA NA OČI PRI KLASIČNEM RENTGENSKEM SLIKANJU GLAVE

DOSE TO EYES IN CONVENTIONAL HEAD RADIOGRAPHY

povzetek zapisnika**19**

POVZETEK ZAPISNIKA 19. REDNE SKUPŠČINE ZBORNICE RADIOLOŠKIH INŽENIRJEV SLOVENIJE

poročilo študentske sekcije DRI**20**

POROČILO ŠTUDENTSKE SEKCIJE DRI

sponzorstvo**22**

SPONZORSKI ČLANEK

UPORABA 3T MR TOMOGRAFA PRI PRIKAZOVANJU OBOLENJ PRSNIH ORGANOV, KI SO POSLEDICA IZPOSTAVLJENOSTI AZBESTU

USE OF 3T MR TOMOGRAPH TO DISPLAY THORACIC ORGAN DISEASES RELATED TO ASBESTOS EXPOSURE

Janez Podobnik

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

Korespondenca / Correspondence: mag. Janez Podobnik, dipl. inž. rad., Klinični inštitut za radiologijo, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Zaloška 7, 1000 Ljubljana; Tel: 01/522-30-51; E-mail: janez.podobnik@kclj.si

Prejeto/Recived: 3. apr. 2013

Sprejeto/Accepted: 19. apr. 2013

POVZETEK

Uvod in namen: Namen raziskave je bil preveriti možnosti uporabe 3T MR tomografov pri odkrivanju in spremljanju bolezenskih sprememb, ki so posledica izpostavljenosti azbestnemu prašenju.

Metode: V raziskavo sem vključil petnajst bolnikov in sicer pet z azbestno boleznijo in deset z malignim mezoteliomom plevre (MMP). Protokol MR slikanja je bil sestavljen iz T_2 obteženih pulznih zaporedij v koronarni, sagitalni in transverzalni ravnini ter T_1 obteženih pulznih zaporedij v transverzalni ravnini. Vse meritve so bile izvedene v zadržanem dihu in z uporabo EKG prožilca. CT preiskave so izvedli z uporabo jednega kontrastnega sredstva. Rekonstruirali so slike debeline 5 mm v mediastinalnem oknu ter 3 mm v pljučnem oknu, v transverzalni ravnini. Na delovni postaji Singo MultiModality Work Place sem izmeril intenzivnost MR signala v leziji in v mišici v isti rezini.

Rezultati: Na T_1 obteženih MR slikah je MMP izrazil nehomogen in v primerjavi z mišico hipointenziven, na T_2 fs obteženih pa hiperintenziven. Plevralni plaki imajo na T_1 in T_2 fs obteženih slikah v primerjavi z mišico hipointenziven signal. Izmerjena intenziteta signala na T_1 obteženih slikah je pokazala, da je MR signal v plevralnih plakih, v primerjavi s signalom iz mišice, hipo oziroma izointenziven, na T_2 fs obteženih slikah pa je bil signal v MMP v primerjavi s tistim v mišici, hiper, v plevralnih plakih pa hipointenziven.

Razprava in zaključek: Raziskava je pokazala, da je MR slikanje prsnega koša primerna diagnostična slikovna metoda za prikaz sprememb, ki so posledica izpostavljenosti azbestu.

Ključne besede: MR, 3T, prsni koš, azbest, mezoteliom

ABSTRACT

Introduction: The aim of this study was to evaluate the diagnostic potential of 3T MRI in detecting pathological changes of asbestos-related thoracic diseases.

Methods: Fifteen patients with asbestos-related thoracic disease (5 with benign form, 10 with malignant pleural mesothelioma) were scheduled for 3T MRI. The protocol of MR imaging consists of T_2 -weighted cardiac-gated breath-hold turbo spin echo (TSE) sequences in coronal, sagittal and axial plane and T_1 -weighted cardiac-gated breath-hold TSE black blood in axial plane. CT examinations were obtained with administration of the contrast medium. We reconstructed 5 mm thick images in mediastinal window and 3 mm thick images in pulmonary window. MRI signal intensity of lesions and adjacent muscles on Syngo MultiModality Work Place was measured.

Results: On T_1 -weighted MR images MPM appeared distinctively inhomogeneous and, compared to the muscle, hypo-intense, while it was hyper-intense on T_2 fs-weighted images. Compared to the muscle, pleural plaques appeared hypo-intense on T_2 fs-weighted images and on T_1 weighted images. The intensity of the signal measured on T_1 -weighted images has shown that the MR signal in pleural plaques, compared to the signal from the muscle, was hypo- or isointense. Measurements on T_2 fs-weighted images have shown that the signal in MPM, compared to the muscle, was hyper-intense; in pleural plaques it was hypo-intense.

Discussion and conclusions: The results of this study show that 3T MRI enabled accurate determination of chest pathology and is an appropriate diagnostic imaging method for patients with asbestos-related thoracic disease.

Key words: MRI, 3T, thorax, asbestos, mesothelioma.

UVOD IN NAMEN

Azbest je skupno ime za hidratizirane silikatne mineral, vlaknaste strukture (Taveras and Ferrucci, 1995), ki jih najdemo v naravi. Zaradi izredne majhnosti jih s prostim očesom ne vidimo. Njihovo zmožnost, da se razdelijo v lahka, svilnata, vendar močna vlakna, so v preteklosti uporabljali v industrijske in komercialne namene, kot dodatek številnim materialom, s katerim so povečali njihovo odpornost na visoke temperature in ogenj (Vrečko in sod., 2002).

V povezavi z izpostavljenostjo azbestu lahko ločimo naslednje bolezenske spremembe (Rozman et al., 2006):

- različne benigne oblike prizadetosti plevre (plevralni plaki, azbestni plevritis in benigni eksudativni plevralni izliv, difuzne zadebelitve plevre, okrogle atelektaze),
- azbestozo pljuč ki je bolezen pljučnega intersticija,
- malignome, najpogostejše pljučnega raka ter mezoteliom plevre

Bolezenske spremembe zaradi izpostavljenosti azbestu lahko nastopajo posamično ali po več hkrati (Rozman in sod., 2006).

Pri bolnikih z azbestozo obstaja 7–10 krat večje tveganje za razvoj pljučnega raka. Tveganje za razvoj zelo povečuje kajenje. Ni korelacije med prizadetostjo pljučnega intersticija in tveganjem za razvoj pljučnega raka, kajti lahko se pojavi tudi pri posameznikih, ki so bili izpostavljeni azbestu in nimajo intersticijskih sprememb (Kocijančič in Mrevlje, 1993).

Maligni mezoteliom plevre (MMP) je redko obolenje in predstavlja manj kot 5% vseh malignomov. Histološko ločimo epitelijski, vretenastocelični ali sarkomatoidni ter mešani ali bifazni tip (Kocijančič in Mrevlje, 1993). Pogostejše obolevajo moški kot ženske in sicer med šestdesetim in sedemdesetim letom življenja. Povezanost med razvojem MMP in izpostavljenosti azbestnemu prašenju je bila dokazana leta 1960 (Wagner et al., 1960). V nasprotju z ostalimi azbestnimi boleznimi, pri MMP ni povezave med količino vdihanega azbesta in možnostjo razvoja bolezni. Tako bolezen ne prizadene le delavcev, ki so vdihavali azbestna vlakna na delovnem mestu, pač pa tudi ljudi, ki so se z njim srečevali v vsakdanjem okolju (Scagliotti and Novello, 2005).

Običajno je prva diagnostična slikovna metoda pri obravnavi bolnika s sumom na azbestno bolezen rentgensko slikanje (RTG) pljuč in srca. Spremembe v pljučih se razvršča po merilih Mednarodne organizacije za delo (International Labour Office – ILO) (Bekkelund et al., 1998). Ob sumu na azbestno bolezen ji sledi računalniška tomografija z visoko ločljivostjo (High Resolution Computed Tomography – HRCT), ki je bolj senzitivna metoda, s pomočjo katere potrdimo tudi manj izražene, začetne spremembe azbestne bolezni. Računalniška tomografija (CT) velja za zlati standard med diagnostičnimi slikovnimi metodami za prikaz z azbestom povzročenih bolezni (Heelan et al., 1999).

Slikanje z magnetno resonanco (MR) se zaradi hitrega razvoja MR tomografov visoke gostote magnetnega polja in drugih sestavnih delov sistema MR, vedno bolj uveljavlja pri prikazovanju bolezenskih sprememb v prsnem košu. Prikazovanje intersticijskih sprememb, ki nastanejo kot

posledica izpostavljenosti azbestu, je slabše, vendar se dobro prikažejo benigne in maligne spremembe na plevri in prisotnost plevralnega izliva. MR slikanje pljuč je omejeno zaradi nizke gostote protonov, popačenj, ki nastajajo zaradi magnetne dovzetnosti, bitja srca in dihanja (Ohno et al., 2004)

Raziskava, ki jo je opravila skupina zdravnikov iz bolnišnice Golnik, je pokazala, da se spreminja vzorec bolezenskih sprememb, ki se dokazujejo z diagnostičnimi slikovnimi metodami. V primerjavi s skupino iz 80. let je prisotne manj intersticijske prizadetosti in difuznih zadebelitev plevre, višji pa je delež plevralnih plakov, kar povečuje vlogo MR pri odkrivanju in spremljanju bolnikov z azbestno boleznijo (Rozman in sod., 2006).

Namen raziskave je bila ocena možnosti uporabe 3T MR tomografa pri slikanju bolnikov z azbestno boleznijo in primerjavo s CT preiskavo.

METODE

V raziskavo je bilo vključenih petnajst bolnikov, od tega pet z azbestno boleznijo in deset z malignim mezoteliomom plevre (MMP).

Bolniki z azbestno boleznijo so imeli že predhodno opravljeno računalniško tomografijo prsnega koša, ki ni bila starejša od enega meseca in sem jo lahko uporabil za primerjavo z rezultati magnetne resonance. Pri sumu na maligno spremembo plevralnih plakov so opravili tudi pozitronsko emisijsko tomografijo z računalniško tomografijo (PET – CT). Vsi bolniki so bili moški in so bili poklicno izpostavljeni azbestu, štirje v podjetju Salonit Anhovo ter eden pri izdelovanju zavornih oblog v Avstriji. Najmlajši bolnik je bil star 53 let, najstarejši pa 76. Povprečna starost je bila 66 let.

Med bolniki z MMP je bilo šest moških in štiri ženske. Najmlajša bolnica je bila stara 50 let, najstarejši bolnik pa 75. Povprečna starost je bila 62 let. Poklicno izpostavljeni azbestu so bili trije moški, ostali so se z njim srečevali v okolju. Nihče ni imel predhodno ugotovljene azbestne bolezni. Pri vseh se je bolezen začela z oteženim dihanjem in bolečino v prsnem košu. Opravili so rentgensko slikanje pljuč, kjer je bil diagnosticiran plevralni izliv. Diagnostika se je nadaljevala z računalniško tomografijo in razbremenilno plevralno punkcijo. Plevralni punkt je bil poslan v citološko obravnavo, ki je pokazala različne rezultate. Za točno diagnozo je bila opravljena torakoskopija z odvzemom vzorca za histološko preiskavo ter plevrodeza (pevrodeza je umetno povzročeno vnetje plevre, z namenom, da se zaradi fibroze zlepita visceralna in parietalna plevra). Sedem bolnikov je imelo epitelijski tip, dva sarkomatoidni in eden bifazni tip tumorja. Po potrditvi MMP so bili bolniki napoteni na zdravljenje na Onkološki inštitut v Ljubljani.

Za oceno razširjenosti procesa po TNM klasifikaciji in določitve načina zdravljenja so bolniki ponovno opravili CT s kontrastnim sredstvom in MR preiskavo prsnega koša.

Če je zdravnik specialist radiologije ocenil, da je mogoča kontrola zdravljenja z MR slikanjem, sem MR slikanje

med zdravljenjem ponovil. Bolnik tako ni bil izpostavljen ionizirajočemu sevanju in kontrastnemu sredstvu, ki se uporablja pri CT preiskavah. Jodno kontrastno sredstvo ima ravno tako kot citostatiki, toksičen vpliv na ledvice.

Protokol MR slikanja

Raziskava je potekala na magnetno resonančnem tomografu gostote polja 3T (Trio Team System, Siemens, Erlangen, Nemčija), ki je opremljen s sistemom gradientov z maksimalno amplitudo 40 mT/m in hitrostjo naraščanja gradienta 200 mT/m/ms.

Uporabil sem kombinacijo fazno nanizane tuljave za slikanje trupa (Body Matrix), ki je sestavljena iz šestih elementov ter fazno nanizane tuljave za slikanje hrbtenice (Spine Matrix), ki je pri omenjenem tomografu vstavljena v preiskovalno mizo. Za zmanjšanje popačenj, ki nastajajo zaradi dihanja, sem slikal v zadržanem dihu. S periferno pulzno enoto, ki zaznava srčni utrip, sem zmanjšal popačenja, ki nastajajo zaradi utripanja srca in velikih žil. Preiskava je bila izvedena brez uporabe kontrastnega sredstva.

Za prikaz mesta in razširjenost bolezenskega procesa sem MR preiskavo začel s T_2 TSE pulznim zaporedjem v koronarni in sagitalni ravnini. Sledilo je T_2 TSE pulzno zaporedje v transversalni ravnini, pri katerem sem uporabil tudi tehniko SPIR (SPectral Inversion Recovery) za zasičenje signala iz maščevja (fat-sat – fs). Isto področje sem poslikal tudi s pulznim zaporedjem T_1 TSE. Časovna ločljivost posameznega pulznega zaporedja ni smela presežati 20 sekund, toliko časa namreč povprečni preiskovanec zadrži dih. Pri tem sem moral upoštevati tudi srčni utrip, ki ga zabeleži periferna pulzna enota. Za izvedbo preiskave sem povprečno porabil 20–30, minut odvisno od bolnikovega stanja in sodelovanja med preiskavo. Protokol sem pred začetkom raziskave preizkusil in izpopolnil na petih prostovoljcih.

Pri pulznem zaporedju T_2 TSE sem uporabil naslednje slikovne parametre:

- dolg TR, ki je bil povezan z bolnikovim srčnim utripom in je zanašal od 3000 do 10000 ms, meritev sem izvajal med dvema srčnima cikloma,
- TE 100 ms,
- pravokotno slikovno polje (FOV) v razmerju 3:4, velikosti od 340 mm do 400 mm, odvisno od velikosti bolnika,
- debelina rezine 5 mm, z razmikom med rezinami 1 mm,
- slikovno matriko s 192 x 320 slikovnimi elementi pri transversalnih rezih ter 208 x 320 pri koronarnih in sagitalnih rezih,
- tehniko SPIR za zasičenje signala iz maščevja pri transversalnih rezih.

Uporabil sem paralelno tehniko slikanja, da sem čas posamezne meritve skrajšal na manj kot 20 sekund.

Pri pulznem zaporedju T_1 TSE sem uporabil naslednje slikovne parametre:

- TR od 600 do 800 ms, meritev sem izvajal med enim srčnim ciklom,
- TE 28 ms,

- pravokotno slikovno polje v razmerju 3:4, velikosti od 340 mm do 400 mm, odvisno od velikosti bolnika,
 - debelina rezine 5 mm, z razmikom med rezinami 2,5 mm,
 - slikovno matriko s 166 x 256 slikovnimi elementi z interpolacijo.
 - Uporabil sem paralelno tehniko slikanja, s čimer se je čas posamezne meritve skrajšal na manj kot 14 sekund.
- Tabela 1 prikazuje MR protokol, uporabljen v raziskavi.

Tabela 1: Protokol MR slikanja: pulzna zaporedja, protokol slikanja in parametri MR slikanja

pulzno zaporedje	T_2 TSE	T_2 TSE	T_2 TSE fs	T_1 TSE
ravnina	koronarna	sagitalna	transverzalna	transverzalna
TR nastavljen (ms)	3000	3000	4000	745
TE (ms)	100	100	100	7,1
FOV (mm)	400	400	340	340
debelina rezine (mm)	5	5	5	5
matrika	208 x 320	208 x 320	192 x 320	166 x 256
paralelno slikanje	faktor 2	faktor 2	faktor 2	faktor 2
opombe	zadržan dih	zadržan dih	zadržan dih	zadržan dih
opombe	EKG	EKG	EKG	EKG

Meritve intenzivnosti signala

V prsnem košu so zelo različne anatomske strukture, ki se ves čas gibljejo. MMP ima zelo invazivno raščo, ob tumorju je običajno prisoten tudi plevralni izliv. Pri MR slikanju se v tem področju srečujemo tudi s popačenji, ki nastajajo zaradi magnetne dovzetnosti ob mehkih delih, ki so v neposrednem stiku z zrakom v pljučih. Zaradi naštetega je signal iz anatomske in patološke strukture zelo različen in se ga težko ocenjuje. Tumor na T_2 fs obteženih slikah ob prisotnosti hiperintenzivnega izliva izgleda hipointziven, na T_1 obteženih slikah pa je zaradi hipointenzivnosti težko viden. Zato sem se odločil, da bom izmeril intenzivnost signala v tumorju in jo primerjal z intenzivnostjo signala v mišici.

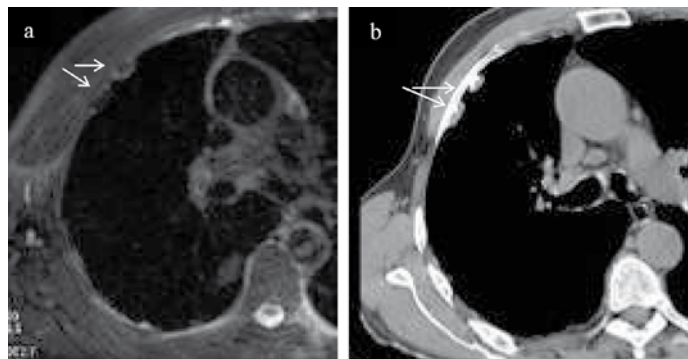
Meritve intenzivnosti signala sem opravil na delovni postaji Syngo MultiModality Work Place (Siemens, Erlangen, Nemčija) s programsko opremo Syngo 30B. Interesno območje sem postavil v lezijo in v mišico, ki sem jo določil skupaj z zdravnikom specialistom radiologije. Velikost interesnega območja je znašala od 0,3 do 0,2 cm², odvisno od velikosti lezije.

Za izvedbo raziskave sem pridobil dovoljenje Komisije RS za medicinsko etiko.

REZULTATI

Plevralni plaki imajo na T_1 in T_2 fs obteženih slikah v primerjavi z mišico hipointeziven signal. Razlika v signalu nastane zaradi različne vsebnosti proste vode v benignih oz. malignih lezijah. V nekaterih plakih sem opazil zelo nehomogen signal in hiperintenziven rob (slika 1 a in b). Kalcinirani plaki so na

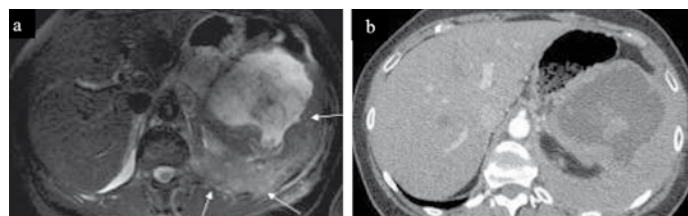
MR slikah slabše prikazani, kajti iz kalciniranega dela plaka ni signala. Difuzne zadebelitve plevre so na MR slikah bolj poudarjene.



Slika 1: T2 fs obtežena slika – a in CT slika istega preseka – b.
a: puščici prikazujeta benigna plevralna plaka, ki sta hipointenzivna z hiperintenzivnim robom.
b: na CT sliki so vidne kalcinacije na zunanji strani obeh plakov (puščici).

Z MR preiskavo lahko ločimo maligne spremembe plevre od benignih, ker je na T2 fs obteženih slikah signal malignih izrazito hiperintenziven. Na malignen razvoj bolezni pa kaže tudi prizadetost mediastinalne plevre, nepravilna oblika in robovi plevre ter infiltracija v torakalno steno in trebušno prepono.

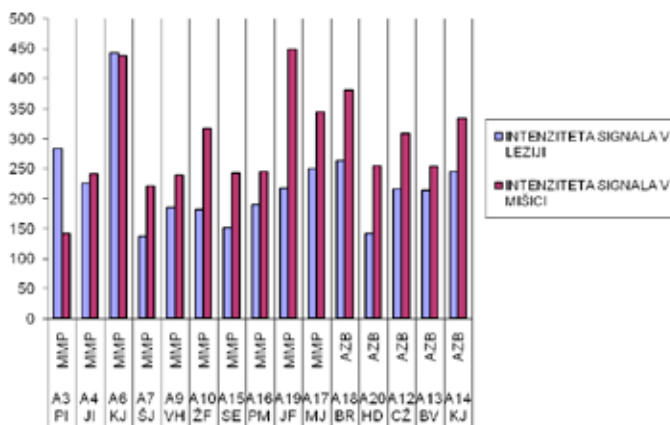
MMP ima na T1 obteženih slikah hipo do izointenziven, na T2 pa hiperintenziven signal. Signal je lahko nehomogen, kar ni v povezavi s histološko diagnozo. Na T2 fs obteženih slikah je viden dober kontrast med plevralnim izlivom in tumorskimi masami (slika 2a).



Slika 2: T2 fs obtežena slika – a in CT slika s kontrastnim sredstvom istega preseka – b.
Puščice prikazujejo invazivno rast MMP v torakalno steno, trebušno prepono in trebušno votlino. Kontrastna ločljivost na CT sliki je v primerjavi z MR sliko slabša, zato je razrast tumorja manj viden.

Izmerjena intenzivnost signala na T1 obteženih slikah je pokazala, da je MR signal lezije v primerjavi s signalom mišice pri bolnikih z MMP v osmih primerih hipointenziven (80%). Hiperintenziven signal je bil izmerjen samo v enem primeru (A3 PI). Na MR slikah je bil prikazani tumor zelo velik in neenakomerne strukture. V enem primeru (A6 KJ) pa sem izmeril izointenziven signal. Pri bolnikih z azbestno boleznijo so bili vsi izmerjeni signali hipointenzivni (100%). Na sliki 3 je graf, ki prikazuje primerjavo intenzivnosti signalov med lezijami in mišicami na T1 obteženih slikah.

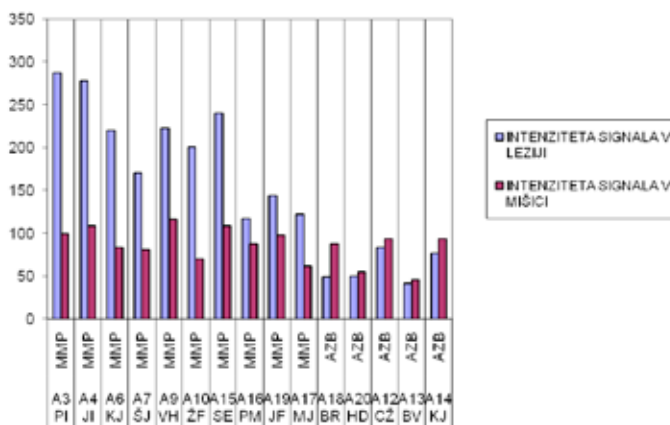
IZMERJENA INTENZITETA SIGNALA NA T1 OBTEŽENIH SLIKAH



Slika 3: Izmerjena intenziteta signala na T1 obteženih slikah. Graf prikazuje razlike med izmerjeno intenzivnostjo signala v mišici v primerjavi s tumorjem oziroma plevralnimi plakami. Na abscisi so navedeni bolniki in njihova bolezen. Prvih deset bolnikov je imelo MMP, zadnjih pet pa azbestno bolezen. Razvidno je, da je signal v tumorju pri osmih bolnikih hipointenziven, pri dveh pa hiper oziroma izointenziven. Signal v benignih plakih je v primerjavi z mišico v vseh primerih hipointenziven.

Pri obdelavi podatkov, ki sem jo dobil z meritvijo intenzivnostjo signala na T2 fs obteženih slikah, sem opazil razliko v intenzivnosti signala med maligno in benigno obliko bolezni. Signal v malignih lezijah je bil v vseh primerih (100%), v primerjavi s signalom iz mišice izrazito hiperintenziven, medtem ko je bil v benignih plevralnih plakih v vseh primerih (100%) hipointenziven. Tako lahko rečemo, da kaže povišan signal v leziji na T2 fs obteženih slikah na maligno obliko bolezni. Na sliki 4 je graf, ki prikazuje primerjavo intenzivnosti signalov med lezijami in mišicami na T2 fs obteženih slikah.

IZMERJENA INTENZITETA SIGNALA NA T2 fs OBTEŽENIH SLIKAH



Slika 4: Izmerjena intenzivnost signala na T2 fs obteženih slikah. Graf prikazuje razlike med izmerjeno intenziteto signala v mišici v primerjavi s tumorjem oziroma plevralnimi plakami. Na abscisi so navedeni bolniki in njihova bolezen. Prvih deset bolnikov je imelo MMP, zadnjih pet pa azbestno bolezen. Razvidno je, da je signal v tumorju v primerjavi z mišico hiper, v benignih plakih pa hipointenziven.

RAZPRAVA

Prednost MR slikanja v primerjavi s CT slikanjem je v njeni odlični kontrastni ločljivosti, ki pride posebej do izraza pri prikazovanju mehkih delov v prsnem košu. MR preiskava tako bolje prikaže invazijo tumorja v torakalno steno, trebušno prepono in organe v medpljučju. Preraščanje tumorja v trebušno votlino lahko dobro prikažemo s slikanjem v sagitalni in koronarni ravnini. Visoka gostota magnetnega polja omogoča prikaz prizadetosti endotorakalne fascije in perikarda.

Meritve intenzivnosti signala iz patološko povečanih bezgavk pri pljučnem karcinomu so poznane. Ohno in sod. (2004) so uporabili tehniko STIR, ki je zelo občutljiva za prikaz patoloških sprememb, vendar imajo T_2 fs obtežene slike, ki so bile uporabljene v moji študiji, boljše prostorsko ločljivost in z njimi prikažemo več podrobnosti. Pri meritvah signala so uporabili tudi fantom, napolnjen s fiziološko raztopino (0,9% NaCl), ki so ga položili ob bolnika. Primerjali so intenzivnost signala, izmerjenega v bezgavkah, z intenzivnostjo signala iz fantoma ter ocenjevali velikost bezgavk. Ugotovili so, da je kvantitativna metoda enako občutljiva kot PET, tudi kvalitativna ocena za njo ne zaostaja tako, da jo lahko nadomesti. Falaschi in sod. (1996) so v svoji raziskavi, v kateri je sodelovalo štiriintrideset bolnikov, primerjali intenzivnost signala na T_2 , protonsko gostotno in T_1 obteženih slikah po uporabi kontrastnega sredstva z intenzivnostjo signala v medrebrnih mišicah. Njihov zaključek je bil, da hipointenziven signal na slikah, kjer je bil uporabljen dolg TR, kaže na benigno bolezen. Moj zaključek je bil podoben, vendar pa sem imel v raziskavi le pet bolnikov z benigno obliko azbestne bolezni in sem zato rezultat oblikoval tako, da je poudarjal intenzivnost signala iz MMP, ki je hiperintenziven.

S CT preiskavo lahko bolje prikažemo pljučni parenhim in intersticij ter bolezenske spremembe v njem. Zato je za prikaz azbestoze CT preiskava še vedno zlati standard. Pomembna je predvsem kot nadaljevanje diagnostične obdelave po RTG slikanju pljuč in srca. Preiskava je bolj dostopna, ker imamo v Sloveniji majhno število MR tomografov in tudi ustanov, ki bi lahko izvajale zahtevnejše preiskave, med katere sodi tudi MR slikanje prsnega koša. Nekateri avtorji omenjajo tudi višjo ceno MR preiskave v primerjavi s CT preiskavo (Heelan et al., 1999), vendar v mojem primeru nisem uporabil kontrastnega sredstva, kar znižuje ceno MR slikanja.

ZAKLJUČEK

Rezultati moje raziskave kažejo, da je MR slikanje prsnega koša primerna diagnostična slikovna metoda za prikaz sprememb, ki so posledica izpostavljenosti azbestu. V primerjavi s CT preiskavo enakovredno ali celo bolje prikaže vse anatomske strukture in patološke spremembe, razen sprememb v pljučnem parenhimu.

Upoštevati moramo dejstvo, da so bolniki pri spremljanju azbestne bolezni velikokrat preiskovani z diagnostičnimi metodami, ki uporabljajo ionizirajoče sevanje. Da bi zmanjšali

njihovo dozno obremenitev, bi morali med diagnostične slikovne metode vključiti tudi MR.

CT preiskava še vedno ostaja zlati standard pri prikazovanju bolezenskih sprememb v prsnem košu. K temu prispeva tudi dejstvo, da je MR v Sloveniji zelo nedostopna preiskava, vendar število MR tomografov visoke gostote magnetnega polja narašča.

LITERATURA

Bekkelund SI, Aasebø U, Pierre-Jerome C, Holmboe J (1998). Magnetic resonance imaging of the thorax in the evaluation of asbestosis. *Eur Respir J* 11 (1): 194-7.

Falaschi F, Battolla L, Mascalchi M (1996). Usefulness of MR signal intensity in distinguishing benign from malignant pleural disease. *AJR Am J Roentgenol* 166 (4): 963-8.

Heelan RT, Rusch VW, Begg CB, Panicek DM, Caravelli JF, Eisen C (1999). Staging of malignant pleural mesothelioma: comparison of CT and MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 172 (4): 1039-47.

Kocijančič A, Mrevlje F ur. (1993). Interna medicina. Ljubljana: Državna založba Slovenije, 325–328.

Ohno Y, Hatabu H, Takenaka D et al. (2004). Metastases in mediastinal and hilar lymph nodes in patients with non-small cell lung cancer: quantitative and qualitative assessment with STIR turbo spin-echo MR imaging. *Radiology* 231 (3): 872-9.

Rozman A, Remškar Z, Cesar R, Fležar M (2006). Ali se vzorec bolezenskih sprememb azbestne bolezni v Sloveniji spreminja? *Zdrav vestn* 75 (9): 561-6.

Scagliotti GV, Novello S (2005). State of the art in mesothelioma. *Ann Oncol.* 16 (Suppl 2): 240-5.

Taveras JM and Ferrucci JT eds. (1995). *Radiology : diagnosis, imaging, intervention*. Vol. 1. Philadelphia: Lippincott, 1-22.

Vrečko P, Srna M, Teržan M (2002). Varno delo z azbestom. Ljubljana: Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve, Urad RS za varnost in zdravje pri delu.

Wagner JC, Sleggs CA, Marchand P (1960). Diffuse pleural mesothelioma and asbestos exposure in the North Western Cape Province. *Br J Ind Med* 17: 260-71.

Članek je objavljen z dovoljenjem revije *Radiology and Oncology*

DOZA NA OSEBJE V OPERACIJSKI DVORANI

DOSE TO MEDICAL PERSONNEL IN THE OPERATING ROOM

Patricija Jakšič¹, Boštjan Gajšek², Nejc Mekiš³

¹Oddelek za radiologijo, Splošna bolnišnica Celje, Oblakova ulica 5, 3000 Celje

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

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

Korespondenca / Correspondence: Patricija Jakšič, dipl. inž. rad. tehnol., Oddelek za radiologijo, Splošna bolnišnica Celje, Oblakova ulica 5, 3000 Celje; Tel: 040/544-228; E-mail: patricija.jaksic@gmail.com

Prejeto/Received: 12. mar. 2013

Sprejeto/Accepted: 17. apr. 2013

POVZETEK

Uvod: Rentgensko sevanje je škodljivo, vendar ključnega pomena za naše življenje, saj je pomemben dejavnik pri diagnostičnih in nekaterih terapevtskih posegih, ki rešujejo življenja. Zato se moramo paciente in izpostavljene delavce pravilno ščititi in poznati dejavnike, s katerimi zagotovimo kar se da majhno izpostavljenost in hkrati zadovoljivo kakovost diagnostike.

Namen: Namen raziskave je bil ugotoviti, kolikšna je prejeta doza ionizirajočega sevanja na oči, prsnico in gonade med operacijami ledvene hrbtenice, kjer je položaj rentgenskega aparata posteroanteriorni in stranski, z uporabo osebne varovalne opreme (OVO) in brez nje.

Metode: Uporabili smo deskriptivno metodo in metodo eksperimenta. Meritve doze smo izvedli na diaskopskem rentgenskem aparatu BV Endura proizvajalca Philips (Koninklijke Philips Electronics, Eindhoven). Uporabili smo fantom celega telesa z oznako PBU 60 (Kyotokagaku Co. Ltd., Japan), ki simulira pacienta, visokega 165 cm, z maso 50 kg (Kyotokagaku, 2009). Hitrosti doze smo merili z dozimetrom EGG Berthold LB 123, s sondo LB 1236 2230.

Rezultati in razprava: Doze ionizirajočega sevanja smo merili na mestih, kjer med operacijami stojijo kirurg, radiološki inženir in instrumentarka, in sicer v višini oči, prsnice in gonad. Ugotovili smo, da je za radiološkega inženirja doza na gonade z uporabo OVO za 90% manjša, kot če je nebi uporabljal. Kirurg, ki stoji na strani ojačevalca, prejme 90% manjšo dozo v primerjavi s položajem na strani rentgenske cevi. Kadar je izhodni snop v posteroanteriornem položaju, instrumentarka, ki je zaščitena z OVO, prejme 95% manjšo dozo na prsnico, kot če zaščite ne bi uporabil.

Zaključek: Ob pravilni zaščiti, upoštevanju spremembe jakosti sevanja s kvadratom razdalje in primernih ekspozicijskih pogojev lahko zelo vplivamo na količino prejete doze, ki pa je seveda tudi odvisna od vrste preiskave in pogojev, ki jih ta zahteva.

Ključne besede: ionizirajoče sevanje, osebna varovalna oprema, operacijska soba

ABSTRACT

Introduction: Radiation is harmful but vital to our lives, as it is an important factor in diagnostic and some therapeutic interventions that save lives. Therefore, we need to properly protect patients and exposed staff and understand the factors to ensure minimum exposure with diagnostics of satisfactory quality.

Aim: The aim of this study was to determine the dose of ionizing radiation on the eyes, chest and gonads in X-ray lumbar spine in the PA and lateral projections, with and without the use of personal protective equipment (PPE).

Methods: We used the descriptive method and experiment. Dose measurements were carried out on an X-ray machine ENDURA BV, manufactured by Philips (Koninklijke Philips Electronics, Eindhoven), which provides the option of two focal sizes, 0.6 mm or 1.4 mm. We used the whole body phantom PBU, code 60 (Kyotokagaku Co. Ltd., Japan), which simulates a 165 cm tall patient, weighing 50 kg (Kyotokagaku, 2009). The dose rate was measured by a dosimeter EGG Berthold LB 123, probe LB 1236 2230.

Results and discussion: Measurements were carried out for the position of a surgeon, radiographer and nurse, at the level of eyes, sternum and gonads. We found that the dose received by the radiographer on the gonads was 90% lower with the use of PPE. The results showed that if the surgeon is standing on the side of the amplifier, the received dose is lower by 90%, compared to the surgeon's position on the side of the x-ray tube. When the output beam is in the posteroanterior position, the nurse receives 95% lower dose to the sternum when using PPE.

Conclusion: With proper protection, by taking into account the radiation intensity changes with the square of the distance, and with the appropriate exposure conditions, the amount of dose received can be greatly influenced. Of course, the dose

also depends on the type of examination and on the required conditions.

Keywords: ionizing radiation, personal protective equipment, operating room

UVOD

Ionizirajoče sevanje na delovnem mestu predstavlja nevarnost, ki je s človeškimi čuti ne moremo zaznati (Raza, 2006). Danes so doze za izpostavljene pri rentgenskih posegih, kljub visoko napredni tehnologiji, še vedno precejšnje. Zelo izpostavljeni ionizirajočemu sevanju so radiološki inženirji in ostali, ki sodelujejo pri operacijah, pri katerih je potrebna vmesna poslikava z diaskopskim rentgenskim aparatom. Isador Lieberman, predsednik Centra za zdravje hrbtenic na Floridi (Wagner, 2009) trdi, da ima lahko sevanje dolgoročne posledice, kot so na primer raki različnih vrst, siva mrena in nekatere druge bolezni. Prav to dokazuje, kako pomembna je vloga radiološkega inženirja, saj je usposobljen za varstvo pred ionizirajočimi sevanji in vodi preiskavo v sodelovanju z operaterjem (Chafins, 2008), tako da svetuje, kako se izogniti nepotrebnim dozni obremenitvi ob enaki kvaliteti radiološkega posega.

Osnovna načela varstva pred ionizirajočimi sevanji sledijo priporočilom mednarodne organizacije ICRP (Internacional Commission on Radiological Protection - mednarodna komisija za radiološko zaščito). Rajšter (2005) navaja, da je glavni namen priporočil in predpisov preprečiti nepotrebno, neproduktivno in nenadzirano obsevanje ter zagotoviti ustrezen nadzor nad viri sevanja. Vse to pa dosegamo z upoštevanjem osnovnih načel varstva pred sevanji.

Izpostavljenost ljudi ionizirajočemu sevanju temelji na evropskih direktivah (Evropske direktive 96/29 1976 in 97/43 1997). Rezultati raziskav, ki so bile temelj za oblikovanje predpisov, omogočajo minimalna odstopanja z namenom povečanja varnosti. Zato so v različnih evropskih državah predpisi različni. Količina, s katero ocenjujemo izpostavljenost ljudi ionizirajočemu sevanju je efektivna doza, ki pa ni neposredno merljiva. Namesto tega, pri različnih vrstah radioloških posegov merimo druge količine, ki jih potem lahko uporabimo za izračun efektivne doze, navaja Zdešar (2002).

Radiološka zaščita ima tri osnovna načela (ARAO, 2012):

- upravičenost pomeni, naj ionizirajočega sevanja ne uporabljamo oziroma se mu izogibamo, če od njega ne pričakujemo neke koristi,
- optimizacija (strokovnjaki uporabljajo kratico ALARA) pomeni, naj bodo vse prejete doze čim nižje, ne glede na zakonske omejitve,
- omejitve doz – najvišje doze, ki jih sme prejeti posameznik, so zakonsko določene in jih ne smemo presegati, ne glede na stroške.

Diaskopija je metoda, ki danes na nekaterih področjih rentgenski diagnostiki prinaša zelo veliko korist, tudi v povezavi z dozo. Omogoča takojšnje spremljanje dinamike procesov v pacientovem telesu, torej brez zakasnitev, kar je posebej pomembno pri vodenih postopkih interventne

radiologije. Prednost diaskopije je tudi ta, da je možna izbira manjših vhodnih slik (field of view – FOV) in nato različnih povečav. Koristni snop rentgenske svetlobe je zaslonjen skladno z zmanjšanjem aktivne površine vstopnega okna oziroma velikostjo vhodne slike, s tem se prepreči nepotrebna izpostavljenost pacienta, torej zmanjša absorbirano dozo, kar je ena od glavnih prednosti te tehnične rešitve diaskopije (IAEA, 2012).

Doza

Doza je merilo za količino energije ionizirajočih sevanj, ki bi jo ali jo je prejelo posamezno tkivo, organ ali telo človeka. Doze so ekvivalentne in efektivne. Ekvivalentna doza izraža različne učinke, ki jih ima posamezna vrsta ionizirajočih sevanj na posamezno tkivo ali organ, efektivna doza pa stopnjo škode za zdravje, ki nastane zaradi izpostavljenosti ionizirajočim sevanjem, in se jo izračuna kot vsoto vseh, glede na posamezno tkivo ali organ uteženih ekvivalentnih doz (Pravilnik o pogojih za uporabo virov ionizirajočih sevanj v zdravstvu, Ur.l. RS 111/2003).

Absorbirana doza je temeljna dozimetrična enota, ki predstavlja količino energije, ki jo je materija prejela od ionizirajočega sevanja. Enota za absorbirano dozo je J/kg ali Gy (gray) (Lipovec, 2005).

Gajšek in Pekarovič (2010) sta raziskovala, kakšna je razlika v dozni obremenitvi operacijskega tima, če ta uporablja osebno varovalno opremo (OVO) in brez nje. Simulirala sta situacijo pri operativnih operativni posegih v predelu medenice in kolkov. Meritve so bile izvedene pri posteroanteriornem (PA) in lateralnem (LAT) položaju rentgenskega aparata. Uporabila sta anodno napetost 110 kV, anodni tok 3,0 mA in čas ekspozicije 30 s, za meritev hitrosti doz dozimeter EGG Berthold LB123 s sondo LB 1236 2230 ter fantom medenice in ledvene hrbtenice z oznako RS-113T, ki simulira pacienta, visokega 175 cm, z maso 74 kg (Radiology support devices, 2012). Opravila sta meritve za vse osebje, ki se med posegom nahaja v operacijski sobi. Merila sta doze v višini oči, prsnice in gonad. Pri vseh je bila prejeta doza pri uporabi OVO za 90% nižja. Ugotovila sta, da je kirurg, ki je med posegom najbolj izpostavljen, manj dozno obremenjen, če med ekspozicijami stoji na tisti strani, kjer je ojačevalcec slike, in sicer v višini oči za 70%, v višini prsnice za 82,5%, v višini gonad pa za 92% manj, kot če bi stal na strani, kjer je rentgenska cev. Izmerila sta tudi vrednost vstopne kožne doze (VKD) na fantomu na razdalji 75 cm od vira sevanja ter hitrost doze zunaj operacijske sobe. VKD bolnika je bila za 133 krat višja od izstopne doze.

NAMEN

Namen raziskave je bil izmeriti hitrost doze ionizirajočega sevanja, ki jo prejme osebje med posegom v operacijski dvorani, glede na smer izhodnega snopa ob uporabi ustrezne zaščitne opreme in brez nje.

METODE

Uporabili smo deskriptivno metodo, eksperiment in primerjalno študijo.

Meritve smo izvedli v operacijski sobi v Centralnem urgentnem bloku Univerzitetnega Kliničnega centra v Ljubljani, julija 2012, na diaskopskem rentgenskem aparatu BV Endura proizvajalca Philips (Koninklijke Philips Electronics, Eindhoven), ki ima možnost izbire dveh gorišč velikosti 0,6 mm in 1,4 mm. Razpon anodne napetosti je od 40 do 110 kV in anodne ga toka od 0,1 do 3 mA. Uporabili smo fantom celega telesa z oznako PBU 60 (Kyotokagaku Co. Ltd., Japan), ki simulira pacienta, visokega 165 cm in z maso 50 kg (Kyotokagaku, 2009). Za merjenje hitrosti doze smo uporabili dozimeter EGG Berthold LB 123 s sondo LB 1236 2230.



Slika 1: Dozimeter EGG Berthold LB 123 s sondo LB 1236 2230 (Gajšek, 2011)

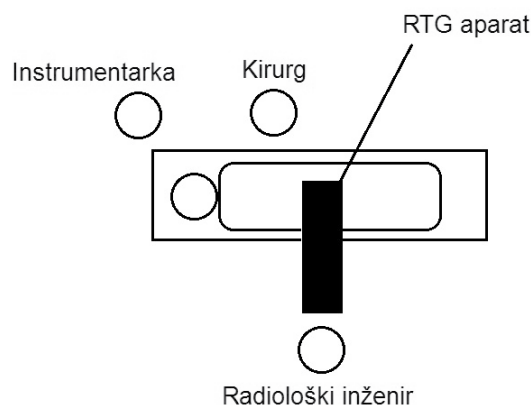
Izvedli smo meritve hitrosti doze, ki bi jih operacijski tim prejel pri operaciji ledvene hrbtenice pri PA in LAT položaju izhodnega snopa. Centralni žarek je pri PA projekciji potekal skozi točko, ki leži 1 cm nad popkom, skozi tretje ledveno vretenca, pravokotno na slikovni sprejemnik (ojačevalec), pri stranski pa skozi točko, ki leži v višini tretjega ledvenega vretenca, 6-8 cm anteriorno od posteriorne kožne meje hrbta, prav tako pravokotno na slikovni sprejemnik (Lipovec, 2005).

Za vsa merjenja smo uporabili enake ekspozicijske pogoje, in sicer 70 kV, 6 mA in čas ekspozicije 30 s. Zaslone nismo uporabili. Sicer tako dolgega časa pri posegih ne uporabljamo, vendar smo se zanj odločili zaradi bolj nazornih rezultatov (višje vrednosti – psihološki moment pretiravanja) (Gajšek in Pekarovič, 2010). Meritve smo izvedli v višini oči, prsnice in gonad.

Kot osebno varovalno opremo smo uporabili: zaščitni plašč z ekvivalentno debelino svine 0,5 mm, zaščitna očala z ekvivalentno debelino svine 0,25 mm in zaščito za ščitnico z ekvivalentno debelino svine 0,25 mm.

Meritve smo najprej opravili na mestu, kjer med operacijo stoji radiološki inženir, torej na razdalji 150 cm od primarnega snopa, z uporabo OVO in brez nje, v PA in LAT položaju rentgenske cevi. Radiološki inženir se pri LAT položaju aparata nahaja na strani ojačevalca-detektorja. Merili smo v višini oči, prsnice in gonad.

Na enak način smo naredili meritve še za instrumentarko, ki je od primarnega snopa oddaljena 70 cm in za kirurga, ki stoji na razdalji 30 cm od njega. Pri LAT položaju aparata je instrumentarka na strani rentgenske cevi. Za kirurga smo dozo izmerili v obeh položajih, na strani rentgenske cevi in na strani ojačevalca-detektorja. Na sliki 2 je shematsko prikazan položaj osebja v operacijski dvorani.

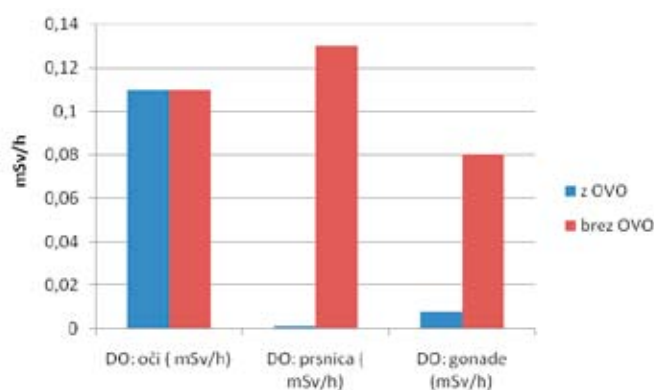


Slika 2: Postavitev osebja in pacienta v operacijski dvorani

REZULTATI IN RAZPRAVA

Tabela 1: Doze, izmerjene na položaju radiološkega inženirja, 150 cm od primarnega snopa

dozna obremenitev položaj aparata	brez OVO		z OVO	
	PA	LAT	PA	LAT
oči (mSv/h)	0,11	0,13	0,11	0,13
prsnica (mSv/h)	0,13	0,05	0,0013	0,002
gonade (mSv/h)	0,08	0,05	0,008	0,002



Slika 3: Razmerja med prejetimi dozami na položaju radiološkega inženirja, z in brez OVO

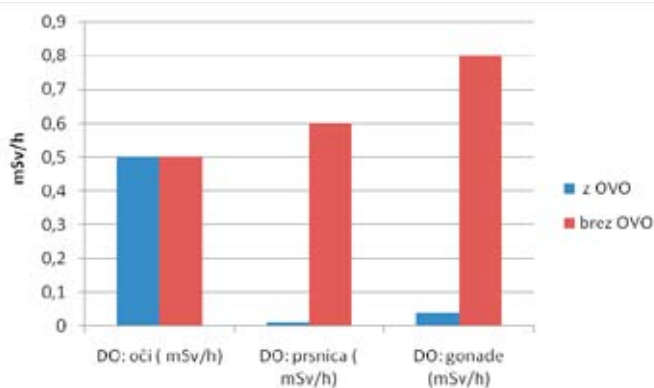
V tabeli 1 so doze za inženirja radiologije. Z OVO je dozna obremenitev pri PA položaju cevi na razdalji 150 cm, za prsnico in gonade za 90% manjša, kot brez zaščitne opreme. Ko je vir sevanja v LAT položaju, se dozna obremenitev z OVO zmanjša za 99%. Doza na oči je enaka, ne glede na to ali smo uporabili zaščitna očala ali ne, ker meritve zaradi neprimerne velikost

dozimetra niso bile natančne. Rezultati so prikazani tudi v obliki grafa na sliki 3.

Tudi Gajšek in Pekarovič (2010) sta izmerila za 90% nižje doze z OVO, saj je bil pri njunih meritvah objekt na istem položaju kot pri naših. Doza na oči je bila pri njunih meritvah pri LAT 10-krat večja, kot pri PA položaju cevi, mi pa smo izmerili, da se doza pri LAT položaju zviša samo za 0,02 mSv/h (18%). Razlog za različne rezultate je verjetno drugačna postavitev in velikost dozimetra pri enih in drugih meritvah, saj je bil le-ta večji od zaščitnih očal.

Tabela 2 : Doze, izmerjene na položaju instrumentarke, 70 cm od primarnega snopa

dozna obremenitev položaj aparata	brez OVO		z OVO	
	PA	LAT	PA	LAT
oči (mSv/h)	0,5	0,43	0,5	0,43
prsnica (mSv/h)	0,6	0,5	0,01	0,02
gonade (mSv/h)	0,8	0,4	0,04	0,08



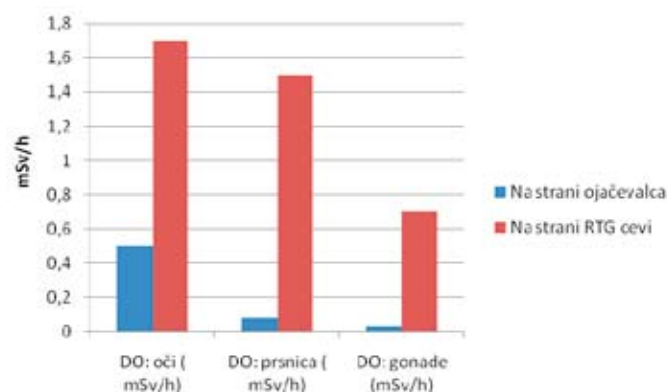
Slika 4: Razmerja med prejetimi dozami na položaju instrumentarke, z in brez OVO

V tabeli 2 so prikazani rezultati dozne obremenitve instrumentarke, v PA in LAT položaju aparata. Na razdalji 70 cm od primarnega snopa je doza na gonade, ki so bile pokrite z OVO, pri PA položaju za 95%, na prsnico pa za 98% nižja kot brez OVO. Pri LAT položaju rentgenske cevi je pri enaki razdalji doza na prsnico z OVO nižja za 96%, na gonade pa za 80%. Rezultati so prikazani tudi v obliki grafa na sliki 4.

Gajšek in Pekarovič (2010) sta pri PA položaju rentgenske cevi na za instrumentarko izmerila 90% nižjo dozo na gonade, prsnico in oči, če sta uporabljala OVO. Kljub temu, da je bila instrumentarka pri naših meritvah oddaljena od primarnega snopa 70 cm, pri njunih pa 150 cm, naše meritve kažejo večje zmanjšanje doze, in sicer 95% na gonade in 98% na prsnico. Razlog za te razlike je verjetno v nižji ekspozicijskih pogojih, v primerjavi z raziskavo Gajšek in Pekarovič (2010) in v drugi vrsti fantoma. Poudarimo naj še, da je kvaliteta slike kljub nižjim ekspozicijskim pogojem ostala diagnostično sprejemljiva.

Tabela 3 : Doze, izmerjene na položaju kirurga, 30 cm od primarnega snopa

dozna obremenitev položaj aparata	brez OVO			z OVO		
	PA	LAT, ob ojačevalcu	LAT, ob rtg cevi	PA	LAT, ob ojačevalcu	LAT, ob rtg cevi
oči (mSv/h)	0,22	0,5	1,7	0,22	0,5	1,7
prsnica (mSv/h)	1,65	0,8	4,5	0,3	0,08	1,5
gonade (mSv/h)	2,5	0,4	3,1	0,2	0,03	0,7



Slika 5: Razmerja med prejetimi dozami na položaju kirurga, merjenimi na strani slikovnega ojačevalca in na strani rentgenske cevi

V tabeli 3 so rezultati za kirurga. Pri PA položaju aparata je doza z OVO na razdalji 30 cm od primarnega snopa v višini prsnice skoraj 98%, v višini gonad pa 92% manjša, kot pri meritvah brez OVO. Ko je rentgenska cev v LAT položaju in kirurg stoji na strani rentgenske cevi, je na enaki razdalji, z uporabo OVO prejeta doza za 67% manjša v višini prsnice in za 77,5% v višini gonad. Če pri istem položaju cevi stoji na strani ojačevalca, je doza na obeh višinah manjša za 90%. Rezultati so prikazani tudi v obliki grafa na sliki 5.

Velike razlike med našimi meritvami in tistimi, ki sta jih opravila Gajšek in Pekarovič (2010), je opaziti na mestu kirurga. Njune kažejo, da je doza na gonade, če kirurg stoji na strani rentgenske cevi, ne da bi bil zaščiten z OVO, 6,1 mSv/h, mi pa smo izmerili 3,1 mSv/h, kar je za 50% manj. Razlog za to razliko je razdalja, na kateri so bile izvedene meritve, naše 30 cm, njune pa le 20 cm od primarnega snopa.

Gajšek in Pekarovič (2010) sta ugotovila tudi, da se doza z uporabo OVO v povprečju zniža za 90%. Enako smo ugotovili tudi mi, saj so doze z OVO znatno nižje, kot brez nje. Na dozno obremenitev oseba vplivata tudi vrsta posega (število projekcij in čas diaskopije) in razdalja, saj doza pada z njenim kvadratom.

Gebhard et al. (2003) so ugotovili, da je čas eden od glavnih dejavnikov, s katerimi lahko med operacijami zmanjšamo količino ionizirajočega sevanja. Navajajo tudi, kako pomembna je natančna postavitev rentgenskega aparata, torej položaja rentgenske cevi in slikovnega ojačevalca med posegom, saj

dobijo manjšo dozo pacient, predvsem pa izpostavljeni delavci v operacijski dvorani, ki so sevanju, v nasprotju z bolnikom, izpostavljeni vsak dan.

ZAKLJUČEK

Hitrost doze ionizirajočega sevanja se je z uporabo OVO na mestu, kjer stoji radiološki inženir med operacijami, zmanjšala za 95%, na mestu instrumentarke za 90% in na mestu kirurga za približno 95 %.

Pomemben dejavnik pri rentgenskih preiskavah ima OVO. Na podlagi rezultatov smo menja, da je potrebno ščititi vsak del telesa. Še posebej so sevanju izpostavljeni izpostavljeni delavci, ki sodelujejo pri interventnih posegih, kjer je poleg diaskopije potrebno tudi vmesno poslikavanje.

Z vidika doze za radiološkega inženirja v primerjavi z dozo, ki jo prejmejo drugi izpostavljeni delavci v operacijski dvorani je treba upoštevati tudi dejstvo, da radiološki inženir, dela tudi na drugih diagnostikah in zaradi tega dobi večjo skupno dozo, kot ostali, ter da delo radiološkega inženirja nikoli ni brez ionizirajočega sevanja, vsi ostali pa lahko operirajo, asistirajo in anestezirajo tudi v tistem času, ko operativni poseg ne zahteva uporabe rentgenskega aparata (Gajšek in Pekarovič, 2010).

Meritve dokazujejo, da med operacijami s pravilno zaščito, upoštevanjem kvadrata razdalje in primernimi ekspozicijskimi pogoji lahko zelo zmanjšamo prejeta dozo.

LITERATURA

ARAO – Agencija za radioaktivne odpadke (2012). <http://www.arao.si/vprasanja-in-odgovori/o-varstvu-pred-sevanjem>. <22. 7. 2012>

Gajšek B, Pekarovič D (2010). Dozna obremenitev za bolnika in operacijski tim med radiološkim posegom v operacijski sobi. Bilten 27 (supl 1): 12.

Gebhard F, Kraus M, Schneider E, Arand M, Kinzl L, Hebecker A, Bätz L (2003). Radiation dosage in orthopedics – a comparison of computer-assisted procedures. Unfallchirurg 106 (6): 492-7.

IAEA (2012). https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/InformationFor/HealthProfessionals/4_InterventionalRadiology/index.htm. <22. 7. 2012>

Lipovec V (2005). Rentgenske slikovne metode in protokoli. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo.

Pravilnik o pogojih za uporabo virov ionizirajočih sevanj v zdravstvu (2003). Ur List RS 13 (111): 15314 –19.

Rajšter F (2005). Spremembe v sistemu varstva pacientov pred sevanjem, zaradi upoštevanja smernic EU. Diplomsko delo. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo.

Raza SM (2006). Radiation exposure in the cath lab – safety and precautions. www.priory.com/med/radiation.htm. <22. 7. 2012>

Wagner S (2009). Alternative Guidance Systems Minimize X-Ray Exposure. Radiology Today, 10 (19): 32.

DOZA NA OČI PRI KLASIČNEM RENTGENSKEM SLIKANJU GLAVE

DOSE TO EYES IN CONVENTIONAL HEAD RADIOGRAPHY

Leja Bakan¹, Nejc Mekiš²

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

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

Korespondenca / Correspondence: Leja Bakan, dipl. inž. rad. tehnol., Tel: 031/448-372, E-mail: leja.bakan@gmail.com

Prejeto/Recived: 17. mar. 2013

Sprejeto/Accepted: 28. apr. 2013

POVZETEK

Uvod: Pri rentgenskem slikanju glave lahko izbiramo med več projekcijami. Prejeta doza sevanja je pri posameznih projekcijah različno visoka. Različna tkiva v človeškem telesu so na rentgensko sevanje različno občutljiva, tako ločimo med najbolj občutljivimi celicami oz organi (kritični organi), pa do tistih, ki so najmanj občutljivi. Oči spadajo med kritične organe, zato jih moramo ščititi. Tako se izognemo tudi očesnim poškodbam, med katere spada tudi katarakta.

Namen: Namen raziskave je bil ugotoviti, kolikšna je razlika med dozama, ki ju prejmejo oči pri rentgenskem slikanju glave v anteroposteriorni (AP) in v posteroanteriorni (PA) projekciji.

Metode dela: Narejenih je bilo deset meritev doze na očeh v AP in deset v PA projekciji, z ekspozicijskimi pogoji za slikovni sistem folija-film ter CR in DR sistem. Merila sva z dozimetrom za merjenje vstopne kožne doze Unfors PSD (Patient Skin Dosimeter) na dveh različnih fantomih glave.

Rezultati in razprava: Doza na oči se pri slikovnem sistemu folija-film pri PA, v primerjavi z AP projekcijo zmanjša za 99,3%. Pri CR sistemu je zmanjšanje doze za 98,8%, pri DR pa za 99,2%.

Zaključek: Absorbirana doza na oči je pri PA projekciji glave v primerjavi z AP projekcijo v povprečju manjša za 99%. Zato PA projekcijo uporabljamo kot osnovno projekcijo za slikanje glave.

Ključne besede: rentgensko slikanje glave, doza na oči, katarakta

ABSTRACT

Introduction: Various projections with different radiation doses can be used in head imaging. The radiation sensitivity of different tissues in a human body varies. We can therefore distinguish between the most sensitive cells or organs (critical organs) and those that are less sensitive. Eyes are a critical organ and need to be protected in order to avoid eye damage, including cataract.

Aim: The aim of this study was to determine the difference in the dose of ionizing radiation received by eyes in head imaging in anteroposterior (AP) and posteroanterior PA projections.

Methods: Ten measurements of the eye dose received in AP projection and ten measurements in PA projection were made, with the exposure conditions foil-film, CR system and DR system. They were assessed using a dosimeter for measuring entrance skin dose in real time, UNFORS PSD (Patient Skin Dosimeter). A head phantom RS-108 T (Radiology support devices) and a whole body phantom PBU 60 (Kyotokagaku Co., Ltd., Japan) were used in the study.

Results and discussion: Eye dose received with foil-film system in the PA projection was lower by 99.3 % compared to the dose received in the AP projection. Similar results in favor of PA projection were obtained with CR and DR systems, where 98.8 % and 99.2 % decrease in the eye dose was observed, respectively.

Conclusion: It can be concluded that eye dose received in the PA projection of the head was on average lower by 99 % compared to the dose received in AP projection. The PA projection is therefore used as a primary projection in head imaging.

Keywords: head radiography, eye dose, cataract

UVOD

Varstvo pred ionizirajočim sevanjem je v radiologiji pomemben dejavnik, zato je vsak rentgenogram kompromis med najmanjšo možno dozo, ki je potrebna za njegov nastanek in optimalno kakovostjo (Lipovec, 2005; ICRP, 2007).

Kot osnovo za določanje obsevanosti pacientov pri običajnih rentgenskih preiskavah merimo dozo na koži pacienta, kjer sevanje vstopa v telo – vstopno kožno dozo (Zdešar, 2002). Vstopna kožna doza (VKD) je definirana kot absorbirana doza v zraku, kjer sevanje vstopa v pacienta. Izmerjena VKD je seštevek prispevkov direktnega snopa sevanja in povratnega sipanja iz pacienta. Prispevek zaradi sipanega sevanja je

odvisen od tehnike slikanja in velikosti pacienta in je tem večji, čim večji je pacient. Navadno se za merjenje VKD uporabljajo termoluminescentni dozimetri (TLD), ki so med slikanjem pritrjeni na kožo pacienta. Dozimetri s svojo velikostjo ne motijo preiskave in pacienta, na slikah jih ne vidimo in tako ne vplivajo na diagnozo (Zdešar, 2002).

Rentgenogram glave

Za prikaz posameznih anatomskih delov uporabljamo različne projekcije, ki imajo vpliv na dozo, ki jo prejmejo posamezni organi in tkiva. Za prikaz glave v klasični radiografiji poznamo naslednje projekcije: posteroanteriorna (PA), anteroposteriorna (AP) in stranska (Lipovec, 2005).

Pri poškodbah glave se zdravnik pogosto odloči za rentgensko slikanje poškodovanega predela v dveh projekcijah kot prvi diagnostični postopek (Klemenc-Ketiš in Tušek-Bunc, 2009).

Oči ležijo kot površinske strukture bližje primarnemu snopu rentgenskih žarkov pri AP projekciji (Mc Entee, Kinsella, 2010).

Znano je, da lahko slikanje v PA projekciji predstavlja težavo (Lipovec in sod., 2011). Stopnja bolečine, povezane npr. z zlomom, pacientu lahko povzroči hudo nelagodje. Če radiološki inženir zaradi prizadetosti pacienta glave ne more postaviti v pravilni položaj za PA projekcijo, slika ne bi ustrezala kriterijem. Takrat se praviloma odločimo za AP projekcijo, pri kateri je, ne glede na prizadetost pacienta, lažje zagotoviti pravilno sliko. Mc Entee in Kinsella (2010) zatrjujeta, da lahko manjšo natančnost pri nastavitvi pacienta za PA projekcijo zanemarimo, kajti pacient pri tej projekciji vendarle dobi znatno manjšo dozo.

Na glavi in v njeni okolici ležijo nekateri organi, ki so na rentgensko sevanje občutljivi, to so predvsem očne leče, žleze slinavke, ščitnica. Oči spadajo med kritične organe, zato jih moramo ščititi. Zaradi čim manjše doze na očne leče so osnovne projekcije praviloma posteroanteriorne. Če je projekcija anteroposteriorna ali posteriorna polstranska, morajo biti oči zaprte (Lipovec in sod., 2011). Pri posteroanteriornih projekcijah glave je doza na očne leče le 5% doze pri anteroposteriorni projekciji (Lipovec, 2005).

Pri bolniku se dozna obremenitev lahko vedno zmanjša na najrazumnejšo, ki še zagotavlja diagnostično uporabne rentgenske posnetke. S tem dosežemo, da se radiološki poseg izvaja po načelih dobre radiološke prakse. Dobra radiološka praksa temelji na načelih ALARA in varstva pred ionizirajočim sevanjem. ALARA govori o dozi, ki naj bo tako nizka, kot je to mogoče razumno doseči (Bushberg et al., 2002). Tudi v kodeksu radioloških inženirjev Slovenije je zbirka najpomembnejših načel, po katerih se radiološki inženirji ravna v svojem poklicu (odnos in odgovornost do pacienta, profesionalna integriteta radiološkega inženirja, odnosi do sodelavcev, odnosi v timu in profesionalni standardi) (Morela okulisti, 2012).

Poškodbe tkiv

Serša (2004) meni, da je osnovni namen postavitve doznih meja omejiti tveganja za stohastične in preprečiti deterministične učinke ionizirajočih sevanj na človeški organizem. Stohastični učinki so tisti, ki nimajo praga, pod katerim bi bila verjetnost, da bi do njih prišlo, gotova. Lahko se pojavijo pri nižjih dozah, npr. rakasta obolenja ali okvare dedne mase. Deterministični učinki so tisti, pri katerih poznamo vrednost dozne obremenitve, nad katero pride do njih. S tem, ko narašča doza, je verjetnost pojavov in zato tudi stopnja okvare večja. Primeri: katarakta, kožni eritem, sterilnost.

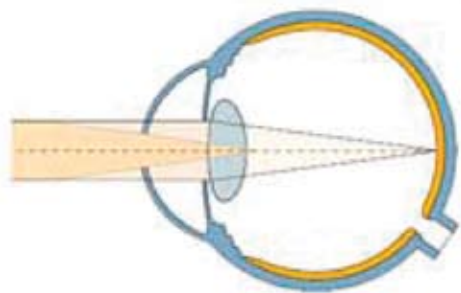
Očne poškodbe zaradi rentgenskega sevanja nastanejo zaradi primarne okvare celic. Glede na valovno dolžino sevanja in specifično absorpcijo v posameznih očesnih tkivih nastanejo različne vrste poškodb. Pogosto so te posledice povezane z rentgenskim slikanjem skeleta in mehkih delov tkiv v bližini očesa (Blagojevič, 1979).

Cataracta (katarakta – siva mrena)

Katarakta ali siva mrena je najpogostejši vzrok za slabovidnost po vsem svetu. Danes je to ozdravljiva bolezen, trenutno jo kirurško odstranjujejo. Katarakta je zamegljenost vsega ali samo dela leče oči. Zmanjšuje optično zmogljivost, najpogosteje se kaže kot zmanjšana ostrina vida, bleščanje in zmanjšana kontrastnost. Zamegljene leče so klinično vidne pri difuznem ali fokalnem osvetljevanju, kot sivkasta mesta v leči (Statkiewicz, Sherer et al., 2011). Katarakta se začne z latentnim obdobjem, ki lahko traja od nekaj mesecev do nekaj let in se lahko razvije v totalno katarakto. Nastane lahko pod vplivom rentgenskih žarkov, sevanja radioaktivnih izotopov in hitrih nevtronov, na katere so občutljivi predvsem mladi. Da je lahko ionizirajoče sevanje vzrok za sivo mreno, so ugotovili po nesrečnih primerih v jedrskih raziskovalnih centrih in po eksploziji atomske bombe na Japonskem. Ionizirajoče sevanje lahko povzroči poškodbe epitelija leče, kjer se nato nepravilno oblikujejo mlada lečna vlakna. Vpliv ionizirajočega sevanja je močnejši pri mladih osebah. Endogeni vplivi motnje presnove se lahko kažejo tudi na videzu sive mrene (Blagojevič, 1979; Francis, 1999). Nedavne epidemiološke študije kažejo, da je prag za pojav sive mrene precej nizek, pod 0,5 Gy (Behrens in Dietze, 2010).



Slika 1 : Zdravo oko in oko s sivo mreno (Morela okulisti, 2012)



Slika 2 : Prikaz očesa s sivo mreno (Morela okulisti, 2012)



Slika 3 : Normalen vid in vid pri sivi mreni (Morela okulisti, 2012)

NAMEN

Namen raziskave je bil ugotoviti, kolikšna je razlika med dozama, ki ju prejmejo oči pri rentgenskem slikanju glave v anteroposteriorni (AP) in v posteroanteriorni (PA) projekciji.

METODE IN MATERIALI

Meritve sva izvedla decembra 2011 na Zdravstveni fakulteti v Ljubljani in v Zdravstvenem domu Ljubljana.

Na slikovnih sprejemnikih folija-film in CR sistemu sva opravila meritve na klasičnem rentgenskem aparatu Multix/Vertix proizvajalca Siemens (Siemens AG, Germany). Razpon anodne napetosti cevi je od 40 kV do 150 kV. Radiografska rešetka ima razmerje 11:3, število lamel na cm je 70 (N70), optimalna razdalja gorišče-slikovni sprejemnik (RGS) je 150 cm.

Merila sva z dozimetrom za merjenje vstopne kožne doze Unfors PSD (Patient Skin Dosimeter). Dozimeter sva pri vsaki ekspoziciji nalepila na levo in desno oko.

Uporabila sva fantom glave z oznako RS-108 T (Radiology suport devices) in fantom celega telesa z oznako PBU 60 (Kyotokagaku Co., Ltd, Japan). Prvi fantom simulira pacienta, visokega 175 cm, z maso 74 kg, drugi pa pacienta, visokega 165 cm, z maso 50 kg (Kyotokagaku, 2009).



Slika 4 : Fantom glave z oznako RS-108 T in glava fantoma celega telesa z oznako PBU

Pri PA projekciji glave pacient po navadi leži na trebuhu na preiskovalni mizi. Glava je naslonjena na čelo in nos. Orbitomeatalna črta (povezuje zunanji kantus in središče zunanjega sluhovoda) je pravokotna na kaseto, sredinska ravnina pa na njeno vzdolžno os. Centralni žarek poteka skozi zunanjo zatilnično grčo, pravokotno na kaseto. Zaščita pri ležečih pacientih je zaščitno pregrinjalo (Lipovec in sod., 2011).

AP projekcijo uporabljamo, kadar pacient ne more ležati na trebuhu. Pri tej projekciji pacient leži na hrbtu, glava pa je z obraznim delom obrnjena navzgor, brada je pritegnjena. Orbitomeatalna črta je pravokotna na kaseto, sredinska ravnina pa na njeno vzdolžno os. Centralni žarek poteka skozi glabelo (plitva vdolbina med zgornjima orbitalnima robovoma) (Lipovec in sod., 2011).

Meritve sva naredila v AP in PA projekciji z ekspozicijskimi pogoji za slikovni sistem folija-film, ter CR in DR slikovna sistem. Pri PA projekciji je bil fantom naslonjen na čelo in nos, centralni žarek je potekal skozi zunanjo zatilnično grčo. Pri AP projekciji pa je bil fantom naslonjen na podlago z zadnjim delom glave, centralni žarek je potekal skozi glabelo. Razdalja gorišče-slikovni sprejemnik je bila pri vseh treh slikovnih sistemih 115 cm.

Pri sistemu folija-film so bili ekspozicijski pogoji 61,5 kV in 56 mAs, pri velikosti slikovnega polja $27 \times 19,5$ cm. Ekspozicijski pogoji pri CR sistemu pa so znašali 77 kV in 11,3 do 14,7 mAs.

Na DR sistemu sva merila na klasičnem rentgenskem aparatu AXIOM Aristos FX Plus proizvajalca Siemens (Siemens AG, Germany), ki ima možnost izbire dveh gorišč velikosti 0,6 mm ali 1,0 mm. Lastna filtracija koristnega snopa je 3,5 mm aluminija. Možna je uporaba dodatne filtracije od 0,1 do 0,3 mm bakra, ki se lahko dodaja po 0,1 mm. Razpon anodne napetosti je od 40 do 150 kV. Radiografska rešetka ima razmerje $R=15$, 80/cm, optimalna razdalja gorišče-slikovni sprejemnik je 115 cm. Velikost slikovnega polja je bila 31×24 cm. Uporabljen je bil avtomatski nadzor ekspozicije s srednjo ionizacijsko celico, ekspozicijski pogoji so bili 66 kV in 16 mAs. Merila sva na fantomu glave z oznako RS-108 T (Radiology suport devices),

dozimater je bil isti, kot pri merjenju na sistemih folija-film in CR. Postopek meritev je bil popolnoma enak, kot pri klasičnem rentgenskem aparatu. Narejene so bile štiri meritve, dve v AP in dve v PA projekciji.

Zbrani podatki so statistično obdelani ter prikazani v grafični in opisni obliki.

REZULTATI IN RAZPRAVA

Izmerila sva dozo ionizirajočega sevanja, ki so jo prejele oči pri rentgenskem slikanju glave v AP in PA projekcijah, uporabila sva slikovne sisteme folija-film ter CR in DR sistem. Pri slikanjih na CR sistemu in sistemu folija-film sva naredila šestnajst meritev (po štiri v AP in PA projekciji na vsakem sistemu), pri DR sistemu pa samo štiri (dve v AP in dve v PA projekciji).

Meritve pri slikanjih na sistem folija-film

Pri sistemu folija-film, s fantomom RS-108 T, je bila povprečna doza na oči pri AP projekciji 2697 μGy , pri PA pa 20,44 μGy (tabela 1).

Tabela 1: Povprečne doze na oči pri sistemu folija-film, fantom RS-108 T

	AP projekcija	PA projekcija
levo oko	2727 μGy	19,18 μGy
desno oko	2667 μGy	21,70 μGy

Na tabeli 2 so povprečne doze, ki sva jih dobila pri meritvah z istim slikovnim sistemom in s fantomom PBU 60. Povprečna doza na oči pri AP projekciji je bila 2635 μGy , pri PA pa 23,46 μGy .

Tabela 2: Povprečne doze na oči pri sistemu folija-film, fantom PBU 60

	AP projekcija	PA projekcija
levo oko	2676 μGy	23,03 μGy
desno oko	2594 μGy	23,61 μGy

Meritve pri slikanjih na CR slikovni sistem

Povprečna doza na fantomu RS-108 T je bila pri AP projekciji 1056 μGy , pri PA projekciji pa 12,31 μGy (tabela 3).

Tabela 3: Povprečne doze na oči pri CR slikovnem sistemu, fantom RS-108 T

	AP projekcija	PA projekcija
levo oko	1071 μGy	11,6 μGy
desno oko	1041 μGy	13,01 μGy

Na fantomu PBU 60 sva izmerila povprečno dozo v AP projekciji 856,3 μGy in pri PA 11,62 μGy . V PA projekciji se je doza zmanjša za 98,64 % (tabela 4).

Tabela 4: Povprečne doze na oči pri CR slikovnem sistemu, fantom PBU 60

	AP projekcija	PA projekcija
levo oko	869,9 μGy	11,72 μGy
desno oko	842,7 μGy	11,51 μGy

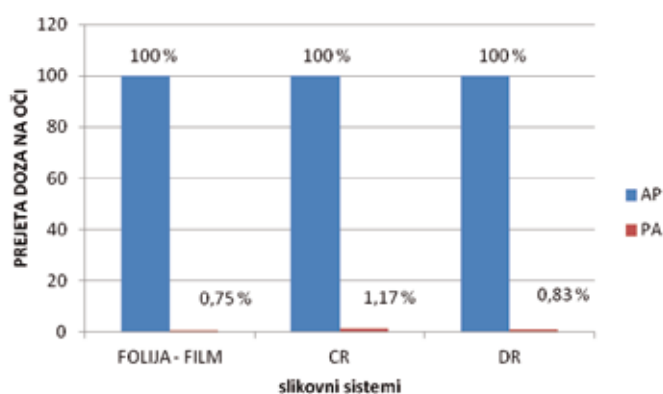
Meritve pri slikanjih na DR slikovni sistem

Tudi pri meritvah na DR sistemu in fantomu RS-108 T sva pri PA projekciji izmerila veliko nižje doze, kot pa pri AP: povprečna doza pri AP projekciji je bila 1390 μGy , pri PA pa 11,5 μGy (tabela 5); zmanjšanje je 99,17%-no.

Tabela 5: Povprečne doze na oči pri DR slikovnem sistemu, fantom RS-108 T

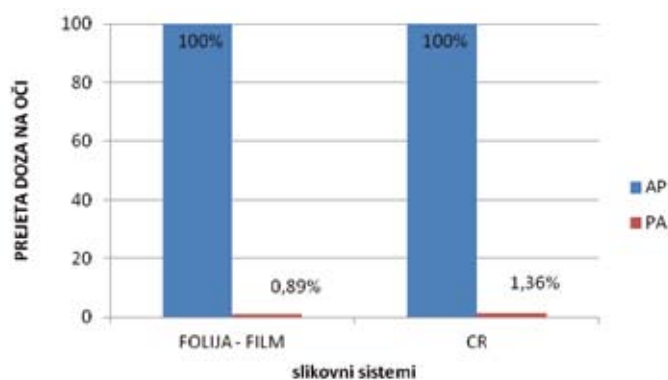
	AP projekcija	PA projekcija
levo oko	1390 μGy	10,2 μGy
desno oko	1390 μGy	12,8 μGy

Primerjava doz med slikovnimi sistemi in fantomoma



Slika 5: Doza na oči pri slikanju glave AP in PA projekcijah; meritve na fantomu RS-108 T, s slikovnimi sistemi folija-film, CR in DR

Slika 5 prikazuje, kakšen je odstotek doze na oči pri PA, v primerjavi z AP projekcijo, pri vseh treh slikovnih sistemih, merjeno na fantomu RS-108 T. Doza pri sistemu folija-film je v PA projekciji manjša za 99,25%, pri CR sistemu za 98,83% in pri DR za 99,17%.



Slika 6: Doza na oči pri slikanju glave AP in PA projekcijah; meritve na fantomu PBU 60, s slikovnim sistemoma folija-film in CR

Slika 6 prikazuje odstotek prejete doze na oči pri PA, v primerjavi z AP projekcijo, pri slikovnih sistemih folija-film in CR, merjeno na fantomu PBU 60. Doza je pri sistemu folija-film

v PA projekciji za 99,11%, pri CR sistemu pa za 98,64% manjša, kot v AP.

Ker so doze pri PA projekcijah pri vseh slikovnih sistemih in merjene na obeh fantomih približno za 99% manjše kot pri AP, lahko potrdimo že znana dejstva (Lipovec, 2005), da je osnovna projekcija glave praviloma PA, ker je tako doza na oči bistveno manjša, kot v AP. Razloga sta atenuacija snopa v strukturah glave, ki ležijo med virom sevanja in očmi in večja oddaljenost oči od vira pri PA projekciji. Podobne rezultate, kot sva jih dobila v najini raziskavi, najdemo tudi pri nekaterih avtorjih, katerih ugotovitve so v nadaljevanju.

AP projekcijo uporabljamo le v primerih, ko pacient ne more ležati na trebuhu, je priklenjen na posteljo ali kadar ima hude poškodbe in bolečine. Pri tej projekciji oči ležijo na tisti površini glave, ki je obrnjena proti viru rentgenskih žarkov, zato nanje pade snop z mnogo večjo jakostjo, kot pri PA projekciji. Zato je tudi verjetnost, da pride do nastanka katarakte, večja (Lipovec, 2005; Statkiewicz Sherer et al., 2011; Weatherburn, 1983).

V večini primerov se slika glava v PA projekciji, kadar pa so okoliščine izjeme, moramo zanemariti precej višjo dozo na oči, se prilagoditi pacientovemu stanju in napraviti AP projekcijo (Mc Entee in Kinsella, 2010). Pomembna je tudi natančnost nastavitve glave ter poravnave centralnega žarka, glave in slikovnega sprejemnika, da slika ustreza kriterijem, ker ponavljanje slikanja zaradi napak pri poravnavi vodi do večje doze za oči.

Čeprav je dokazano da je pri PA projekcijah kakovost slik nižja, avtorji priporočajo slikanje v PA projekcijah, slike so še vedno diagnostično sprejemljive, dozna obremenitev pa je občutno nižja (Mc Entee in Kinsella, 2010). Zato se PA projekcija uporablja kot osnova za slikanje glave (Lipovec, 2005).

Trenutne študije kažejo, da je manjša doza sevanja edini dejavnik, ki govori v prid PA projekcijam, ker je pri njih manjši odmerek doze na občutljive organe, kot pri AP. Tako tudi z našmi meritvami potrjujemo, da so doze pri PA projekcijah nižje, kot pri AP (Young, 2006; Weatherburn, 1983).

PA projekcije so prav tako preproste za uporabo, brez dodatnih stroškov, s tem da, je kvaliteta slike včasih slabša. Največja prednost je pa predvsem v nižji dozi ionizirajočega sevanja na tkiva, ki so občutljiva (Young, 2006).

ZAKLJUČEK

Oči spadajo med kritične organe, zelo občutljive na rentgensko sevanje, zato jih moramo ščititi. Kot navajajo različni strokovnjaki (Lipovec in sod., 2011; Mc Entee et al., 2010; Statkiewicz Sherer et al., 2011; Weatherburn, 1983; Young, 2006) se kot osnovna projekcija za slikanje glave uporablja PA projekcija, prav zato, da se zmanjša doza ionizirajočega sevanja na očesno lečo.

Rezultati tokratne raziskave so pokazali, da je doza na oči pri PA projekciji glave v povprečju manjša za 99%, če jo primerjamo s tisto, ki jo oči prejmejo pri AP projekciji.

PA projekcijo uporabljamo kot osnovno projekcijo pri slikanju glave. Glavna prednost te projekcije je dozna obremenitev, ki je manjša kot pri AP projekcijah. S tem pa se zmanjša tudi možnost nastanka očesnih poškodb zaradi sevanja – katarakte. AP projekcije se uporabljajo samo takrat, kadar pacient ne more ležati na trebuhu ali ima hude poškodbe in bolečine.

LITERATURA

Blagojević M (1979). Oftalmologija: udžbenik za studente medicine. Zagreb: Medicinska knjiga.

Bushberg JT, Siebert JA, Leidholdt EM, Boone JM (2002). The essential physics of medical imaging. 2nd ed. Philadelphia: Springer.

Francis PJ (1999). Lensbiology: development and human cataractogenesis. Trends Genet 15 (5): 191-6.

Klemenc-Ketiš Z, Tušek-Bunc K, ur. (2009). Navodila za bolnike. Knj. 2. Bolezni in poškodbe. Ljubljana: Zavod za razvoj družinske medicine.

Lipovec V (2005). Rentgenske slikovne metode in protokoli. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo, 295-298.

Lipovec V, Mekiš N, Starc T (2011). Rentgenske slikovne metode in protokoli. 2. izd. Ljubljana: Zdravstvena fakulteta; 55.

Mc Entee MF, Kinsella C (2010). The PA projection of the clavicle: a dose – reducing technique. HYPERLINK "<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20061579>" Radiat Prot Dosimetry 139 (4): 539-45.

Morela okulisti (2012). <http://www.morelaokulisti.si/vsebina.asp?idpm=20.<29.3.2012>>

Serša G (2004). Biološki učinki ionizirajočega sevanja. Ljubljana: ZVD, 32-42.

Statkiewicz Sherer MA, Visconte PJ, Ritenour ER (2011). Radiation Protection in medical radiography. 6th ed. Maryland Heights: Mosby, 139-183.

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

Weatherburn GC (1983). Reducing radiation doses to the breast, thyroid and gonads during diagnostic radiography. Radiography 49 (583): 151-56.

Young KJ (2007). Should plain films of the lumbar spine be taken in the posterior-to-anterior or anterior-to-posterior position? HYPERLINK "<http://pubget.com/search?q=late+st%3AJournal+of+Manipulative+and+Physiological+Therapeutics&from=17416274>" J Manipulative Physiol Ther HYPERLINK "<http://pubget.com/search?q=issn%3A0161-4754+vol%3A30+issue%3A3&from=17416274>" 30(3): 200-5.

Zbornica radioloških inženirjev (2001). Kodeks radioloških inženirjev. <http://www.zris.si/images/datoteke/kodeks.pdf>. <29.3.2012>

Zdešar U (2002). Določanje obsevanosti pacientov zaradi rentgenskih preiskav v Republiki Sloveniji, poročilo o izvedbi projekta. Ljubljana: ZVD.

POVZETEK ZAPISNIKA 19. REDNE SKUPŠČINE ZBORNICE RADIOLOŠKIH INŽENIRJEV SLOVENIJE

19. redna Skupščina Zbornice radioloških inženirjev Slovenije je bila sklicana 13. decembra 2012 v prostorih TRAC centra Celje, s pričetkom ob 16. uri.

Na skupščini je bilo prisotnih 37 članov zbornice in od tega 15 delegatov z volilno pravico, skupščina je bila sklepčna.

Predlagan in sprejet je bil naslednji dnevni red:

1. Uvodni del z izvolitvijo organov skupščine (delovno predsedstvo, dveh overovateljev zapisnika) ter sprejem poslovnika o delu 19. redne Skupščine Zbornice radioloških inženirjev Slovenije.
2. Strokovna predavanja.
3. Potrditev dnevnega reda in ugotovitev sklepčnosti skupščine.
4. Poročilo predsednika ZRIS za leto 2012.
5. Poročila regijskih odborov in komisij za leto 2012.
6. Finančno poročilo ZRIS za leto 2012.
7. Poročilo Nadzornega odbora ZRIS.
8. Razprava in sprejem poročil organov ZRIS.
9. Plan dela Zbornice radioloških inženirjev Slovenije za leto 2013.
10. Vprašanja, pobude in predlogi.

K prvi točki:

Predsednik zbornice Brane Nezman je pozdravil prisotne in v skladu s statutom zbornice predlagal način dela in izvolitev delovnega predsedstva. V delovno predsedstvo so bili izvoljeni Matej Podsedenshek kot predsednik in Irena Hercog ter Andrej Petakovič kot člana. Za overovatelja zapisnika sta bila potrjena Hedvika Šauperl in Zdravko Luketič.

Izvoljeno delovno predsedstvo je v nadaljevanju vodilo skupščino in najprej predlagalo sprejem Poslovnika o delu 19. redne Skupščine Zbornice radioloških inženirjev Slovenije.

Poslovnik je bil soglasno sprejet.

Predlagani dnevni red skupščine je bil soglasno sprejet.

K drugi točki:

Zvrstila so se tri predavanja in sicer:

- Aktualna problematika v javnem sektorju, predaval je gospod Jakob Počivavšek
- Perspektive poklica radiološkega inženirja, predaval je gospod Dean Pekarovič
- Priprava in sprejemanje dokumenta Kompetence radioloških inženirjev v Sloveniji, predavala je gospa Tina Starc

K tretji točki:

Delovno predsedstvo je ugotovilo prisotnost 15 delegatov z glasovalno pravico od 29-ih, skupščina je bila sklepčna. Predlagani dnevni red so delegati soglasno sprejeli.

K četrti točki:

Predsednik zbornice Brane Nezman je v svojem poročilu o delu zbornice v letu 2012 izpostavil:

- aktivnosti za razvoj in varstvo interesov poklica radiološkega inženirja
- sodelovanje s pristojnim ministrstvom

- sodelovanje in povezovanje s stanovskimi organizacijami radioloških inženirjev v Sloveniji in v Evropski uniji
- sodelovanje z Zdravstveno fakulteto Univerze v Ljubljani
- sodelovanje z Zbornico zdravstvene nege Slovenije

K peti točki:

Problematiko delovanja članov zbornice v okviru regijskih odborov je povzel predsednik mariborsko – ptujske regije mag. Zdravko Luketič, ki je opozoril na čedalje večjo obremenjenost radioloških inženirjev, ki se pri svojem delu soočajo z zmanjševanjem števila zaposlenih na radioloških oddelkih po državi in nalaganjem še dodatnih obremenitev. Poudaril je pomen stanovskih organizacij in še posebej zbornice, ki bi morala biti partner v pogajanjih o vrednotenju poklica radiološkega inženirja, posebej pa je prisotne opozoril na nujno zavedanje predvsem mladih kolegic in kolegov, da je v danih družbenih razmerah usoda poklica radiološkega inženirja odvisna od njihove aktivnosti, ker nam nihče ne bo pomagal, razen nas samih.

K šesti točki:

Blagajnik zbornice gospod Marko Repnik je podal finančno poročilo zbornice za leto 2012. Zbornica je poslovala pozitivno. Podrobnejše poročilo je na voljo pri blagajniku.

K sedmi točki:

Nadzorni odbor Zbornice radioloških inženirjev Slovenije ugotavlja, da je bilo poslovanje ZRIS od januarja do novembra 2012 skladno s statutom zbornice in v skladu s sprejetimi sklepi.

K osmi točki:

Delegati so poročila organov zbornice sprejeli.

K deveti točki:

Skupščina Zbornice radioloških inženirjev Slovenije je sprejela naslednji plan dela za leto 2013:

- varovanje ugleda in varnosti poklica radiološkega inženirja
- urejanje registra radioloških inženirjev v Republiki Sloveniji
- sprejem Kompetenc radioloških inženirjev v republiki Sloveniji
- sprejem programa izobraževanja in preverjanja znanja za radiološke inženirje
- sodelovanje s stanovskimi organizacijami radioloških inženirjev v Sloveniji in Evropski uniji
- sodelovanje z Zdravstveno fakulteto Univerze v Ljubljani

K deseti točki:

Delegati so sprejeli predlog, da se pripravijo spremembe statuta zbornice, ki bi delo organov zbornice naredile bolj operativne in omogočile sprejemanje sklepov tudi preko elektronskih medijev.

Skupščina se je zaključila z druženjem prisotnih udeležencev v prijetnem vzdušju.

predsednik Brane Nezman in sekretarka Martina Nezman,
29.3.2013

POROČILO ŠTUDENTSKE SEKCIJE DRI



Slika 1: Študentje 2. in 3. letnika radiološke tehnologije, Zdravstvene fakultete v Ljubljani, del udeležencev kongresa ECR 2013

Študentje 2. in 3. letnika radiološke tehnologije Zdravstvene fakultete v Ljubljani smo se tudi letos udeležili kongresa ECR na Dunaju, od 8.3.2013 do 10.3.2013. Iz drugega letnika je bilo 20 študentov in iz tretjega 14, torej skupaj 34.

Namestnica študentske sekcije DRI, Petra Urh, ki je bila na študentski izmenjavi na Dunaju, je bila v četrtek, 7.3.2013, na mednarodnem seminarju HENRE ANNUAL MEETING 2013, kjer so predstavili spletno stran www.euradst.eu, ki povezuje evropske študente radiološke tehnologije. Na delavnicah so se pogovarjali o izboljšanju prepoznavnosti in vsebini spletne strani.

Študentje smo bili na kongresu od petka do nedelje. Skupaj smo si ogledali razstavo proizvajalcev aparatov in ostalih proizvodov, ki se uporabljajo v radiologiji. Videli smo kar precej novosti, ki jih pri nas še ni. Razstavljalci so bili pripravljeni odgovoriti na vsa naša vprašanja. Veliko študentov se je udeležilo tudi sklopa predavanj radioloških inženirjev. Večina predavanj so se nam je zdelo razumljiva in uporabna tudi v praksi, nekatera pa so bila slabše predstavljena, saj so imeli predavatelji težave z angleščino in zato vsebina predstavitev ni dosegla cilja. Pri nekaterih predstavitev so manjkale smernice za naprej, pomen raziskav in predvsem, kako si z dobljenimi rezultati pomagati v praksi. Eno izmed boljših predstavitev je imel tudi Nejc Mekiš, ki je predaval jasno in razumljivo, opisal metode dela in podal smiselne zaključne misli in smernice za delo na radioloških oddelkih.

Čutijo se časi recesije, saj je bilo na razpolago malo promocijskih materialov, tako s strani organizatorjev, kot tudi razstavljalcev.

Študentje 2. in 3. letnika Radiološke tehnologije Zdravstvene fakultete v Ljubljani, del udeležencev kongresa ECR 2013

Tina Listar, predstavnica študentske sekcije DRI

www.siemens.com/artis-q-family

Visionary intervention – ultra-low-dose

Artis Q and Artis Q.zen: fighting the most threatening diseases

The Artis Q and Artis Q.zen, our new product lines for interventional imaging, are visionary breakthroughs in X-ray generation and detection taking performance, precision, and sensitivity to the next level.

Both systems offer unparalleled performance with a new X-ray tube entirely developed around the unique flat emitter technology. What's more, with the Artis Q.zen we introduce the crystalline silicon detector, a groundbreaking new

detector technology that results in enhanced sensitivity at low-dose levels.

In the fight against the most threatening diseases like coronary artery disease, stroke, and tumors, the Artis Q and Artis Q.zen come with innovative applications to support precise guidance during interventional procedures.

Artis Q and Artis Q.zen – experience the future of interventional imaging.



SPOROČILO ZA JAVNOST

Visoka ločljivost v družini rentgenskih proizvodov; nove poti pri zdravljenju čeljustnih sklepov

Nove možnosti zdravljenja čeljustnih sklepov, brezžični intraoralni rentgenski aparati, popolnoma digitaliziran potek dela za integrirano implantologijo in kakovost slike v visoki ločljivosti v celotni družini proizvodov – na mednarodnem sejmu zobozdravstvene opreme IDS 2013 je podjetje Sirona predstavilo številne novosti na področju sistemov slikanja v medicini.

Bensheim/Salzburg, 9. 4. 2013. Kakovost slike je postala ključni dejavnik uspeha vsake radiološke aplikacije, zato je podjetje Sirona pri svojih rentgenskih napravah v glavnem osredotočenopravnato, tojenakakovostslikevvisokiločljivosti. Rentgenski sistem ORTHOPHOS XG 3D ponuja kakovost visoke ločljivosti slike tako v 2D- kot tudi v 3D-prikazu, in ravno tako tudi druge naprave serije ORTHOPHOS XG zagotavljajo visoko kakovost slike. Glede na vrsto naprave je senzor Panorama CSI Sensor bodisi vgrajen v izdelek bodisi ga je mogoče kupiti kot dodatek. Zlasti kadar ga združimo z ASTRO (algoritem za anatomsko strukturirano rekonstrukcijo), zagotovimo visoko kontrastno, manj hrupno panoramsko slikanje.

Novi GALILEOS Comfort Plus prav tako zagotavlja visoko kakovost slike s standardno ločljivostjo 250 µm za velike 3D-obsege. Opremiti ga je mogoče z vgrajenim 3D-bralnikom obrazov (FaceScan), ki s pacientovega obraza zajame rentgenske in površinske podatke v enem samem ciklu ter jih natančno prikaže enega čez drugega. Novi intraoralni senzor XIOS XG Supreme izdeluje rentgenske slike visoke ločljivosti, ki jih je mogoče prilagoditi, tako da ustrezajo široki paleti potreb za ocenjevanje s pomočjo programa SIDEXIS. Senzor XIOS XG Select, ki ga je mogoče dobiti po zelo ugodni ceni, zagotavlja izjemno fleksibilnost, saj ponuja tudi možnost izbire modula WiFi in hitre ter preproste zamenjave kablov v obeh senzorjih.

Preprost postopek za individualne abutmente

Integrirana implantologija, ki slike CBCT iz Sironine tridimenzionalne rentgenske naprave, združuje s sistemom CEREC, ima posebne prednosti pri pripravi ocene, načrtovanju in svetovanju pacientom že pri sami implantaciji, pa tudi pri začasnem in končnem zdravljenju implantata. Nova verzija CEREC 4.2 software omogoča chairside designing in brušenje individualnih abutmentov ter vijačenih konstrukcij. Poleg tega lahko uporabniki digitalno zajamejo kot implantata in ga namestijo s pomočjo intraoralnega optičnega čitalnika, nato pa ga pošljejo programu CEREC. Digitalni postopek je v primerjavi s tradicionalnim načinom izdelave abutmentov na mavčnem modelu veliko preprostejši in manj dovzeten za napake. Prihranil bo vaš dragoceni čas, saj ga je mogoče izvesti direktno v ordinaciji ali v laboratoriju.

Integrirano zdravljenje čeljustnih sklepov

Nova programska oprema SICAT Function je poenostavila zdravljenje čeljustnih sklepov, saj združuje digitalni odtis sistema CEREC, optično prebran dokument s pomočjo CBCT-ja ter digitalne mere obraznega loka iz GALILEOS-a. Tako lahko uporabniki prej zaznajo nepravilnosti na področju čeljustnih sklepov in virtualno načrtujejo funkcionalne opornice. Posamezne dele lahko uporabniki hitro naročijo pri podjetju SICAT, podružnici družbe Sirona. Tako bo postopek zdravljenja preprostejši in hitrejši, prav tako pa boste dobili zelo natančne podatke in kar najbolj zmanjšali napake pri presevanju med postopkom zdravljenja. Kombinacija jemanja digitalnih odtisov in merjenja obraznega loka je podjetje Sirona popeljala eno stopnjo višje na njeni poti do virtualnega pacienta.

Pregled novosti na področju sistemov slikanja v medicini:

- novi GALILEOS Comfort Plus s kakovostjo slike v visoki ločljivosti in dodatni FaceScan,
- HiDef Panorama senzor za ORTHOPHOS XG (kot dodatek pri nekaterih napravah),
- XIOS XG Select z možnostjo dodatnega modula WiFi in kakovostna HD slika visoke ločljivosti senzorja XIOS XG Supreme,
- programska oprema SICAT Function v kombinaciji s sistemom CEREC in podatki CBCT ter digitalnim merjenjem obraznega loka za digitalno načrtovanje funkcionalnih opor.



Slika 1: Novi GALILEOS Comfort Plus zagotavlja visokokakovostno sliko v standardni ločljivosti 250 μ m.



Slika 2: Naprave GALILEOS je mogoče dodatno opremiti z bralnikom obrazov FaceScan.

Sirona zastopnik v Sloveniji: INTERDENT d.o.o., Opekarniška cesta 26, 3000 Celje, Tel: +386/3-425-62-12, d.mehmedovic@interdent.cc



ORTHOPHOS XG 3D

Najbolj priljubljen rentgen na svetu. Sedaj tudi v 3D!

Z družino naprav ORTHOPHOS XG lahko ustvarite:

- Visoko kakovostne panoramske, cefalometrične in 3D posnetke s caesium iodide scintillator.
 - Redukcijo kovinskih artefaktov z naprednim MARS programom.
 - HD senzor in manjše vidno polje za edodontijo.
 - Zagotavlja dobro resolucijo tudi ob manjši dozi sevanja, kar zmanjša šum na slikah. Dobra slika pa omogoča zanesljivo diagnostiko.
 - Enostavno pozicioniranje pacienta
- Uživajte vsak dan s Sirono.**



Interdent d.o.o.

Tel.: 03 425 62 00 • E-mail: info@interdent.cc

The Dental Company

sirona

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 enojnim razmikom med vrsticami**. 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

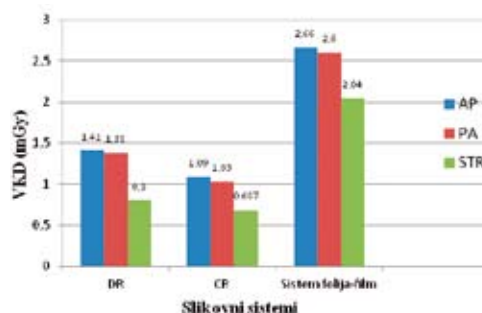
Slike

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.

Kontaktni 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 boljše 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): 12306-463.
- 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.**

