



**glasilo Društva radioloških inženirjev Slovenije**

VLOGA RAČUNALNIŠKE TOMOGRAFIJE PRI NUKLEARNOMEDICINSKEM  
HIBRIDNEM SLIKANJU PATOLOŠKIH SPREMENB V PODROČJU VRATU

VPLIV GLASBE NA PRESKOVANČEVO POČUTJE MED MAGNETNO  
RESONANČNO PREISKAVO

DELEŽ BOLNIKOV Z RADIODERMATITISOM PRI RADIKALNEM OBSEVANJU  
RAKA DANKE

letnik  
**35**  
številka  
**2**  
leto  
**2018**

**bilten**

ISSN 1855-5136

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

***Izdajatelj / Publisher:***

Društvo radioloških inženirjev Slovenije  
Slovenian Society of Radiographers

***Urednik / Editor:***

Nejc Mekiš  
nejc.mekis@zf.uni-lj.si

***Uredniški odbor / Editorial board:***

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

***Naslov uredništva / Editorial office:***

Zdravstvena pot 5  
1000 Ljubljana  
Slovenia  
Tel.: 01/300-11-51  
Fax: 01/300-11-19  
E-mail: nejc.mekis@zf.uni-lj.si

***Lektorica slovenskega jezika / Proofreader of Slovenian version:***

Veronika Lipovec

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

Tina Levec

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

***Naklada / Number of copies:***

500 izvodov / 500 copies

***Oblikovanje naslovnice/Cover design:***

Ana Marija Štimulak

***Grafično oblikovanje in tisk / Graphic design and print:***

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

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

***Revijo indeksira / Indexed and abstracted by:***

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

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

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

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

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

***Spoštovane kolegice, spoštovani kolegi!***

Letos je Društvo radioloških inženirjev Slovenije prvič v sodelovanju z Zdravstveno fakulteto, Zbornico radioloških inženirjev Slovenije, Združenjem radiologov Slovenije, Kliničnim inštitutom za radiologijo UKC Ljubljana in Študentskim svetom ZF organiziralo strokovno-znanstveni posvet ob Mednarodnem dnevu radiologije in radiološke tehnologije, ki je potekal 8. 11. 2018 na Zdravstveni fakulteti v Ljubljani. Dogodek je bil zelo pozitivno sprejet in več kot odlično obiskan, saj je bilo udeležencev več kot 240. Ob 123. obletnici odkritja rentgenskih žarkov smo poslušali 13 odličnih predavanj na tematiko prikazovanja srca, na koncu pa smo slišali še novosti v Zakonu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti. Glede na številčno udeležbo in pozitivne odzive načrtujemo, da bo srečanje postalo tradicionalno.

V drugi in hkrati zadnji številki letošnjega leta sta objavljena dva izvirna znanstvena članka in en strokovni članek.

Upam, da bo tudi prihodnje leto tako ali še bolj uspešno kot je bilo letošnje in da se bomo še bolj družili, povezovali, si izmenjali izkušnje ter tako pridobivali novo znanje. K temu zelo pripomorejo vaši prispevki na kongresih, seminarjih, sekcijah in v Biltenu.

V imenu DRI in v svojem imenu bi rad vsem zaželel vesele praznike in srečno 2019.

Lep pozdrav,

*Urednik Biltena  
Nejc Mekiš*

**Nuklearnomedicinska tehnologija****4**

*Sebastijan Rep, Luka Ležaič*

**VLOGA RAČUNALNIŠKE TOMOGRAFIJE PRI NUKLEARNOMEDICINSKEM HIBRIDNEM SLIKANJU PATOLOŠKIH SPREMENB V PODROČJU VRATU**

*THE ROLE OF COMPUTER TOMOGRAPHY IN THE NUCLEAR-MEDICAL HYBRID IMAGING FOR VISUALIZATION OF NECK LESIONS*

**Diagnostična radiološka tehnologija****9**

*Rok Pratnekar, Matej Potočnik*

**VPLIV GLASBE NA PREISKOVANČEVO POČUTJE MED MAGNETNO REZONANČNO PREISKAVO**

*THE INFLUENCE OF MUSIC ON PATIENTS' GENERAL WELL BEING WHILE UNDERGOING MAGNETIC RESONANCE INVESTIGATION*

**Radioterapevtska tehnologija****14**

*Valerija Žager Marciuš*

**DELEŽ BOLNIKOV Z RADIODERMATITISOM PRI RADIKALNEM OBSEVANJU RAKA DANKE**

*THE PROPORTION OF PATIENTS WITH RADIODERMATITIS CAUSED BY RADICAL RADIOTHERAPY OF RECTAL CANCER*

## VLOGA RAČUNALNIŠKE TOMOGRAFIJE PRI NUKLEARNOMEDICINSKEM HIBRIDNEM SLIKANJU PATOLOŠKIH SPREMENB V PODROČJU VRATU

THE ROLE OF COMPUTER TOMOGRAPHY IN THE NUCLEAR-MEDICAL HYBRID IMAGING  
FOR VISUALIZATION OF NECK LESIONS

**Sebastijan Rep, Luka Ležaič**

Klinika za nuklearno medicino, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Zaloška 7, 1000 Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: dr. Sebastijan Rep, dipl. inž. rad., e-mail: sebastian.rep@guest.arnes.si

Prejeto/Received: 20. 4. 2018

Sprejeto/Accepted: 30. 8. 2018

### IZVLEČEK

**Uvod in namen:** Nuklearno medicinski slikovni metodi SPECT in PET temeljita na funkcionalni in metabolni informaciji o delovanju in značilnostih organov in tkiv po običajno intravenski aplikaciji radiofarmaka (RF), ki se akumulira v tarčnem tkivu. Ker fotoni iz akumuliranega RF potujejo skozi različna tkiva v telesu, na poti izgubljajo energijo zaradi atenuacije. Posledica tega efekta je slabša detekcija procesov, ki ležijo globlje v telesu. Učinek atenuacije lahko zmanjšamo s korekcijo atenuacije. Najuspešnejša metoda korekcije atenuacije je uporaba informacije o gostoti tkiv na podlagi Hounsfieldovih enot iz CT slikanja. Kombinirane, hibridne SPECT/CT in PET/CT naprave omogočajo kombinacijo funkcionalne informacije iz SPECT in PET slikanja in anatomske informacije iz CT slikanja. Hibridno slikanje se je pokazalo kot odlično diagnostično orodje pri medicinskem slikanju predvsem manjših patoloških procesov. Slabost hibridnega slikanja je dodatna sevalna obremenitev bolnikov zaradi uporabe CT slikanja. Namen naše raziskave je ugotoviti vpliv CT slikanja na kakovost scintigramov in sevalno obremenitev pacientov.

**Materiali in metode:** V raziskavo smo zajeli 20 bolnikov, pri katerih smo na SPECT/CT in PET/CT slikanju lokalizirali patološke lezije v področju vratu. Slikanja smo opravili v dveh fazah, in sicer 5 min in 60 min po aplikaciji RF. Za izvedbo SPECT/CT smo aplicirali 600 MBq  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI in za PET/CT 100 MBq  $^{18}\text{F}$ -holina. Razliko med korigiranimi in nekorigiranimi slikami smo ocenili vizualno, po kvalitativni tristopenjski skali. Za izračun sevalne obremenitve bolnikov zaradi uporabe RF smo uporabili utežne faktorje iz publikacij Mednarodne komisije za varstvo pred sevanjem, sevalno obremenitev zaradi uporabe CT pa smo izračunali z uporabo ImpACT CT orodja za dozimetrijo.

**Rezultati:** Po vizualni oceni se je kakovost slik izboljšala v 16/20 (80 %) pri SPECT/CT in pri vseh opravljenih slikanjih (20/20; 100 %) pri PET/CT. Sevalna obremenitev je bila signifikantno višja po opravljenem CT slikanju v kombinaciji s SPECT/CT in PET/CT ( $p < 0,0001$ ).

**Zaključek:** Korekcija atenuacije s CT je nujna za kakovostno oceno scintigramov kljub povečani sevalni obremenitvi bolnikov, saj se izboljša diagnostična vrednost preiskav.

**Gljučne besede:** SPECT/CT, PET/CT, korekcija atenuacije, radiofarmak

### ABSTRACT

**Introduction and purpose:** Nuclear medical imaging methods SPECT and PET are based on the functional and metabolic information about the functioning and characteristics of organs and tissues after (usually) intravenous application of radiopharmaceuticals (RF), which accumulated in the target tissue. Since photons from the accumulated RF travel through different tissues in the body, they lose their energy due to attenuation along the way. The consequence of this effect is a reduced ability to detect processes that lie deeper in the body. The effect of attenuation can be reduced by attenuation correction (AC). The most successful AC method is the use of tissue density information based on Hounsfield units from CT imaging, which enabled the development of hybrid devices. The combined, hybrid SPECT/CT and PET/CT systems provide functional information of the SPECT and PET imaging and anatomical information from the CT imaging. Hybrid imaging has proven to be a useful diagnostic tool for medical imaging of mainly minor pathological processes. The disadvantage of hybrid imaging is an additional radiation exposure of patients due to the use of CT imaging. The purpose of our research is to determine the impact of CT imaging on the quality of scintigrams and the radiation exposure of patients.

**Materials and methods:** Twenty patients with localized pathological lesions in the neck area after SPECT/CT and PET/CT imaging were included in the study. We performed acquisitions in two phases, i.e., 5 minutes and 60 minutes after the RF application. For the implementation of SPECT/CT, 600MBq  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI and PET/CT 100 MBq  $^{18}\text{F}$ -Choline were administered. The difference between the corrected and uncorrected images was assessed visually by qualitative three-point scale. We used the weighing factors to calculate the radiation exposure of patients for different RF, recommended by the International Commission for Radiation Protection, and the ImpACT CT Patient Dosimetry Calculator to calculate the radiation exposure for patients after the use of CT.

**Results:** According to visual assessment, the image quality improved in 16/20 (80%) on SPECT/CT and in all performed imaging (20/20; 100%) on PET/CT. The radiation exposure of patients was significantly higher after CT scanning in combination with SPECT/CT and PET/CT ( $p < 0.0001$ ).

**Conclusion:** Attenuation correction with CT is essential for the quality assessment of scintigrams despite the increased patient radiation exposure as it improves the diagnostic value of examinations.

**Key words:** SPECT/CT, PET/CT, attenuation correction, radiopharmaceutical

## UVOD

Enofotonska emisijska računalniška tomografija (SPECT) in pozitronska emisijska tomografija (PET) sta slikovni metodi, ki omogočata ovrednotenje procesov bolezni, glede na funkcionalno in metabolno informacijo o delovanju tkiv in organov (Townsend, 2004; Zanzonico, 2012). SPECT in PET generirata računalniško sliko na osnovi signala, izhajajočega iz radiofarmakov (RF), ki se razporejajo v telesu in akumulirajo v tarčnem tkivu. RF, ki se najpogosteje aplicira v bolnika intravensko, je biomolekula, označena z radioaktivnim izotopom, ki se v telesu razporeja specifično glede na opazovani biološki proces. Emitirano sevanje je mogoče zaznati pri prehodu iz bolnika s pomočjo detektorjev. Pri SPECT slikanju se detektorji vrtijo okrog bolnika (običajno dva detektorja), pri PET slikanju pa so oblikovani kot obroč (Zanzonico, 2012). Nasprotno pa anatomsko slika, dobljena z računalniško tomografijo (CT), nastane na osnovi atenuacije rentgenskih (RTG) žarkov, ko potujejo skozi tkiva različne gostote v človeškem telesu. Pri CT je vir sevanja rentgenska cev, ki se vrti okrog bolnika, medtem ko detektor na nasprotni strani zaznava RTG žarke, ki prehajajo skozi telo. Zajeto informacijo obdelamo s primernim programom za rekonstrukcijo in korekcijo slike (Brenner, 2007; Goldman, 2007). CT slikanje zagotavlja informacijo o sestavi telesa, ki se uporablja za anatomsko korelacijo funkcionalnih podatkov, pridobljenih s SPECT slikanjem (t. i. hibridno slikanje); (Greenspan et al., 2012). Integracija CT s SPECT in PET se je izkazala kot izjemno uporabno diagnostično orodje pri medicinskem slikanju, v prvi vrsti v onkologiji, kjer zlitje metabolne in morfološke informacije omogoča načrtovanje kirurškega posega in/ali oceno odgovora na zdravljenje. Vendar pa SPECT/CT in PET/CT nista uporabna le v onkologiji, temveč se uporabljata tudi v kardiologiji, nevrologiji, endokrinologiji in opredelitvi vnetnih procesov (Beyer et al., 2014).

Tako CT kot nuklearnomedicinski modaliteti SPECT in PET temeljita na uporabi ionizirajočega sevanja. Pri vseh naštetih metodah se energija ionizirajočega sevanja deponira v telesu bolnika s frakcijami fotonov, absorbiranih v organih telesa in s sipanim sevanjem. Sevalno obremenitev bolnikov pri hibridnem (PET/CT in SPECT/CT) slikanju je rezultat sevalne obremenitve po aplikaciji RF in izvedbe CT slikanja (Hoang et al., 2015; Guttikonda et al., 2014).

Pogosto izvajani hibridni preiskavi v področju vratu sta SPECT/CT z  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI (methoxyisobutylisonitrile – MIBI) in PET/CT z  $^{18}\text{F}$ -fluoroholinom (FCH) za predoperativno lociranje prekomerno delujočih občitničnih žlez (PDOŽ) v sklopu primarnega hiperparatiroidizma. MIBI je radiofarmak, ki se kopiči v PDOŽ in v priležni žlezi ščitnici, običajno pa se iz slednje hitro izplavi, medtem ko v PDOŽ zastaja, kar predstavlja osnovo dvofaznega protokola slikanja. Šele pred nekaj leti je bil v isti namen uporabljen PET/CT s FCH: rezultati zaenkrat malega števila pilotnih študij so pokazali višjo diagnostično vrednost FCH PET/CT v primerjavi s konvencionalnimi scintigrafskimi metodami, vključno s SPECT/CT (Ležaič, 2014; Michaud, 2015; Kjuifhout, 2015).

Obe preiskavi pri enaki indikaciji uporabljata primerljive metode korekcije funkcionalne informacije in korelacije z anatomsko informacijo, obenem pa obe preiskavi bolnika izpostavljata ionizirajočemu sevanju. Namen naše raziskave

je bila opredelitev vpliva CT slikanja na kakovost SPECT in PET scintigramov in sevalno obremenitev bolnikov pri obeh metodah.

## MATERIALI IN METODE

V raziskavo smo zajeli 20 bolnikov (16 žensk in 4 moške; povprečna starost  $53 \pm 17$  let), ki so imeli slikano področje vratu v sklopu diagnostike primarnega hiperparatiroidizma in pri katerih smo prikazali PDOŽ na SPECT/CT in PET/CT preiskavi v zgodnji in kasni fazi. Volumen PDOŽ smo izračunali po formuli  $(A \times B \times C) \times \pi/6$ , kjer je A dolžina, B širina, C višina PDOŽ po histoloških podatkih.

## PET/CT slikanje

Vsa PET/CT slikanja smo opravili na SIEMENS Biograph mCT 128 hibridnem sistemu. PET/CT slikanje vratu in prsnega koša smo opravili 5 in 60 minut po aplikaciji 100 MBq ( $105,62 \pm 15,67$  MBq) FCH. Slikanje smo opravili z enim snemalnim položajem trajanja 4 min na hibridnem sistemu, ki združuje 128-rezinski CT in LSO PET detektorski sistem. Za rekonstrukcijo smo uporabili iterativni algoritem TrueX (2 iteraciji, 21 podmnožic), ki vključuje funkcijo razširitve točke (point spread function – PSF) in časa preleta (TOF). Rekonstruirane slike smo prikazali v prečnih, sagitalnih in koronarnih ravninah z uporabo delovne postaje z vgrajeno programsko opremo OASIS.

## SPECT/CT slikanje

Vsa SPECT/CT slikanja smo opravili na SIEMENS Simbia® T2 gama kameri. SPECT/CT slikanje vratu in prsnega koša smo opravili 5 in 60 minut po aplikaciji 600 MBq ( $596,05 \pm 36,72$  MBq)  $^{99m}\text{Tc}$ -sestaMIBI (MIBI). Hibridni SPECT/CT sistem vsebuje dva detektorja in dvorezinski nizkodozni CT sistem. Za SPECT slikanje smo uporabili kolimator s paralelnimi odprtinami, velikost matrike  $128 \times 128$ , 32 kotnih projekcij z 20-sekundnim zajemanjem podatkov na projekcijo in velikostjo vidnega polja 1,78.

Pri izvedbi nizko doznega CT smo uporabili anodni tok z vrednostjo 30 mAs in anodno napetost z vrednostjo 120 kV, 5 mm kolimacijo in pitch 0,75 za korekcijo atenuacije (KA) in fuzijo. Rekonstruirane slike smo prikazali v prečnih, sagitalnih in koronarnih ravninah z uporabo namenske SPECT/CT delovne postaje z nameščeno programsko opremo proizvajalca (Syngo; Siemens Medical Solution). Za obdelavo dobljenih podatkov smo uporabili iterativni rekonstrukcijski algoritem OSEM 3D.

## Analiza podatkov

SPECT/CT in PET/CT scintigrame z in brez KA smo ocenili vizualno in jih ovrednotili kvalitativno po tristopenjski lestvici (scintigram s KA je boljši, enak ali slabši kot scintigram brez KA). Pri SPECT/CT je rekonstrukcijski algoritem Flash 3D vključeval korekcijo atenuacije, sipanega sevanja in korekcijo razmazanja točkastega izvora. Pri PET/CT je rekonstrukcijski algoritem poleg naštetih korekcij vključeval tudi običajne dodatne korekcije pri PET slikanju (čas razpada RF, naključni in sipani koincidenčni dogodki).

Sevalno obremenitev bolnikov kot posledico uporabe RF

smo izračunali s pomočjo utežnih faktorjev, priporočenih s strani Mednarodne komisije za varstvo pred sevanjem (ICRP – International Commission on Radiological Protection, Report 128) (ICRP, 2015). Za izračun sevalne obremenitve bolnikov kot posledico CT preiskave smo uporabili programsko orodje za dozimetrijo ImPACT (ImPACT CT Patient Dosimetry Calculator: ImPACT's CT dosimetry tool (impactscan.org); <http://www.impactscan.org/ctdosimetry.htm>). Sevalna obremenitev je izračunana na osnovi karakteristik uporabljenega CT aparata, dolžine slikanega področja in slikovnih parametrov, ki se nanašajo na CT aparat in vrsto preiskave. Analizo osnovnih podatkov smo izvedli s testi opisne statistike (opredeljeni so z anatomskimi skupinami). Neparametrični Wilcoxonov test predznačenih rangov za dve spremenljivki smo uporabili za ovrednotenje sevalne obremenitve po aplikaciji RF in dodatno opravljenem CT slikanju. Vrednost  $p < 0,05$  je bila statistično značilna.

## REZULTATI

Pri 20 bolnikih (16 žensk in 4 moški; povprečna starost  $53 \pm 17$  let) smo s PET/CT in SPECT/CT lokalizirali 21 lezij. Povprečni volumen lezij je bil  $16 \pm 6$  ml. Vizualna ocena dobljenih scintigramov je pokazala, da je bila v 16/20 (80 %) primerih kvaliteta SPECT/CT slike boljša z uporabo KA. Pri PET/CT dobljenih scintigramih so bile korigirane slike v vseh (20/20; 100 %) primerih boljša od nekorigiranih. Efektivna doza po apliciranem RF FCH je bila  $2,11 \pm 0,31$  mSv in  $5,36 \pm 0,32$  mSv po aplikaciji MIBI (tabela 1).

**Tabela 1: Prikaz povprečne vrednosti apliciranega radiofarmaka, utežnega faktorja za specifičen radiofarmak po ICRP priporočilu in efektivne doze na bolnika v mSv**

Slikovna metoda	Radiofarmak (MBq)	Utežni faktor	Efektivna doza (mSv)
PET/CT	$105,62 \pm 15,67$	0,02	$2,11 \pm 0,31$
SPECT/CT	$596,05 \pm 36,72$	0,009	$5,36 \pm 0,32$

Povprečna vrednost dose length product (DLP) po izvedbi SPECT/CT je bila  $100,81 \pm 17,84$  mGy/cm in po PET/CT  $84,82 \pm 24,73$  mGy/cm (tabela 2).

**Tabela 2: Povprečna izračunana vrednost efektivne doze na bolnika po izvedenem CT slikanju**

Slikovna metoda	DLP v mGy/cm	Efektivna doza (mSv)
PET/CT	$84,82 \pm 24,73$	$0,82 \pm 0,24$
SPECT/CT	$100,81 \pm 17,84$	$1,39 \pm 0,25$

CT slikanje je pri izvedbi SPECT/CT slikanja prispevalo  $1,39 \pm 0,25$  mSv in pri PET/CT  $0,82 \pm 0,24$  mSv. Efektivna doza se je zaradi uporabe CT signifikantno povečala pri preiskavah SPECT/CT in PET/CT (tabela 3).

**Tabela 3: Skupna efektivna doza po izvedeni SPECT/CT in PET/CT preiskavi**

Slikovna metoda	ED v mSv po aplikaciji RF	ED v mSv po izvedbi CT	Skupna ED v mSv	% povečanja ED	p
PET/CT	$2,11 \pm 0,31$	$0,82 \pm 0,24$	$2,94 \pm 0,44$	39 %	$< 0,001$
SPECT/CT	$5,36 \pm 0,32$	$1,39 \pm 0,25$	$6,76 \pm 0,39$	26 %	$< 0,001$

## RAZPRAVA

V naši raziskavi smo ovrednotili vlogo CT pri hibridnem slikanju PET/CT in SPECT/CT. Z vizualno oceno smo potrdili, da je nehomogena atenuacija fotonov v telesu ena od najpomembnejših pomanjkljivosti pri oblikovanju slikovne diagnostike v nuklearni medicini. Nehomogena atenuacija omejuje diagnostično natančnost, zaupanje v interpretacijo, kvantifikacijo in slikovno učinkovitost. KA z integracijo CT komponent je pomenila velik napredek. Izboljšala je predvsem specifičnost, pa tudi občutljivost nuklearnomedicinskih slikovnih metod, predvsem pri PET slikanju. Korigirane slike izboljšajo končno interpretacijo izvoda. Številne PET/CT (Souvatzoglu et al., 2007) in SPECT/CT (Preuss et al., 2007) študije so pokazale, da je zajem CT podatkov z nizkimi akvizicijskimi parametri uporaben za KA. Vendar pa morebitno neujemanje med podatki pri CT in SPECT slikanju pomeni tveganje nepopolne korekcije in s tem artefakte na pridobljeni scintigrafski sliki po KA. Artefakti, ki nastanejo zaradi neustrezne korekcije atenuacije lahko zmanjšajo specifičnost in občutljivost slikanja, ker se nehomogena porazdelitev RF razlaga kot razlika v akumulaciji radiofarmaka na mestu korekcije. Hibridni način slikanja zato zahteva skrben nadzor kakovosti, da se izognemo napakam, ki nastanejo pri korigiranju scintigrafskih slik. Študije, opravljene na PET/CT (Gould et al., 2007) in SPECT/CT (Kennedy et al., 2009) napravah so pokazale, da je pogostost neujemanja scintigrafske (PET oziroma SPECT) in CT informacije precej visoka in da so posledice klinično pomembne, če jih ne odpravimo. V zadnjem času je bilo dokazano, da so učinki neujemanja manj pomembni za SPECT/CT kot za PET/CT, predvsem zaradi manjše prostorske ločljivosti SPECT. Usklajevanje emisijskih in transmisijskih podatkov se po navadi opravi ročno in zahteva znanje in spretnost osebe, ki dela na obdelovalni postaji. Pomembno je, da lahko tudi CT preiskave z nizko kvaliteto, namenjene KA, omogočijo klinično koristne dodatne informacije, če jih ustrezno vrednotimo. Wei (2015) je v meta analizi ugotovil, da ima SPECT/CT boljšo diagnostično učinkovitost pri odkrivanju in lokalizaciji patoloških lezij v primerjavi s samostojnim SPECT, predvsem zaradi že opisane prednosti hibridnega SPECT/CT z možnostjo KA in fuzije funkcionalne in anatomske informacije. Fuzija slik z lociranjem patoloških sprememb na vratu je posebej uporabna pri bolnikih, ki imajo lokalno spremenjeno anatomijo zaradi predhodne operacije vratu, hiperplazijo obščitničnih žlez ali nodularno spremenjeno ščitnico. Ker so lahko PDOŽ tudi ektopične, je fuzija slik ključna za lokalizacijo PDOŽ v mediastinumu oziroma na mestu poteka embrionalnega razvoja. V primeru, da pri ektopičnem PDOŽ ni opravljena SPECT/CT preiskava, je potrebna dodatna diagnostika s CT, da se adenom lokalizira in izključi lažno pozitivne najdbe, npr. reaktivne bezgavke; SPECT/CT torej veliko prispeva k natančni lokalizaciji ektopičnih PDOŽ. V klinični študiji SPECT/CT ni le izboljšal lokalizacije, ampak tudi izvedbo kirurškega posega in kirurški pristop pri vseh 10 ektopičnih PDOŽ (Krausz et al., 2006).

Lavelly (2007) je v svoji raziskavi zaključil, da hibridni SPECT/CT, ki združuje tridimenzionalno funkcionalno informacijo SPECT z anatomsko informacijo CT, izboljša predoperativno lokalizacijo. Zgodnji SPECT/CT v kombinaciji s katerokoli kasno metodo slikanja (SPECT/CT, SPECT ali planarni protokoli) je točnejši od metod brez uporabe CT, tudi od dvofaznega SPECT protokola. Za vse tri modalitete (planarni protokoli, SPECT in SPECT/CT) je bilo dvofazno slikanje točnejše od enofaznega. Te ugotovitve močno nakazujejo, da bi lahko bil dvofazni SPECT/CT z obveznim zgodnjim slikanjem – če je to logistično izvedljivo – del rutinske predoperativne ocene bolnikov s primarnim hiperparatiroidizmom.

Ker je sevalna obremenitev pri hibridnem slikanju bolnikov povezana z aplikacijo RF in CT, je ena od očitnih omejitev hibridnega slikanja povezana s sevalno obremenitvijo bolnikov. Poteka aktivna razprava o izpostavljenosti sevanju in s tem povezanim tveganjem tudi v zvezi s samostojnim CT (Einstein et al., 2007). Po ugotovitvah raziskave je sevalna obremenitev po aplikaciji RF za PET preiskavo nižja od sevalne obremenitve, kateri je preiskovanec izpostavljen pri SPECT slikanju. Sevalna obremenitev pri SPECT slikanju se lahko izrazito zmanjša s kombinacijo novih metod iterativnih rekonstrukcij in bolj občutljivih detektorjev (van Raalte et al., 2015). Sevalna obremenitev pri opravljenem CT slikanju za KA in diagnostiko se močno razlikuje glede na protokol, instrumentacijo in velikost bolnika. Razpon sevalne obremenitve znaša med 0,5 in 11 mSv za skeniranje in se lahko uporablja za izvajanje KA (Sharma et al., 2012). Sevalna obremenitev je po uporabi CT običajno višja, če se uporabi manjšo debelino rezine, ker je treba dozo povečati, da dobimo enako razmerje med signalom in šumom (Brenner, 2007; Goldman, 2007). Sharma (2012) je v svoji raziskavi ugotovil, da se z izvajanjem SPECT/CT slikanja povečuje efektivna doza (ED) na bolnika in da v številnih primerih presega ED po apliciranem RF. Ugotovili so, da se ED pri bolnikih zaradi uporabe CT poveča v razponu med 0,06 do 11,9 mSv, odvisno od preiskave. Glede na njihove rezultate se je ED pri SPECT/CT obščitnic povečala za  $1,9 \pm 0,9$  mSv, kar je primerljivo z našimi rezultati. Zaključili so, da je priporočljivo uporabiti CT za KA in fuzijo samo v primerih, ko rezultati niso zanesljivi pri lokalizaciji patološkega procesa. Larkin (2011) je v raziskavi ugotavljal porast ED pri uporabi SPECT/CT v primerjavi s SPECT. Pri bolnikih, pri katerih so opravili SPECT/CT obščitnic, se je povprečna ED po aplikaciji MIBI (925 MBq) povečala za  $5,4 \pm 1,7$  mSv, kar bistveno presega naše vrednosti. Zaključili so, da relativno povečanje izpostavljenosti sevanju, povezano s SPECT/CT, velja za sprejemljivo glede na koristne lastnosti za bolnika. Radiološki inženirji in zdravniki morajo storiti vse potrebno, da zmanjšajo ta učinek z uporabo ustreznih tehničnih postopkov in z izobraževanjem. Montes (2013) je v svoji raziskavi zaključil, da je ED zaradi izvedbe CT relativno nizka v primerjavi z ED po aplikaciji RF. Zaključili so, da je CT slikanje samo za izvedbo fuzije in KA upravičeno zaradi nižjega odmerka doze. V rezultatih njihove študije se je ED pri SPECT/CT obščitnic povečala za 0,6 mSv. Brix (2005) in Khamwan (2010) sta v svoji raziskavi ugotavljala porast ED zaradi uporabe CT pri PET/CT preiskavi celega telesa. Ugotovila sta, da se ED na bolnika po CT slikanju poveča med 14,1 in 18,6 mSv. ED pri PET/CT obščitnic je opisal van Raalte (2015) in izračunal, da se zaradi uporabe CT ED poveča za 1,5–2 mSv. Sevalna obremenitev po aplikaciji RF FCH je bila 4,3 mSv, kar je za 100 % višje kot v naši raziskavi.

## ZAKLJUČEK

CT slikanje v kombinaciji s SPECT in PET ima pomembno vlogo pri korekciji atenuacije in fuziji atomske in funkcionalne informacije pri hibridnih nuklearnomedicinskih preiskavah (SPECT/CT in PET/CT), kar je nujen predpogoj za kvalitetno oceno scintigramov. Kljub nekoliko povečani sevalni obremenitvi bolnikov se pri oceni korigiranih fuzijskih slik pomembno izboljša senzitivnost in specifičnost diagnostičnega postopka, dodatna sevalna obremenitev pa za bolnika ne predstavlja pomembnega dodatnega tveganja

## LITERATURA

Beyer T, Veit-Haibach P. (2014). State-of-the-art SPECT/CT: technology, methodology and applications-defining a new role for an undervalued multimodality imaging technique. *Eur J of Nucl Med Mol I* 41(Suppl 1): 1. doi: 10.1007/s00259-014-2696-8.

Brenner DJ, Hall EJ. (2007). Computed tomography - an increasing source of radiation exposure. *New Engl J Med* 357(22):2277–84. doi: 10.1056/NEJMra072149.

Brix G, Lechel U, Glatting G, Ziegler SI, Munzing W, Muller SP, Beyer T. (2005). Radiation exposure of patients undergoing whole-body dual-modality 18F-FDG PET/CT examinations. *J Nucl Med* 46(4):608–13.

Einstein AJ, Henzlova MJ, Rajagopalan S. (2007). Estimating risk of cancer associated with radiation exposure from 64-slice computed tomography coronary angiography. *JAMA* 298(3): 317–23.

Goldman LW. (2007). Principles of CT: radiation dose and image quality. *J Nucl Med Technol* 35(4): 213–25.

Gould KL, Pan T, Loghin C, Johnson NP, Guha A, Sdringola S. (2007). Frequent diagnostic errors in cardiac PET/CT due to misregistration of CT attenuation and emission PET images: a definitive analysis of causes, consequences, and corrections. *J Nucl Med* 48(7): 1112–21.

Greenspan BS, Dillehay G, Intenzo C, Lavelly WC, O'Doherty M, Palestro CJ, Scheve W, Stabin MG, Sylvestros D, Tulchinsky M (2012). SNM practice guideline for parathyroid scintigraphy 4.0. *J Nucl Med Technol* 40(2): 111–8. doi: 10.2967/jnmt.112.105122.

Guttikonda R, Herts BR, Dong F, Baker ME, Fenner KB, Pohlman B. (2014). Estimated radiation exposure and cancer risk from CT and PET/CT scans in patients with lymphoma. *Eur J Rad* 83 (6):101–5. doi: 10.1016/j.ejrad.2014.02.015.

Hoang JK, Reiman RE, Nguyen GB, Januzis N, Chin BB, Lowry C, Yoshizumi TT (2015). Lifetime Attributable Risk of Cancer From Radiation Exposure During Parathyroid Imaging: Comparison of 4D CT and Parathyroid Scintigraphy. *AJR* 204(5): W579–8. doi: 10.2214/AJR.14.13278.

ICRP. (2015). Radiation Dose to Patients from

- Radiopharmaceuticals: a Compendium of Current Information Related to Frequently Used Substances. ICRP Publication 128. Ann. ICRP 44, 1–321.
- Kennedy JA, Israel O, Frenkel A (2009). Directions and magnitudes of misregistration of CT attenuation-corrected myocardial perfusion studies: incidence, impact on image quality, and guidance for reregistration. *J Nucl Med* 50(9): 1471–8. doi: 10.2967/jnumed.109.062141.
- Khamwan K, Krisanachinda A, Pasawang P (2010). The determination of patient dose from (18)F-FDG PET/CT examination. *Radiat Prot Dosim* 41(1): 50–5. doi: 10.1093/rpd/ncq140.
- Kluijfhout WP, Vorselaars WMCM, Vriens MR, BorelRinkes IHM, Valk GD, de Keizer B (2015). Enabling minimal invasive parathyroidectomy for patients with primary hyperparathyroidism using Tc-99m-sestamibi SPECT-CT, ultrasound and first results of (18)F-fluorocholine PET-CT. *Eur J Radiol* 84(1): 1745–1751. doi: 10.1016/j.ejrad.2015.05.024.
- Krausz Y, Bettman L, Guralnik L et al. (2006). Technetium-99m-MIBI SPET/CT in PHPT. *World J Surg* 30(1): 76–83.
- Larkin AM, Serulle Y, Wagner S, Noz ME, Friedman K (2011). Quantifying the increase in radiation exposure associated with SPECT/CT compared to SPECT alone for routine nuclear medicine examinations. *Int J Mol Imaging* 2011: 897202. doi: 10.1155/2011/897202.
- Lavelly WC, Goetze S, Friedman KP et al. (2007). Comparison of SPET/CT, SPET, and planar imaging with single- and dual-phase 99mTc-MIBI parathyroid scintigraphy. *J Nucl Med* 48(7): 1084–9.
- Lezaic L, Rep S, Sever MJ, Kocjan T, Hocevar M, Fettich J (2014). 18F-Fluorocholine PET/CT for localization of hyperfunctioning parathyroid tissue in primary hyperparathyroidism: a pilot study. *Eur J Nucl Med Mol I* 41(11): 2083–9. doi: 10.1007/s00259-014-2837-0.
- Micaud L, Balogova S, Burgess A, Ohnona J, Huchet V, Kerrou K et al. (2015). A pilot comparison of 18F-fluorocholine PET/CT, ultrasonography and 123I/99mTc-sestaMIBI dual-phase dual-isotope scintigraphy in the preoperative localization of hyperfunctioning parathyroid glands in primary or secondary hyperparathyroidism: influence of thyroid anomalies. *Medicine (Baltimore)* 94(41): e1701. doi: 10.1097/MD.0000000000001701.
- Preuss R, Weise R, Lindner O, Fricke E, Fricke H, Burchert W. (2008). Optimisation of protocol for low dose CT-derived attenuation correction in myocardial perfusion SPECT imaging. *Eur J Nucl Med Mol I* 35:1133–41.
- Sharma P, Sharma S, Ballal S, Bal C, Malhotra A, Kumar R. (2012). SPECT-CT in routine clinical practice: increase in patient radiation dose compared with SPECT alone. *Nuc Med Commun* 33(9): 926–32. doi: 10.1097/MNM.0b013e328355b6d5.
- Souvatzoglou M, Bengel F, Busch R, Kruschke C, Fernolendt H, Lee D, Schwaiger M, Nekolla SG. (2007). Attenuation correction in cardiac PET/CT with three different CT protocols: a comparison with conventional PET. *Eur J Nucl Med Mol I* 34(12):1991–00.
- Townsend DW. (2004). Physical principles and technology of clinical PET imaging. *Ann Acad Med Singapore* 33(2): 133–45.
- Van Raalte, D.H., Vlot, M.C., Zwijnenburg, A., & ten Kate, R.W. F18-Choline PET/CT: a novel tool to localize parathyroid adenoma? *Clin Endocrinol (Oxf)* 82(6): 910–912.
- Wei WJ, Shen CT, Song HJ, Qiu ZL, Luo QY. (2015). Comparison of SPET/CT, SPET and planar imaging using 99mTc-MIBI as independent techniques to support minimally invasive parathyroidectomy in primary hyperparathyroidism: A meta-analysis. *Hell J Nucl Med* 18(2): 127–35. doi: 10.1967/s002449910207.
- Zanzonico P. (2012). Principles of nuclear medicine imaging: planar, SPECT, PET, multi-modality, and autoradiography systems. *Radiat Res* 177(4): 349–64.



## VPLIV GLASBE NA PREISKOVANČEVO POČUTJE MED MAGNETNO RESONANČNO PREISKAVO

### THE INFLUENCE OF MUSIC ON PATIENTS' GENERAL WELL BEING WHILE UNDERGOING MAGNETIC RESONANCE INVESTIGATION

**Rok Pratnekar, Matej Potočnik**

Radiološki oddelek, Splošna bolnišnica Slovenj Gradec, Gosposvetska cesta 1, 2380 Slovenj Gradec

Korespondenca/Correspondence: Matej Potočnik, mag. inž. rad. tehnol., e-mail: matovski.m@gmail.com

Prejeto/Received: 3. 10. 2018

Sprejeto/Accepted: 9. 11. 2018

#### IZVLEČEK

**Uvod:** Magnetna resonanca (MR) je ena izmed vodilnih diagnostičnih preiskav. Slabost MR preiskave pa sta utesnjenost prostora in visoki hrup, kar lahko povzroči nelagodje preiskovancev.

**Namen:** V Splošni bolnišnici Slovenj Gradec (SBSG) pri MR preiskavi za znižanje hrupa in boljše počutje preiskovancev uporabljamo protihrupne slušalke, preko katerih predvajamo glasbo. Namen naše raziskave je primerjati preiskovančevo počutje med MR preiskavo v SBSG in v drugih ustanovah po Sloveniji.

**Metode dela:** V raziskavi je sodelovalo 80 preiskovancev, ki so imeli pred MR preiskavo v SBSG že opravljeno enako MR preiskavo v drugi zdravstveni ustanovi. Pri raziskavi smo uporabili akcijsko raziskovalno strategijo, rezultate pa smo dobili z opisno raziskovalno metodo, saj so preiskovanci po končani preiskavi v SBSG izpolnili vprašalnik.

**Rezultati:** Med MR preiskavo v drugih ustanovah je občutek tesnobe doživelo kar 37,5 % preiskovancev, medtem ko je med MR preiskavo v SBSG ta občutek doživelo le 11,3 % preiskovancev. Med MR preiskavo v SBSG je bilo sproščenih 91,3 % preiskovancev, v drugih ustanovah pa se jih je počutilo sproščeno le 56,3 %. Na 96,3 % preiskovancev je predvajanje glasbe med MR preiskavo vplivalo pozitivno.

**Razprava:** Menimo, da je vzrok za boljše počutje preiskovancev med MR preiskavo v naši ustanovi dobra priprava preiskovancev na preiskavo, predvajanje glasbe med preiskavo in dejstvo, da je bila tokratna izkušnja z MR preiskavo pri preiskovancih druga zapovrstjo in so zato že poznali njen potek.

**Zaključek:** Naša raziskava je pokazala pomemben vpliv glasbe na boljše počutje preiskovanca med MR preiskavo, zato predlagava, da bi se med vsako MR preiskavo predvajala glasba, prilagojena individualnim željam preiskovancev.

**Ključne besede:** MR preiskava, glasba, tesnoba, preiskovančevo počutje

#### ABSTRACT

**Introduction:** Magnetic resonance (MR) is one of the leading diagnostic procedures. The disadvantages of the MR examination, however, are the constrained space and a lot of noise, which can cause discomfort to a person under examination.

**Purpose:** In the General Hospital of Slovenj Gradec (SBSG), we use sound headphones during the MR examination to attenuate the noise and add to the wellbeing of the examinees. We also play music through the headphones. The purpose of our research is to compare the experience of persons who underwent the MR examination in the SBSG and in other institutions in Slovenia.

**Methods:** The study included 80 patients with the history of the same MR examination in other medical institutions before their MR examination in the SBSG. The action research strategy was used in the study. The data were acquired by the descriptive research method. The participants were requested to fill in a questionnaire after having completed the examination in the SBSG.

**Results:** During the MR in other institutions, the feeling of anxiety was experienced by 37.5 % of the examinees, while this feeling was reported by only 11.3 % of examinees in the SBSG. During the MR examination in the SBSG, 91.3 % of the examinees felt relaxed while in other institutions this number amounted only to 56.3 % of examinees. The positive impact of listening to the music during the MR examination was reported by 96.3 % of examinees.

**Discussion:** It may be concluded that the reason for the examinees' better experience of the MR examination in our institution is a good psychological preparation of the examinees prior to the examination, playing music, and also the patients' familiarity with the procedure.

**Conclusion:** Our research showed an important influence of music on the wellbeing of the examinees during the MR examination. We therefore propose that music, chosen according to individual requests of the examinees, be played during every MR examination.

**Key words:** MR examination, music, anxiety, wellbeing during MR examination

## UVOD

Magnetna resonanca (MR) je zaradi nekaterih bistvenih prednosti pred drugimi diagnostičnimi napravami postala ena izmed vodilnih diagnostičnih preiskav v medicini. Njene prednosti so: pri delovanju ne uporablja ionizirajočega sevanja, je neinvazivna in neboleča metoda, ki omogoča dober prikaz mehkih tkiv in poleg klasičnega anatomskega slikanja omogoča še difuzijska slikanja, funkcijska slikanja, MR spektroskopijo in MR angiografijo (Božič in sod., 2013; Ragnehed, 2009).

Čas posamezne MR preiskave traja od 20 do 90 minut, v tem času pa mora preiskovanec ležati popolnoma pri miru v centru MR aparata, kjer je magnetno polje najbolj homogeno. Prostor v centru MR aparata je zelo majhen in utesnjen, zato lahko preiskovancem povzroča klavstrofobične občutke, velike psihične obremenitve, tesnobo in razne skrbi (Törnqvist, 2010; Enders et al., 2011; Quirk et al., 1989). McIsaac et al. (1998) so v svoji raziskavi ugotovili, da je 25 % preiskovancev med MR preiskavo imelo občutek resne tesnobe oziroma anksioznosti in da je kar 13,75 % preiskovancev doživelo panični napad. Poleg utesnjenega prostora je hrup, ki nastane pri MR preiskavi ena izmed največjih slabosti MR aparata, kar vpliva na nelagodje preiskovancev. Hrup lahko doseže jakost tudi 130 dB, odvisen pa je predvsem od jakosti magnetnega polja in lastnosti posameznih pulznih zaporedij (Elliott et al., 1999; Ravicz et al., 2000; Hattori et al., 2007). Hrup se pojavi zaradi nihanja toka v gradientnih tuljavah ob konstantnem statičnem magnetnem polju, zaradi katerega nastane sila (Lorentzova sila), ki deluje v smeri gradientnih tuljav. Sila deluje na gradientne tuljave, ki vibrirajo oziroma udarjajo na ohišje, pri čemer nastaja zvok glasnega trkanja (McJury, 1995). Višina hrupa je odvisna od modela MR aparata, pulznega zaporedja (visoka gradientna amplituda), strukture tuljave in moči magnetnega polja (Cho et al., 1997).

Raziskave so pokazale, da hrup, ki nastane med MR preiskavo, narašča z močjo magnetnega polja. Hrup je pri vseh sekvencah magnetnega polja 3 T znašal največ 138 dB (Hattori et al., 2007), pri magnetnem polju 1,5 T pa je bila izmerjena najvišja vrednost hrupa 123 dB (Dantendorfer et al., 1997; Ravicz et al., 2000). Price et al. (2001) so pri magnetnem polju 0,23 T namerili najvišjo vrednost hrupa 82 dBA in pri 3 T 118 dBA. Zato se pri vsaki MR preiskavi uporabljajo zaščitna sredstva, kot so slušalke in čepki. Povprečne slušalke lahko zmanjšajo jakost hrupa za 27 dB, prav tako lahko za 27 dB zmanjšajo hrup čepki za ušesa. Kombinacija obeh pa zmanjša hrup za približno 40 dB (Ravicz et al., 1998; Elliott et al., 1999). Po podatkih ameriške agencije za varnost pri delu in zaščito je potrebno nositi protihrupno zaščito pri višini hrupa nad 90 dBA; po standardih direktive, ki jo je izdala Evropska komisija, pa že pri 80 dBA (Hearing protection - Directive 2003/10/EC). Pri pregledu literature smo zasledili raziskavi, ki obravnavata vpliv glasba na počutje posameznika med MR preiskavo (Földes, 2016; Walworth, 2010). Kent (2006) je v svoji raziskavi opisal, kako so v številnih bolnišnicah po svetu preko zaščitnih slušalk predvajali umirjeno glasbo za zmanjševanje strahu, zmede in bolečine, ugotovil je tudi, da bi lahko glasbo uporabili pri zdravljenju depresije in shizofrenije. Glasba povzroča fiziološke učinke na človeški organizem, saj znižuje srčni utrip, krvni pritisk in frekvenco dihanja ter blagodejno vpliva na utrujenost (Petřinec Primožič in sod., 2006). Raziskave so pokazale, da je pri umirjenih preiskovancih

manj artefaktov zaradi premikanja, kar vpliva na izboljšano kakovost slike, dobljene na MR aparatu (Földes, 2016). Lefevre (2004) poudarja, da različne zvrsti glasbe različno vplivajo na ljudi. V svoji raziskavi je pokazal, da glasba, pri kateri se ritem pospešuje, povzroča napetost in daje občutek tesnobe. Umirjena glasba, pri kateri ritem pada, pa vpliva na ljudi tako, da zmanjšuje stres oziroma jih pomirja in sprošča. Tudi Burns et al. (2002) so v svoji raziskavi dokazali, da glasba vpliva na kognitivno doživljanje stresa. Staum in Brotons (2000) sta poudarila, da je pomembna tudi glasnost glasbe, ki jo posamezniku predvajamo.

Dokazano ima glasba velik vpliv tudi na starejše ljudi. V raziskavah so starejšim ljudem prevajali glasbo pred operacijo in po njej. Rezultati so pokazali, da glasba blagodejno vpliva na starejše, in sicer jih sprošča in pomirja ter zmanjšuje strah in bolečino (McCaffrey in Locsin, 2004; Kent, 2006).

Kellaris in Kent (1992) sta raziskovala subjektivno doživljanje minevanja časa med preiskavo in sta ugotovila, da imajo ljudje občutek, da jim čas mineva hitreje, ko jim je prijetno oziroma ko se počutijo sproščeno (npr. ob poslušanju glasbe).

## NAMEN

MR preiskava lahko preiskovancem povzroča klavstrofobične občutke in velike psihične obremenitve. V Splošni bolnišnici Slovenj Gradec (SBSG) pri MR preiskavah uporabljamo protihrupne slušalke, preko katerih predvajamo glasbo in tako zmanjšujemo hrup, ki nastaja med preiskavo, obenem pa lahko na ta način tudi izboljšamo počutje preiskovancev. Namen naše raziskave je primerjati preiskovančevo počutje med MR preiskavo, opravljeno v SBSG, in preiskavo, opravljeno v drugih ustanovah v Sloveniji, v katerih pa večinoma glasbe med preiskavami ne predvajajo.

Cilj raziskave je ugotoviti, ali predvajana glasba med MR preiskavo blagodejno vpliva na preiskovanca in posledično na kakovost MR slike.

## METODE DELA

V raziskavi je sodelovalo 80 preiskovancev, od tega je bilo 43 moških in 37 žensk. Vključitveni kriterij za sodelovanje v raziskavi je bil, da je imel vsak preiskovanec pred MR preiskavo v SBSG že opravljeno enako MR preiskavo (istega dela telesa) v drugi zdravstveni ustanovi v Sloveniji.

Uporabili smo akcijsko raziskovalno strategijo, saj smo v SBSG vsem preiskovancem med MR preiskavo predvajali glasbo. Zaradi akcijske strategije smo potrebovali dovoljenje Etične komisije Splošne bolnišnice Slovenj Gradec.

Rezultate smo dobili z opisno raziskovalno metodo, saj so preiskovanci po končani preiskavi v SBSG izpolnili vprašalnik, ki je bil sestavljen iz 11 vprašanj. Vprašanja so se nanašala na predhodno MR preiskavo, ki je bila opravljena v drugi ustanovi in na preiskavo, opravljeno v SBSG. Temeljna vprašanja so bila:

- Ste med MR preiskavo, ki ste jo imeli v drugi ustanovi, poslušali glasbo?
- Od 0 do 10 ocenite morebiten občutek tesnobe med predhodno MR preiskavo, ki ste jo imeli v drugi ustanovi (kjer 0 pomeni brez občutka tesnobe, 10 pa zelo močan občutek tesnobe).
- Od 0 do 10 ocenite morebiten občutek tesnobe med današnjo MR preiskavo, ki ste jo opravili v SBSG (kjer 0

pomeni brez občutka tesnobe, 10 pa zelo močan občutek tesnobe).

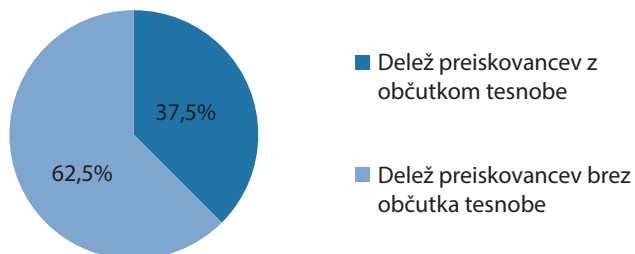
- Od 0 do 10 ocenite stopnjo sproščenosti med predhodno MR preiskavo, ki ste jo imeli v drugi ustanovi (kjer 0 pomeni popolnoma nesproščen, 10 pa popolnoma sproščen).
- Od 0 do 10 ocenite stopnjo sproščenosti med današnjo MR preiskavo, ki ste jo opravili v SBSG (kjer 0 pomeni popolnoma nesproščen, 10 pa popolnoma sproščen).
- Od 0 do 10 ocenite, kako pomembno se Vam je zdelo, da radiološki inženir v SBSG pred vsako posamezno sekvenco sporoči njeno trajanje (kjer 0 pomeni popolnoma nepomembno, 10 pa zelo pomembno).

Z vprašalnikom smo tako dobili podatke o počutju preiskovancev med MR preiskavo v drugih ustanovah po Sloveniji in o počutju med MR preiskavo v SBSG.

## REZULTATI

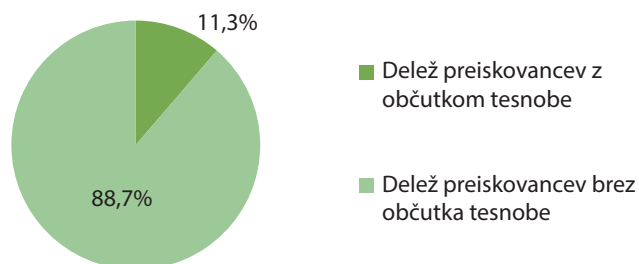
Iz vprašalnikov smo prišli do podatka, da so v drugih ustanovah po Sloveniji samo 17,5 % preiskovancev med MR preiskavo predvajali glasbo, medtem ko smo jo v SBSG predvajali vsem. Med MR preiskavo v drugih ustanovah po Sloveniji je občutek tesnobe doživelo kar 37,5 % preiskovancev. Ti so na lestvici od 0 do 10 stopnjo tesnobe ocenili povprečno na 6,6 ( $\pm 2$ ) (graf 1). Med MR preiskavo v SBSG pa je občutek tesnobe doživelo le 11,3 % preiskovancev, ki so na lestvici od 0 do 10 povprečno stopnjo tesnobe ocenili na 5,4 ( $\pm 1,6$ ) (graf 2).

**OBČUTEK TESNOBE MED MR PREISKAVO V DRUGIH USTANOVAH PO SLOVENIJI**



**Graf 1: Prikaz deleža preiskovancev z občutkom tesnobe in brez nje v drugih ustanovah po Sloveniji.**

**OBČUTEK TESNOBE MED MR PREISKAVO V SBSG**

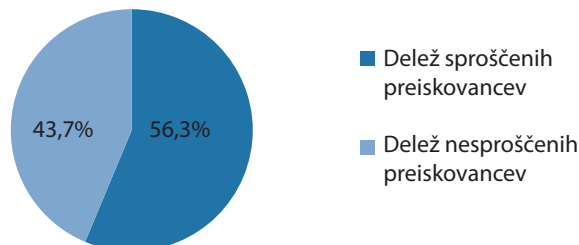


**Graf 2: Prikaz deleža preiskovancev z občutkom tesnobe in brez nje v SBSG.**

V drugih ustanovah po Sloveniji je bilo med MR preiskavo sproščenih 56,3 % preiskovancev. Povprečna ocena stopnje sproščenosti na lestvici od 0 do 10 je bila 6,6 ( $\pm 2,2$ ) (graf 3).

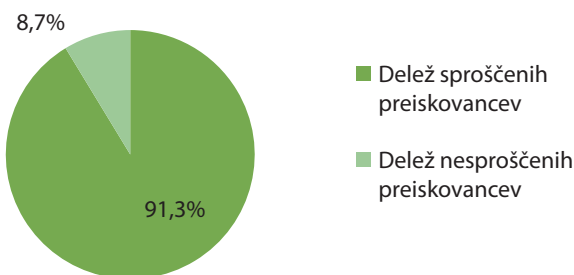
Med MR preiskavo v SBSG pa je bilo sproščenih kar 91,3 % preiskovancev, ki so na lestvici od 0 do 10 stopnjo sproščenosti ocenili s povprečno oceno 8,4 ( $\pm 1,9$ ) (graf 4).

**OBČUTEK SPROŠČENOSTI MED MR PREISKAVO V DRUGIH USTANOVAH PO SLOVENIJI**



**Graf 3: Prikaz deleža sproščenih in nesproščenih preiskovancev med MR preiskavo v drugih ustanovah po Sloveniji.**

**OBČUTEK SPROŠČENOSTI MED MR PREISKAVO V SBSG**



**Graf 4: Prikaz deleža sproščenih in nesproščenih preiskovancev med MR preiskavo v SBSG.**

Na vprašanje: »Kako je predvajanje glasbe med MR preiskavo vplivalo na vas?« je 96,3 % preiskovancev odgovorilo, da je glasba na njih vplivala pozitivno. Da glasba ni imela vpliva oziroma je bila moteča, pa je menilo le 3,7 % preiskovancev. Preiskovancem se je zdelo zelo pomembno, da v SBSG radiološki inženir pred vsako posamezno sekvenco med MR preiskavo sporoči njeno trajanje. Na lestvici od 0 do 10 (kjer 0 pomeni nepomembno, 10 pa zelo pomembno) so povprečno ocenili pomembnost tega sporočila z 9,4 ( $\pm 1,3$ ).

## RAZPRAVA

Kljub temu, da MR predstavlja sodoben in varen način slikanja brez škodljivih učinkov, pa MR preiskava lahko preiskovancem povzroča velike psihične obremenitve, klavstrofobične občutke, tesnobo in različne skrbi. Vzroki za to so predvsem v dolgotrajnosti preiskave, majhnem, utesnjenem prostoru, v katerem se preiskovanec med preiskavo nahaja, visokem hrupu, ki ga proizvede MR aparat in izgubi nadzora nad dogajanjem med preiskavo (Törnqvist, 2010; Enders et al., 2011; Quirk et al., 1989).

Kar 37,5 % preiskovancev je doživelo občutek tesnobe med MR preiskavo v drugih zdravstvenih ustanovah po Sloveniji, medtem ko je med MR preiskavo v SBSG občutek tesnobe doživelo le 11,3 % preiskovancev. Menimo, da je ta rezultat povezan tudi z dobro opravljenim delom radiološkega inženirja v naši bolnišnici. Priprava preiskovanca pred preiskavo je zelo pomembna, saj z dobro razlago o poteku

preiskave in z informiranjem preiskovanca o koristi in varnosti MR preiskave zmanjšamo tesnobi občutek. Podobno sta v svoji raziskavi prikazala tudi Philips in Dearyt (1995). Tesnobi občutek in napetost lahko zmanjšamo tudi z dodatnimi ukrepi, kot sta povečanje svetlosti in dotok svežega zraka v preiskovalnem prostoru, kar sta v svoji raziskavi obravnavala Sherlock in Kanal (1994).

Med MR preiskavo v drugih ustanovah po Sloveniji je bilo sproščenih 56,3 % preiskovancev, med MR preiskavo v SBSG pa kar 91,3 % . Med vzroke za večjo sproščenost bi lahko šteli tudi dejstvo, da so tokrat preiskovanci opravili MR preiskavo že drugič zapovrstjo in so tako že poznali sam potek preiskave. Drugi vzrok pa je lahko vpliv glasbe, saj so raziskave pokazale, da glasba med MR preiskavo pri preiskovancu povzroča naslednje fiziološke učinke: zniža srčni utrip, krvni pritisk in frekvenco dihanja ter blagodejno vpliva na utrujenost (Petrinec Primožič in sod., 2006).

Z raziskavo smo dokazali, da je ob predvajanju glasbe med MR preiskavo trikrat manj preiskovancev doživelo občutek tesnobe, kot pa če se med preiskavo glasba ni predvajala. Kar 96,3 % preiskovancev je odgovorilo, da je glasba na njih vplivala pozitivno in so se zato med njo bistveno bolj počutili. Podobne rezultate o blagodejnih učinkih glasbe je v svoji raziskavi zapisal tudi Földes (2016). Ugotovil je, da glasba med MR preiskavo vpliva na znižanje ravni tesnobe pri preiskovancih, medtem ko uporaba zaščitnih slušalk ravni hrupa ne zmanjša drastično. Predlaga, da je najbolje, če si vsak preiskovanec izbere svojo najljubšo vrsto glasbe, ki mu bo predvajana med preiskavo; nadalje svetuje, da naj ima izbrana glasba podoben ritem kot udarci, ki jih proizvede vibriranje oziroma udarjanje gradientnih tuljav ob ohišje MR aparata v posamezni sekvenci.

S pomočjo vprašalnika smo ugotovili, da se je preiskovancem zdelo zelo pomembno, da v SBSG radiološki inženir pred vsako posamezno sekvenco (slikanjem) preiskovancu sporoči njeno trajanje. Na lestvici od 0 do 10 (kjer 0 pomeni nepomembno, 10 pa zelo pomembno) so ocenili pomembnost na 9,4 ( $\pm 1,3$ ). Podobno lahko zasledimo v študiji Philipsa in Dearyta (1995), ki je pokazala, da je najpogostejša tehnika za zmanjšanje tesnobnih občutkov preiskovanca med MR preiskavo podajanje informacij o dolžini naslednje sekvence.

## ZAKLJUČEK

Naša raziskava je dokazala pomembno vlogo glasbe na počutje preiskovancev med MR preiskavo, zato na podlagi dobljenih rezultatov predlagava, da bi se med vsako MR preiskavo predvajala glasba, prilagojena individualnim željam preiskovancev.

Morda bi lahko našo raziskavo izboljšali še z neposrednim merjenjem krvnega pritiska in srčnega utripa med MR preiskavo in bi tako dobili še natančnejše podatke o vplivu glasbe na počutje preiskovanca.

Raziskave na tem področju so zelo pomembne, saj bodo MR aparati imeli v prihodnosti še močnejše magnetne gradientne in bodo posledično proizvajali še več hrupa, kar bo vplivalo na počutje preiskovanca in zato na kakovost izvedbe MR preiskave.

## LITERATURA

Božič B, Kristanc L, Gomišček G (2013). Magnetna resonanca, pojav z velikimi medicinskim potencialom, a zapletenim fizikalnim odzadjem-1.del: Kratek pregled. Zdrav Vestn 82(11): 746–54.

Burns J L, Labbe E, Arke B et al. (2002). The effects of different types of music on perceived and physiological measures of stress. J Music Ther 39(2): 101–16.

Cho Z H, Park S H, Kim J H, et al. (1997). Analysis of acoustic noise in MRI. Magn Reson Imaging. 15(7): 815–22.

Dantendorfer K, Amering M, Bankier A et al. (1997). A study of the effects of patient anxiety, perceptions and equipment on motion artifacts in Magnetic Resonance Imaging. Magn Reson Imaging 15( 3): 301–6.

Elliott MR, Bowtell RW, Morris PG (1999). The effect of scanner sound in visual, motor, and auditory functional MRI. Magn Reson Med 41(6): 1230–5.

Enders J, Zimmermann E, Rief M, et al. (2011). Reduction of claustrophobia during magnetic resonance imaging: methods and design of the »CLAUSTRO« randomized controlled trial. BMC Med Imaging 11(4): 1–21.

Földes Z (2016). The effects of synchronous music on patients undergoing magnetic resonance imaging. Master's Thesis. Jyväskylä: University of Jyväskylä.

Hattori Y, Fukatsu H, Ishigaki T (2007). Measurement and Evaluation of the acoustic noise of a 3 Tesla MR scanner. Nagoya J Med Sci 69(1–2): 23–8.

Lefevre M (2004). Playing with sound: the therapeutic use of music in direct work with children. Child and Family Social Work 9(4): 33–345.

Kellaris J J, Kent R J (1992). An exploratory investigation of responses elicited by music varying in tempo, tonality, and texture. J Consum Psychol 2(4): 381–401.

Kent D (2006). The Effect of Music on the Human Body and Mind. Senior honors theses. Lynchburg: Liberty University.

McCaffrey R, Locsin R (2004). The effect of music listening on acute confusion and delirium in elders undergoing elective hip and knee surgery. J Clin Nurs 13(6B): 91–6.

Mclsaac H K, Thordarson D S, Shafran R, Rachman S, Poole G (1998). Claustrophobia and the Magnetic Resonance Imaging Procedure. J Behav Med 21(3): 255–68.

McJury M J (1995). Acoustic Noise Levels Generated During High Field MR Imaging. Clin Radiol 50(5): 331–4.

Petrinec Primožič M, Duh Š, Košnik M, Triller N, Eržen D (2006). Vplivi glasbe med bronhoskopijo na bolnikovo počutje. Obzor Zdr N 40(2): 71–4.

Phillips S, Dearyt I J (1995). Interventions to alleviate patient anxiety during Magnetic Resonance Imaging: A review. *Radiography* 1(1): 29-34.

Price D L, De Wilde J P, Papadaki A M, Curran L S, Kitney R I (2001). Investigation of Acoustic Noise on 15 MRI Scanners from 0.2 T to 3 T. *J Magn Reson Imaging* 13(2): 288-93.

Quirk M, Letendre A, Ciottone R, Lingley J (1989). Anxiety in patients undergoing MR imaging. *Radiology* 170(2): 463-6.

Ragnehed M (2009). Functional magnetic resonance imaging for clinical diagnosis-exploring and improving the examination chain. Linköping: LiU-tryck, 3-5.

Ravicz ME, Melcher JR, Kiang NYS (2000). Acoustic noise during functional magnetic resonance imaging. *J Acoust Soc Am* 108(4): 1683-96.

Shellock F, Kanal E (1994). Magnetic resonance: bioeffects, safety and patient management. *Rev Magn Reson Imaging* 4(6): 21-63.

Staum M J, Brotons M (2000). The effect of music amplitude on the relaxation response. *J Music Ther* 37(1): 22-39.

Törnqvist E (2010). Going through magnetic resonance imaging-patients experiences and the value of information and preparation for adults and children. Lund: Media-Tryck, 11-48.

## DELEŽ BOLNIKOV Z RADIODERMATITISOM PRI RADIKALNEM OBSEVANJU RAKA DANKE

### THE PROPORTION OF PATIENTS WITH RADIODERMATITIS CAUSED BY RADICAL RADIOTHERAPY OF RECTAL CANCER

Valerija Žager Marcuš<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Onkološki inštitut Ljubljana, Oddelek za teleradioterapijo, Zaloška 2, 1000 Ljubljana

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

Korespondenca/Correspondence: dr. Valerija Žager Marcuš, univ. dipl. org. in dipl. inž. rad., valerija.zager@zf.uni-lj.si; zagerv@onko-i.si

Prejeto/Recived: 1. 10. 2018

Sprejeto/Accepted: 12. 11. 2018

## IZVLEČEK

**Uvod:** Radiodermatitis (RD) je eden izmed najpogostejših neželenih učinkov zdravljenja z radioterapijo, predvsem pri radikalnem namenu zdravljenja, za katerega so značilne višje skupne doze obsevalne terapije.

**Namen:** Ugotoviti, pri kolikšnem deležu obravnavanih bolnikov z radikalnim obsevanjem raka danke se pojavi RD, v kateri stopnji in ali je stopnja izraženosti odvisna od izbrane obsevalne tehnike.

**Metode:** Zbiranje podatkov v zvezi z deležem pojavnosti RD smo izvedli na oddelku radioterapije Onkološkega inštituta v Ljubljani. Uporabili smo program Webdoctor in digitalne kartoteke. V raziskavi so zajeti podatki bolnikov, ki so bili zdravljeni z radikalnim obsevanjem raka danke od 8. 1.2016 do 9. 12. 2016.

**Rezultati in razprava:** Povprečna starost bolnikov je bila 67,5 let. Od 217 bolnikov v raziskavi je 31 (14,3 %) pri zdravljenju z obsevanjem imelo RD, 186 (85,7 %) bolnikov RD ni imelo. Pri moških se je RD pojavil pri manjšem odstotku bolnikov kot pri ženskah. Pojavil se je kasneje, pri prejeti dozi 35,9 Gy, pri ženskah pa že pri 31,8 Gy. Z enosmerno analizo variance – ANOVA in Hi-kvadrat testom smo dokazali statistično značilno razliko ( $p < 0,001$ ) v povezavi med pojavnostjo RD glede na položaj spodnje meje tumorja v danki (v zgornji, srednji ali spodnji tretjini danke). Največja verjetnost za nastanek RD, pri 33,3 % (18) bolnikov, je pri tumorjih v spodnji tretjini danke.

**Zaključek:** Ugotavljali smo delež bolnikov z RD pri radikalnem obsevanju raka danke. Pojavnost se je z razvojem radioterapevtske opreme, tehnologije in sodobnih obsevalnih tehnik zmanjšala, kar dokazuje tako naša kot tudi druge raziskave.

**Ključne besede:** rak danke, radioterapija, radiodermatitis

## ABSTRACT

**Introduction:** Radiodermatitis (RD) is one of the most common adverse affects of radiotherapy (irradiation), especially in the case of radical treatment, which is characterized by higher total radiotherapy doses.

**Purpose:** The aim of the study was to determine the proportion of patients who developed RD following radical radiotherapy, the grade of RD, and whether the degree to which skin tissues are damaged depends on the selected irradiation technique.

**Methods:** The study on the proportion of RD incidence, which involved collecting data with the Webdoctor program and a form of a digital file of the Institute of Oncology Ljubljana, was carried out at the Department of Radiotherapy. The study included the data of patients who underwent radical irradiation of rectal cancer in the period from January 8 to December 9, 2016.

**Results and discussion:** The average age of the study participants was 67.5 years. Out of 217 patients included in the research, only 31 (14.3 %) developed RD after treatment, while 186 (85.7 %) did not. In male patients, the incidence of RD was lower than in female patients. Additionally, the RD developed later in men than in women. In our study, the onset of RD in men was after 35.9 Gy, while in women it appeared already at a RT dose of 31.8 Gy. The one-way ANOVA and the Chi-squared test showed a statistically significant difference ( $p < 0.001$ ) in relation to the appearance of RD in regards to the position of the lower limit of the tumor (in the first, the second or the third segment of the rectum). The greatest probability of RD formation is in patients with rectal cancer in the lower (first) segment of the rectum (33.3 %; 18).

**Conclusion:** Our study aimed to determine the proportion of patients who develop RD upon undergoing radical radiotherapy of rectal cancer. With the advances of radiotherapy equipment, technology, and modern irradiation techniques, the incidence of RD has decreased. The results of the present study corroborate the findings of previous research conducted worldwide.

**Key words:** rectal cancer, radiotherapy, radiodermatitis

## UVOD

Rak debelega črevesa in danke je eden najpogostejših rakov v razvitem svetu. Rak danke pri manj kot 20 % bolnikov odkrijemo v omejeni obliki, ko za zdravljenje zadošča le operativni poseg. Približno 60 % bolnikov ima ob postavitvi diagnoze že lokalno in/ali področno napredovalo bolezen z visokim tveganjem za ponovitev, zato jih zdravimo kombinirano z obsevanjem. Poleg kirurgije in sistemskega zdravljenja je radioterapija (RT) temeljna metoda zdravljenja raka, s katero naj bi bilo po sodobnih priporočilih zdravljenih vsaj 50 % bolnikov z rakom (Bentzen et al., 2005; Borrás et al., 2016). V sklopu pooperativnega zdravljenja raka danke so bolniki zdravljeni kombinirano z radiokemoterapijo, v sklopu predoperativnega zdravljenja pa le z obsevanjem (kratki režim) ali kombinirano s sočasno kemoterapijo (dolgi režim). Bolnik lahko sočasno z obsevanjem prejema kemoterapijo s kapecitabinom, ki je v obliki tablet. Kapecitabin se šele po absorpciji v telesu spremeni v aktivno citostatično učinkovino (bolj v tumorskem tkivu kot v zdravih tkivih). Na splošno se lahko uporablja samostojno ali v kombinaciji z drugimi zdravili. Kontraindikacije za jemanje so: ishemična bolezen srca, slaba krvna slika in slabo splošno stanje bolnika. Pri jemanju kapecitabina v času obsevanja se lahko pojavijo izpuščaji, največkrat na koži in glavi, luščenje kože, največkrat na podplatih in dlaneh, ter težave s srcem, kot sta angina pectoris ali miokardni infarkt. Če gre za bolnika v slabšem splošnem stanju ali z resnejšimi sočasnimi boleznimi se namesto kapecitabina uporabi 5-fluoracil (5-FU) v obliki infuzije, ki jo prejme v bolnišnici (Diagnosis Internetservices GmbH, 2013).

Radiodermatitis (RD) je eden izmed najpogostejših neželenih učinkov zdravljenja z RT, ki jo uvrščamo med lokalne načine zdravljenja malignih in redkeje nemalignih bolezni. Ob sledenju bolnikov med obsevanjem se v primeru težav z RD priporoča uporaba hidrogelov. Zdravnik pri bolnikih redno preverja dinamiko RD in ustrezno ukrepa po sprejetih priporočilih. Večji del akutnih reakcij odpravijo kmalu, po 2–3 tednih. Pri nekaterih bolnikih lahko težave zaradi RD okrnijo kvaliteto življenja, izjemoma pa je v primeru hujših oblik potrebna začasna prekinitev zdravljenja z obsevanjem ali pa te pustijo estetske posledice (Seite et al., 2017). Učinek je omejen na mesto absorpcije ionizirajočih žarkov. Kožna reakcija na obsevanje se v različnih oblikah razvije kar pri 95 % obsevanih bolnikov (Chan et al., 2014; Mcquestion, 2011), čeprav jo zadnje čase ob uporabi sodobnejše tehnologije zaznamo redkeje. Raziskave kažejo, da je z uporabo sodobnih metod zdravljenja delež RD minimalen in zanemarljiv. S kompleksnejšo tehniko obsevanja, npr. z intenzivno modulirano radioterapijo (IMRT), zmanjšamo pojavnost RD za 20–40 % (Chan et al., 2014). RD se kot neželeni učinek zdravljenja z obsevanjem najpogosteje pojavi predvsem pri radikalni obliki zdravljenja, kjer so značilne višje skupne doze obsevalne terapije, kot tudi pri nizko ležečih tumorjih, kjer pri obsevanju uporabljamo bolus. Pri teh bolnikih se kažejo težave v obliki RD različnih stopenj, pekoče bolečine, ki se razprostirajo perianalno, boleče, pekoče ali ovirano uriniranje, krvav urin, bolečine po zunanjem spolovilu, pekoče bolečine v sečnici ter zaprtje in bolečine ob defekaciji (Razboršek et al., 2018). RD se lahko razvije v nekaj urah ali tednih po začetku obsevanja, najpogosteje po dveh do treh tednih. Prisotnost RD je možna še v času od dveh do štirih tednov po končanem zdravljenju

(Pignol et al., 2008; Naylor in Mallett, 2001; Mendelsohn et al., 2002). Za klasifikacijo stopenj RD se uporablja RTOG lestvica (radiation therapy oncology group) ali razvrstitev NCI CTCAE (National cancer institut common terminology criteria for adverse events). Pojavnost RD razdelimo na stopnje od 0 do 4: ni vidnih sprememb na koži (0), blaga rdečica ali suho luščenje kože, ki je omejeno na področje kožnih gub, zmeren edem (1), zmerna rdečica, neenotno luščenje kože, večinoma omejeno na kožne gube, zmeren edem (2), vlažno luščenje kože ne le na področjih kožnih gub, izrazitejši edem (3), ulceracija ali nekroza kože (4) (Salvo et al., 2010). Raziskava bo pokazala delež RD pri bolnikih, ki so radikalno obsevali rak danke bodisi predoperativno ali pooperativno, v določenem časovnem obdobju v odvisnosti od različnih faktorjev.

## NAMEN

Po pregledu dokumentacije iz baze podatkov Onkološkega inštituta v Ljubljani želimo ugotoviti, pri kolikšnem deležu obravnavanih bolnikov z radikalnim obsevanjem raka danke se pojavi RD, v kateri stopnji in ali je stopnja izraženosti odvisna od izbire obsevalne tehnike. Predvidevali smo, da je pojavnost RD pri uporabi sodobnih tehnik obsevanja manjša.

## METODE

Raziskavo smo izvedli na Onkološkem inštitutu (OI) v Ljubljani, na oddelku za teleradioterapijo (TRT). Uporabili smo retrospektivno metodo raziskovanja in deskriptivno metodo dela s pregledom literature. Raziskava v zvezi z deležem pojavnosti RD je potekala z uporabo programa Webdoctor in digitalnih kartotek OI Ljubljana. Pridobili smo podatke o RD, ki jih je beležil zdravnik radioterapevt med potekom obsevanja. V raziskavo je bilo vključenih 217 bolnikov z rakom danke (N = 217). 92,6 % bolnikov je bilo obsevanih radikalno, s tridimenzionalno konformno radioterapijo (3D CRT), z IMRT oziroma z volumetrično modulirano ločno terapijo (VMAT) pa 7,4 %, in sicer od 8. 1. 2016 do 9. 12. 2016. Obsevali so se na linearnem pospeševalniku, večinoma s fotoni energije 15 MV (93 %), nekateri pa s 6 MV. Zdravili so se s predoperativnim obsevanjem, z dolgim režimom s tumorsko dozo (TD) 50,4 ali 54 Gy (51,2 %) ali s kratkim režimom s TD 25 Gy (42,4 %) oziroma pooperativno s TD 50,4 Gy (6,4 %). Poleg obsevanja so nekateri prejeli tudi kemoterapijo, 53 % jih je prejelo kapecitabin, 6,9 % pa 5-FU.

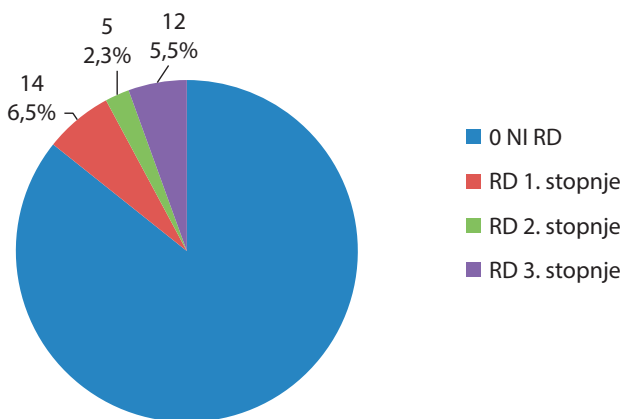
Za izvedbo raziskave smo pridobili dovoljenja Komisije za strokovno oceno protokolov kliničnih raziskav na Onkološkem inštitutu (6. 7. 2017, ERID-KSOPKR/75) in Etične komisije Onkološkega inštituta Ljubljana (14. 7. 2017, ERID-EK/59).

Za analizo in ovrednotenje podatkov smo uporabili računalniški program Microsoft Excel 2016 in IBM SPSS Statistics 24. Statistično značilne spremembe smo ocenili pri p-vrednosti  $p \leq 0,05$  (stopnja tveganja 5 %). Za ugotavljanje razlik med skupinama/i smo uporabili Hi-kvadrat test v primerih, ko je bila naša odvisna spremenljivka nominalnega tipa. S pomočjo Shapiro Wilk testa smo ugotovili, da se naše odvisne spremenljivke številskega tipa porazdeljujejo normalno, zato smo za ugotavljanje razlik med dvema neodvisnima vzorcema uporabili t-test za dva neodvisna vzorca. Za ugotavljanje razlik med več kot dvema neodvisnima vzorcema smo uporabili enosmerno analizo variance – ANOVA, ki jo uporabimo takrat,

ko nas zanima razlika med več kot dvema skupinama. Tako s t-testom kot analizo variance smo ugotavljali ali se aritmetične sredine vzorčnih skupin med seboj statistično značilno razlikujejo.

## REZULTATI IN RAZPRAVA

V rezultatih raziskave smo z analizo zbranih podatkov predstavili delež RD pri bolnikih, ki so se zdravili z radikalnim obsevanjem raka danke v odvisnosti od različnih faktorjev. Povprečna starost bolnikov, ki so bili vključeni v raziskavo, je bila 67,5 let. Najmlajši je bil star 40 let, najstarejši pa 89 let. Žensk je bilo 76 (35 %), moških pa 141 (65 %). Od zajetih 217 bolnikov je je imelo RD le 31 (14,3 %), pri 186 bolnikih (85,7 %) RD ni bil zabeležen (slika 1).

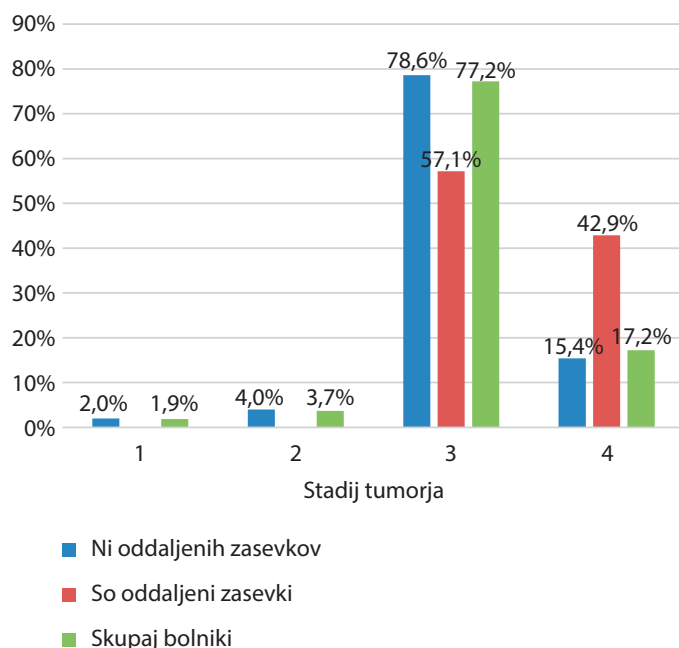


Slika 1: Pojavnost RD pri obsevanih bolnikih

Med tistimi bolniki, ki so imeli RD, je bil v največji meri prisoten RD 1. stopnje, sledil je RD 3. stopnje. Ta je bil zabeležen pri bolnikih z nizko ležečimi tumorji, pri katerih smo v primeru globine tumorja od 0–1 cm od anusa uporabljali bolus. Večja pojavnost RD je v tem primeru pričakovana, saj koža prejema višjo obsevalno dozo. Manj je bilo RD 2. stopnje. Od 31 bolnikov v raziskavi, ki so imeli RD, je le-ta pri 12 bolnikih trajal 2 tedna, pri 8 1 teden, pri 7 je trajal 3 tedne, pri 2 4 tedne, pri 1 5 tednov in pri 1 bolniku 6 tednov. Kot v naši raziskavi, so tudi v raziskavi Schneider et al. (2015) rezultati pokazali, da se RD običajno razvije po zaključenem drugem tednu zdravljenja z obsevanjem. 87 % bolnikov, pri katerih je bil izražen RD, se je obsevalo s fotoni energije 15 MV s 3D CRT. IMRT oziroma VMAT obsevalna tehnika se je v naši raziskavi uporabila pri 13 % bolnikov. Megavoltne obsevalne naprave, kot so linearni pospeševalniki z višjimi energijami (od 6 do 18 MV), zagotavljajo večje dozne odmerke globlje v tkivu (od 1,5 do 3 cm pod površino kože), s tem pa se zmanjša neugoden učinek na kožo, tudi v obliki RD (Mcquestion, 2011). Z uporabo sodobnih tehnik obsevanja in višjih MV energij, se je nizka stopnja pojavnosti RD (le 14,3 %) pri radikalnem obsevanju raka danke izkazala tudi v naši raziskavi. Do podobnih ugotovitev so prišli tudi v raziskavi Freedman et al., 2009.

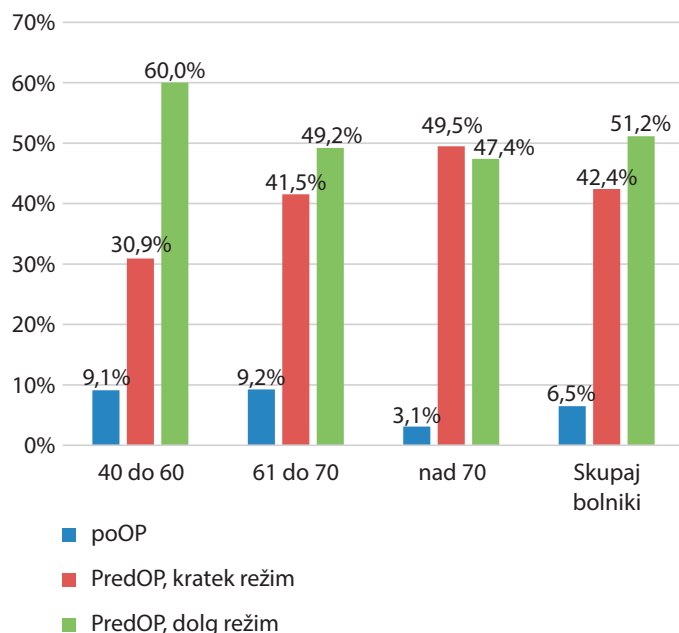
S klasifikacijo TNM, ki jo uporabljamo za določitev stadija raka debelega črevesa in danke (Velenik et al., 2011), smo ugotovili, da je v povprečju 77,2 % bolnikov, torej največ, bilo v 3. stadiju bolezni, 17,2 % v 4., 3,7 % v 2. in najmanj, le 1,9 % v 1. stadiju bolezni. Pri enem bolniku T ocena ni bila možna, pri enem pa je šlo za lokalno ponovitev bolezni. Področne bezgavke je imelo

prizadete 84,8 % bolnikov od vseh sodelujočih v raziskavi. Bolniki brez oddaljenih zasevkov (93,5 %) so bili po klasifikaciji TNM v 16,3 % brez prizadetih področnih bezgavk, stopnja N1 (zasevki v eni do treh področnih bezgavkah) je bila pri 43,3 %, N2 (zasevki v štirih ali več področnih bezgavkah) pri 38,4 % in N2a ali N2b pri 2 %. Bolnikov z oddaljenimi zasevki je bilo 6,5 %, v povprečju med 3. in 4. stadijem bolezni (slika 2). Med njimi nihče ni bil brez prizadetih področnih bezgavk. Razlika med bolniki, ki so imeli oddaljene zasevke in tistimi, ki jih niso imeli, je statistično značilna ( $p = 0,015$ ).



Slika 2: Prisotnost/odsotnost oddaljenih zasevkov glede na stadij tumorjev

Zanimala nas je povezanost med vrsto RT in stadijem bolezni. Predoperativno RT po dolgem režimu je prejelo največ bolnikov v 3. (80,9 %) in 4. stadiju bolezni (17,3 %). Predoperativno RT s 25 Gy je prejelo največ bolnikov v 3. stadiju (75 %), pooperativno

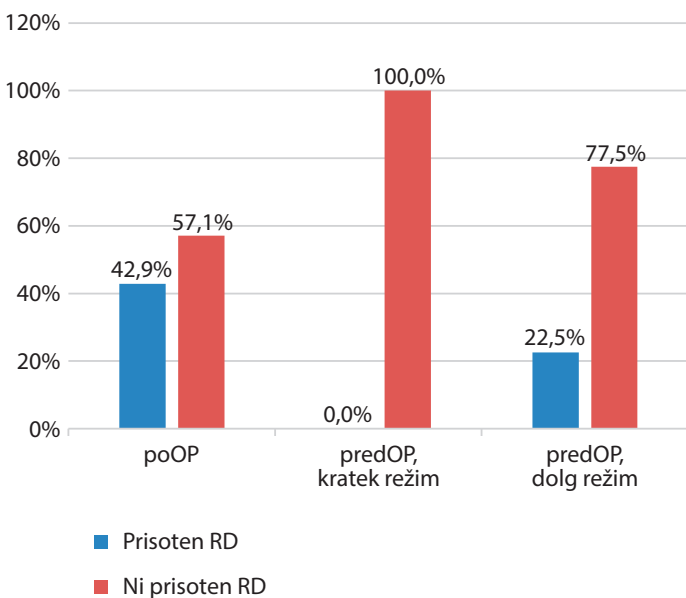


Slika 3: Povezava med starostnimi skupinami bolnikov in vrsto RT



pa 61,5 % bolnikov, tudi v 3. stadiju bolezni. Največ bolnikov v 3. stadiju bolezni je bilo obravnavanih s predoperativno RT po dolgem režimu. S testom Hi-kvadrat smo ugotovili, da je razlika med vrsto RT in stadijem bolezni statistično značilna ( $p < 0,001$ ). Povezava med vrsto prejete RT in starostnimi skupinami bolnikov (slika 3) je pokazala, da je največ bolnikov v starostnih skupinah od 40 do 60 let (60 %) in od 61 do 70 let (49,2 %) prejelo predoperativno RT po dolgem režimu. V starostni skupini nad 70 let je največ (49,5 %) bolnikov prejelo predoperativno RT po kratkem režimu. S testom Hi-kvadrat smo ugotovili, da razlike niso statistično značilne ( $p = 0,131$ ).

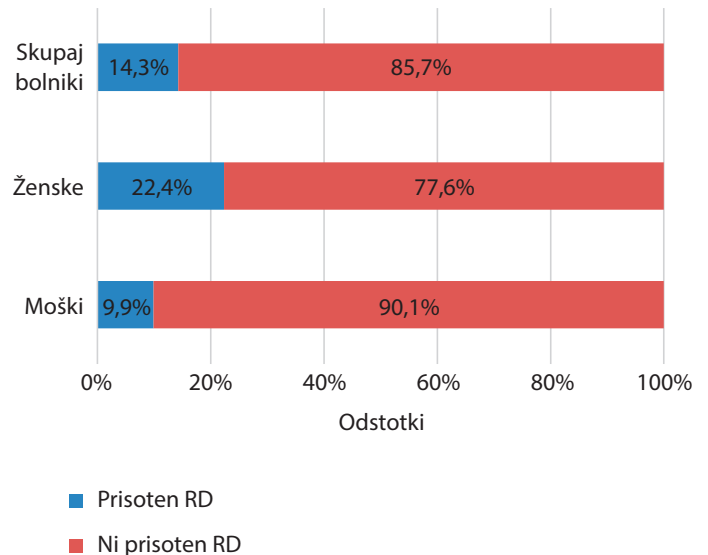
Pojavnost RD je bila največja v skupini s pooperativnim obsevanjem, sledi skupina bolnikov, zdravljenih predoperativno z dolgim režimom. Bolniki s predoperativnim obsevanjem po kratkem režimu RD niso imeli, saj je njihovo zdravljenje trajalo le 1 teden, kar pa je premalo za razvoj akutne toksičnosti, torej tudi za razvoj RD (slika 4). Poleg tega ti bolniki niso prejeli sočasne kemoterapije, ki deluje tudi kot radiosenzibilizator in poveča neželene učinke zdravljenja. V nekaj primerih se je kemoterapija naknadno ukinita zaradi dodatnih zdravstvenih zapletov. Test Hi-kvadrat je pokazal statistično značilno razliko v pojavnosti RD glede na skupno prejeto TD ( $p < 0,001$ ).



Slika 4: Pojavnost RD glede na vrsto RT – pred ali pooperativna RT

V raziskavi smo ugotavljali ali obstaja povezava med pojavnostjo RD glede na položaj spodnje meje tumorja v danki. 54 bolnikom je bila v povprečju določena spodnja meja tumorja na 2,9 cm (spodnja tretjina), 114 na 6,7 cm (srednja tretjina) in 49 na 11,2 cm (zgornja tretjina) od anusa. Z enosmerno analizo variance – ANOVA in Hi-kvadrat testom smo dokazali, da je razlika statistično značilna ( $p < 0,001$ ). Če je tumor v spodnji (prvi) tretjini, je verjetnost za nastanek RD največja. Od bolnikov, ki so imeli RD, se je le-ta pojavil pri 18 bolnikih (33,3 %) s tumorjem v spodnji tretjini. Pri tumorjih v drugi tretjini je bil RD prisoten pri 13 bolnikih (11,4 %), pri tumorjih v zgornji tretjini pa ni bil zabeležen pri nobenem.

Rezultati, ki predstavljajo vpliv spola na pojavnost RD (slika 5), so pokazali, da med spoloma obstajajo statistično značilne



Slika 5: Pojavnost RD glede na spol

razlike (Hi-kvadrat test,  $p = 0,012$ ). Pri moških se RD pojavi manjkrat kot pri ženskah (Meyer et al., 2011). Prav tako smo ugotovili, da se RD pri moških v povprečju razvije kasneje, pri prejeti dozi 35,9 Gy, pri ženskah pa že pri dozi 31,8 Gy. S t-testom smo ugotovili, da razlika med spoloma glede na dozo, pri kateri se pojavi RD, ni statistično značilna ( $p = 0,238$ ).

## ZAKLJUČEK

V raziskavi smo ugotavljali delež bolnikov z RD pri radikalnem obsevanju raka danke. V primerjavi z navedbami v literaturi, da se RD pojavlja pri 95 % obsevanih bolnikov, ugotavljamo, da je pri 217 v raziskavo zajetih bolnikih pojavnost RD pri bolnikih z radikalnim obsevanjem raka danke nizka. Pri 186 bolnikih (85,7 %) RD nismo beležili, pri 31 bolnikih (14,3 %) pa se je razvil, od tega RD 1. stopnje kar v 45,2 % primerov vseh zabeleženih RD. Pojavnost RD se z razvojem radioterapevtske opreme, tehnologije in sodobnih obsevalnih tehnik zmanjšuje, kar je razvidno tudi iz naše raziskave glede na uporabljene obsevalne tehnike in višje MV energije, s katerimi so bili obsevani bolniki (93 % s 15 MV). Tudi druge raziskave dokazujejo zmanjšanje RD za 20–40 % ob uporabi kompleksnejših tehnik obsevanja. Ker je cilj vsakega zdravljenja z obsevanjem povzročiti čim manj neželenih učinkov zdravljenja, bo smiselno proučiti pojavnost RD v določenem preseku časa tudi pri ostalih vrstah raka, kjer se le-ta pojavlja.

## LITERATURA

Bentzen SM, Heeren G, Cottier B, Slotman B, Glimelius B, Livens Y et al. (2005). Towards evidence-based guidelines for radiotherapy infrastructure and staffing needs in Europe: the ESTRO QUARTS project. *Radiother Oncol* 7(3)5: 355–65.

Borras JM, Lievens Y, Barton M, Corral J, Ferlay J, Bray F et al. (2016). How many new cancer patients in Europe will require radiotherapy by 2015? An ESTRO-HERO analysis. *Radiother Oncol* 119(1): 5–11. doi: 10.1016/j.radonc.2016.02.016.

- Chan RJ, Webster J, Chung B, Marquard L, Ahmed M, Garantziotis S (2014). Prevention and treatment of acute radiation-induced skin reactions: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Cancer* 14:53. doi.org/10.1186/1471-2407-14-53.
- Diagnosia Internetservices GmbH (2013). [Citirano 15.7 2013; 8.16.]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.diagnosia.com/si/zdravila/xeloda-500-mg-filmsko-oblozene-tablete;<18.1.2018>>.
- Freedman GM, Li T, Nicolaou N, Chen Y, Ma CC, Anderson PR (2009). Brest intensity -modulated radiation therapy reduces time spent with acute dermatitis for women of all breast sizes during radiation. (2009). *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 74(3):689–694. doi.org/10.1016/j.ijrobp.2008.08.071.
- Mcquestion M (2011). Evidence-based skin care. Management in radiation therapy: clinical update. *Semin oncol nurs* 27(2):1–17. doi: 10.1016/j.soncn.2011.02.009.
- Mendelsohn FA, Divino CM, Reis ED, Kerstein MD (2002). Wound care after radiation therapy. *Adv Skin Wound Care* 15(5): 216–24.
- Meyer F, Fortin A, Wang CS et al. (2011). Predictors of severe acute and late toxicities in patients with localized head and neck cancer treated with radiation therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 82(4):1454–62. doi: 10.1016/j.ijrobp.2011.04.022.
- Naylor W, Mallett J (2001). Management of acute radiotherapy induced skin reactions: a literature review. *Eur J Oncol Nurs*. 5(4):221–23.
- Pignol JP, Olivotto I, Rakovitch E, Gardner S, Sixel K, Beckham W et al. (2008). A multicenter randomized trial of breast intensity-modulated radiation therapy to reduce acute radiation dermatitis. *J Clin Oncol*. 26 (13):2085–92.
- Razboršek A, Štrljč K, Verstovšek E, Žager Marciuš V (2018). Pojavnost stranskih učinkov pri obsevanju raka danke in analnega kanala z uporabo bolusa. V: Podobnik G, ur.: Zbornik predavanj in posterjev IV. Kongresa Društva radioloških inženirjev Slovenije, Zreče, 25.–26. maj 2018. Ljubljana: Društvo radioloških inženirjev Slovenije. Bilten 35(supl. 1): 10–11.
- Salvo N, Barnes E, van Draanen J, Stacey E, Mitera G, Breen D et al. (2010). Prophylaxis and management of acute radiation-induced skin reactions: a systematic review of the literature. *Curr Oncol*. 17(4), 94–112.
- Schneider F, Reichembach Danski MT, Adami Vayego S (2015). Usage of *Calendula officinalis* in the prevention and treatment of radiodermatitis: a randomized double-blind controlled clinical trial. *Rev Esc Enferm USP* 49(2):220–26. doi.org/10.1590/S0080-623420150000200006.
- Seite S, Bensadoun RJ, Mazer JM (2017). Prevention and treatment of acute and chronic radiodermatitis. *Breast Cancer (Dove Med Pres.)* 9: 551–57. doi.org/10.2147/BCTT.S149752.
- Velenik V, Oblak I, Reberšek M, Potrč S, Omejc M, Jelenc F, Edhemović I (2011). Smernice za obravnavo bolnikov z rakom debelega črevesa in danke. *Onkologija, priporočila XV* (1), 18–25.



