



glasilo Društva radioloških inženirjev Slovenije

**MAGNETNORESONANČNA-ULTRAZVOČNO FUZIJSKO VODENA BIOPSIJA
PROSTATE**

**ZADOVOLJSTVO PACIENTOV Z DELOM RADIOLOŠKIH INŽENIRJEV IN STORITVAMI
RADIOLOŠKEGA ODDELKA V SPLOŠNI BOLNIŠNICI SLOVENJ GRADEC**

VLOGA RADIOTERAPIJE PRI ONKOLOŠKIH URGENTNIH STANJIH

ANALIZA NEMA BODY FANTOMA PRI HIBRIDNEM SLIKANJU SPECT/CT IN PET/CT

**COMPUTED TOMOGRAPHY-GUIDED BIOPSY OF PULMONARY LESIONS:
DIAGNOSTIC YIELD AND COMPLICATION RATE**

letnik
36
številka
2
leto
2019

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 Marcuš

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

Lektor angleškega jezika / Proofreader of English version:

Terry T. Jackson

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

Naklada / Number of copies:

550 izvodov / 550 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.

Diagnostična radiološka tehnologija**5***Žan Jevšnik, Nika Zalokar, Miran Jeromel***MAGNETNORESONANČNA-ULTRAZVOČNO FUZIJSKO VODENA BIOPSIJA PROSTATE***MAGNETIC RESONANCE IMAGING-ULTRASOUND FUSION-GUIDED PROSTATE BIOPSY***Diagnostična radiološka tehnologija****12***Ana Ramšak, Matic Kavčič, Tina Starc***ZADOVOLJSTVO PACIENTOV Z DELOM RADIOLOŠKIH INŽENIRJEV IN STORITVAMI****RADIOLOŠKEGA ODDELKA V SPLOŠNI BOLNIŠNICI SLOVENJ GRADEC***PATIENT SATISFACTION WITH WORK OF RADIOLOGICAL ENGINEERS AND SERVICES**RADIOLOGICAL DEPARTMENTS IN GENERAL HOSPITAL SLOVENJ GRADEC***Radioterapevtska tehnologija****18***Valerija Žager Marciuš***VLOGA RADIOTERAPIJE PRI ONKOLOŠKIH URGENTNIH STANJIH***THE ROLE OF RADIOTHERAPY IN ONCOLOGICAL EMERGENCIES***Nuklearnomedicinska tehnologija****23***Sebastijan Rep***ANALIZA NEMA BODY FANTOMA PRI HIBRIDNEM SLIKANJU SPECT/CT IN PET/CT***NEMA BODY PHANTOM ANALYSIS IN HYBRID IMAGING SPECT/CT AND PET/CT***Diagnostična radiološka tehnologija****29***Ena Mršič, Ana Mršič, Eduard Oštarijaš, Melita Kukuljan***COMPUTED TOMOGRAPHY-GUIDED BIOPSY OF PULMONARY LESIONS: DIAGNOSTIC
YIELD AND COMPLICATION RATE**

Spoštovane kolegice, spoštovani kolegi!

Priprave na 5. kongres DRI so že v polnem teku. Upam, da se ga boste udeležili v čim večjem številu, saj je to ena izmed redkih priložnosti, da boste srečali veliko število kolegov. Prav tako pa je to tudi možnost za izmenjavo izkušenj in znanj, sklepanje novih poznanstev in nenazadnje tudi druženje. Kongres bo potekal v Rimskih termah 22. in 23. maja prihodnje leto. Na spletni strani društva, natančneje na povezavi http://radioloski-inzenirji.si/2019/06/11/5_kongres_dri_rimske_term/, najdete vse informacije glede priprave oddaje prispevkov, katerih rok je 15. 10. 2019. Prav tako si lahko ogledate okviren program po sklopih. Kotizacija za člane DRI (zgodnja kotizacija) zopet znaša samo 50 eur.

Bliža se tudi Evropski kongres radiologije (ECR), ki tako kot vsako leto poteka na Dunaju. Evropsko združenje radiologov je povabilo Slovenijo, da se na kongresu predstavi v okviru kampanje »ECR meets«. ECR je že nekaj let tudi uraden evropski kongres radioloških inženirjev, potrjen s strani Evropske federacije društev radioloških inženirjev (EFRS). Tako nas je doletela še dodatna čast in se bomo lahko predstavili tudi kot država v okviru kampanje »EFRS meets«. Za enkrat lahko povem, da so šestim radiološkim inženirjem iz Slovenije že potrdili vabljen predavanja in 2 moderatorstvi. Rok za oddajo znanstvenih prispevkov je 10. 10. 2019, tako, da imate še nekaj časa, da pripravite svoj prispevek. Da pokažemo Evropi in svetu, kako dobro delamo tudi pri nas.

Pred vami je že letošnja druga številka Biltena. V reviji lahko zopet najdete opis primera, ter 3 izvirne znanstvene članke, od katerih je en iz tujine in je v celoti napisan v angleškem jeziku. Izvirni znanstveni članki pokrivajo vsa področja radiološke tehnologije, prvi je s področja diagnostične radiološke tehnologije, drugi iz radioterapevtske tehnologije in tretji iz nuklearno medicinske. Poleg tega pa je prvič v reviji objavljen tudi pregledni znanstveni članek. Sedaj lahko tudi v Biltenu najdete vse zvrsti člankov, od opisa primera, strokovnega članka, izvirnega znanstvenega članka in preglednega znanstvenega članka. Upam, da vas bodo članki, poleg branja, vzpodbudili tudi k pisanju, saj imate v naši reviji sedaj predstavljene vse zvrsti. Zelo sem vesel, da imamo tokrat po dolgem času tudi članek, ki je v celoti napisan v angleškem jeziku. V uredništvu revije bi si želeli čim več angleških člankov izpod rok slovenskih avtorjev, saj bo tako naša revija še bolj pridobila na veljavi tudi v tujini. Od začetka leta 2009 se v mednarodni bazi podatkov CINAHL Plus indeksirajo vsi izvlečki, ki so napisani v angleškem jeziku.

Ker je druga številka Biltena zaradi pridobitve zadostnega števila člankov izšla prej kot po navadi, v njej žal ni objavljen plana izobraževanj za naslednje koledarsko leto. Bo pa plan pravočasno objavljen na spletni strani društva, kjer najdete tudi vse informacije o delovanju DRI, sestankih sekcij in celoten arhiv revije Bilten.

Lep pozdrav,

*Urednik Biltena
Nejc Mekiš*

MAGNETNORESONANČNA-ULTRAZVOČNO FUZIJSKO VODENA BIOPSIJA PROSTATE

MAGNETIC RESONANCE IMAGING-ULTRASOUND FUSION-GUIDED PROSTATE BIOPSY

Žan Jevšnik¹, Nika Zalokar², Miran Jeromeš³

¹ Univerza v Mariboru, Medicinska fakulteta, Taborska ulica 8, 2000 Maribor

² Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana

³ Splošna bolnišnica Slovenj Gradec, Oddelek za diagnostično in intervencijsko radiologijo, Gosposvetska cesta 1, 2380 Slovenj Gradec

Korespondenca/Correspondence: Žan Jevšnik; e-pošta: zan.jevsnik@gmail.com

Prejeto/Received: 26. 4. 2019

Sprejeto/Accepted: 4. 7. 2019

IZVLEČEK

Uvod: Najpogostejši rak pri moških v Sloveniji je rak prostate. Zaradi njegovega počasnega razvoja sprva bolniki običajno ne občutijo težav. Pomembna je zgodnja diagnostika in histološka potrditev. Standardni način diagnosticiranja raka prostate je transrektalna ultrazvočno (TRUZ) vodena biopsija prostate. V zadnjem času pa se uveljavlja natančna magnetnoresonančna (MR) - ultrazvočno (UZ) fuzijsko vodena biopsija, ki temelji na multiparametričnem MR (mpMRI) prikazu raka prostate.

Namen: Predstavitev nove metode MR-UZ fuzijsko vodene biopsije prostate, njenega tehničnega ozadja in izvedbe, ter iz literature razbrati točnost TRUZ vodene ter MR-UZ fuzijsko vodene biopsije prostate.

Metode dela: Uporabili smo deskriptivno metodo raziskovanja. Opravili smo kritični pregled strokovne in znanstvene literature, izdane med letoma 2012 in 2018.

Rezultati in razprava: TRUZ vodena biopsija predstavlja standardni postopek diagnosticiranja raka prostate. Iz periferne cone prostate se brez osredotočanja na specifične lezije odvzame 8–12 vzorcev. Tumorji sprednjega predela prostate so običajno spregledani. MpMRI je najboljša slikovna metoda za prikaz primarnih pomembnih rakov prostate, vendar še ni tako specifična in občutljiva, da bi lahko nadomestila biopsijo prostate. MR-UZ fuzijsko vodena biopsija združuje diagnostično natančnost MR slikanja za odkrivanje sumljivih lezij prostate s TRUZ biopsijo. S to metodo se potrjujejo klinično pomembni raki z manjšim številom biopsij. Metoda počasi prevladuje nad TRUZ vodeno biopsijo zaradi večje diagnostične natančnosti, manjšega števila zapletov, manjše bolečine in manjšega neugodja v primerjavi s TRUZ vodeno biopsijo.

Zaključek: MR-UZ fuzijsko vodena biopsija prostate predstavlja obetajočo novo tehniko. Zaradi natančnejšega diagnosticiranja in določanja ocene tveganja ter posledično boljšega zdravljenja ponuja rešitve za trenutne omejitve standardne TRUZ biopsije prostate.

Glavne besede: rak prostate, transrektalna ultrazvočna biopsija, fuzijsko slikanje, mpMRI, MR-UZ fuzijsko vodena biopsija

ABSTRACT

Introduction: Prostate cancer is the most frequently diagnosed cancer in Slovenia. Initially, patients usually do not experience any symptoms. Early diagnosis is, therefore, of the utmost importance. Transrectal ultrasonography (TRUS)-guided biopsy is still the standard of care for diagnosis of prostate cancer. However, more accurate magnetic resonance imaging (MRI) – ultrasound (US) fusion guided biopsy based on multiparametric magnetic resonance imaging (mpMRI) is a currently rapidly evolving method.

Purpose: To present the new method called MRI-US fusion-guided prostate biopsy, its technical background, clinical application, and to determine the accuracy of TRUS and MRI-US guided biopsy.

Methods: Descriptive method was used. A critical review of the literature published between 2012 and 2018 was made.

Results and Discussion: TRUS-guided biopsy is an invasive diagnostic method most frequently used for prostate biopsy. 8 to 12 samples of prostate tissue are taken without focusing on the specific lesions. Tumours of anterior part of the prostate are usually missed. MpMRI is the best method of visualising primary significant prostate cancer. MRI-US fusion-guided biopsy detects more clinically significant cancers using fewer biopsy cores compared to TRUS biopsy. This new method is slowly overtaking TRUS-guided biopsy not only due to its better diagnostic accuracy but also due to less complications and pain in comparison to TRUS-guided biopsy.

Conclusion: MRI-US fusion-guided prostate biopsy is an emerging new technique that offers solutions to current limitations of standard TRUS-guided biopsy. It enables more accurate diagnosis, better risk evaluation and consequently better treatment.

Keywords: prostate cancer, transrectal ultrasonography-guided biopsy, fusion imaging, multiparametric magnetic resonance imaging, magnetic resonance imaging-ultrasound fusion-guided biopsy

UVOD

Prostata je moška spolna žleza, ki leži pred danko, med vratom sečnika in urogenitalno diafragmo. Otipamo jo lahko transrektalno oziroma skozi črevo (Hawlina in sod., 2018). Rak prostate je najpogostejši rak pri moških v Evropi, kot tudi v Sloveniji. Leta 2015 je bilo v Sloveniji 1599 novih primerov raka prostate oziroma 20,3% vseh na novo odkritih rakov pri moških (Zadnik et al., 2018).

Zaradi počasnega razvoja raka prostate bolnik leta ne občuti težav. Rak je najprej omejen le na prostato, z večanjem pa začne pritiskati na sečnico. Najpogostejše imajo bolniki težave z uriniranjem, slaboten curek seča, pri odvajanju seča se napenjajo in imajo občutek, da ne izprazni mehurja v celoti (Hawlina in sod., 2018).

Pri sumu na raka prostate diagnostični postopek vključuje anamnezo, klinični pregled, določitev vrednosti prostatičnega specifičnega antigena (PSA), digitorektalni pregled prostate (DRP), transrektalni ultrazvok (TRUZ) prostate z biopsijo prostate in multiparametrično magnetno resonanco (mpMRI) (Hawlina in sod., 2018).

Standardni način diagnosticiranja raka prostate predstavlja slepa, ne-tarčna, sistematska, transrektalna ultrazvočno (TRUZ) vodena biopsija prostate (Sugano et al., 2017). Napredek na področju slikovne diagnostike je vodil do vpeljave magnetne resonance (MR) za odkrivanje raka prostate s posledičnim razvojem s programsko opremo omogočene registracije, ki omogoča integracijo MR in UZ v realnem času med biopsijo prostate (Kongnyuy et al., 2016). Govorimo o MR-UZ fuzijsko vodeni biopsiji prostate.

NAMEN

Namen preglednega članka je predstaviti novo metodo MR-UZ fuzijsko vodeno biopsijo prostate, njeno tehnično ozadje ter izvedbo. Prav tako želimo opisati prednosti in slabosti MR-UZ fuzijsko vodene biopsije in standardne TRUZ biopsije. Cilj članka je iz literature razbrati točnost posamezne metode, in ali je vpeljava nove tehnike na področje odkrivanja raka prostate smiselna.

METODE DELA

Uporabili smo metodo sistematičnega pregleda strokovne in znanstvene slovenske ter angleške literature, ki smo jo iskali v podatkovnih zbirkah PubMed (2019), ScienceDirect (2019) in EBSCOhost preko Medline (2019). Iskanje literature je potekalo od začetka februarja 2019 do marca 2019. Ključne besede pri iskanju tuje literature so bile: prostate cancer, prostate biopsy, MRI and ultrasound fusion imaging, fusion imaging, MRI-US, transrectal biopsy in MRI-US guided prostate biopsy. Pri iskanju slovenske literature smo uporabili kombinacije ključnih besed: rak prostate, transrektalna ultrazvočna biopsija in fuzijsko slikanje. Kriterij izbora je bil dostopnost besedila v celoti, izključitveni kriteriji pri iskanju literature pa so bili: strokovna literatura z omenjenim iskalnim nizom, objavljena pred letom 2012 in članki, ki so bili objavljeni le kot povzetki. Uporabili smo literaturo, izdano med letoma 2012 in 2018, ki zadeva TRUZ vodeno biopsijo prostate, mpMRI slikanje in MR-UZ fuzijsko vodeno biopsijo prostate. Izključili smo literaturo, ki v naslovu, izveščku ali ključnih besedah ni vsebovala vsaj ene

Tabela 1: Povzetki ključnih raziskav

Avtor in leto	Namen	Raziskovalni dizajn	Zbiranje in analiza podatkov	Lastnosti vzorca	Ključne ugotovitve
Costa et al., 2015	Diskutirati o pomanjkljivosti standardne biopsije prostate, različnih pristopih uporabe MR slikanja za izboljšanje natančnosti biopsije prostate	Deskriptivni metodološki pristop	Analiza virov	Brez podatka	MR-UZ fuzijsko vodena biopsija združuje točnost MR za detekcijo sumljivih lezij prostate s stroškovno učinkovito TRUZ biopsijo. Nerigidna registracija je manj primerna registracija, kadar pride do sprememb v obliki prostate.
Vourganti et al., 2012	Primerjava TRUZ ter MR-UZ vodene biopsije v učinkovitosti odkrivanja prostatičnih lezij	Prospektivna študija	Merjenje točnosti tehnik ter statistična obdelava podatkov	195 pacientov	21 odkritih klinično pomembnih rakov z MR-UZ fuzijsko vodeno biopsij in 11 zgrešenih s TRUZ biopsijo.
Salami et al., 2015	Primerjava točnosti odkrivanja raka prostate MR-UZ fuzijsko vodene biopsije ter standardne TRUZ vodene biopsije	Prospektivna študija	Merjenje točnosti tehnik ter statistična primerjava vzorcev	140 pacientov s predhodno negativno biopsijo	Razlika med številom zgrešenih klinično pomembnih lezij med MR-UZ fuzijsko vodeno ter TRUZ biopsijo je znatna (3,5%/20,9%).
Pinto et al., 2011	Primerjava TRUZ ter MR-UZ vodene biopsije v učinkovitosti diagnosticiranja prostatičnih lezij	Prospektivna študija	Merjenje točnosti tehnik ter statistična obdelava podatkov	101 pacient	Z MR-UZ fuzijsko vodeno biopsijo so odkrili več klinično pomembnih rakov kot s TRUZ biopsijo.
Tyson et al., 2016	Osredotočenje na tehnologijo MR-UZ fuzijsko vodene biopsije ter pregled potencialnih ovir za množično vpeljavo tehnike v ustanovah	Pregledni članek	Pregled literature	Brez podatkov	MR-UZ fuzijsko vodena biopsija prostate zmanjšuje zaznavanje rakov prostate z nizkim tveganjem in povečuje zaznavo klinično pomembnih karcinomov prostate.
Kongnyuy et al., 2016	Pregled tehnologije, tehnik in rezultatov tehnik	Pregledni članek	Pregled literature	Brez podatkov	Vpeljava MR-UZ fuzijsko vodene biopsije izboljšuje zaznavanje klinično pomembnih rakov prostate.

izmed naslednjih besed: »MRI-US«, »TRUZ«, »prostatic cancer« ali »rak prostate«. Za doseg namena smo opravili kvalitativno analizo podatkov.

REZULTATI

V sistematični pregled literature smo vključili 21 virov. Osredotočili smo se predvsem na rezultate, ki so analizirali vidike standardno uporabljene metode – TRUZ vodene biopsije prostate in rezultate, ki so analizirali lastnosti novo uveljavljajoče se tehnike – MR-UZ fuzijsko vodene biopsije prostate. Za doseg ciljev smo se osredotočili predvsem na najpomembnejši vidik biopsijske preiskave, ki smo ga ugotovili iz literature – točnost celotne metode. Povzetki ključnih raziskav, vključenih v naš članek, so opisani v tabeli 1.

Za doseg namena smo predstavili značilnosti posamezne tehnike, torej TRUZ vodene biopsije prostate, mpMRI ter novo uveljavljajoče metode MR-UZ fuzijsko vodene biopsije, pri kateri smo posebej natančno opisali še tehnično ozadje in potek preiskave.

Transrektalna ultrazvočno vodena biopsija prostate

Prostata je najlažje dostopna skozi analno odprtino, skozi katero se izvede UZ preiskava in odvzem bioptov (histoloških vzorcev). TRUZ vodena biopsija je invazivna diagnostična metoda (Hawlina in sod., 2018), ki je trenutno najpogostejše uporabljena metoda biopsiranja prostate. Celotni postopek biopsije traja povprečno 27 ± 9 min (Sartoris et al., 2016).

Priporočena je pri bolnikih s sumom na karcinom prostate (Kongnyuy et al., 2016). Zdravnik uporablja UZ sondo, ki pošilja zvočne valove skozi steno rektuma v prostato in tkiva v bližini prostate, od katerih se zvočni valovi odbijajo. Računalnik odmeve nato analizira in pretvori v sliko, ki jo vidimo na ekranu. Zdravnik med preiskavo ocenjuje zgradbo in velikost prostate, išče sumljiva rakava področja, njegovo razširjenost znotraj žleze in vraščanje v sosednje strukture, stanje seminalnih veziklov in mesta odvzemov bioptov (Hawlina in sod., 2018). V pogojih lokalne anestezije se odvzamejo biopti z uporabo punkcijske pištole (Hawlina in sod., 2018). Pri tej metodi se vzorci jemljejo sistematično, iz več različnih področij žleze, vendar na slepo, brez osredotočanja na specifične lezije (Kongnyuy et al., 2016). Pri tem se vsakemu bolniku iz periferne cone prostate odvzame 8–12 vzorcev, ki se nato pošljejo na patohistološki pregled (Šeruga, 2014). Odvzem vzorcev iz periferne cone je pomemben, saj v tem delu najpogostejše vznikne rak prostate (Costa et al., 2015).

Vsakemu raku prostate se določi stopnja malignosti. Uporablja se Gleasonov sistem, ki opisuje podobnosti rakavih in normalnih celic (Šeruga, 2014). V primeru najdbe rakavega tkiva prostate patolog tkivo oceni po Gleasonovem sistemu od 6 do 10. Višje kot je število, agresivnejša je oblika (Hawlina in sod., 2018). Patohistolog prav tako poroča, koliko odvzetih vzorcev vsebuje rakavo tkivo (Šeruga, 2014).

Z napredovanjem MR tehnologije, še posebej s pričetkom mpMRI slikanja, so biopsije z uporabo te tehnike postale natančnejše (Sugano et al., 2017).

Multiparametrična magnetna resonanca (mpMRI)

MpMRI prostate in male medenice izvedemo, če obstaja velik sum na raka prostate (npr. visok ali naraščajoč PSA) in diagnoze s TRUZ punkcijo nismo uspeli potrditi. Z mpMRI pridobimo natančnejše podatke o stanju same prostate in podatke o sumljivih področjih. Uporabljamo tri tehnike prikaza: T2 obteženo slikanje, difuzijsko obteženo slikanje (diffusion weighted imaging – DWI) in dinamično kontrastno slikanje (dynamic contrast enhanced imaging – DCEI). Kombinacija teh metod nam z dovolj veliko natančnostjo omogoča odkrivanje raka prostate. Radiolog pri pisanju izvida uporablja sistem PI-RADS (Prostate Imaging Reporting and Data System). Sistem se točkuje po stopnjah od 1 do 5 (1. stopnja pomeni, da klinično pomemben rak v žlezi najverjetneje ni prisoten, 5. stopnja pa predstavlja visoko verjetnost za klinično pomemben rak). Ta področja se nato označijo na slikah (Hawlina in sod., 2018). Shematski prikaz natančnega mesta odkrite spremembe je del standardnega izvida, ki ga napiše radiolog.

Da bi se izognili slepemu vzorčenju s TRUZ biopsijo, se danes uporablja tehnika, ki izkorišča visoko občutljivo mpMRI z UZ vodenim vzorčenjem lezij, vidnih na MR. Metoda bo očitno močan pripomoček primarne diagnoze raka prostate (Kongnyuy et al., 2016).

MR-UZ fuzijsko vodena biopsija prostate

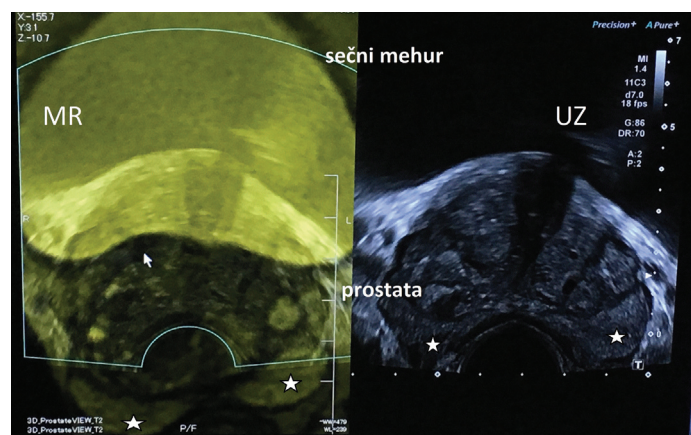
Fuzijsko slikanje (FI) je tehnika, ki združuje dve različni slikovni modaliteti, kot na primer MR in UZ (Lee, 2014) in poteka s pomočjo programske opreme (Costa et al., 2015). Pri tehniki fuzijskega slikanja se MR in UZ slike prikazujejo v isti ravnini ter se gibljejo sinhronizirano med izvajanjem UZ preiskave (Lee, 2014).

UZ je povezan z napravo, ki sprejema in združuje TRUZ slike z MR slikami prostate. To napravo sestavljajo računalnik s fuzijsko programsko opremo, centralna procesna enota, ekran, tipkovnica in miška (Costa et al., 2015). Opremo sestavljajo še elektromagnetni (EM) senzor, ki je pritrjen na začetek UZ sonde, prenosljiv EM oddajnik, ki je nameščen blizu bolnika v obravnavi in enote, ki zaznava položaj UZ sonde ter povezuje EM senzor in oddajnik (Park in Seo, 2016). Naprava služi MR-UZ registraciji slik (Costa et al., 2015), torej združevanju dveh različnih slikovnih modalitet (Hill et al., 2001), s čimer so MR slike prenesene na ekran UZ naprave (Costa et al., 2015).

MR-UZ fuzijsko vodena biopsija prostate se začne s položajem bolnika z zadnjico na robu preiskovalne mize (Sartoris et al., 2016), na levem boku in 90-stopinjsko fleksijo v kolkih in kolenih (Hawlina in sod., 2018). Bolniku se aplicira lokalna anestezija (Sartoris et al., 2016). Po pripravi UZ opreme se mpMRI slike prostate in male medenice uvozi v programsko opremo za fuzijsko slikovno obdelavo (Sartoris et al., 2016).

Nato se prične kalibracija obeh modalitet. Najprej se določi apeks prostate na seriji UZ slik kot tudi na seriji T2 obteženih MR slik. Kalibracija poteka v treh korakih: 1. sinhronizacija slikovnih ravnin glede na apeks prostate; 2. premik do seminalnih veziklov in potrditev sinhronizacije; 3. možni popravki kalibracije s pomočjo anatomskih referenčnih točk (ciste, kalcifikacije), ki nam lahko služijo tudi kot potrditev pravilne združenosti obeh modalitet (Sartoris et al., 2016). Na sliki 1 je sinhroniziran MR-UZ fuzijski prikaz prostate. Z

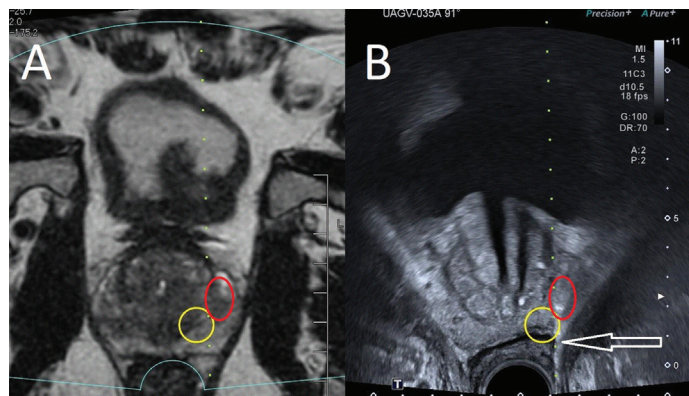
zvezdicami je označena periferna cona, kjer vznikne večina rakov prostate, ki je dobro vidna le na MR posnetku, na UZ prikazih pa je izoehogena z ostalim tkivom prostate.



Slika 1: Sinhroniziran MR-UZ fuzijski prikaz prostate

Povprečni čas fuzijske kalibracije traja $8,30 \pm 3,30$ min, pri tem pa je pomembno, da EM oddajnik popolnoma miruje, saj je že ob minimalnem premiku potrebna ponovna kalibracija (Sartoris et al., 2016).

Sledi MR-UZ fuzijsko vodena biopsija prostate. Z načinom fuzije slik lahko UZ aparat že sam pokaže, kje se nahajajo sumljive lezije, biopsija, ki sledi, pa je zato bolj natančna (Hawlina in sod., 2018). Med preiskavo fuzijski sistem neprestano ustvarja preoblikovane ravnine serije MR slik in jih povezuje z ravninami, v katerih se nahaja UZ sonda (Stoll, 2012). Postopek tarčne biopsije se začne z izbiro vodilne biopsijske črte in postavitvijo le-te na tarčo, vidno na MR slikah, kjer je označena z markerji. Vse to se avtomatsko ponovi na seriji UZ slik (Sartoris et al., 2016). Tumorji, ki so na posnetkih MR videti sumljivi, se s tehniko fuzije slik direktno prenesejo v živo sliko, kar omogoča natančno namestitve biopsijske igle (Sugano et al., 2017). Slika 2 prikazuje sinhroniziran MR (slika A) in UZ (slika B) prikaz prostate. Rumen krog prikazuje sinhroniziran prikaz prostate, rdeč pa področje, suspektno za raka. V to področje je bila navigirana biopsijska igla (slika B, puščica). Patohistološka preiskava je potrdila adenokarcinom prostate v vzorcu, ki je bil iz tega področja prostate (identificiran z mpMRI) odvzet na fuzijsko voden način (vir slik: Arhiv Splošne bolnišnice Slovenj Gradec).



Slika 2: MR-UZ fuzijska biopsija prostate

Izziv tehniki MR-UZ fuzije slik predstavlja deformacija prostate, ki lahko nastane zaradi polnjenosti mehurja, spremembe

položaja bolnika, namestitve endorektalne tuljave med MR slikanjem ali krvavitve med biopsijo. Zato ločimo dve vrsti registracije slik: 1) rigidna registracija slik, kjer so slike poravnane brez upoštevanja deformacije žleze; 2) nerigidna elastična registracija slik, pri čemer je deformacija žleze upoštevana (Costa et al., 2015).

Kljub temu, da je MR-UZ fuzijsko vodena biopsija vedno bolj priljubljena v diagnostiki raka prostate, je zelo malo znanega, kako preiskavo doživljajo bolniki (Einiluoto et al., 2018).

Avtorji bi kot omejitve članka izpostavili analizo, ki temelji le na do sedaj objavljenih rezultatih in omejene (začetne) izkušnje z omenjeno proceduro. Ocenjujemo pa, da je dobra stran pričujočega članka natančen pregled najnovejše literature in naše prve (praktične) izkušnje s fuzijsko biopsijo prostate. Primerjava točnosti TRUZ vodene biopsije in MR-UZ fuzijsko vodene biopsije je predstavljena v tabela 2.

Tabela 2: Primerjava točnosti obeh metod

Avtor in leto	TRUZ vodena biopsija	MR-UZ vodena biopsija
Costa et al., 2015	Ocena tveganja ni zanesljiva. Tumorji sprednjega dela so običajno spregledani. Kljub odvzetim 8-12 vzorcev, se rakave lezije dostikrat zgrešijo.	Zaradi registracije UZ slik z MR slikami so biopsije natančnejše, zato je posledično manj lažno negativnih rezultatov. Z manjšim številom biopsij se potrjujejo klinično pomembni raki.
Vourganti et al., 2012	11 zgrešenih klinično pomembnih tumorjev. Slabo uporabna za pridobivanje vzorcev sprednje in apikalne regije prostate.	Odkritje 21 klinično pomembnih tumorjev. Sumljive lezije se vzorčijo tudi v sprednjem delu prostate.
Pinto et al., 2011	Odkritih 12% klinično pomembnih rakov	Odkritih 21% klinično pomembnih rakov
Tyson et al., 2016	Brez možnosti zaznave agresivnosti tumorja	Zmanjšuje lažno negativne rezultate in potrebo po dodatnih biopsijah. Izboljšuje zaznavo klinično pomembnih rakov prostate in zmanjšuje zaznavo rakov z majhnim tveganjem.
Kongnyuy et al., 2016	O detekciji raka prostate metoda daje zelo malo podatkov. Običajno uporabljena in zato dobro poznana tehnika biopsiranja raka prostate. Slepo vzorčenje (12-14 vzorcev), zato lahko pride do dodatnih biopsij.	Točnejša diagnoza zaradi registracije MR slik s slikami v realnem času. Točnejše vzorčenje, ker so lezije vidne na MR slikah.
Salami et al., 2015	Vzorči le 0,04% celotne prostate.	Zaznala je več klinično pomembnih rakov kot TRUZ vodena biopsija.

RAZPRAVA

TRUZ vodena biopsija prostate je standardni postopek diagnosticiranja raka prostate (Šeruga, 2014; Sugano et al., 2017). Čeprav 70–80 % rakov prostate izvira iz perifernega dela prostate, s TRUZ biopsijo, kljub vzetim 8–12 vzorcev tkiva, še vedno ne dobimo dovolj vzorcev prostate (Costa et al., 2015). Določene lezije prostate z UZ niso vidne (40% rakov prostate je izoehogenih), zato metoda ne zadošča za diagnosticiranje specifičnih lezij (Sugano et al., 2017; Costa et al., 2015), kar lahko vodi do napačnega vzorčenja. Posledično pride do nezanesljive diagnoze in dodatnih biopsij (Kongnyuy et al., 2016). Izraz »vodena« biopsija lahko zavaja, saj jemanje vzorcev ni usmerjeno proti sumljivim področjem prostate, ampak le proti različnim anatomskim lokacijam prostate. UZ v glavnem uporabljamo za anatomski vpogled med vstavljanjem igel (Costa et al., 2015).

Zaradi pogosto negativnih TRUZ vodenih biopsij diagnostična nezanesljivost metode povzroča zaskrbljenost bolnikov (Costa et al., 2015). TRUZ vodene biopsije pogosto odkrijejo klinično nepomembne rake (Einiluoto et al., 2018). Posledično se pojavlja problem prediagnosticiranja (Sugano et al., 2017). Gre za rake, ki pri bolniku ne bodo povzročili smrti ali škode, saj rak ne napreduje ali pa napreduje zelo počasi in bolnik umre zaradi drugih vzrokov (Glumac, 2012). Poleg tega TRUZ vodena biopsija zaradi sistematičnih napak pri vzorčenju ne zazna precejšnjega dela klinično pomembnih tumorjev (20%) (Barentsz et al., 2017), zato ni uspešna pri podajanju zanesljivih parametrov za oceno tveganja (Costa et al., 2015).

TRUZ biopsija vzorči le okoli 0,04% celotne prostate (Sugano et al., 2017; Salami et al., 2015) in je slabo uporabna za pridobivanje vzorcev sprednje in apikalne regije prostate (Sugano et al., 2017; Vourganti et al., 2012). Zaradi maloštevilnih vzorcev sprednjega dela so tumorji tega predela običajno spregledani, kar pojasni 47% lažno negativnih rezultatov (Costa et al., 2015). Pri MR-UZ fuzijsko vodeni biopsiji pa se odvezajo sumljive lezije po celotni prostati, tudi v sprednji regiji prostate (Vourganti et al., 2012). Vourganti in sodelavci (2012) so ugotovili, da je MR-UZ fuzijsko vodena biopsija odkrila 21 klinično pomembnih tumorjev, medtem ko jih je TRUZ biopsija zgrešila 11. Salami in sodelavci (2015) pa so poročali o 20,9% primerov, ki jih je TRUZ biopsija zgrešila, medtem ko jih je MR-UZ fuzijsko vodena biopsija zgrešila le 3,5%.

MpMRI je najboljša slikovna metoda za prikaz primarnih pomembnih rakov prostate. Sposobnost zaznavanja lezij prostate je odvisna od kvalitete slik, sistema za branje slik in strokovnega znanja diagnostika. Prav tako je odvisna od anatomske lege, volumna in agresivnosti primarnega raka. Lažno-pozitivne diagnoze so možne, zato je obvezna biopsija vsake zaznane lezije (Barentsz et al., 2017).

MpMRI je dobra metoda tudi za sledenje bolnikov, ki imajo raka prostate, a je njihovo zdravljenje odloženo (Hawlina in sod., 2018). Govorimo o t. i. aktivnem sledenju bolnikov. Metoda daje informacije o stabilnosti bolezni in tako zmanjšuje število potrebnih biopsij, po drugi strani pa prikaže napredovanje bolezni in s tem potrebo po tarčni biopsiji prostate (Costa et al., 2015).

Uporaba mpMRI pred opravljanjem biopsije izboljša rezultate biopsije, prav tako pa zmanjšuje število bolnikov, ki biopsije sploh potrebujejo (Costa et al., 2015), pa vendar še ni tako

specifična in občutljiva, da bi lahko nadomestila biopsijo prostate (Hawlina in sod., 2018).

Fuzijski prikaz združuje dve slikovni modaliteti (Stoll, 2012). UZ je najpogostejše uporabljena slikovna modaliteta zaradi slikanja v realnem času, ki omogoča slikovno vodeno intervencijo. Enostavno ga je spojiti z drugimi statičnimi slikovnimi modalitetami, kot npr. mpMRI, najpomembneje pa je, da ne uporablja škodljivega ionizirajočega sevanja (Park in Seo, 2016).

MR-UZ fuzijsko vodena biopsija tako združuje diagnostično natančnost mpMR slikanja za odkrivanje sumljivih lezij prostate s stroškovno učinkovito in uveljavljeno TRUZ biopsijo (Costa et al., 2015). Omogoča prikaz obeh modalitet drugo ob drugi ali pa z registracijo v isti poziciji in orientaciji (Park in Seo, 2016). Takšna prikaza omogočata boljšo interpretacijo UZ zaradi neposredne primerjave s serijo referenčnih MR slik (Stoll, 2012).

Pri fuzijskem načinu prikaza lahko izbiramo med rigidno in nerigidno registracijo slik. Pri nerigidni registraciji slik lahko zaradi deformacije prostate pride do manj primerne anatomske registracije slik, saj se tumor na MR sliki le delno prekriva z lezijo, medtem ko rigidna registracija slik izboljša zanesljivost fuzije slik, ker upošteva deformacijo prostate (Costa et al., 2015).

Z MR-UZ fuzijsko vodeno biopsijo se potrjujejo klinično pomembni raki z manjšim številom biopsij (Einiluoto et al., 2018). Stopnja odkrivanja le-teh znaša 59% (Barentsz et al., 2017). MR-UZ fuzijsko vodena biopsija omogoča zanesljivejšo oceno tveganja pri pacientih z že odkritim karcinomom prostate (Costa et al., 2015). Pinto in sodelavci (2011) so s pomočjo MR-UZ fuzijsko vodene biopsije ugotovili več klinično pomembnih rakov kot s standardno biopsijo (21% v primerjavi z 12%).

MR-UZ fuzijsko vodena biopsija je klinično uporabna tako pri bolnikih s sumom na raka prostate s predhodnimi negativnimi biopsijami kot tudi za aktivno sledenje bolnikov z znanim rakom prostate (Kongnyuy et al., 2016).

Tako kot pri TRUZ vodeni biopsiji, se tudi pri MR-UZ fuzijsko vodeni biopsiji uporablja lokalna anestezija (Hawlina in sod., 2018).

Najpogostejši zaplet transrektalnega odvzema bioptov je krvavitev (hematurija), drugi najpogostejši zaplet pa so vnetja, predvsem prostate in obmodka (Hawlina in sod., 2018). MR-UZ fuzijsko vodena biopsija je povezana z manjšo bolečino in manjšim nelagodjem v primerjavi z TRUZ vodeno biopsijo (Einiluoto et al., 2018). Prav tako zmanjšuje z biopsijo povezane komplikacije, npr. vnetja in krvavitve (Costa et al., 2015). Fuzijsko vodena biopsija počasi prevladuje nad TRUZ vodeno biopsijo ne le zaradi večje diagnostične natančnosti, ampak tudi zaradi manjšega števila zapletov in z zapleti povezanimi stroški, kar posledično lahko zmanjša višje stroške, ki so povezani s samim posegom (Einiluoto et al., 2018).

Einiluoto in sodelavci (2018) so primerjali bolečino in nelagodje med TRUZ vodeno biopsijo ter MR-UZ fuzijsko vodeno biopsijo takoj in 30 dni po posegu. Takoj po posegu niso ugotovili razlik v bolečini in nelagodju, 30. dan po posegu pa so ugotovili statistično značilne razlike v prisotnosti bolečine med pacienti z MR-UZ fuzijsko vodeno biopsijo (20%) v primerjavi s pacienti s TRUZ vodeno biopsijo (34%); ($p = 0,043$). Prav tako je bila hematurija statistično značilno manj prisotna ($p < 0,001$) pri skupini s fuzijsko biopsijo (44%)

kot pri skupini s TRUZ biopsijo (69%), ni pa bilo razlik med nelagodjem, rektalno krvavitvijo in hematospermijo. Ugotovili so, da je pripravljenost pristati na ponovno biopsijo obratno sorazmerna z nelagodjem.

Največjo omejitev pri vpeljavi MR-UZ fuzijsko vodene biopsije v zdravstvene institucije predstavljajo stroški nabave ustreznega, t.j. tehnološko visokonaprednega UZ aparata ter čas, ki je potreben za integracijo te tehnologije v prakso. Oprema je vendarle zelo draga (Costa et al., 2015). Kljub tem oviram pa rezultati kažejo, da je vpeljava MR k UZ pri lokaliziranju abnormalnosti prostate stroškovno učinkovita, saj zmanjšuje lažno negativne rezultate in potrebo po posledično ponovljenih biopsijah (Tyson et al., 2016).

Z raziskavo smo dosegli zastavljene cilje, saj smo prišli do spoznanja, da je vpeljava MR-UZ fuzijsko vodene biopsije za diagnosticiranje raka prostate smiselna, saj je TRUZ vodena biopsija prostate diagnostično nezanesljiva metoda, ki povzroča zaskrbljenost bolnikov zaradi pogosto negativnih rezultatov preiskave, zaradi katerih lahko pride do dodatnih biopsij. Prav tako jemanje vzorcev ni usmerjeno proti sumljivim lezijam prostate, ampak se vzorci jemljejo »na slepo«. Ultrazvoka pri tej preiskavi ne uporabljamo za odkrivanje sumljivih lezij, ampak le za boljši vpogled na vstavljanje igel. MR-UZ fuzijsko vodeno biopsija pa s pomočjo magnetnoresonančnih slik omogoča boljše lociranje lezij prostate, ki bodo biopsirane in s tem bolj zanesljivo odkrije klinično pomembne rake prostate, zato posledično dodatne biopsije niso potrebne. Pri obeh tehnikah prihaja do podobnih zapletov, vendar je le-teh manj pri MR-UZ fuzijsko vodeni biopsiji. Kljub vsem prednostim nove tehnike pa odločitev še vedno ostaja na ramenih vodstva posamezne bolnišnice, ki mora pretehtati med prednostmi nove tehnike na eni ter omejitve na drugi strani.

Opisana tehnika je že vpeljana v Sloveniji in se izvaja v Splošni bolnišnici Slovenj Gradec. Glede na dejstvo, da se TRUZ vodena biopsija še ni opustila, bi lahko v prihodnje tudi pri nas izvedli študijo, ki bi primerjala senzitivnost in specifičnost obeh tehnik.

ZAKLJUČEK

TRUZ biopsija še vedno predstavlja standard za odkrivanje raka prostate, vendar je težava v tem, da zazna veliko klinično nepomembnih rakov, še pomembnejše pa je dejstvo, da zgreši veliko rakov, ki pa morajo biti zdravljeni.

Metodi mpMRI in MR-UZ fuzijsko vodena biopsija sta pokazali klinične prednosti pred standardno TRUZ biopsijo. MR-UZ fuzijsko vodena biopsija prostate združuje zmožnost MR, ki prikaže klinično pomembne rake prostate, s sofisticirano programsko opremo, ki sledi UZ sondi, kar občutno izboljša učinkovitost biopsije prostate. Možnost sinhronizacije MR slik z UZ slikami v realnem času namreč omogoča natančno vzorčenje rakov prostate.

Na podlagi zapisanega lahko ocenimo, da MR-UZ fuzijsko vodena biopsija prostate predstavlja obetajočo novo tehniko. Zaradi natančnejšega diagnosticiranja in določanja ocene tveganja ter posledično boljšega zdravljenja ponuja rešitve na trenutne omejitve standardne TRUZ biopsije prostate.

LITERATURA

Barentsz J, Futterer JJ, Padhani AR (2017). Will magnetic resonance imaging-guided biopsy replace systematic biopsy? *Eur Urol Suppl* 16(2): 34–8.

Costa DN, Pedrosa I, Donato F, Roehrborn CG, Rofsky NM (2015). MR imaging–transrectal US fusion for targeted prostate biopsies: implications for diagnosis and clinical management. *Radiographics* 35(3): 696–708.EBSCOhost. Dostopano 1. 2. 2019 do 30. 3. 2019 na: [http://web.a.ebscohost.com.nukweb.nuk.uni-lj.si/ehost/search/basic?vid=0&sid=b0f53f76-10cc-4e69-a6c0-fd82dc04a565%40sdc-v-sessmgr02](http://web.a.ebscohost.com/nukweb.nuk.uni-lj.si/ehost/search/basic?vid=0&sid=b0f53f76-10cc-4e69-a6c0-fd82dc04a565%40sdc-v-sessmgr02).

Einiluoto JT, Järvinen P, Kilpeläinen T et al. (2018). Patient experience of systematic versus fusion prostate biopsies. *Eur Urol Oncol* 1(3): 202–7.

Glumac N (2012). Prediagnosticiranje. *Onkologija* 16(1): 29–32.

Hawlina S, Čarman J, Kragelj B, Šeruga B (2018). Rak prostate. V: Strojan P, Hočvar M, ur. *Onkologija: učbenik za študente medicine*. 1. izd. Ljubljana: Onkološki inštitut, 666–87.

Hill DL, Batchelor PG, Holden M, Hawkes DJ (2001). Medical image registraion. *Phys Med Biol* 46(3): R1–45.

Jiang X, Zhang J, Tang J et al. (2016). Magnetic resonance imaging-ultrasound fusion targeted biopsy outperforms standard approaches in detecting prostate cancer: a meta-analysis. *Mol Clinical Oncol* 5(2): 301–9. doi: 10.3892/mco.2016.906

Kongnyuy M, George AK, Rastinehead AR, Pinto PA (2016). Magnetic resonance imaging-ultrasound fusion guided prostate biopsy: review of technology, techniques, and outcomes. *Curr Urol Rep* 17(4): 32. doi: 10.1007/s11934-016-0589-z.

Kwasabala K, Patel N, Cricco-Lizza E et al. (2018). The learning curve for magnetic resonance imaging/ultrasound fusion-guided prostate biopsy. *Eur Urol Oncol*.

Lee MW (2014). Fusion imaging of real-time ultrasonography with CT or MRI for hepatic intervention. *Ultrasonography* 33(4): 227–39. doi: 10.14366/usg.14021.

Marks L, Young S, Natarajan S (2013). MRI–ultrasound fusion for guidance of targeted prostate biopsy. *Curr Opin Urol* 23(1): 43–50. doi: 10.1097/MOU.0b013e32835ad3ee.

Park AY, Seo BK (2016). Real-time MRI navigated ultrasound for preoperative tumor evaluation in breast cancer patients: technique and clinical implementation. *Korean J Radiol* 17(5): 695–705. Pub Med Central. Dostopano 1. 2. 2019 do 30. 3. 2019 na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>. doi: 10.3348/kjr.2016.17.5.695

Pinto PA, Chung PH, Rastinehad AR, et al. (2011). Magnetic resonance imaging/ultrasound fusion guided prostate biopsy improves cancer detection following transrectal ultrasound biopsy and correlates with multiparametric magnetic resonance imaging. *J Urol* 186(4): 1281–5.

Salami SS, Ben-Levi E, Yaskiv O et al. (2015). In patients with a previous negative prostate biopsy and a suspicious lesion on magnetic resonance imaging, is a 12-core biopsy still necessary in addition to a targeted biopsy? *BJU Int* 115(4): 562–70. doi: 10.1111/bju.12938.

Sartoris R, Piccazzo R, Paparo F et al. (2016). MRI-US Fusion Imaging for primary diagnosis of prostatic cancer: baseline biopsy on suspected areas targeted with fusion imaging: preliminary experience. *ScienceDirect*. Dostopano 1. 2. 2019 do 30. 3. 2019 na: <https://www-sciencedirect-com.nukweb.nuk.uni-lj.si/>

Stoll J (2012). Ultrasound fusion imaging. *Perspectives in medicine* 1:80–1.

Sugano D, Sidana A, Calio B, Cobb K, Turkbe B, Pinto PA (2017). MRI-targeted biopsy: is systematic biopsy obsolete? *Can J Urol* 24(4): 8876–82.

Šeruga B (2014). Rak prostate: vodnik za bolnike na poti okrevanja. 1. izd. Ljubljana: Društvo onkoloških bolnikov Slovenije, 9–16.

Tyson MD, Arora SS, Scarpato KR, Barocas D (2016). Magnetic resonance-ultrasound fusion prostate biopsy in the diagnosis of prostate cancer. *Urol Oncol: Seminars and Original Investigations* 34(7): 326–32. doi: 10.1016/j.urolonc.2016.03.005.

Vourganti S, Rastinehad A, Yerram NK et al. (2012). Multiparametric magnetic resonance imaging and ultrasound fusion biopsy detect prostate cancer in patients with prior negative transrectal ultrasound biopsies. *J Urol* 188(6): 2152–7. doi: 10.1016/j.juro.2012.08.025.

Zadnik V, Bračko M, Hočevar M et al. (2018). Rak v Sloveniji 2015. Ljubljana: Onkološki inštitut Ljubljana, Epidemiologija in register raka, Register raka Republike Slovenije.

ZADOVOLJSTVO PACIENTOV Z DELOM RADIOLOŠKIH INŽENIRJEV IN STORITVAMI RADIOLOŠKEGA ODDELKA V SPLOŠNI BOLNIŠNICI SLOVENJ GRADEC

PATIENT SATISFACTION WITH WORK OF RADIOLOGICAL ENGINEERS AND SERVICES RADIOLOGICAL DEPARTMENTS IN GENERAL HOSPITAL SLOVENJ GRADEC

Ana Ramšak¹, Matic Kavčič², Tina Starc²

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

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

Korespondenca/Correspondence: viš. pred. Tina Starc, MSc. rad. teh. e-mail: tina.starc@zf.uni-lj.si

Prejeto/Received: 15. 5. 2019

Sprejeto/Accepted: 6. 6. 2019

IZVLEČEK

Uvod: Zadovoljstvo pacientov je pomemben izid zdravstvene obravnave, ki je med drugim pogojen s kakovostjo sporazumevanja, medosebnimi odnosi in organizacijo dela. Zadovoljstvo pacientov prispeva k večjemu ugledu radiološkega oddelka, kot tudi zdravstvene ustanove. Bolj ko so pacienti zadovoljni, bolj so lahko z delom, ki ga opravljajo zadovoljni tudi radiološki inženirji.

Namen: Namen raziskave je bil ugotoviti stopnjo zadovoljstva pacientov na radiološkem oddelku Splošne bolnišnice Slovenj Gradec ter identificirati dejavnike, ki vplivajo na (ne)zadovoljstvo pacientov na dveh področjih, magnetni resonanci (MR) in računalniški tomografiji (CT).

Metode dela: Za teoretični del smo uporabili metodo pregleda domače in tuje strokovne in znanstvene literature. V empiričnem delu smo uporabili kvantitativno metodo raziskovanja. Mnenja pacientov smo zbrali z anketnim vprašalnikom. Podatke smo statistično analizirali z opisno statistiko, Cronbach alfa testom, koeficientom korelacije, neparametričnim t-testom ter linearno in multiplo regresijsko analizo.

Rezultati: Zdravstveno stanje pacienta, spol in starost niso povezani z zadovoljstvom. Ko pa so v modelu multiple linearne regresijske analize zajeti vsi preučevani dejavniki, rezultati kažejo, da na zadovoljstvo pacientov v največji meri vplivajo komunikacija ($\beta = 0,461$, $p < 0,01$), odnos radiološkega inženirja do pacienta ($\beta = 0,256$, $p < 0,05$) in čakalni čas v čakalnici ($\beta = -0,136$, $p < 0,05$).

Zaključek: Anketiranci CT in MR diagnostik so v povprečju podali visoke ocene zadovoljstva z zdravstveno obravnavo (nad 4 na 5-stopenjski lestvici). Splošno mnenje pacientov o delu radioloških inženirjev s CT in MR diagnostike je povprečju zelo dobro. Iz rezultatov vidimo, da so pacienti v veliki meri zadovoljni z delom radioloških inženirjev.

Ključne besede: zadovoljstvo, pacient, radiološki oddelek, radiološki inženir

ABSTRACT

Introduction: The satisfaction of patients is an important outcome of health care, which is determined by the quality of communication, interpersonal relationships, and organisation of work. The satisfaction of patients contributes to a better reputation of the radiological department as well as health institution. The more patients are satisfied, the more radiographers can be satisfied with their work.

Purpose: The purpose of this master's thesis is to determine the level of satisfaction of patients with the Radiological Department of the Slovenj Gradec General Hospital, and to identify the factors that affect the satisfaction of patients in two fields of operating: magnetic resonance (MR) and computed tomography (CT).

Methods: For the theoretical part, we analysed Slovenian and foreign professional literature, and for empirical part, we used the quantitative method. With a survey questionnaire, we collected the opinions of patients and statistically analysed the data with descriptive statistics, Cronbach's alpha, correlation coefficient, nonparametric t-test, linear and multiple regression analysis.

Results: The survey was answered by 140 respondents, 47.1% of men and 52.9% of women. The average age of respondents is 53 years. The majority of them (49.3 %) finished secondary school. When examining the relationships between patients' overall satisfaction with the numerous variables of the radiological department, we discovered a strong correlation with 'communication' and the radiographer's attitude. Less strong is the relationship with the waiting-room, waiting time, waiting period, and patient's education level. The patient's health condition, sex, and age are not connected to the satisfaction of the patient. When every studied factor is included in the model of multiple linear regression analysis, the results show that the satisfaction of patients is in the majority impacted by communication ($\beta = 0.461$, $p < 0.01$), the attitude of radiographer ($\beta = 0.256$, $p < 0.05$) and the waiting time in the waiting-room ($\beta = -0.136$, $p < 0.05$).

Discussion and conclusion: Respondents of the survey have assessed the CT and MR diagnostics with a high grade of satisfaction with health treatment (above 4 on a scale of 1 to 5). Average opinion of patients on the work of radiographers at CT and MR diagnostics is genuinely high. The results reveal that patients are satisfied with the work of radiographers. We can conclude that satisfaction of patients consists of patient's point of view and needs, and of constant improvements of the relationship between a radiographer and a patient.

Our research is one of the first on the satisfaction of patients with the work of radiographers in Slovenia. Therefore, we recommend expanding the measuring of satisfaction to other diagnostics of the radiological department of the General Hospital Slovenj Gradec. We also recommend similar studies in radiological departments elsewhere in Slovenia in order to understand patient's wishes and needs, and to adjust the work appropriately.

Key words: satisfaction, patient, radiological department, radiographer

UVOD

Zadovoljstvo uporabnikov je glavno merilo kakovosti in običajno vpliva na poslovno uspešnost organizacije. Pričakovanja pacientov imajo pomembno vlogo pri vrednotenju storitev. Kadar storitve prekoračijo pacientova pričakovanja, je raven zadovoljstva visoka. Da bi torej dosegli čim višje zadovoljstvo, mora oskrba presegati pričakovanja bolnika. Če pa pričakovanja niso izpolnjena, je rezultat tega nezadovoljstvo (Kmetič, 2014).

Ena od manjših skupin zdravstvenih delavcev smo radiološki inženirji, ki delamo v zdravstvenem timu. Vsakodnevno se srečujemo s pacienti, ki imajo različna obolenja, zato se od nas zahteva velika mera strokovnosti, prijaznega odnosa do pacientov in zbranosti med preiskavo, kar pa zahteva veliko strokovnega znanja. Pacienti, ki prihajajo na naš oddelk, nas vsakodnevno ocenjujejo ali dosegamo njihova pričakovanja in ali so lahko zadovoljni z našim delom. S to raziskavo smo ugotavljali, kako so pacienti zadovoljni z našim delom in na katerih področjih so potrebne izboljšave. Zadovoljstvo pacientov vpliva na večji ugled radiološkega oddelka, kot tudi zdravstvene ustanove, bolj ko so zadovoljni pacienti, bolj so z delom, ki ga opravljajo, zadovoljni tudi radiološki inženirji.

Kakovost radiološkega oddelka

Radiologija je del storitvenega sektorja in kot ponudniki storitev morajo zaposleni razumeti pojma kakovost in zagotavljanje storitev. To vključuje poznavanje pacientov, storitev, zadovoljstvo pacientov. Kakovost storitev in zagotavljanje storitev sta v radiologiji tesno povezani, vendar nista enaki (Hoe, 2007).

Kakovost je na splošno sestavljena iz dveh povezanih, vendar različnih sestavnih delov, to sta tehnična kakovost in zagotavljanje storitev. Tehnična kakovost se meri glede na to, kako dobro se storitev izvaja. Druga komponenta kakovosti je merjena glede na zagotavljanje obravnave, kot jo zazna pacient in se včasih označuje kot kakovost izvedbe storitve in vključuje tudi subjektivno izkušnjo pacienta s storitvijo (Ondategui-Parra et al., 2006).

Alturki in Khan (2012) navajata, da je težko določiti en dejavnik, ki je neposredno povezan z nizko ali visoko stopnjo zadovoljstva pacientov. Dejavniki, ki vplivajo na pacientovo zadovoljstvo so: demografski (starost, spol, izobrazba), zdravstveno stanje, tehnično znanje, zanimanje za bolnikovo usmerjenost v oskrbo, čakalni čas, čakalna doba in postopki oskrbe (prijaznost, pozornost, naklonjenost, komunikacija, strokovna usposobljenost).

NAMEN

Pregled obstoječe literature pokaže, da raziskav o zadovoljstvu pacientov z delom radioloških inženirjev v Sloveniji ni veliko, zato je bil namen naše raziskave ugotoviti, kakšno je zadovoljstvo pacientov radiološkega oddelka Splošne bolnišnice Slovenj Gradec v dveh slikovnih diagnostikah, tj. računalniški tomografiji (CT) in magnetni resonanci (MR). Glavni namen je bil ugotoviti stopnjo zadovoljstva pacientov in kateri dejavniki so tisti, ki vplivajo na njihovo zadovoljstvo/nezadovoljstvo ter ugotoviti, na katerih področjih so možne izboljšave.

Raziskovalno vprašanje in hipoteze

V tej raziskavi želimo odgovoriti na naslednje raziskovalno vprašanje: kateri dejavniki pri delu radiološkega inženirja vplivajo na zadovoljstvo pacientov? Zato smo si s pomočjo pregleda literature postavili devet hipotez. Hipoteze so naslednje:

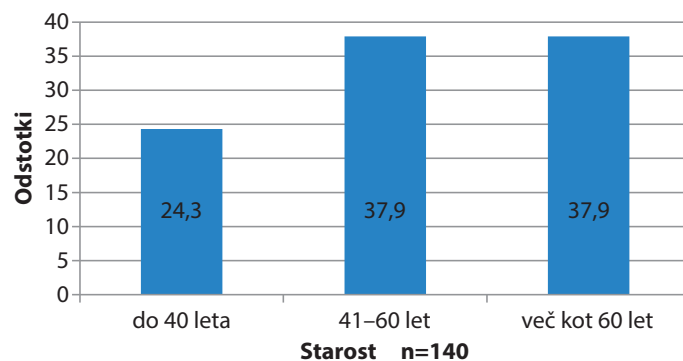
- **H1:** Odnos radioloških inženirjev do pacienta vpliva na njegovo zadovoljstvo.
- **H2:** Ustrezna komunikacija in predaja informacij radioloških inženirjev pacientu vplivata na njegovo zadovoljstvo.
- **H3:** Moški so bolj zadovoljni z delom radioloških inženirjev in storitvami radiološkega oddelka kot ženske.
- **H4:** Starost pacienta vpliva na dožemanje kakovosti storitve, zato je zadovoljstvo pri starejših večje kot pri mlajših.
- **H5:** Zdravstveno stanje pacienta vpliva na dožemanje kakovosti dela radioloških inženirjev.
- **H6:** Višje izobraženi pacienti pričakujejo hitrejšo obravnavo kot osebe z nižjo izobrazbo.
- **H7:** Urejenost čakalnice vpliva na zadovoljstvo pacientov.
- **H8:** Pacienti z daljšo čakalno dobo imajo slabše mnenje o delu radioloških inženirjev kot tisti s krajšo čakalno dobo.
- **H9:** Pacienti z daljšim čakalnim časom na preiskavo imajo slabše mnenje o delu radioloških inženirjev, kot tisti s krajšim čakalnim časom.

METODE DELA

Teoretični podatki so bili pridobljeni s pregledom literature. V empiričnem delu je bila uporabljena kvantitativna metoda zbiranja podatkov. Uporabili smo strategijo presečne študije, saj smo podatke zbirali samo enkrat. Podatke smo zbrali s pomočjo merskega inštrumenta – anketnega vprašalnika. Anketni vprašalnik je bil v tiskani obliki, vseboval je 19 vprašanj. Sestavljen je bil iz različnih sklopov vprašanj. Vprašanja zaprtega tipa, to je z vnaprej predlaganimi odgovori so bila razdeljena na sklope (demografski, zdravstveno počutje, ocena čakalnice, sprejem in odnos RI do pacienta, osebnostne lastnosti radioloških inženirjev (RI), čakalna doba in čakalni čas). Anketiranci so izražali mnenja z ocenami na lestvici od 1 do 5, pri čemer pomeni 1 – sploh se ne strinjam, 2 – ne strinjam se, 3 – niti se ne strinjam, niti se strinjam, 4 – se strinjam, 5 – povsem se strinjam. Pred raziskavo je bilo izvedeno pilotsko testiranje vprašalnika. Zagotovili smo anonimnost anketiranja. Za izvedbo anketiranja smo pridobili dovoljenje etične komisije Splošne bolnišnice Slovenj Gradec (2016/4-2). Anketiranci so bili preiskovanci na CT in MR diagnostiki. Raziskava je potekala od decembra 2016 do junija 2017. Po opravljeni raziskavi sta bili uporabljene metoda obdelave podatkov in metoda prikazovanja podatkov z metodo statistične obdelave podatkov, s pomočjo programa Excel in SPSS 23.0. Pri opisni statistiki smo izračunali povprečje, modus, mediano, minimum in maksimum ter standardni odklon. Za prikaz spola, starosti in izobrazbe smo uporabili tudi grafični prikaz. Za preverjanje hipotez smo uporabili naslednje statistične teste: Kruskal-Wallis test, Cronbach alfa test, koeficient korelacije, neparametrični t-test ter linearno in multiplo regresijsko analizo.

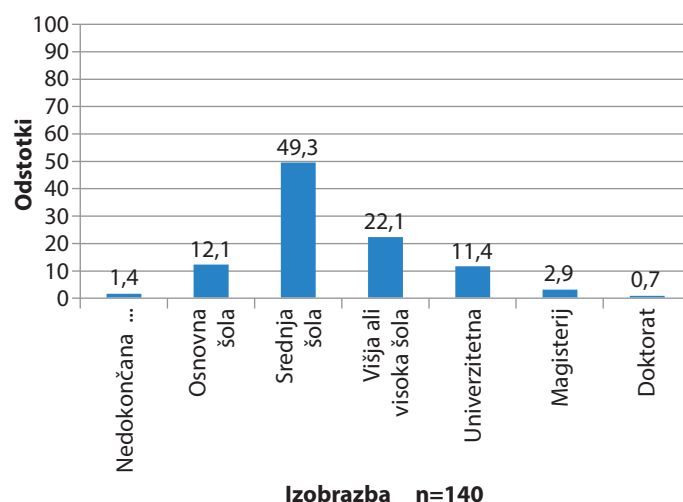
REZULTATI IN RAZPRAVA

Anketo je izpolnilo 140 anketirancev. Anketirancev iz MR diagnostike je bilo 70, prav toliko jih je bilo tudi iz CT diagnostike. Od tega 66 moških (47,1%) in 74 žensk (52,9%). Najstarejši anketiranec je bil star 79 let, najmlajši pa 18, mediana je 55 let, povprečna starost anketirancev pa 53 let.



Slika 1: Starost anketirancev

Največ anketirancev je imelo končano srednješolsko izobrazbo, 69 oz. 49,3%, sledi ji višje in visoko šolska izobrazba, 31 oz. 22,1% – slika 2.

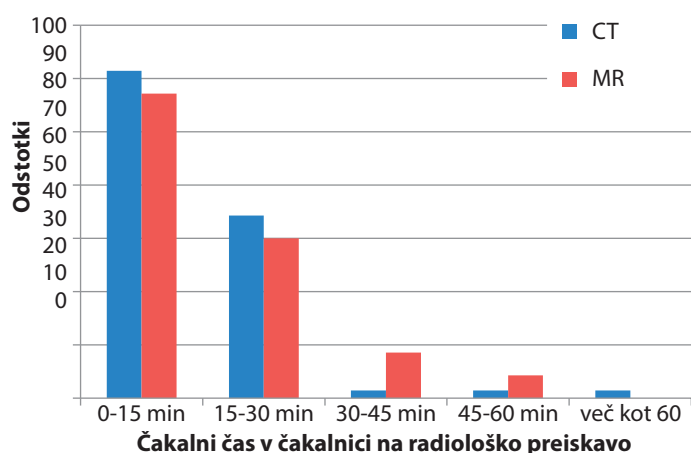


Slika 2: izobrazba anketirancev

Anketiranci so ocenili svoje trenutno zdravstveno počutje. Največ – 51 (36,4%) jih je ocenilo, da je njihovo zdravstveno počutje dobro. Skupno povprečje »o splošnem mnenju o delu RI« je zelo dobro (aritmetična sredina (AS) = 4,56), prav tako so bili anketiranci s CT (AS = 4,53) in MR (AS = 4,46) diagnostik v povprečju nekje med zadovoljni in zelo zadovoljni z zdravstveno obravnavo na radiološkem oddelku. Booth (2007) ugotavlja, da so osebne značilnosti radiološkega inženirja prav tako pomembne za predstavitev strokovne podobe in pri zagotavljanju dobre obravnave pacientov. Anketirancem se v povprečju najpomembnejša zdi strokovnost (AS = 4,86), sledijo ji zaupljivost (AS = 4,84) in spoštovanje (AS = 4,81), najmanj pomembna pa se jim zdi urejenost (AS = 4,67).

Po mnenju Gunn in Jackson (1991, cit. po Beýer in Diedericks, 2010) je potrebno poskrbeti za pacientove fizične in psihične potrebe in se v vsakem trenutku izogibati zlorabi bolnikov. Zato so anketiranci ocenjevali tudi odnos RI do njih med preiskavo. Izbirali so med desetimi trditvami, skupno povprečje vseh trditev je pokazalo, da anketiranci menijo, da imajo RI do njih pozitiven odnos in zelo dobro poskrbijo za pacientove potrebe ($AS = 4,49$). Beýer in Diedericks (2010) navajata, da lahko slaba komunikacija privede do ponovitve slikanja. Skupna analiza vseh trditev v tokratni raziskavi o komunikaciji je pokazala, da so se anketiranci v povprečju strinjali z dobro komunikacijo RI do pacienta ($AS = 4,19$). Najbolj se strinjajo, da je RI »pozdravil na prijazen način« ($AS = 4,69$) in »dobro komuniciral z njimi« ($AS = 4,54$). Najmanj pa so se strinjali s tem, da jih je RI »spodbujal k postavljanju vprašanj« ($AS = 3,44$).

Olofsson in sodelavci (2014) so odkrili, da so dejavniki, ki so vplivali na bolnikovo izbiro radiološkega oddelka naslednji: kratek čakalni čas, enostaven prihod na oddelk za radiologijo in kratka razdalja od njihovega doma ali mesta zaposlitve. Rezultati opisne statistike čakalnega časa so pokazali, da so v povprečju na obeh diagnostikah čakalni časi primerno kratki ($AS = 1,8$).



Slika 3: Čakalni čas na radiološko preiskavo

Povprečno mnenje anketirancev o čakalnici je dobro ($AS = 3,8$), vendar se niso strinjali s trditvijo, da so v njej našli revije ali časopise.

Čakalna doba se je anketirancem CT diagnostike zdela srednje dolga ($AS = 2,8$), MR diagnostike pa dolga ($AS = 3,7$). Olisemeke in sodelavci (2014) navajajo, da so čakalne dobe pomemben kazalec kakovosti oskrbe na radioloških oddelkih.

Na pacientovo zadovoljstvo tako vpliva več dejavnikov, ki smo jih preverjali s postavljenimi hipotezami. Na koncu smo z multiplo linearno regresijo analizirali dejavnike zadovoljstva in s tem odgovorili na naše raziskovalno vprašanje.

Preverjanje hipotez

Sestavljene spremenljivke, ki so zajemale več trditev skupaj, so bile naslednje: mnenje o čakalnici oz. urejenosti prostorov, mnenje o stiku z RI oz. komunikacija ter odnos RI do pacientov. Za vsak sklop trditev posebej smo naredili faktorsko analizo in izračunali Cronbachov alfa test. Z njegovo pomočjo smo ugotavljali, ali so odgovori znotraj sklopov med seboj skladni.

Za urejenost čakalnice je bila vrednost tega testa 0,751, za komunikacijo 0,913 in za odnos RI do pacientov 0,939.

H1: Odnos RI do pacienta vpliva na pacientovo zadovoljstvo. Testirali smo jo pomočjo linearne regresijske analize z eno neodvisno spremenljivko. Preverjali smo, kako sestavljena spremenljivka odnos RI vpliva na splošno (ne)zadovoljstvo z zdravstveno obravnavo na radiološkem oddelku. Statistična analiza vprašanja »mnenje o odnosu radiološkega inženirja do vas med preiskavo« prikazuje, da je $p < 0,001$, kar pomeni, da odnos radioloških inženirjev statistično značilno vpliva na pacientovo zadovoljstvo. Če se odnos radiološkega inženirja izboljša, se bo zadovoljstvo pacientov povečalo. Če se odnos radiološkega inženirja poslabša, se bo zadovoljstvo pacientov zmanjšalo.

H2: Ustrezna komunikacija in predaja informacij RI vpliva na zadovoljstvo pacientov. Hipotezo smo testirali s pomočjo linearne regresije. Preverjali smo, kako sestavljena spremenljivka stik pacientov z RI oz. komunikacija vpliva na splošno (ne)zadovoljstvo z zdravstveno obravnavo na radiološkem oddelku. Statistična analiza kaže, da je pri spremenljivki komunikacija $p < 0,001$, kar pomeni, da dobra komunikacija statistično značilno vpliva na večje zadovoljstvo pacientov.

H3: Moški so bolj zadovoljni z delom RI in storitvami radiološkega oddelka kot ženske. Rezultati kažejo, da je vrednost $p = 0,38$, oz. $p > 0,05$, zato ničelne domneve ne zavrnemo. To pomeni, da med spoloma ni statistično značilnih razlik v zadovoljstvu pacientov. Izračunali smo tudi aritmetično sredino, kjer vidimo, da so moški ($AS = 4,53$) odgovarjali zelo podobno kot ženske ($AS = 4,58$).

H4: Starost pacienta vpliva na dožemanje kakovosti obravnave, zato je zadovoljstvo pri starejših večje kot pri mlajših. Da bi preverili, ali obstaja povezanost med starostjo pacientov in dožemanjem odnosa RI do njih, starostjo in oceno komunikacije ter na sploh z zadovoljstvom z zdravstveno obravnavo na radiološkem oddelku, smo izračunali Pearsonov koeficient korelacije. Rezultati kažejo, da ne obstaja statistično značilna povezanost med starostjo pacientov in oceno komunikacije ($r = 0,001$, $p = 0,993$), odnosom RI do pacientov ($r = -0,074$, $p = 0,387$) in zadovoljstvom z zdravstveno obravnavo ($r = 0,000$, $p = 0,997$). Iz tega lahko sklepamo, da starejši pacienti kakovosti oskrbe dojemajo enako in so podobno zadovoljni z njo kot mlajši pacienti.

H5: Zdravstveno stanje pacienta vpliva na dožemanje kakovosti dela RI. Za preverjanje povezanosti zdravstvenega stanja pacienta z doživljanjem odnosa RI do njega, oceno komunikacije in zadovoljstvom z zdravstveno obravnavo smo izračunali Pearsonov koeficient korelacije. Rezultati kažejo, da ne obstaja statistično značilna povezanost med samoocenjenim zdravstvenim stanjem pacientov in komunikacijo ($p = 0,429$) ter zadovoljstvom z zdravstveno obravnavo ($p = 0,680$). Pri ocenjevanju odnosa RI do pacienta ($p = 0,051$) pa bi lahko trdili, da opazimo šibko povezanost z zdravstvenim stanjem. Iz tega lahko sklepamo, da zdravstveno stanje do neke mere vpliva na dožemanje kakovosti odnosa RI.

H6: Višje izobraženi pacienti pričakujejo hitrejšo obravnavo kot osebe z nižjo izobrazbo. Pri tej hipotezi smo preverjali, ali imajo pacienti z višjo izobrazbo drugačna pričakovanja glede čakalne dobe in časa čakanja v čakalnici, in sicer z ne parametričnim Kruskal-Wallisovim testom. Rezultati kažejo, da obstajajo statistično značilne razlike v mnenjih

glede čakalne dobe ($p = 0,030$, $p < 0,05$). Na podlagi tega smo ugotovili, da se je anketirancem z višješolsko ali višjimi stopnjami izobrazbe zdela čakalna doba daljša ($AS = 3,60$), kot nižje izobraženim. Rezultati o čakalnem času pa kažejo, da ne obstajajo statistično značilne razlike glede na izobrazbo pacientov ($p = 0,084$, $p > 0,05$). Na podlagi tega lahko sklepamo, da imajo vsi anketiranci podobno mnenje glede časa čakanja v čakalnici.

H7: Urejenost čakalnice vpliva na zadovoljstvo pacientov. Hipotezo smo testirali s pomočjo linearne regresijske analize z eno neodvisno spremenljivko. Preverjali smo, kako sestavljena spremenljivka mnenje o čakalnici vpliva na splošno (ne) zadovoljstvo z zdravstveno obravnavo na radiološkem oddelku. Statistična analiza prikazuje, da je vrednost $p < 0,05$, kar pomeni, da urejena čakalnica vpliva na večje zadovoljstvo pacientov.

H8: Pacienti z daljšo čakalno dobo imajo slabše mnenje o delu radioloških inženirjev kot pacienti s krajšo čakalno dobo. S pomočjo ne parametričnega Kruskal-Wallisovega testa smo preverili, ali obstajajo statistično značilne razlike v zadovoljstvu med tremi skupinami z različno čakalno dobo in splošnim mnenjem o delu RI. Rezultati kažejo, da statistično značilne razlike obstajajo v mnenju o delu RI med vsaj dvema skupinama pacientov z različno dolgo čakalno dobo ($p = 0,027$, $p < 0,05$). Na podlagi tega smo ugotovili, da pacienti s čakalno dobo do 30 dni ($AS = 4,72$) ocenjujejo delo RI kot zelo dobro, tisti s čakalno dobo od 31 do 60 dni ($AS = 4,62$) malenkost slabše, pacienti s čakalno dobo 60 dni ali več ($AS = 4,30$) pa z ocenami dobro ali manj. Preverili pa smo tudi vpliv daljše čakalne dobe na splošno (ne)zadovoljstvo z zdravstveno obravnavo na radiološkem oddelku. Rezultati so pokazali, da glede ocen zadovoljstva z obravnavo na radiološkem oddelku na splošno ne obstajajo statistično značilne razlike med skupinami pacientov, pri katerih je bila čakalna doba različno dolga, ($p = 0,129$, $p > 0,05$).

H9: Pacienti z daljšim čakalnim časom imajo slabše mnenje o delu radioloških inženirjev kot pacienti s krajšim čakalnim časom. Hipotezo smo preverili s pomočjo ne parametričnega Kruskal-Wallisovega testa. Preverili smo, ali obstajajo statistično značilne razlike med tremi skupinami z različnim čakalnim časom in splošnim mnenjem o delu RI. Rezultati kažejo, da statistično značilne razlike obstajajo ($p = 0,001$, $p < 0,05$). Na podlagi tega smo ugotovili, da pacienti s krajšim čakalnim časom 0–15 min ($AS = 4,71$) ocenjujejo delo RI kot zelo dobro, pacienti s čakalnim časom 15–30 min ($AS = 4,48$) so delo RI ocenili malenkost slabše, medtem ko so pacienti s čakalnim časom, daljšim od 30 min ($AS = 3,75$) ocenili delo RI v povprečju med dobro oz. niti dobro niti slabo. Zanimalo pa nas je tudi, ali čakalni čas vpliva tudi na splošno (ne)zadovoljstvo z zdravstveno obravnavo na radiološkem oddelku. Rezultati kažejo statistično značilne razlike ($p < 0,001$, $p < 0,05$). Na podlagi tega smo ugotovili, da čakalni čas vpliva na splošno (ne)zadovoljstvo z zdravstveno obravnavo. Najbolj zadovoljni z obravnavo so bili pacienti s čakalnim časom 0–15 min ($AS = 4,70$), pacienti s čakalnim časom 15–30 min ($AS = 4,33$) so bili zadovoljni malenkost manj, pacienti s čakalnim časom, ki je trajal več kot 30 min ($AS = 3,67$) pa so bili z obravnavo najmanj zadovoljni, svoje (ne)zadovoljstvo so ocenili v povprečju med zadovoljen in niti-niti (ne)zadovoljen.

V nadaljevanju smo pred izračunom multiple linearne regresije preverjali, kako močno so posamezne značilnosti

radiološkega inženirja in radiološkega oddelka povezane z splošnim zadovoljstvom pacientov. Analizirali smo dejavnike zadovoljstva in s tem odgovorili na naše raziskovalno vprašanje. Splošno zadovoljstvo z zdravstveno obravnavo na oddelku v našem modelu predstavlja odvisno spremenljivko, neodvisne spremenljivke pa so sestavljene spremenljivke komunikacija, odnos RI do pacienta, urejenosti prostorov ter čas čakanja, čakalna doba, zdravstveno stanje, spol, starost in izobrazba pacientov. Ob pregledu vseh spremenljivk v modelu se pokažeta kot najpomembnejša dejavnika zadovoljstva komunikacija ($\beta = 0,461$, $p < 0,001$) in odnos RI do pacienta ($\beta = 0,256$, $p < 0,032$), statistično podoben dejavnik slabšega zadovoljstva je tudi čakalni čas ($\beta = -0,136$, $p < 0,036$). Nasprotno pa se čakalna doba ne pokaže kot statistično značilen dejavnik zadovoljstva ($p > 0,1$). Predvidevamo lahko, da čakalni čas prevzame statistično pomembnejšo vlogo kot pa sama čakalna doba, lahko pa prepišemo tak rezultat relativno slabi merski lestvici, s katero smo merili čakalno dobo. Predpostavljamo lahko, da čakalni čas igra pomembnejšo vlogo kot čakalna doba in zdravstveno počutje. Takšen rezultat je lahko posledica tega, da pacienti na dan preiskave pozabijo na dolgo čakalno dobo in jim je pomemben le čim krajši čakalni čas do pričetka njihove preiskave. Spremenljivke čakalna doba, starost, zdravstveno počutje, zanimivo, ne vplivajo na zadovoljstvo. Najbolj zanimivo pa je, da urejenost čakalnice v tem modelu ne vpliva več na zadovoljstvo. Razlog je lahko v tem, da morda postane pomembnejši čas preživet v čakalnici, kot pa njene lastnosti, kar bi veljalo v prihodnosti preučiti še bolj podrobno.

ZAKLJUČEK

V naši raziskavi, eni prvih v Sloveniji na področju zadovoljstva pacientov z delom radioloških inženirjev, smo ugotovili, da na zadovoljstvo pacientov vpliva več dejavnikov. Najpomembnejše na zadovoljstvo vplivajo komunikacija, odnos RI do pacienta in čakalni čas. Sklepamo lahko, da bi spodbujanje zaposlenih k izboljšanju teh dejavnikov lahko pozitivno vplivalo na zadovoljstvo pacientov. Izboljšave bi bile najpomembnejše pri komunikaciji, saj je ta prisotna pri celotni obravnavi pacienta, od sprejema v administraciji do odhoda domov. K izboljšanju komunikacije lahko v največji meri pripomorejo RI sami. Ločeno od ostalih dejavnikov smo odkrili tudi manjši vpliv čakalne dobe na preiskavo (ki je v današnjem času lahko izredno dolga) in urejene čakalnice na zadovoljstvo pacientov. Pacienti radi pridejo v urejeno čakalnico in v njej najdejo literaturo, s katero se zamotijo, da jim čakalni čas mine čim hitreje. Vendar v regresijskem modelu čakalna doba in urejena čakalnica nimata več statistično značilnega vpliva na zadovoljstvo, kot pri bivariantnih analizah. Predpostavljamo lahko, da pacienti na dan preiskave pozabijo na dolgo čakalno dobo, prav tako pa v čakalnici preživijo zelo kratek čas. Spremenljivke zdravstveno stanje pacienta, spol in starost v naši raziskavi niso povezane z zadovoljstvom.

Zelo pomemben je prvi stik s pacientom, sprejem pacienta, mimika obraza, ton glasu, nasmeh, saj že s tem lahko pacienta pomirimo. Pacient si bo ob prvem stiku tudi izoblikoval mnenje o nas, zato so pomembne nekatere osebnostne lastnosti zaposlenih, pa tudi sam pristop zaposlenega k poteku dela, nadaljnja obravnavna in komunikacija pri preiskavi.

V naši raziskavi ugotavljamo, da so čakalne dobe izredno dolge.

Priporočene so izboljšave na področju čakalnih dob, vendar za izvajalce storitev to ni preprosto, saj so čakalne dobe odvisne od frekvence pacientov in mnogih drugih dejavnikov. Zaradi velike frekvence pacientov pride do čakalnega seznama, kjer je potrebno spoštovati vrstni red in tudi stopnjo nujnosti.

Priporočamo pa tudi, da zaposleni na oddelku priskrbijo različno literaturo za v čakalnico in s tem pacientom omogočijo krajšanje čakalnega časa.

Rezultati naše študije so kazalnik vsakodnevnega truda in dela radioloških inženirjev Splošne bolnišnice Slovenj Gradec. Rezultati so relativno dobri, kar nam pove, da je zdravstvena oskrba na radiološkem oddelku Splošne bolnišnice SG zelo dobra.

V nadaljnje raziskovalne namene priporočamo, da razširimo merjenje zadovoljstva še na ostale diagnostike radiološkega oddelka Splošne bolnišnice Slovenj Gradec. Podobne raziskave priporočamo tudi v radioloških oddelkih drugih ustanov po Sloveniji, saj bi tako RI bolje razumeli pacientove želje in potrebe in bi tako svoje delo temu tudi ustrezno prilagodili.

LITERATURA

Alturki M, Khan TM (2012). A study investigating the level of satisfaction with the health services provided by the Pharmacist at ENT hospital, Eastern Region Alahsah, Kingdom of Saudi Arabia. King Saud University. Saudi Pharm J 2013(21): 255–60. doi: 10.1016/j.jsps.2012.09.001.

Beÿer L, Diedericks P (2010). The attitudes of radiographers towards patients in government hospitals in Bloemfontein. The south African radiographer 48(2): 22–27.

Booth L (2007). The radiographer-patient relationship: Enhancing understanding using a transactional analysis approach. Radiography (2008)14: 323–31. doi: 10.1016/j.radi.2007.07.002.

Červ R (2012). Stopnja zadovoljstva in motivacijski dejavniki učiteljev. Revija za univerzalno odličnost. 30–41.

Kmetič K (2014). Analiza zadovoljstva pacientov s fizioterapevtskimi storitvami v UKC Maribor. Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani. Ekonomska fakulteta.

Hoe J (2007). Quality service in radiology. Biomed Imaging Interv J 3(3): e 24. doi: 10.2349/biij.3.3.e24.

Ondategui-Parra S, Erturk S, Ros P (2006). Survey of the Use Of Quality Indicators in Academic Radiology Departments. AJR Am J Roentgenol 187(5): W451–55.

Olofsson PT, Aspelin P, Bergstrand L, Blomqvist L (2014). Patients' experience of outsourcing and care related to magnetic resonance examinations. Ups J Med Sci 119(4): 343–49. doi: 10.3109/03009734.2014.951133.

Olisemeke B, Chen Y F, Hemming K, Girling A (2014). The Effectiveness of Service Delivery Initiatives at Improving Patients' Waiting Times in Clinical Radiology Departments: A Systematic Review. J Digit Imaging 27(6): 751–78. doi: 10.1007/s10278-014-9706-z.

VLOGA RADIOTERAPIJE PRI ONKOLOŠKIH URGENTNIH STANJIH

THE ROLE OF RADIOTHERAPY IN ONCOLOGICAL EMERGENCIES

Valerija Žager Marcuš^{1, 2}

¹ Onkološki inštitut Ljubljana, Oddelek za teleradioterapijo, Zaloška 2, 1000 Ljubljana

² 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/Received: 6. 6. 2019

Sprejeto/Accepted: 5. 9. 2019

IZVLEČEK

Uvod: Onkološka urgentna stanja opisujejo klinično situacijo, ki nastane zaradi razvoja, rasti maligne bolezni, specifičnega onkološkega zdravljenja oziroma izločanja različnih snovi iz malignih celic s potencialnimi hudimi posledicami za bolnika, v primeru odsotnosti takojšnjega ukrepanja glede na postavljeno diagnozo.

Namen: Ugotoviti pomembnost radioterapije pri onkoloških urgentnih stanjih, pogostost le-teh, pojavnost najbolj obremenjenega dneva za urgentno obsevanje »petkovega sindroma« ter koliko je urgentnih obsevanj med vikendi in prazniki.

Metode: Raziskava z zbiranjem podatkov v zvezi z urgentnim obsevanjem bolnikov je bila izvedena na oddelku teleradioterapije Onkološkega inštituta v Ljubljani. Uporabil se je program Webdoctor ter oblika digitalne kartoteke. V raziskavo so zajeti podatki bolnikov, ki so se urgentno obsevali med 1. 1. 2017 in 31. 12. 2018.

Rezultati in razprava: Od 671 bolnikov zajetih v raziskavo, predstavljajo urgentna obsevanja, vključujoč vse dni v tednu, v letu 2017 7,5 % obsevanj (1,2 % obsevanj med vikendi in prazniki), v letu 2018 pa 6,5 % obsevanj (0,7 % obsevanj med vikendi in prazniki), glede na vse obsevane bolnike na oddelku teleradioterapije. V obeh letih je bilo izven rednega delovnega časa za simulatorje (ponedeljek–petek) urgentnih priprav na obsevanje 4,2 %. Ob petkih je bila obe leti izvedena skoraj četrtina vseh priprav (23,8 %) za urgentna obsevanja. Glede na področje obsevanja je bilo največ urgentnih obsevanj na skeletu (38,5 %), sledi obsevanje prsnega koša (27,3 %) in centralnega živčnega sistema (8,3 %) ($p = 0,001$).

Zaključek: Ugotavljali smo vlogo obsevanja pri onkoloških urgentnih stanjih ter pogostost le-teh glede na različne dejavnike. Izvajanje urgentnih obsevanj mora biti hitro, časovno varčno, finančno upravičeno in učinkovito.

Ključne besede: urgentno onkološko obsevanje, »petkov sindrom«, radioterapija

ABSTRACT

Introduction: Oncological emergencies are clinical situations caused by the development and growth of malignancy, specific oncological treatment, or excretion of various substances from malignant cells, with potentially severe consequences for the patient, in the absence of immediate action based on the diagnosis that has been made.

Purpose: This study aimed to determine the importance of radiotherapy in oncological emergencies, the frequency, the incidence of »Friday syndrome« and how urgent irradiation was during weekends and holidays.

Methods: The study on the frequency of oncological emergencies, 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 Radiotherapy Department. The study included data from patients who were urgently irradiated from 1.1.2017 to 31.12.2018.

Results and discussion: Of the 671 patients in the study, urgent irradiation represented, including all days of the week in 2017, 7.5% (1.2% on weekends and holidays), and in 2018 6.5% (0.7% on weekends and holidays), according to all irradiated patients at the Radiotherapy Department. Out of regular working time for simulators (Monday-Friday), there were 4.2% of emergency irradiation preparations. On Fridays, almost a quarter of all preparations were made in both years (23.8%) for urgent irradiation. Regarding the irradiation area, the highest number of urgent irradiations was on the skeleton (38.5%), followed by irradiation of the chest (27.3%) and central nervous system (CNS, 8.3%) ($p = 0.001$).

Conclusion: Our study aimed to determine the role of irradiation in oncological emergencies and their frequency in relation to various factors. The implementation of urgent irradiation should be fast, time-saving, financially justifiable, and effective.

Keywords: Oncological emergencies, radiotherapy, raditheraphy emergencies

UVOD

Radioterapija (RT) je učinkovita metoda zdravljenja pri rakastih obolenjih. Pomembno vlogo ima tudi pri onkoloških urgentnih stanjih, ko rakasta bolezen napreduje do stopnje, ki lahko ogrozi življenje človeka. Ker je zdravljenje rakastih obolenj v današnjem času zelo uspešno, se na splošno povečuje tudi število preživelih bolnikov z rakastim obolenjem. Večje število bolnikov z rakom zaradi tega potrebuje na določeni točki zdravljenja urgentno zdravljenje glede na novo nastalo stanje v zvezi z boleznijo (Sales in Rockhill, 2010). Bolniki, ki se obravnavajo urgentno, pogosto niso znani zdravnikom onkologom radioterapevtom. Lahko gre za napredovalo rakasto obolenje ali za novo nastalo stanje še ne diagnosticirane rakaste bolezni s slabo prognozo (Shenoy et al., 2017).

Onkološka urgentna stanja opisujejo klinično situacijo, ki nastane zaradi razvoja, rasti maligne bolezni, specifičnega onkološkega zdravljenja oziroma izločanja različnih snovi iz malignih celic s potencialnimi hudimi posledicami za bolnika, v primeru odsotnosti takojšnjega ukrepanja glede na postavljeno diagnozo (Woodard in Hogan, 1996; Mitera et al., 2009; Oblak in Grašič Kuhar, 2018). Vsaka institucija mora zagotoviti, da se urgentna stanja, ki zahtevajo takojšnje ukrepanje, izvedejo tudi zunaj delovnega časa, ob vikendih in praznikih. Zgodnje odkritje in zdravljenje onkoloških urgentnih stanj lahko podaljša življenje bolnika oziroma izboljša njegovo kvaliteto življenja. Najboljši rezultati se kažejo, če so bolniki zdravljeni znotraj 24–48 ur po tem, ko se pojavijo simptomi bolezni (Donato et al., 2001).

Bolnike se urgentno obseva predvsem v primerih, ko gre za metastatsko kompresijo hrbtenjače, pri sindromu zgornje vene kave (SZVK), krvavitvah tumorja, akutni obstrukciji dihalnih poti, možganskih metastazah in pri zvišanem intrakranialnem pritisku (Christian et al., 2008; Mitera et al., 2009; Yeo et al., 2012; Spencer in Hawley, 2018). Urgentna stanja zahtevajo takojšnje ukrepanje. Vsi onkološki bolniki z bolečinami v hrbtenici bi morali biti prioriteto pregledani zaradi suma na metastatsko kompresijo hrbtenjače. Če trajajo simptomi več kot 24 ur, s kompletno paraplegijo oziroma tetraplegijo, je kirurgija še vedno možnost izbire. Opraviti je potrebno magnetno resonančno slikanje celotne hrbtenice znotraj 24 ur, saj ima 30–50 % bolnikov bolezen razvito na več ravneh (Ni Chleirigh et al., 2018).

Indikacije za izbiro RT v primeru onkoloških urgentnih stanj se navezujejo na več dejavnikov, kot na primer na pojavnost kliničnih znakov, simptomov glede na pričakovano življenjsko dobo pri bolniku, na časovni interval prisotnih simptomov, na splošni status bolnika, na diagnozo bolezni, na histologijo tumorja in na ocenitev radiosenzibilnosti tumorja na obsevanje. Upoštevaajoč našteje faktorje se zdravniki radioterapevti v večini primerov odločijo za hipofrakcionirano radioterapijo, tudi z enim doznim odmerkom, kar je še posebej pomembno pri bolnikih, ki zaradi svojega stanja, hudih in težko obvladljivih bolečin, ne morejo dolgo čakati na začetek zdravljenja (Donato et al., 2001).

Kratkoročne oziroma dolgoročne učinke onkološkega urgentnega obsevanja, paliativni namen obsevanja in omejitve tovrstnih obsevanj mora zdravnik radioterapevt razumljivo predstaviti bolniku in svojcem. Če je pri bolnikih preostalo življenjsko obdobje zaradi razvoja bolezni omejeno,

je primerno presoditi, ali je RT sploh ustrezen način zdravljenja, še posebno v primeru, če se bodo pozitivni učinki pokazali z zamikom. Kontraindikacija za RT je tudi, če bolnik ni sposoben sodelovati in ostati miren med obsevanjem, bodisi zaradi prisotnosti hudih bolečin, nevroloških izpadov ali psihiatričnih motenj. Pozornost je potrebno usmeriti tudi na reiradiacije v primeru, če je določeno področje že bilo obsevano, v izogib preveliki obsevanosti zdravih tkiv in organov (Schouten et al., 2002).

Urgentna obsevanja se običajno izvedejo med tednom, med rednim delovnim časom, ko je na voljo kompleten zdravstveni tim za izvedbo postopkov in oskrbo bolnika, vsa potrebna oprema in možnost izvedbe ustrezne diagnostične preiskave. Če je urgentno potrebno obsevati izven rednega delovnega časa, so indikacije za obsevanje pogojene z rezultati zdravljenja, kar presodi zdravnik onkolog radioterapevt, kot tudi smiselnost obsevanja pri bolniku za ohranitev funkcionalnosti določenega organa. Na Onkološkem inštitutu v Ljubljani (OI LJ) je ves čas na voljo dežurni zdravnik, ostalo zdravstveno osebje je med vikendi (sobota, nedelja) in med prazniki v stalni pripravljenosti. Priprave na obsevanja za urgentna stanja na teleradioterapevtskem oddelku (TRT) OI LJ so med rednim delovnim časom izvedene na simulatorjih. V primeru pravočasne informiranosti radioloških inženirjev o urgentnem obsevanju, se delo na simulatorju podaljša. V nasprotnem primeru se določitev obsevalnega polja in obsevanje izvede na obsevalnem aparatu z ustrezno pripadajočo opremo in slikovno vodeno radioterapijo (IGRT), naslednji delovni dan pa se obsevalno polje obvezno preveri še na simulatorju. Naloga vsake bolnišnične ustanove je zagotovitev ustrezno delujočega sistema za obravnavo urgentnih stanj in oskrbe bolnika (Young et al., 2016).

NAMEN

Namen članka je potrditi pomembnost radioterapije pri onkoloških urgentnih stanjih in s pregledom elektronske dokumentacije baze podatkov za bolnike ugotoviti, v kolikšnem deležu se izvajajo urgentne priprave bolnikov na obsevanje na simulatorjih med tednom v rednem delovnem času in izven njega in ali je »petkov sindrom« povečanega števila urgentnih obsevanj prisoten tudi na TRT oddelku OI LJ ter koliko je urgentnih obsevanj med vikendi in prazniki.

Med preostalimi dejavniki raziskave nas je zanimalo tudi, katere so najbolj pogoste indikacije za urgentno obsevanje glede na nujnost obsevanja, skupne tumorske doze, dnevna frakcionacija doze in katera področja se najbolj pogosto obsevajo ter izbrane obsevalne tehnike.

Hipoteza:

V primeru urgentnih onkoloških stanj se pri več kot 90 % bolnikov priprava na obsevanje na simulatorjih in obsevanje na obsevalnih napravah izvede od ponedeljka do petka, v rednem delovnem času.

METODE

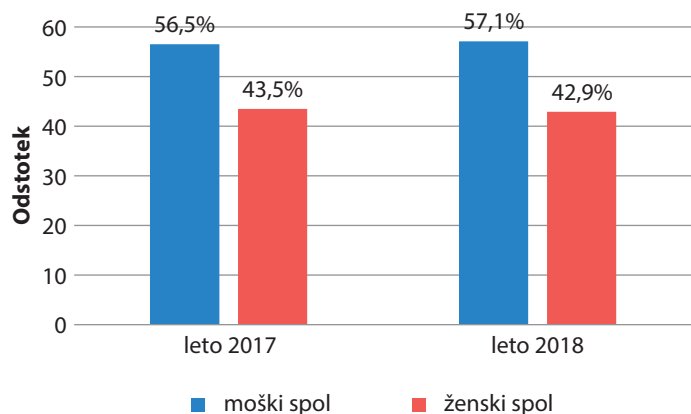
Raziskava je bila izvedena retrospektivno na OI LJ, TRT. Uporabili smo deskriptivno metodo dela s pregledom domače in tuje literature. Z uporabo programa Webdoctor ter obliko digitalne kartoteke Onkološkega inštituta Ljubljana smo

pridobiti podatke za namen urgentnega obsevanja bolnikov, ki so bili zabeleženi v sistemu tekom zdravljenja. V raziskavo so bili vključeni podatki bolnikov, ki so bili indicirani za urgentno onkološko obsevanje. Obravnavali smo jih pod anonimno številko, zajeli smo obdobje med 1. 1. 2017 in 31. 12. 2018 ($N = 671$). Podatki so poleg osnovnih demografskih podatkov zajemali tudi podatke o vrsti in lokalizaciji primarnega tumorja, najbolj pogosto indikacijo za urgentno obsevanje, področje obsevanja, izbrano energijo za obsevanje, obsevalno tehniko, izbran obsevalni aparat, skupno tumorsko dozo (TD) in frakcionacijo obsevanja. Pridobili smo tudi podatke o časovnem intervalu priprave na obsevanje na simulatorjih oziroma na obsevalnih napravah. Ugotavljali smo frekvenco urgentnih obsevanj glede na dan v tednu, povezano s »petkovim sindromom«, glede na izbrani simulator med rednim delovnim časom ter med vikendi in prazniki. Podatki so bili statistično analizirani s pomočjo programa Microsoft Excel 2016 in IBM SPSS Statistics 24.0 (SPSS inc., Chicago, IL, USA) z metodo Hi-kvadrat glede na naravo spremenljivk (odvisne spremenljivke nominalnega tipa). Statistično značilne spremembe smo ocenili pri p -vrednosti $p \leq 0,05$ (stopnja tveganja 5 %).

REZULTATI IN RAZPRAVA

V rezultatih sta prikazana pregled in analiza urgentno obsevanih bolnikov na TRTOI za leti 2017 in 2018 ter primerjava podatkov med obema letoma. Ugotovili smo, da do sedaj narejene študije večinoma opisujejo obsevanja onkoloških urgentnih stanj med vikendi in prazniki (Christian et al., 2008; Mitera et al., 2009; Poortmans et al., 2001). V naši raziskavi je razvidno število urgentnih obsevanj med tednom, vključno s petkom, ki je v literaturi zaznan kot najbolj obremenjeni dan za urgentno obsevanje (»petkov sindrom«), kot tudi med vikendi in prazniki.

V rezultatih smo najprej preučili obsevanost glede na spol. V letu 2017 je bilo urgentno obsevanih 204 moških in 157 žensk, v letu 2018 pa 177 moških in 133 žensk. Iz slike 1 je razvidno, da je bil v obeh letih obsevan približno enak odstotek bolnikov moškega (56,8 %) in ženskega spola (43,2 %).



Slika 1: Obsevanost urgentnih stanj glede na spol v letih 2017 in 2018

Zanimala nas je tudi povprečna starost bolnikov. Pri tistih, ki so se urgentno obsevali v letu 2017 je bila 66,8 let, najmlajši

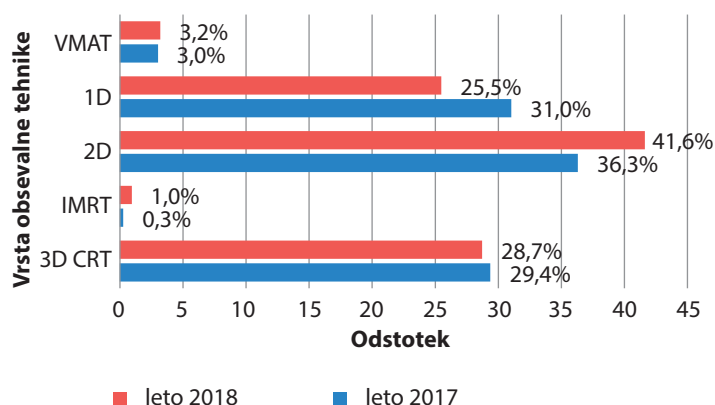
bolnik je bil star 23 let, najstarejši pa 101 leto. Povprečna starost bolnikov v letu 2018 je bila 65,4 let, najmlajši je bil star 3 leta, najstarejši pa 98. Standardni odklon je bil v obeh letih visok, kar pomeni, da so se bolniki po starosti precej razlikovali. Nadalje je bilo v obeh letih največ urgentnih obsevanj pri bolnikih z osnovno diagnozo nedrobnoceličnega raka pljuč (42,8 %), sledili so limfomi in rak dojke. Pričakovano je v obeh letih največ urgentnih obsevanj izvedel pljučni tim zdravnikov radioterapevtov (44,1 %). Razlika med leti ni statistično značilna ($p = 0,110$). V dveh raziskavah Yeo et al. (2012) s 37,9 %, in v Mitera et al. (2009) z 31 %, se je prav tako izkazal visok odstotek urgentno obsevanih bolnikov z diagnozo primarnega pljučnega raka.

Radioterapija za urgentna obsevanja mora biti hitra in učinkovita ter mora olajšati simptome, ki jih povzroči napredovala rakasta bolezen. Izsledki literature (Donato et al., 2005; Samant, Gooi, 2005) kažejo, da je delna simptomatska kontrola z urgentnim obsevanjem dosežena v 70–80 %.

Na prvem mestu glede na indikacijo obsevanja je v obeh letih metastatska kompresija hrbtenjače – pareza (36,8 %), sledijo krvavitve tumorja (15,6 %) in (SZVK) (11,5 %). Razlika med leti je statistično značilna ($p = 0,001$). Glede na področje obsevanja ugotovimo, da je bilo v obeh letih največ urgentnih obsevanj na skeletu (38,5 %), sledijo obsevanja prsnega koša (27,3 %) in centralnega živčnega sistema (CŽS, 8,3 %). Razvidno je tudi, da je bilo v letu 2017, v področju prsnega koša obsevanih 10 % bolnikov več, kot leta 2018 ($p = 0,001$). V raziskavi Christian et al. (2008) so bile kot najbolj pogoste indikacije za obsevanje navedene kompresija hrbtenjače (42,3 %), SZVK (27,7 %), obstrukcija dihalnih poti (8,2 %), krvavitve tumorja (8,5 %) in možganske metastaze (povišan intrakranialni pritisk, 11,3 %). Tudi v raziskavi Mitera et al. (2009) so prišli do dokaj podobnih rezultatov. Vključili so 161 bolnikov za obdobje dveh let z urgentnimi obsevanji med vikendi in obsevali kompresijo hrbtenjače v 56 %, sledilo je obsevanje možganskih metastaz v 15 % in sindrom vene kave v 6 %.

Obsevanje bolnikov se je v 90,3 % izvedlo s fotonskim žarkovnim snopom 6 MV, v manjši meri (7,6 %) pa so bili bolniki obsevani s 15 MV ($p = 0,009$). Največje število urgentnih obsevanj je bilo opravljeno na obsevalnem aparatu (21,5 %), nizkoenergijskem linearnem pospeševalniku Varian Unique Power SN2003, ki omogoča obsevanje s fotonskim žarkovnim snopom 6 MV ($p = 0,037$).

V letu 2017 se je 131 bolnikov urgentno obsevalo z dvodimenzionalno tehniko (2D), sledi enodimenzionalna tehnika (1D) z 112 obsevanimi bolniki, tridimenzionalna konformna radioterapija (3D CRT) s 106 bolniki, volumetrično modulirana ločna terapija (VMAT) z 11 bolniki in intenzitetno modulirana radioterapija (IMRT) z 1 bolnikom. V letu 2018 se je 129 bolnikov urgentno obsevalo z 2D tehniko, 89 bolnikov s 3D CRT, 79 bolnikov z 1D, 10 z VMAT obsevalno tehniko in 3 z IMRT. V obeh letih se je največ uporabljala 2D obsevalna tehnika, v 38,7 %. Sledi 3D CRT (29,1 %) in 1D (28,5 %). IMRT in VMAT obsevanje sta bila uporabljena v manjšem odstotku ($p = 0,355$) (slika 2). V raziskavi Mitera et al. (2009) se je 67,1 % obsevanj izvedlo z 2D tehniko (dvema opozitnima obsevalnima poljema) in 24 % z enim obsevalnim poljem.



Slika 2: Obsevanost urgentnih stanj glede na izbiro obsevalne tehnike v letih 2017 in 2018

V letu 2017 je bilo 88,9 % bolnikov urgentno obsevanih do 5-krat. V letu 2018 je bilo z do petimi frakcijami obsevanih okoli 3,4 % manj bolnikov. Skupno v obeh letih je 57,1 % bolnikov pri urgentnih onkoloških obsevanjih prejelo TD 20 Gy. Tudi v drugih raziskavah navajajo, da so večinoma vsi bolniki prejeli obsevanje s kratko paliativno frakcionacijo. Najbolj pogosto področje obsevanja je hrbtenica (Yeo et al., 2012), in sicer največkrat prsni del s 46,2 %. Prav tako so v raziskavi Mitera et al. (2009) 94 % bolnikov obsevali s 5 frakcijami, s skupno tumorsko dozo 20 Gy.

Glede na dan v tednu, je bilo od ponedeljka do petka v obeh letih na simulatorjih (računalniško tomografski simulator – CT SIM in konvencionalni simulator) največ priprav ob petkih, s skoraj četrtino vseh priprav (23,8 %), sledi četrtek (23,2 %) ($p = 0,024$). Naši rezultati kažejo tudi, da je bilo izven rednega delovnega časa za simulatorje skupno za obe leti (ponedeljek–petek) urgentnih priprav na obsevanje zgolj 4,2 %. Poortmans et al. (2001) so v raziskavi proučevali tako imenovan »petkov sindrom«. Ugotovili so, da je bilo 36 % bolnikov obsevanih med petkom in nedeljo, v primerjavi z drugimi 64 %, ki so bili obravnavani preostale dni v tednu. V raziskavi Koiter et al. (2013) prav tako ugotavljajo, da se je 26,3 % bolnikov z metastatsko kompresijo hrbtenjače urgentno obsevalo v petek, kar je statistično značilno več, kot ostale dni v tednu, razen četrta, kot kažejo tudi naši rezultati, da je četrtek drugi najbolj obremenjen dan za urgentna obsevanja. V naši kot tudi v raziskavi Mitera et al. (2009) se je izkazalo enako, in sicer da so petki najbolj frekventni dnevi za urgentna obsevanja, kot tudi trend povečevanja urgentnih obsevanj od ponedeljka do petka, kar lahko skoraj v celoti potrdimo tudi za našo raziskavo (z izjemo srede). Na podlagi naših rezultatov in drugih študij (Koiter et al., 2013; Maranzano in Latini, 1995), se verjetno največ urgentnih stanj obseva ob petkih zato, ker so takrat v rednem delovnem času še na voljo tudi vse diagnostične preiskave, predvsem magnetno resonančne, ki so pomembne pri postavitvi diagnoze za urgentno obsevanje. Ob vikendih sta kader in oprema, ki sta na voljo, okrnjena. V raziskavi Christian et al. (2008) so sodelovale tri države z analizo rezultatov za 1033 bolnikov, ki so bili urgentno obsevali v enem letu, kar je predstavljalo 3,1 % vseh radioterapevtskih obsevanj. V naši raziskavi je bilo v dveh letih zavedenih 671 urgentnih obsevanj, kar predstavlja v letu 2017 glede na vse obsevane bolnike na TRT OI 7,5 % urgentnih obsevanj (1,2 %

med vikendi in prazniki), v letu 2018 pa 6,5 % vseh urgentnih obsevanj (0,7 % med vikendi in prazniki). Iz raziskave Mitera et al. (2009) je razvidno, da je bilo čez vikende in praznike urgentno obsevanih 1,6 % bolnikov, oziroma približno 1 bolnik na vikend, kar je skladno tudi z našimi rezultati. Urgentno obsevanje med vikendom je upravičeno, kadar bi zamuda z začetkom radioterapije povzročila slabše rezultate zdravljenja (Mitera et al., 2009; Spencer in Hawley, 2018). Stopnja simptomov izraženosti urgentnega stanja igra pri zdravniku radioterapevtu pomembno vlogo o odločitvi glede obsevanja tekom vikenda.

ZAKLJUČEK

V raziskavi smo ugotavljali pomembnost radioterapije pri onkoloških urgentnih stanjih, pogostost le-teh, ali je »petkov sindrom« povečanega števila urgentnih obsevanj prisoten tudi na TRT OI LJ ter koliko urgentnih obsevanj je med vikendi in prazniki. Navedbe v literaturi so večinoma za urgentna obsevanja čez vikende in praznike in predstavljajo do 3,1 % vseh ostalih obsevanj. V naši raziskavi je bilo v dveh letih zavedenih 671 urgentnih obsevanj, vključujoč vse dni v tednu, kar predstavlja v letu 2017 glede na vse obsevane bolnike na TRT OI 7,5 % (1,2 % med vikendi in prazniki), v letu 2018 pa 6,5 % urgentnih obsevanj (0,7 % med vikendi in prazniki). Naši rezultati kažejo tudi, da je bilo skupno za obe leti izven rednega delovnega časa za simulatorje (ponedeljek–petek) urgentnih priprav na obsevanje le 4,2 %, s čimer smo tudi potrdili zastavljeno hipotezo. Ob petkih je bilo v obeh letih izvedenih skoraj četrtina vseh priprav (23,8 %) za urgentna obsevanja, kar potrjuje »petkov sindrom«. Zgodnje prepoznavanje simptomov in zdravljenje je ključnega pomena za dobre rezultate paliativnega zdravljenja bolnika, kvaliteto in življenjski izid urgentnega obsevanja. Zdravnik radioterapevt je tisti, ki se odloči, kdaj je potrebno izvesti pripravo in obsevanje kot urgentno. Izvajanje urgentnih obsevanj je vsekakor upravičeno, mora biti hitro, časovno varčno, finančno upravičeno in učinkovito. Ustrezno izvedeno mora biti s strani kadra in tudi z vidika kontrole kvalitete dela, kar je za majhno, a pomembno skupino bolnikov izrednega pomena.

LITERATURA

Christian, E., Adamietz, I., Willich, N., Schafer, U., & Micke, O. (2008). Radiotherapy in oncological emergencies: final results of a patterns of care study in Germany, Austria and Switzerland. *Acta Oncol* 47(1): 81–89. doi: <https://doi.org/10.1080/02841860701481554>. <7. 11. 2018>.

Donato V, Bonfili P, Bulzonetti N, Santarelli M, Osti MF, Tombolini V, et al. (2001). Radiation Therapy for Oncological Emergencies. *Anticancer Res* 21: 2219–24. Dostopno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11501850>. <7. 11. 2018>.

Koiter E, Poortmans P, Cloin B. (2013). Always on a Friday: Referral pattern for metastatic spinal cord compression. *Radiation Oncol* 107(2): 259–60. doi:10.1016/j.radonc.2013.03.004. <11. 3. 2019>.

- Maranzano E, Latini P. (1995). Effectiveness of radiation therapy without surgery in metastatic spinal cord compression: final results from a prospective trial. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 32 (4): 959–67. Dostopno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7607970>. <11. 3. 2019>.
- Mitera, G., Swaminath, A., Wong, S., Goh, P., Robson, S., & Sinclair, E. et al. (2009). Radiotherapy for oncologic emergencies on weekends: examining reasons for treatment and patterns of practice at a Canadian cancer centre. *Radiother Oncol* 16(4): 55–60. Dostopno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19672425>. <12. 2. 2019>.
- Ni Chleirigh R, Gray S, Mitchell CC. (2018). Management of oncological emergencies on the acute take. Symposium on Acute Medicine. *British J of Hospital Medicine* 79(7): 384–88. doi: 10.12968/hmed.2018.79.7.384. <12. 2. 2019>.
- Oblak I, Grašič Kuhar C. (2018). Urgentna stanja v onkologiji. In: Strojani P, Hočvar M, urednika. *Onkologija: Učbenik za študente medicine*. Ljubljana, Onkološki inštitut Ljubljana: 368–388. doi: 10.25670/oi2018-001m. <13.3.2019>.
- Poortmans, P., Vulto, A., & Paaijmakers, E. (2001). Always on a Friday? Time pattern of referral for spinal cord compression. *Acta Oncol* 40(1): 88–91. Dostopno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11321668> <13.3.2019>.
- Sales L in Rockhill JK. (2010). Cancer Pain Emergencies: Is There a Role for Radiation Therapy? *Curr Pain Headache Rep* 14(6): 483–88. doi: 10.1007/s11916-010-0136-4. <14.3.2019>.
- Samant R, Gooi AC. (2005). Radiotherapy basics for family physicians. Potent tool for symptom relief. *Can Fam Physician* 51: 1496–501. Dostopno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16353832>. <28.1.2019>.
- Shenoy et al., (2017). Cardiovascular Oncologic Emergencies. *Cardiology* 138:147–58. doi: <https://doi.org/10.1159/000475491>. <28.1.2019>.
- Schouten LJ, Rutten J, Huveneers HA, Twijnstra A. (2002). Incidence of brain metastases in a cohort of patient with carcinoma of the breast, colon, kidney, lung, and melanoma. *Cancer* 94(10): 2698–705. Dostopno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12173339>. <30.1.2019>.
- Spencer T, Hawley L. (2018). Emergency Radiotherapy: Streamlining the Pathway from Planning to Treatment at a District General Hospital. Cheltenham General Hospital, UK. Abstract / *Clin Oncol* 30(1): 8–9. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clon.2018.03.028>. <15.2.2019>.
- Woodard W., Hogan D. (1996). Oncologic emergencies: implications for nurses. *J Intraven Nurs* 19(5):256–63. Dostopno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9060351>. <15.2.2019>.
- Yeo R, Campbell T, Fairchild A. (2012). Is weekend Radiation Therapy Always Justified? *J of medical Imaging and Radiation Sciences* 43(1): 38–42. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmir.2011.08.001>. <15.2.2019>.
- Young A, Marshall E, Krzyzanowska M. et al. (2016). Responding to acute care needs of patients with cancer. Recent trends across continents. *Oncologist* 21(3): 301–7. doi: 10.1634/theoncologist.2014-0341. <15.2.2019>.

ANALIZA NEMA BODY FANTOMA PRI HIBRIDNEM SLIKANJU SPECT/CT IN PET/CT

NEMA BODY PHANTOM ANALYSIS IN HYBRID IMAGING SPECT/CT AND PET/CT

Sebastijan Rep

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

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

Prejeto/Received: 24. 6. 2019

Sprejeto/Accepted: 6. 9. 2019

IZVLEČEK

Uvod: Razporeditev radiofarmaka v telesu se lahko po aplikaciji prikaže z dvema tomografskima metodama. Prva je eno-fotonska emisijska računalniška tomografija in druga pozitronska emisijska tomografija, ki v kombinaciji z računalniško tomografijo omogočata fiziološko in morfološko informacijo o telesu.

Namen: Namen opravljene raziskave je kvalitativno ovrednotiti in kvantitativno oceniti razmerji kontrast-šum (CNR) in signal-šum (SNR) pri PET/CT in SPECT/CT slikah, dobljenih z NEMA body fantomom.

Metode: Uporabil sem NEMA body fantom in ga napolnil z vodo in ^{99m}Tc oziroma ^{18}F FDG v razmerjih 1 : 2, 1 : 4 in 1 : 8. Slikanja s fantomom sem opravil na SPECT/CT in PET/CT. Scintigrame sem kvalitativno in kvantitativno ocenil in ovrednotil z obdelovalnim programom OASIS. Kvantitativno sem ovrednotil SNR za ozadje fantoma in CNR za oceno sfer glede na ozadje. Za analizo sem uporabil programsko orodje SPSS 21.

Rezultati: Pri SPECT/CT je kvantitativna analiza sfer v NEMA body fantomu prikazala sfere s premeri 17, 22, 28 in 37 mm pri razmerjih 1 : 2, 1 : 4 in 1 : 8. Pri razmerju 1 : 8 se je prikazala sfera s premerom 13 mm. Pri PET/CT so bile v NEMA body fantomu vidne vse sfere pri razmerjih 1 : 4 in 1 : 8, pri razmerju 1 : 2 pa samo tiste s premeri 17, 22, 28 in 37 mm. Kvantitativna vrednost SNR za ozadje je bila pri PET/CT glede na SPECT/CT višja. Primerjava CNR za PET/CT in SPECT/CT je pokazala signifikantno razliko med obema metodama ($p = 0,002$). Pri obeh metodah se je vrednost SNR višala glede na višino razmerja vode in radiofarmaka in kaže dobro korelacijo ($r = 0,85$ in $p < 0,001$).

Zaključek: Rezultati primerjave med SPECT/CT in PET/CT slikovnimi metodama so pri PET/CT pokazali boljši razmerji SNR in CNR.

Ključne besede: NEMA body fantom, sfere, ozadje, SNR, CNR, SPECT/CT, PET/CT

ABSTRACT

Introduction: The distribution of radiopharmaceuticals in the body after administration can be demonstrated with two tomography methods. The first is a single-photon emission computed tomography and the second positron emission tomography, which (in combination with computer tomography) enables the viewing of physiological and morphological information from the body.

Purpose: The research performed aims to qualitatively and quantitatively evaluate the contrast-to-noise ratio (CNR) and the signal-to-noise ratio (SNR) in PET/CT and SPECT/CT images obtained with a NEMA body phantom.

Methods: The NEMA body phantom was filled with ^{99m}Tc and ^{18}F FDG in ratios of 1 : 2, 1 : 4, and 1 : 8. Phantom imaging was done with SPECT/CT and PET/CT. The obtained scintigrams were evaluated qualitatively and quantitatively by using the OASIS processing software. The SNR was quantitatively evaluated for the background of phantoms and CNRs for assessing the spheres according to the background. SPSS 21 software was used for analysis.

Results: Quantitative analysis of spheres in the NEMA body phantom shows spheres with diameters of 17, 22, 28 and 37 mm in ratios of 1 : 2, 1 : 4, and 1 : 8 on SPECT/CT. In a ratio 1 : 8, SPECT/CT also shows spheres with diameters of 13 mm. All spheres in the NEMA body phantom are visible on the PET/CT at ratios of 1 : 4 and 1 : 8, and at a ratio of 1 : 2 only spheres with diameters of 17, 22, 28, and 37 mm are visible. The quantitative value of the SNR for the background was higher in PET/CT according to SPECT/CT. A comparison of CNR for PET/CT and SPECT/CT showed a significant difference between the two methods ($p = 0.002$). For both methods, the SNR value is higher in relation to the height of the ratio and shows a good correlation between ($r = 0.85$ and $p < 0.001$).

Conclusion: The results of the analysis between SPECT/CT and PET/CT imaging methods showed a better SNR and CNR ratio in the PET/CT image method compared to SPECT/CT.

Keywords: NEMA body phantom, sphere, background, SNR, CNR, SPECT/CT, PET/CT

UVOD

Slikanje v nuklearni medicini temelji na akumulaciji in distribuciji radiofarmakov (RF) (Carlsson, 1995). Distribucija RF v telesu se lahko prikaže z dvo- (2D) ali tro-dimenzionalno (3D) tehniko slikanja (Visvikis et al., 2005; Hacot et al., 1993). V nuklearni medicini obstajata dve slikovni metodi, pri katerih se prikaže tomografska 3D distribucija RF. Obe metodi sta neinvazivni in zagotovita metabolične in fiziološke informacije o mnogih patofizioloških in funkcionalnih motnjah. Prva metoda je eno-fotonska emisijska računalniška tomografija (SPECT) in druga pozitronska emisijska tomografija (PET) (Dutta et al., 2013; Werner et al., 2018). Značilnost 3D SPECT in PET slikanja je njuna zmožnost, da v primerjavi z 2D slikanjem izboljšata kontrastno ločljivost. Obe metodi sta se izkazali za uporabni pri raziskavah molekularnega slikanja in pri natančnejši analizi kvantitativnih parametrov v primerjavi z 2D planarnimi slikami. Kadar se 3D slikanju doda še časovni faktor, je količina informacij, ki jih je mogoče dobiti iz analize podatkov, precej visoka (Dutta et al., 2013). V kombinaciji z računalniško tomografijo (CT) tvorita hibridni SPECT/CT in PET/CT slikanji. Razvoj hibridnega slikanja in uvažanje PET/CT in SPECT/CT preiskav v klinične in diagnostične namene so dodali nuklearno medicinski diagnostiki novo dimenzijo. Hibridni slikovni metodi omogočata večjo možnost raziskav tako funkcionalnih kot tudi morfoloških sprememb, kadar se pojavijo na različnih stopnjah napredovanja ali regresije bolezni. Značilni vidiki, ki razlikujejo hibridne slikovne metode od drugih načinov slikanja, so osnovni fizikalni principi, način pridobivanja podatkov, tehnike rekonstrukcije in popravljanja slik ter kvantifikacija in prikaz slike (Hicks et al., 2007; Jacene et al., 2008; Fueger et al., 2009). SPECT/CT in PET/CT imata nekaj podobnosti in razlik. SPECT temelji na emisiji fotona pri gama razpadu, na primer ^{99m}Tc , ^{123}I , ^{111}In , ^{67}Ga in drugih, medtem ko PET slikanje uporablja pozitronske sevalce ^{18}F , ^{11}C , ^{15}O in ^{13}N , bodisi označene ali neoznačene z drugimi spojinami, kot v nekaterih SPECT diagnostičnih spojinah (Saha et al., 1992; Saha, 2004). Najpogostejše uporabljena gama in pozitronska sevalca v nuklearno medicinski diagnostiki sta ^{99m}Tc in ^{18}F (Zole, 2007; Saha, 2004). Oba sta lahko označena s številnimi spojinami, da se usmerita na določeno fiziološko ali biokemično motnjo. V primerjavi s PET RF so SPECT RF zelo razširjeni in komercialno dostopni. Večina PET RF zahteva ciklotron v neposredni bližini, zlasti kratkoživi pozitronski RF. Kratek razpolovni čas je ena od slabosti PET RF v primerjavi z RF, ki se uporabljajo pri SPECT in imajo relativno dolgi razpolovni čas (Saha, 2004). Drugi razliki med SPECT/CT in PET/CT sta prostorska ločljivost in občutljivost. Na splošno imajo klinični PET/CT sistemi boljšo prostorsko ločljivost kot SPECT/CT. PET/CT lahko zagotovi notranjo prostorsko ločljivost približno 4 do 6 mm, SPECT/CT pa težko doseže manj kot 10 mm polne širine pri polovici maksimuma (FWHM – full width at half maximum). Tudi senzitivnost je pri PET/CT v primerjavi s SPECT/CT bistveno višja, kar odražata čas slikanja in kvaliteta pridobljenih slik (Khalil, 2011).

NAMEN

Namen opravljene raziskave je kvalitativno ovrednotiti in kvantitativno oceniti razmerji kontrast-šum (CNR) in signal-

šum (SNR) pri PET/CT in SPECT/CT slikah, dobljenih z NEMA body fantomom.

METODE

Uporabil sem kvalitativno in kvantitativno raziskavo NEMA body fantoma, ki sem ga slikal na hibridnih sistemih SIEMENS, Biograph mCT[®] 128 PET/CT in SIEMENS Intevo T2[®] SPECT/CT. PET/CT združuje 128-rezinski CT in LSO PET detektorski sistem s tremi ringi, SPECT/CT sistem pa vsebuje dva detektorja in dvo-rezinski CT sistem. NEMA body fantom, ki sem ga uporabil v raziskavi, simulira obliko zgornjega dela telesa. Volumen fantoma je 9,7 l. Vsebuje 6 votlih sfer, katerih premeri so 37, 28, 22, 17, 13 in 10 mm. Centralni del fantoma je valj, napolnjen z granulami specifične gostote $0,3 \pm 0,1$ g/ml. Za zajemanje podatkov s PET sem fantom napolnil z mešanico vode in ^{18}F FDG in za SPECT prav tako z mešanico vode in ^{99m}Tc , v razmerjih 1 : 2, 1 : 4 in 1 : 8. Fantom sem namestil v vidno polje in opravil slikanja na SPECT/CT in PET/CT. Pri PET/CT slikanjih sem najprej napravil CT za korekcijo atenuacije ter zajel podatke PET za eno pozicijo mize (bed position). Slike sem rekonstruiral z iterativnim rekonstrukcijskim algoritmom (TrueX + TOF), ki zajema tudi funkcijo modeliranja PSF (point spread function) in tehnologijo time-of-flight (TOF). Pri SPECT/CT sem uporabil protokol za tomografski zajem podatkov "step and shoot". Napravil sem tudi CT za korekcijo atenuacije in nato dobljene podatke rekonstruiral z iterativno rekonstrukcijsko metodo Flash 3D, ki vključuje korekcijo atenuacije podatkov.

Slike sem analiziral s pregledovalnikom medicinskih slik OASIS. Pri obeh setih slik sem označil interesna območja sfer. Interesna območja ozadja sem označil na petih območjih premera največje sfere. Povprečne vrednosti slikovnih elementov (pikslov) sfer sem zabeležil za kasnejše izračune (Ziegler et al., 2015). Vrednosti slikovnih elementov so podane kot kiloBequerel/mililiter (kBq/ml) pri PET/CT in pet število impulzov na pixel pri SPECT/CT.

Izračunal sem razmerje signal-šum (SNR) ozadja iz vrednosti povprečij ozadja (PO) in njihovega standardnega odklona (SD) s formulo:

$$\text{SNR} = \frac{\text{PO}}{\text{SD}}$$

Razmerje kontrast-šum (CNR) sem izračunal po enačbi:

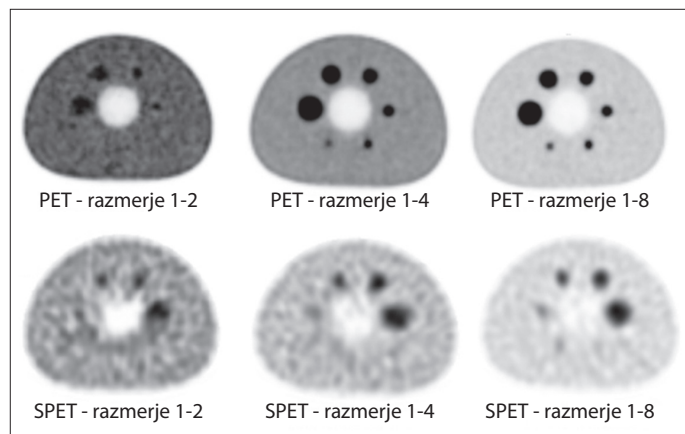
$$\text{CNR} = \frac{\text{PS} - \text{PO}}{\text{SD}}$$

Moč signala predstavljajo razlike povprečnih vrednosti pikslov v sferah (PS) in ozadju (PO), moč šuma pa standardni odklon vrednosti ozadja (SD) (Koopman et al., 2015).

Analizo podatkov sem izvedel s programskim orodjem SPSS 21. Za ocenitev porazdelitev spremenljivk sem uporabil Shapiro-Wilkerjev test. Za statistični test sem izbral neparametrični Wilcoxonov test predznaka za dve spremenljivki. Za analizo korelacije sem uporabil Spermanov korelacijski koeficient, za analizo osnovnih podatkov pa mediano ter minimalno in maksimalno vrednost. Vrednost $p < 0,05$ je bila statistično značilna.

REZULTATI

Kvalitativna ocena in analiza PET/CT slik, pridobljenih z NEMA body fantomom napolnjenim z RF in vodo v razmerju 1 : 2, ni prikazala sfer manjših premerov (10 in 12 mm), pri razmerjih 1 : 4 in 1 : 8 pa je prikazala vse sfere. Pri vizualni oceni in analizi SPECT/CT slik fantoma pri vseh treh razmerjih (1 : 2; 1 : 4 in 1 : 8) niso bile prikazane najmanjše sfere s premerom 10 mm. Sfere s premerom 12 mm niso bile prikazane pri razmerjih 1 : 2 in 1 : 4, sfer z premerom 17 mm pa ni bilo videti pri razmerju 1 : 2. Sfere s premerom 22, 28 in 37 mm so bile na SPECT/CT slikah prikazane pri vseh razmerjih (slika 1).



Slika 1: Vizualni prikaz sfer pri NEMA fantomu, napolnjenem z RF in vodo v razmerjih 1 : 2, 1 : 4 in 1 : 8

Izmerjene vrednosti slikovnih elementov v kBq/ml pri analizi sfer na PET/CT in SPECT/CT slikah za sfere so prikazane v tabeli 1.

Tabela 1: Izmerjene vrednosti slikovnih elementov v kBq/ml v sferah NEMA body fantoma, napolnjenega z RF in vodo v razmerjih 1 : 2, 1 : 4 in 1 : 8, na PET/CT in SPECT/CT slikah

Velikost sfere / slikovna tehnika / razmerje RF in vode	10 mm	13 mm	17 mm	22 mm	28 mm	37 mm
PET/CT 1 : 2	4,55	4,71	5,72	6,14	6,22	6,15
PET/CT 1 : 4	9,29	12,9	15,6	16,2	16,3	16,9
PET/CT 1 : 8	19,9	29,6	42,1	34,9	35,4	36,2
SPECT/CT 1 : 2	11,5	12,2	15,90	19,3	21,60	23,10
SPECT/CT 1 : 4	11,8	16,1	20,3	30,9	37,9	39,3
SPECT/CT 1 : 8	20,1	29,5	35,8	62,3	71,5	80,1

V tabeli 2 so prikazane vrednosti slikovnih elementov v kBq/ml pri analizi ozadja v NEMA body fantomu na PET/CT in SPECT/CT slikah.

Tabela 2: Izmerjene vrednosti slikovnih elementov v kBq/ml pri šestih meritvah ozadja NEMA body fantoma, napolnjenega z RF in vodo v razmerjih 1 : 2, 1 : 4 in 1 : 8, na PET/CT in SPECT/CT slikah

Slika št. / slikovna tehnika / razmerje RF in vode	1	2	3	4	5	6
PET/CT 1 : 2	3,91	3,85	3,91	4,04	4,10	4,08
PET/CT 1 : 4	4,95	4,87	4,96	5,03	5,07	4,98
PET/CT 1 : 8	4,72	4,96	4,81	4,64	4,61	4,79
SPECT/CT 1 : 2	10,70	10,60	10,80	11,20	11,30	9,89
SPECT/CT 1 : 4	11,00	11,70	11	10,70	10,60	11,70
SPECT/CT 1 : 8	12,1	13,2	12,1	11,8	12,2	12,1

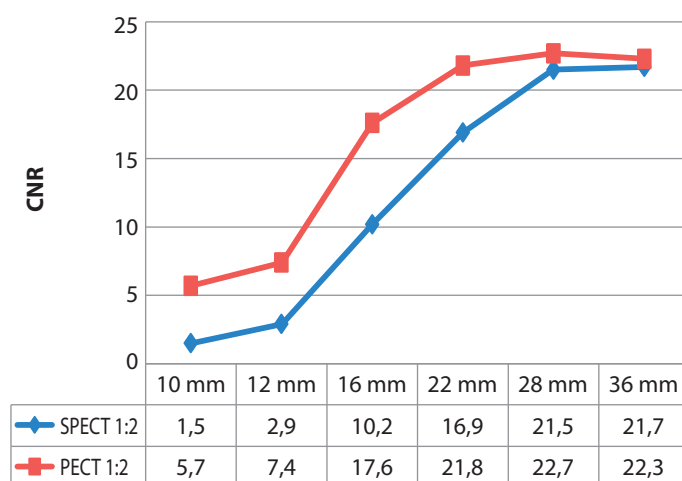
Kvantitativna analiza SNR za ozadje je pokazala višje vrednosti pri PET/CT slikanju, kar je povezano z večjo senzitivnostjo PET/CT detektorskega sistema. Vrednosti za vsa razmerja SNR in odstotek razlike med SPECT/CT in PET/CT so prikazane v tabeli 3.

Tabela 3: Vrednosti SNR v ozadju NEMA body fantoma, napolnjenega z RF in vodo v razmerjih 1 : 2, 1 : 4 in 1 : 8 in razlike vrednosti SNR v odstotkih med SPECT/CT in PET/CT slikami

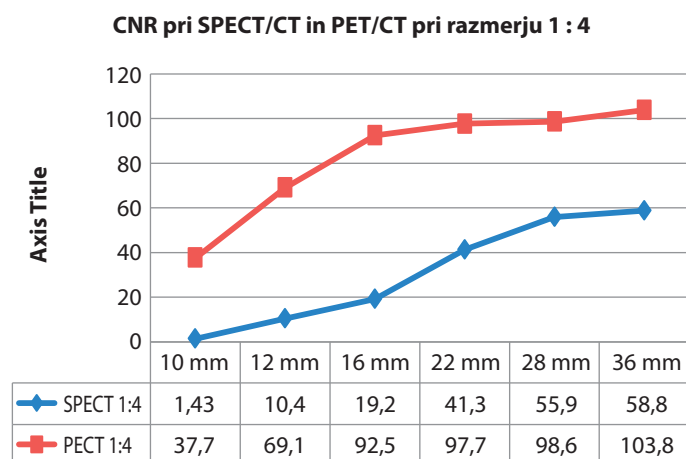
Slikovna tehnika	SNR / razmerje 1 : 2	SNR / razmerje 1 : 4	SNR / razmerje 1 : 8
SPECT/CT	21,3	23,2	24,9
PET/CT	40,4	43,1	41,4
Razlika v %	86,7	85,6	71,8

Izračunane vrednosti in razlika v CNR med PET/CT in SPECT/CT slikami fantoma, napolnjenega z RF in vodo v razmerjih 1 : 2, 1 : 4 in 1 : 8, so prikazane v slikah 2 do 4.

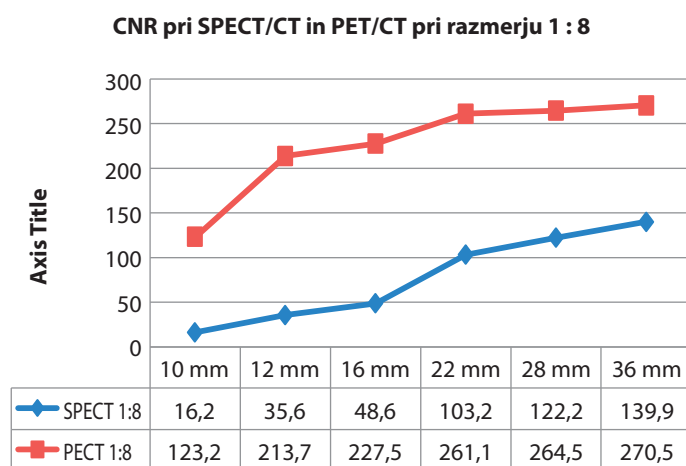
CNR pri SPECT/CT in PET/CT pri razmerju 1 : 2



Slika 2: Razlika v vrednostih CNR med PET/CT in SPECT/CT slikami fantoma, napolnjenega z RF in vodo v razmerju 1 : 2

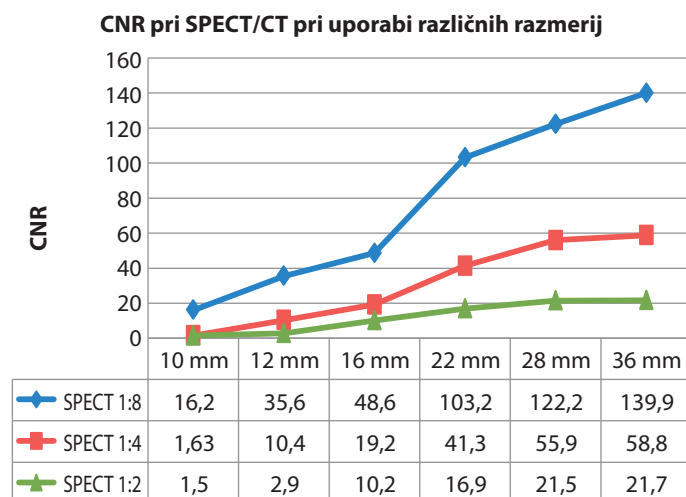


Slika 3: Razlika v vrednostih CNR med PET/CT in SPECT/CT slikami fantoma, napolnjenega z RF in vodo v razmerju 1 : 4

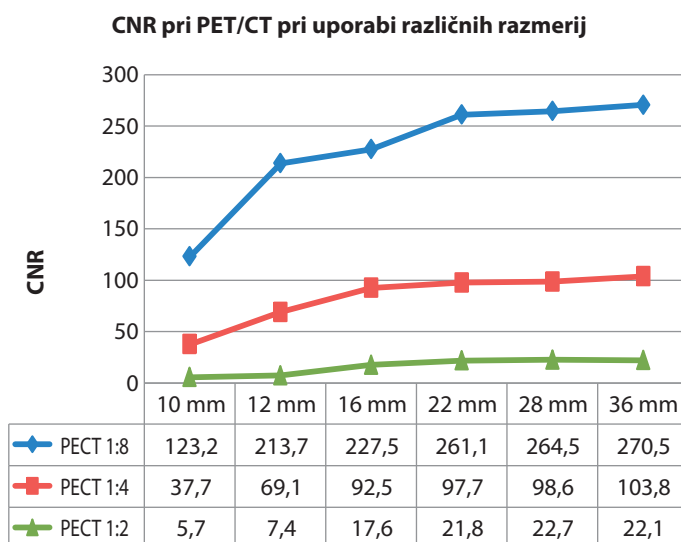


Slika 4: Razlika v vrednostih CNR med PET/CT in SPECT/CT slikami fantoma, napolnjenega z RF in vodo v razmerju 1 : 8

Rezultati so pokazali, da se CNR med sferami viša glede na razmerje ozadje/sfera. Na sliki 5 je prikazana razlika med CNR na slikah, narejenih s fantomom, napolnjenim z različnimi razmerji RF in vode, pri SPECT/CT in na sliki 6 pri PET/CT.



Slika 5: Vrednost CNR pri SPECT/CT pri različnih razmerjih ozadje/sfera



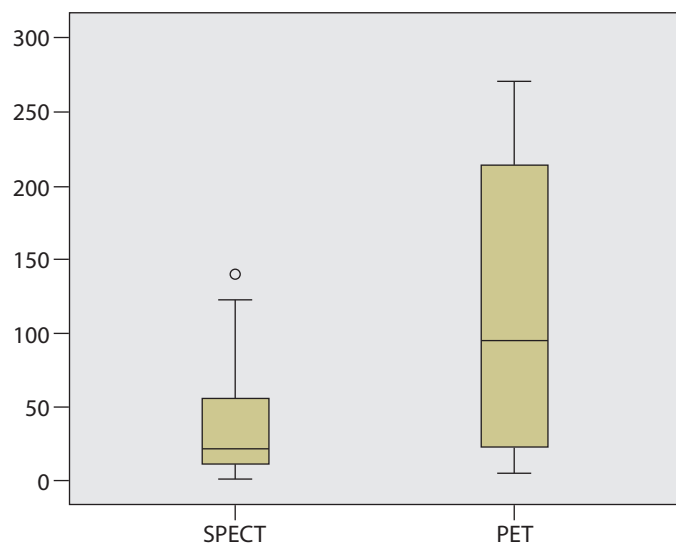
Slika 6: Vrednost CNR pri SPECT/CT pri različnih razmerjih ozadje/sfera

Za primerjavo CNR pri PET/CT in SPECT/CT slikah sem opravil Wilcoxonov test predznaka za dve spremenljivki, ki je pokazal statistično pomembno razliko med spremenljivkami ($p = 0,002$). Mediana ter minimalna in maksimalna vrednost so prikazane v tabeli 4.

Tabela 4: Mediana ter minimalna in maksimalna vrednost CNR za PET/CT in SPECT/CT slike

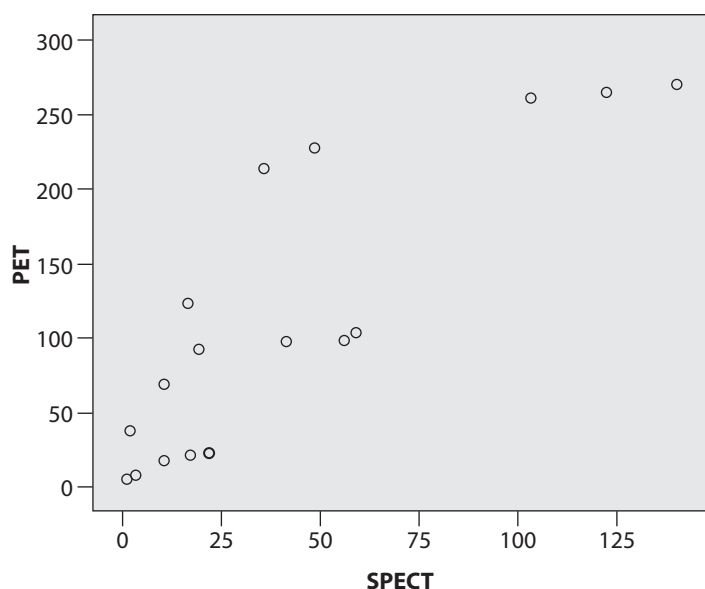
	Mediana	Minimalna vrednost	Maksimalna vrednost
PET/CT	95,1	5,7	270,5
SPECT/CT	21,6	1,5	139,9

Na sliki 7 je prikazano odstopanje vrednosti CNR za različna razmerja ozadje/sfera pri različnih polnjenjih NEMA body fantoma na PET/CT in SPECT/CT slikah.



Slika 7: Odstopanje vrednosti CNR za različna razmerja ozadje/sfere pri različnih polnjenjih NEMA body fantoma na PET/CT in SPECT/CT slikah

Primerjava CNR pri treh različnih razmerjih sfera/ozadje je pokazala dobro korelacijo (slika 8) med SPECT/CT in PET/CT ($r = 0,85$ in $p < 0,001$). Korelacijo sem določil s Spermanovim korelacijskim koeficientom.



Slika 8: Prikaz korelacije med SPECT/CT in PET/CT pri izračunanih vrednostih CNR pri različno velikih sferah NEMA body fantoma in različnih razmerjih sfera/ozadje.

RAZPRAVA

Cilj raziskave je bil vizualno oceniti ter raziskati in primerjati lastnosti SNR in CNR med PET/CT in SPECT/CT slikami, rekonstruiranimi z iterativnimi rekonstrukcijskimi algoritmi. Menili smo, da se kljub uporabi sodobnih rekonstrukcijskih algoritmov, rekonstruirane slike pri PET in SPECT razlikujejo v izraženosti šuma. Naši rezultati se ujemajo z rezultati v literaturi, ki primerja kvalitete slike med SPECT/CT in PET/CT. Kvalitativna ocena slik, dobljenih na NEMA body fantomu, se ujema z zaključki, ki so jih dobili Jonsson in sodelavci (2018). Zaključili so, da ima PET/CT višjo stopnjo prikaza lezij in možnost natančnejšega kvantificiranja aktivnosti v leziji kot SPECT/CT. Kvalitativna ocena slik je pokazala, da manjše sfere ni mogoče prikazati v slikanih razmerjih ozadje/sfera. Rezultati, ki so jih dobili, so pomembni za zdravnika, saj ti vplivajo na izbiro zdravljenja in lahko pomagajo pri napovedovanju njegove učinkovitosti (Jonsson et al., 2018). Lezija/sfera ni več vidna, ko aktivnost pade pod prag, ki zadostuje za ločevanje lezije od ozadja. Ta prag zaznavanja se imenuje tudi najmanjša zaznavna aktivnost in je odvisna od količine podatkov, ki jih zberemo (Rose, 1948). Kontrastnost pri PET/CT slikah, dobljenih pri NEMA body fantomu, polnjenim z različnimi razmerji RF in vode, so analizirali Reynés-Llompert in sodelavci (2017). Zaključili so, da se kontrastnost PET/CT slik slabša z nižjimi razmerji ozadje/sfera. Rezultate, podobne našim, je dobil tudi Beijst s sodelavci (2017). Ugotovili so, da se manjše lezije pri nižjih koncentracijah RF slabše prikažejo. Ocena CNR

je pokazala višje vrednosti pri analizi slik, narejenih s PET/CT v primerjavi s tistimi s SPECT/CT, predvsem pri manjših sferah. Zaključili so, da je kvaliteta PET/CT slik boljša od tistih, pridobljenih s SPECT/CT. Tudi Rault (2007) je zaključil, da je kvaliteta PET/CT slik v primerjavi s SPECT/CT boljša zaradi boljše senzitivnosti in prostorske ločljivosti detektorskega sistema.

PET slikanje temelji na hkratnem merjenju dveh anihilacijskih fotonov, ki izhajata iz telesa in zadeneta nasproti ležeča detektorja (Chandler, 2004; Omami et al., 2014). SPECT slikanje temelji na snemanju posameznih fotonov, ki izhajajo iz telesa. Podatke za obdelavo pridobiva iz velikega števila projekcij z zaporednim vrtenjem detektorskega sistema okoli telesa (Madsen, 2007). Za te metode slikanja so izmerjeni podatki podvrženi različnim korekcijam, pri čemer je zlasti pri PET in SPECT-u prevladujoča korekcija atenuacije. Po izvedbi različnih popravkov se podatki uporabijo pri rekonstrukcijskem algoritmu za generiranje slik. CT, ki se uporablja za korekcijo atenuacije, temelji na merjenju rentgenskih fotonov, prenesenih iz rentgenske cevi skozi objekt na slikovne sprejemnike. Ker je šum v slikah dejavnik, ki lahko ovira vizualizacijo signalov in generiranje kvantitativnih vrednosti, je pomembno razumeti njegove značilnosti (Lee et al., 2016). Parametra, ki vplivata na kvaliteto slike, sta prostorska ločljivost in senzitivnost detektorskega sistema. Na splošno imajo klinični PET sistemi boljšo prostorsko ločljivost kot SPECT; prvi lahko zagotovijo notranjo prostorsko ločljivost približno 4–6 mm, slednji pa težko dosežejo 10 mm maksimalne širine pri polovici maksimuma (FWHM) (Madsen, 2007). Prostorska ločljivost pri PET sistemu je odvisna od številnih dejavnikov, ki se razlikujejo od tistih, ki vplivajo na prostorsko ločljivost pri SPECT-u. Parametri, ki vplivajo na prostorsko ločljivost PET slik so velikost detektorja, pot pozitrona, pot fotona po anihilaciji in nekateri instrumentalni dejavniki (Sanchez Crespo et al., 2004; Madsen, 2007). Po drugi strani pa SPECT sistem za identifikacijo struktur in za določanje usmerjenosti oddanega sevanja uporablja kolimatorje. Ta vrsta zbiranja podatkov postavlja omejitve za celotno senzitivnost in prostorsko ločljivost sistema. Pogosto pri oblikovanju kolimatorja pride do kompromisa med občutljivostjo in prostorsko ločljivostjo. Kolimatorji z visoko prostorsko ločljivostjo so na primer zasnovani tako, da poskušajo izboljšati prostorsko ločljivost, vendar pa je senzitivnost/geometrijska učinkovitost ogrožena in obratno. Drugi vidik tega kompromisa je geometrija divergentnih kolimatorjev, pri kateri se prostorska ločljivost izboljša, hkrati pa ohrani senzitivnost na isti ravni, vendar pri tem pride do zmanjšane vidnega polja (Moore et al., 1992; Madsen, 2007).

ZAKLJUČEK

Rezultati primerjave med SPECT/CT in PET/CT slikovnimi metodami so pokazali boljše razmerje SNR in CNR pri PET/CT metodi. Razlika je povezana z boljšo senzitivnostjo in resolucijo PET/CT detektorskega sistema. Glede na to, da je vloga obeh tehnologij molekularnega slikanja pomembna in koristna za bolnika, bosta SPECT/CT in PET/CT zagotovo ohranila glavno vlogo v klinični diagnostiki, oceni odziva na zdravljenje in izvedbo ciljnih terapij.

LITERATURA

- Beijst C, de Keizer B, Lam MGEH, Janssens GO, Tytgat GAM, de Jong HWAM (2017). A phantom study: Should 124 I-mIBG PET/CT replace 123 I-mIBG SPECT/CT?. *Med Phys* 44(5): 1624–1631. doi: 10.1002/mp.12202.
- Carlsson S (1995). A glance at the history of nuclear medicine. *Acta Oncol* 34(8): 1095–1102.
- Chandra R (2004). *Nuclear medicine physics: the basics*. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Dutta J, Ahn S, Li Q (2013). Quantitative statistical methods for image quality assessment. *Theranostics* 3(10): 741–756. doi: 10.7150/thno.6815.
- Fueger BJ, Yeom K, Czernin J, Sayre JW, Phelps ME, Allen-Auerbach MS (2009). Comparison of CT, PET, and PET/CT for staging of patients with indolent non-Hodgkin's lymphoma. *Mol Imaging Biol* 11(4): 269–74. doi: 10.1007/s11307-009-0200-9.
- Hacot JP, Bojovic M, Delonca J, Meier B, Righetti A (1993). Comparison of planar imaging and single-photon emission computed tomography for the detection and localization of coronary artery disease. *Int J Card Imag* 9(2): 113–119.
- Hicks R, Lau E, Binns D (2007). Hybrid imaging is the future of molecular imaging. *Biomed Imag Interv J* 3(3):e49. doi: 10.2349/bij.3.3.e49.
- Jacene HA, Goetze S, Patel H, Wahl RL and Ziessman HA (2008). Advantages of Hybrid SPECT/CT vs SPECT Alone. *The Open Med Imag J* 2: 67–79. doi: 10.2174/1874347100802010067.
- Jönsson L, Stenvall A, Mattsson E, Larsson E, Sundlöv A, Ohlsson T, Hindorf C (2018). Quantitative analysis of phantom studies of 111In and 68Ga imaging of neuroendocrine tumours. *EJNMMI Phys* 5(1): 5. doi: 10.1186/s40658-018-0204-0.
- Khalil MM (2011). *Basic Sciences of Nuclear Medicine*. Berlin: Springer.
- Koopman D, van Dalen JA, Lagerweij MC, Arkies H, de Boer J, Oostdijk AH, Slump CH, Jager PL (2015). Improving the detection of small lesions using a state-of-the-art time-of-flight PET/CT system and small-voxel reconstructions. *J Nucl Med Technol* 43(1): 21–27. doi: 10.2967/jnmt.114.147215.
- Lee TC, Alessio AM, Miyaoka RM, Kinahan PE (2016). Morphology supporting function: attenuation correction for SPECT/CT, PET/CT, and PET/MR imaging. *J Nucl Med Mol Imaging* 60(1): 25–39.
- Madsen MT (2007). Recent Advances in SPECT Imaging. *J Nucl Med* 48: 661–673.
- Moore SC, Kouris K, Cullum I (1992) Collimator design for single photon emission tomography. *Eur J Nucl Med* 19(2): 138–150.
- Omami G, Tamimi D, Branstetter BF (2014). Basic principles and applications of 18F-FDG-PET/CT in oral and maxillofacial imaging: A pictorial essay. *Imag Sci Dent* 44(4): 325–32. doi: 10.5624/isd.2014.44.4.325.
- Rault E, Vandenberghe S, Van Holen R, De Beenhouwer J, Staelens S, Lemahieu I (2007). Comparison of image quality of different iodine isotopes (I-123, I-124, and I-131). *Cancer Biother Radiopharm* 22(3): 423–430.
- Reynés-Llompарт G, Gámez-Cenzano C, Romero-Zayas I, Rodríguez-Bel L, Vercher-Conejero JL, Martí-Climent JM (2017). Performance Characteristics of the Whole-Body Discovery IQ PET/CT System. *J Nucl Med* 58(7): 1155–1161. doi: 10.2967/jnumed.116.185561.
- Rose A (1948). The sensitivity performance of the human eye on an absolute scale. *J Opt Soc Am* 38(2): 196–208.
- Saha GB (2004). *Fundamentals of radiopharmacy*, 5th ed. Berlin: Springer.
- Saha GB, MacIntyre WJ, Go RT (1992) Cyclotrons and positron emission tomography for clinical imaging. *Semin Nucl Med* 22(3): 150.
- Sanchez Crespo A, Andreo P, Larsson SA (2004) Positronflight in human tissues and its influence on PET image spatial resolution. *Eur J Nucl Med Mol I* 31(1): 44–51.
- Visvikis D, Griffiths D, Costa DC, Bomanji J, Ell PJ (2005). Clinical evaluation of 2D versus 3D whole-body PET image quality using a dedicated BGO PET scanner. *Eur J Nucl Med Mol I* 32(9): 1050–1066.
- Werner RA, Chen X, Hirano M, Rowe SP, Lapa C, Javadi MS, Higuchi T (2018). SPECT vs. PET in cardiac innervation imaging: clash of the titans. *Clin Transl Imaging* 6(4): 293–303, doi: 10.1007/s40336-018-0289-4.
- Ziegler S, Jakoby BW, Braun H, Paulus DH, Quick HH (2015). NEMA image quality phantom measurements and attenuation correction in integrated PET/MR hybrid imaging. *EJNMMI Phys* 2(1): 18. doi: 10.1186/s40658-015-0122-3.
- Zolle I (2007). *Technetium 99m pharmaceuticals*. Berlin: Springer.

COMPUTED TOMOGRAPHY-GUIDED BIOPSY OF PULMONARY LESIONS: DIAGNOSTIC YIELD AND COMPLICATION RATE

Ena Mršić¹, Ana Mršić¹, Eduard Oštarijaš¹, Melita Kukuljan^{1,2}

¹ University of Rijeka, Faculty of Medicine, Braće Branchetta 20/1, 51 000 Rijeka, Croatia

² Clinical Hospital Center Rijeka, Department of Radiology, Krešimirova ulica 42, 51 000 Rijeka, Croatia

Korespondenca/Correspondence: doc.dr.sc. Melita Kukuljan, dr. med., email: kukuljan.melita@gmail.com

Prejeto/Received: 23. 6. 2019

Sprejeto/Accepted: 31. 7. 2019

ABSTRACT

Aim: The purpose of this study is to assess the diagnostic accuracy of computed tomography-guided transthoracic biopsy (TTB), and to determine the type and incidence of complications.

Methods: This was a retrospective analysis of 124 CT-guided TTB of the pulmonary lesions at the Department of Radiology at the Rijeka Clinical Hospital Center. All patients were followed for 6-12 months after the biopsy to verify the accuracy of pathohistological diagnosis and were divided into four groups: true and false-positive and true and false-negative groups. The sensitivity, specificity, diagnostic accuracy, positive and negative predictive values were calculated.

Results: Out of the total number of biopsies, 71.8% of the procedures were performed on men and 28.2% on women. The largest group of patients (44.4%) were between the age of 66 and 75. Pneumothorax was reported in 27 procedures (21.8%), and pulmonary hemorrhage occurred in 9 biopsies (7.1%). No patient had any symptoms of complications, and no case required chest tube placement. The diagnostic accuracy, sensitivity, specificity, positive and negative predictive values were 97.6%, 97.4%, 100%, 100%, 75%, respectively.

Conclusion: CT-transthoracic needle biopsy is a gold standard for peripheral and paracentric lung lesions diagnostics. This study shows an acceptable rate of complications a the null rate of chest tube placement or severe complications. Also, we presented the diagnostic significance of this method in the two years at the Rijeka Clinical Hospital Center. As with any diagnostic procedures, further technological and technical development is vital.

Keywords: Image-Guided Biopsy; Pneumothorax; Radiology; Thorax

INTRODUCTION

Transthoracic needle biopsy (TTB) is a minimally invasive diagnostic method that is used to obtain a tissue sample for cytological and pathohistological analysis. Pulmonary lesions with suspected malignant etiology must be diagnosed as early as possible. Various diagnostic methods are available, depending on the size and location of the lesions. In most cases, central lesions are accessible to bronchoscopic sampling, while CT-guided TTB is recommended for the diagnosis of paracentral and peripheral lesions. The suitability of the aforementioned diagnostic method is a minimally invasive approach by which alternative diagnostic procedures, such as thoracoscopy or exploratory thoracotomy, are avoided.

Indications for TTB are pulmonary, mediastinal, and other thoracic solitary or multiple nodules or masses which, due to suspected malignant etiology, should be analyzed. Furthermore, it is often necessary to re-biopsy and re-evaluate pathohistological diagnosis after malignant progression. Indications for TTB are lesions with inflammatory characteristics that do not regress to therapy and hilar masses with unsuccessful or negative bronchoscopic biopsy results. (Anzidei et al., 2017; Bichard, 2011; Guo et al., 2018)

Contraindications for TTB are uncooperative patients, inability to control the cough or breathing on demand, and unsigned informed consent. Also, the biopsy is contraindicated if arterial venous malformation and hydatid cyst are suspected. Patients with unregulated coagulopathy, severe pulmonary hypertension, or chronic obstructive pulmonary disease also should not undergo biopsy. (Anzidei et al., 2017; Bichard, 2011) Minor complications of transthoracic biopsy are pneumothorax, pulmonary hemorrhage, and transient hemoptysis. Major complications include intervention requiring pneumothorax, hemothorax, air embolism, needle tract seeding, and death. The major complication rate is low in CT-guided lung biopsy. (Heerink et al., 2017)

This study aims to evaluate the diagnostic accuracy, sensitivity, specificity, the positive predictive value (PPV), and negative predictive value (NPV) of our biopsy technique and to determine the incidence of pneumothorax and pulmonary hemorrhage.

METHODS

In this retrospective study, we collected the data of 124 CT-guided TTB performed at the Department of Radiology at the Rijeka Clinical Hospital Center from January 2017 to January 2019. Uncooperative patients were excluded from the study because of the higher risk of additional complications. Prerequisites for TTB are a signed informed consent and valid coagulation test (not older than seven days). Also, patients are advised not to take anticoagulant therapy four days before the procedure. TTB was performed on 124 patients, 89 (71.8%) men and 35 (28.2%) women. The average age of men was 71, and the mean age of women was 66 years.

We explained the procedure, possible complications and the goals of the biopsy to each patient, as well as breathing instructions since compliance is essential. Every patient signed informed consent. We placed the patient in the most comfortable and convenient position for the procedure, and the patient remained entirely calm during the intervention.

All biopsies in our facility were performed by one radiologist with more than 15 years of experience. Chest CT scan was performed on each patient before the procedure, by which the exact depth and size of the lesion were determined.

Based on the chest CT scan, we positioned the patient and planned the safest access to the lesion to avoid damage to the larger blood vessels and bronchi. Once the needle entry point is determined, it is mandatory to disinfect the skin with alcohol. In all patients, the puncture site was subcutaneously injected with local anesthetic (2 ml of 2% lidocaine) immediately before the intervention. After the skin incision, all biopsies were performed with an 18-gauge or 16-gauge cutting needle. At least two scans are required for superficial lesions: one before pleural puncture and one before entering the lesion. Deeper lesions require at least three scans, first before penetrating the pleura, second about halfway to the lesion and third scan after entering the lesion. Additional scanning was required to check the needle position, in cases of missed puncture of the lesion by the radiologist and if patient's cooperation was inadequate. When the needle is inserted in the lesion, radiologist removes the tissue cylinder and withdraws the needle from the chest. Finally, the collected tissue sample is put in formalin and sent to pathohistological analysis, and its imprint for cytological analysis. The site of the biopsy should then be covered with sterile gauze. After the procedure, a control chest CT scan is performed to detect any complications.

Cytological and/or histological findings were assessed and divided into two diagnostic categories. The first category included the diagnosis of primary or secondary malignant tumours. Patients with any of these diagnoses were included in the group with positive findings. Positive pathohistological findings after surgery and the regression of the lesion after oncologic therapy confirmed the diagnosis. All positive cytologic and/or histological diagnoses were confirmed; therefore, all patients included in the group were true positives. There were no false-positives. The second diagnostic category included those patients diagnosed as having benign entities and those with negative histopathologic or cytopathologic results. In both cases, the patients were clinically monitored with controlled non-invasive radiological methods for 6-12 months. If during this period, findings regressed or remained the same, patients were determined to have a true-negative result. When the clinical course and CT findings indicated malignant lung disease, patients were determined to have a false-negative result. In this group of patients, the diagnosis was established by open surgical biopsy or repeated bronchoscopy.

The Ethics Committee of the Rijeka Clinical Hospital Center has approved the conduct of this research. Patient data were collected from a hospital information system (WIN BIS), while TTB information was gathered from the ISSA application. Diagnostic contribution of the method was determined by sensitivity, specificity, positive and negative predictive value and overall diagnostic accuracy test.

RESULTS

Between January 2017 and January 2019, 124 biopsies were performed, 71.8% on men and 28.2% on women. The youngest patient was 41, and the oldest was 87. Most patients (44.4%) were between the age of 66 and 75, 19.4% were younger than 65, and 36.3% were older than 75 years.

Of the total number of biopsies, 27 (21.8%) resulted in pneumothorax and 9 (7.1%) in pulmonary bleeding. The average pneumothorax width was 14,4mm. Pneumothorax occurred in 17 men (63%) and 10 women (37%) (Figure 1). We also presented the age distribution of patients with pneumothorax (Figure 2). Three patients with pneumothorax were hospitalized at the Department of Pulmonology, two of them for 24 hours, and one patient for four days, mostly because their place of residence was not well connected with other major centers. Those three patients were treated conservatively with an oxygen mask with a maximum flow rate of 15L/h. No patient had symptoms of pneumothorax, and no case required chest tube placement.

The most common pathohistological and cytological finding among our subjects was adenocarcinoma with an incidence of 41.1%, followed by squamous cell carcinoma with an incidence of 25.8%. Non-small cell carcinoma, without detailed differentiation, was diagnosed in 7.3%, neuroendocrine carcinoma in 5.7%, and small cell carcinoma in 2.4% of all biopsies. In addition to the above, two mesothelioma (1.6%), two hemangiopericytomas (1.6%), one thymoma (0.8%), synovial sarcoma (0.8%), non-Hodgkin's lymphoma (0.8%)

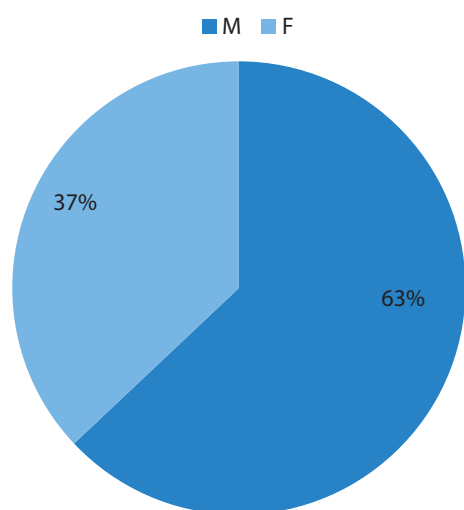


Figure 1: Gender distribution of patients with pneumothorax

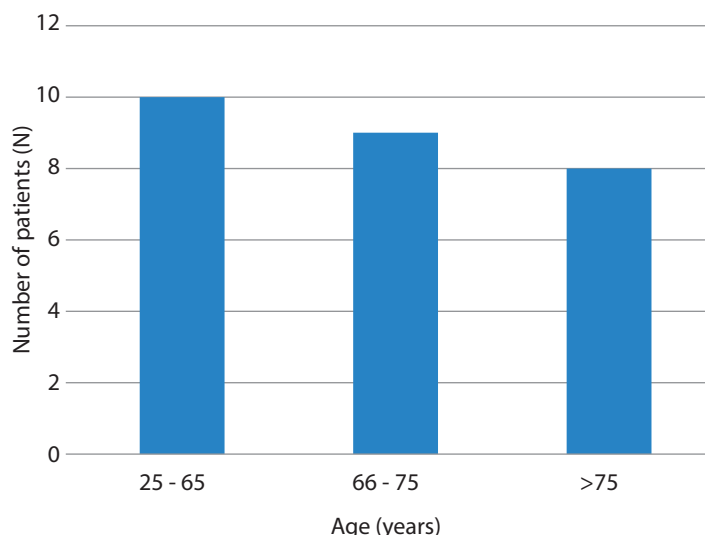


Figure 2: Age distribution of patients with pneumothorax

Table 1: Results of cytological and pathohistological analysis

Pathohistological and cytological diagnosis	N	Percentage (%)
Adenocarcinoma	51	41,1
Squamous cell carcinoma	32	25,8
Neuroendocrine carcinoma	7	5,7
Mesothelioma	2	1,6
Hemangiopericytoma	2	1,6
Thymoma	1	0,8
Synovial sarcoma	1	0,8
Non-Hodgkin's lymphoma	1	0,8
Leiomyosarcoma	1	0,8
Non-small cell carcinoma	9	7,3
Small cell carcinoma	3	2,4
Suggestive results	2	1,6
Negative results	12	9,7
Total	124	100

Table 2: Diagnostic significance

Diagnostic significance	N / %
True positive	112
True negative	9
False positive	0
False negative	3
Sensitivity (%)	97.4 (112/115)
Specificity (%)	100 (9/9)
Diagnostic accuracy (%)	97.6 (121/124)
Positive predictive value (%)	100 (112/112)
Negative predictive value (%)	75 (9/12)

and leiomyosarcoma (0.8%), along with two suggestive findings of malignant etiology (1.6%) were diagnosed (Table 1). Out of the total number of biopsies, 12 or 9.7% resulted in a negative histopathological and cytological diagnosis. Nine of the mentioned 12 were true negative, and three were false-negative results. Two patients, out of three false-negative results, were subjected to surgical biopsy, and the third to repeated bronchoscopy. In all three patients, alternative methods resulted in positive pathohistological results.

All patients in our study were monitored for 6-12 months after the biopsy to verify the accuracy of the diagnosis. We divided the biopsy results into four groups: true positive (n = 112), false positive (n = 0), true negative (n = 9), and false negative (n = 3). Based on the obtained data, the diagnostic accuracy was 97.6%, sensitivity 97.4%, specificity and positive predictive value 100%, and negative predictive value 75% (Table 2).

DISCUSSION

We conducted this study to verify the diagnostic accuracy of our method and to determine the incidence of complications: pneumothorax and pulmonary bleeding. The ultimate aim of this research is to compare our results with the results of other recent studies.

Pulmonary bleeding in our study occurred in nine patients (7.1%) while most authors reported incidences of pulmonary bleeding higher than ours. The incidences in recent studies varies according to different reports, ranging 2.5-45.4% (Lee and Lee, (2016), Lazgouet et al. (2016), Tian et al. (2017), Yang et al. (2015), Wang et al. (2014), Görgülü et al. (2017), Khan et al. (2008), Li et al. (2013), Zhao et al. (2017), Li et al. (2017), Schulze et al. (2015), Wattanasatesiri et al. (2018), Aktaş et al. (2015a), Yun et al. (2018), Lu et al. (2012), Heyer et al. (2018), Aktas et al. (2015b)).

The pneumothorax rate in our study is 21.8% (27 biopsies). The incidence of pneumothorax during transthoracic needle biopsy varies according to different studies and ranges from 4.1 to 47.3%. The following authors reported incidence lower than 22%: Lee and Lee (2016), Lazgouet et al. (2016), Tian et al. (2017), Yang et al. (2015), Wang et al. (2014), Görgülü et al. (2017), Khan et al. (2008), Li et al. (2013), Zhao et al. (2017), Li et al. (2017), Schulze et al. (2015), Wang et al. (2016), Cruz et al. (2014). Rate of pneumothorax higher than 22% was reported by Wattanasatesiri et al. (2018), Aktaş et al. (2015a), Yun et al. (2018), Lu et al. (2012), Heyer et al. (2008), Aktas et al. (2015b), Fontaine-Delaurelle et al. (2017), Brandén et al. (2014) and Kuban et al. (2015). The pneumothorax rate in our study is comparable to the rates reported in recent literature.

In our study, no patient with pneumothorax required chest tube placement. To our knowledge, only a few authors reported a zero per cent rate of chest tube placement: Lazgouet et al. (2016), Görgülü et al. (2017), Lu et al. (2012) and Zhao et al. (2017). Most authors reported an incidence of chest tube placement in a range from 1 to 10%: Yang et al. (2015), Wang et al. (2014), Li et al. (2013), Khan et al. (2008), Wattanasatesiri et al. (2018), Heyer et al. (2008), Schulze et al. (2015), Li et al. (2017). Branden et al. (2014), Cruz et al. (2014), Fontaine-Delaruella et al. (2017), Hiraki et al. (2010), Yun et al. (2018). In contrast, Kuban et al. (2015) presented the incidence of chest tube placement in 15% of performed biopsies and reported that a 19-gauge coaxial guide needle significantly decreases the risk of pneumothorax and chest tube placement compared with an 18-gauge needle.

Major complications, such as hemothorax, pulmonary embolism or fatal outcome, have not occurred in our study. Tian et al. (2017), Fontaine-Delaruella et al. (2017) and Wang et al. (2014) reported the incidence of hemothorax to be lower than 2%, while Aktas et al. (2015a) and Aktas et al. (2015a) reported an incidence of 4%. Three authors reported a fatal outcome: Fontaine-Delaruella et al. (2017), Ocak et al. (2016) and Padrão et al. (2018). The following authors reported the cases of pulmonary embolism: lalongo et al. (2017), Pando et al. (2015), Hung et al. (2015), Smit et al. (2013), Kukuljan et al. (2018) and Galvis et al. (2017).

The diagnostic contribution of transthoracic biopsy in our study (sensitivity 97.4%, specificity 100%, diagnostic accuracy 97.6%, positive predictive value 100%, and negative predictive value 75%) is comparable with reports by Yang et al. (2015) (95.3%, 95.7%, 92.9%, 99.2% and 78.6%), Wang et al. (2014) (97.3%, 100%, 97.7%, 100% and 87.7%) and Yun et al. (2018) (83%, 99%, 87.6%, 99.5% and 69.9%). The NPV in our study was 75% due to three necrotic samples, which were classified as false-negative findings. Tian et al. (2017) reported the diagnostic contribution of the transthoracic biopsy of lesions smaller than 30 mm. The overall sensitivity,

specificity, accuracy, PPV and NPV for diagnosis of malignancy were 92%, 98.6%, 94.6%, 100%, and 90.9% respectively. Li et al. (2013) showed the results of CT-guided percutaneous core needle biopsy for lesions smaller than 20 mm. The overall diagnostic accuracy was 93.5%, the sensitivity for malignancy and specificity for benign lesions were 90.4% and 100%, while positive and negative predictive values were 100% and 83.3%, respectively.

Finally, a comparison of our results with the results of recent studies showed a comparable pneumothorax incidence and comparable diagnostic accuracy. The significant difference between our study and most recent studies was the 0% rate of chest tube placement. We assume that this is a great benefit because pneumothorax is not a significant clinical problem if chest tube placement is not needed.

CONCLUSION

We conducted this study on 124 transthoracic biopsies of pulmonary lesions performed at the Department of Radiology at the Rijeka Clinical hospital Center from January 2017 to January 2019. The results of this study directly show the success of this procedure. Diagnostic accuracy is 97.6%, sensitivity 97.4%, specificity and positive predictive value is 100%, and negative predictive value is 75%. The incidence of pneumothorax was 21.8%, and the rate of pulmonary bleeding was 7.1%. No patient had symptoms of the mentioned complications, and this diagnostic procedure can be labeled as safe due to the low rate of severe complications. (Heerink et al., 2017)

CT-guided TTB is an excellent diagnostic method for peripheral and paracentral pulmonary lesions. Furthermore, TTB is a relatively fast procedure that does not require general anesthesia. The patient is aware and can cooperate with the radiologist, which is one of the essential characteristics of this intervention. In the case of unsuccessful biopsies, we recommend repeating the biopsy, given the very high overall diagnostic accuracy and low complication rate.

LITERATURE

Aktaş AR, Gözlek E, Yılmaz Ö et al. (2015a) CT-guided transthoracic biopsy: histopathologic results and complication rates. *Diagnostic and Interventional Radiology* 21(1): 67–70.

Aktas AR, Gozlek E, Yazkan R et al. (2015b). Transthoracic biopsy of lung masses: Non technical factors affecting complication occurrence. *Thoracic Cancer* 6(2): 151–8.

Anzidei M, Porfiri A, Andrani F et al. (2017). Imaging-guided chest biopsies: techniques and clinical results. *Insights into Imaging* 8(4): 419–428.

Bichard KR (2011). Transthoracic Needle Biopsy. *Seminars in Interventional Radiology* 28(1): 87–97.

Cruz JF, Rolo R, Iglésias L, Cunha J (2014). CT-guided transthoracic lung biopsy: Predictive factors of pneumothorax. *Revista Portuguesa de Pneumologia* 20(3): 174–6.

- Fontaine-Delaruelle C, Souquet PJ, Gamondes D et al. (2017). Facteurs prédictifs de complications des ponctions transpariétales thoraciques. *Revue de Pneumologie Clinique* 73(2): 61–67.
- Galvis JM, Nunley DR, Zheyi T, Dinglasan LAV (2017). Left ventricle and systemic air embolism after percutaneous lung biopsy. *Respiratory medicine case reports* 22: 206–208.
- Görgülü FF, Öksüzler FY, Arslan SA, Arslan M, Özsoy IE, Görgülü O (2017). Computed tomography-guided transthoracic biopsy: Factors influencing diagnostic and complication rates. *Journal of International Medical Research* 45(2): 808–815.
- Guo Z, Shi H, Li W et al. (2018). Chinese multidisciplinary expert consensus: Guidelines on percutaneous transthoracic needle biopsy. *Thoracic cancer* 9(11): 1530–1543.
- Heerink WJ, de Bock GH, de Jonge GJ, Groen HJ, Vliegenthart R, Oudkerk M (2017). Complication rates of CT-guided transthoracic lung biopsy: meta-analysis. *European radiology* 27(1):138–148.
- Heyer CM, Reichelt S, Peters SA, Walther JW, Müller KM, Nicolas V. (2008). Computed Tomography–Navigated Transthoracic Core Biopsy of Pulmonary Lesions. *Academic Radiology* 15(8): 1017–26.
- Hiraki T, Mimura H, Gobara H et al. (2010). Incidence of and Risk Factors for Pneumothorax and Chest Tube Placement After CT Fluoroscopy–Guided Percutaneous Lung Biopsy: Retrospective Analysis of the Procedures Conducted Over a 9-Year Period. *American Journal of Roentgenology* 194(3): 809–14.
- Hung WH, Chang CC, Ho SY, Liao CY, Wang BY (2015). Systemic air embolism causing acute stroke and myocardial infarction after percutaneous transthoracic lung biopsy-a case report. *Journal of cardiothoracic surgery* 10: 121.
- Ialongo P, Ciarpaglini L, Tinti MD, Suadoni MN, Cardillo G (2017). Systemic air embolism as a complication of percutaneous computed tomography guided transthoracic lung biopsy. *Annals of the Royal College of Surgeons of England* 99(6): e174–e176.
- Khan MF, Straub R, Moghaddam SR et al. (2008). Variables affecting the risk of pneumothorax and intrapulmonary hemorrhage in CT-guided transthoracic biopsy. *European Radiology* 18(7): 1356–63.
- Kuban JD, Tam AL, Huang SY et al. (2015). The Effect of Needle Gauge on the Risk of Pneumothorax and Chest Tube Placement After Percutaneous Computed Tomographic (CT)-Guided Lung Biopsy. *CardioVascular and Interventional Radiology* 38(6): 1595–602.
- Kukuljan M, Kolić Z, Vukas D, Bonifačić D, Vrbanec K (2018). Nonfatal Systemic Air Embolism: A Grave Complication of Computed Tomography-Guided Percutaneous Transthoracic Needle Biopsy. *The Eurasian journal of medicine* 50(1): 44–46.
- Lazgouet Y, Maarouf R, Karriu M, Skiker I, Alloubi I (2016). CT guided percutaneous needle biopsy of the chest: initial experience. *The Pan African Medical Journal* 23: 211.
- Lee HY, Lee IJ (2016). Assessment of Independent Risk Factors of Developing Pneumothorax During Percutaneous Core Needle Lung Biopsy: Focus on Lesion Depth. *Iranian Journal of Radiology* 13(4): e30929.
- Li GC, Fu YF, Cao W, Shi YB, Wang T (2017). Computed tomography-guided percutaneous cutting needle biopsy for small (≤ 20 mm) lung nodules. *Medicine* 96(46): e8703.
- Li Y, Du Y, Yang HF, Yu JH, Xu XX (2013). CT-guided percutaneous core needle biopsy for small (≤ 20 mm) pulmonary lesions. *Clinical Radiology* 68(1): e43–e8.
- Lu CH, Hsiao CH, Chang YC et al. (2012). Percutaneous Computed Tomography-Guided Coaxial Core Biopsy for Small Pulmonary Lesions with Ground-Glass Attenuation. *Journal of Thoracic Oncology* 7(1): 143–50.
- Ocak S, Duplaquet F, Jamart J et al. (2016). Diagnostic Accuracy and Safety of CT-Guided Percutaneous Transthoracic Needle Biopsies: 14-Gauge versus 22-Gauge Needles. *Journal of Vascular and Interventional Radiology* 27(5): 674–81.
- Padrão E, Rodrigues M, Guimarães S et al. (2018). Diagnostic Yield of Computed Tomography-Guided Transthoracic Lung Biopsy in Diffuse Lung Diseases. *Respiration* 96(5): 455–463.
- Pando Sandoval A, Ariza Prota MA, García Clemente M, Prieto A, Fole Vázquez D, Casán P (2015). Air embolism: a complication of computed tomography-guided transthoracic needle biopsy. *Respirology Case Reports* 3(2): 48–50.
- Schulze R, Seebacher G, Enderes B, Kugler G, Fischer JR, Graeter TP (2015). Complications in CT-Guided, Semi-Automatic Coaxial Core Biopsy of Potentially Malignant Pulmonary Lesions. *RöFo - Fortschritte Auf Dem Gebiet Der Röntgenstrahlen Und Der Bildgebenden Verfahren* 187(08): 697–702.
- Smit DR, Kleijn SA, de Voogt WG (2013). Coronary and cerebral air embolism: a rare complication of computed tomography-guided transthoracic lung biopsy. *Netherlands Heart Journal* 21(10): 464–6.
- Tian P, Wang Y, Li L, Zhou Y, Lou W, Li W (2017). CT-guided transthoracic core needle biopsy for small pulmonary lesions: diagnostic performance and adequacy for molecular testing. *Journal of Thoracic Disease* 9(2): 333–343.
- Wang Y, Jiang F, Tan X, Tian P (2016). CT-guided percutaneous transthoracic needle biopsy for paramediastinal and nonparamediastinal lung lesions. *Medicine* 95(31): e4460.
- Wang Y, Li W, He X, Li G, Xu L (2014). Computed tomography-guided core needle biopsy of lung lesions: Diagnostic yield and correlation between factors and complications. *Oncology letters* 7(1): 288–294.

Wattanasatesiri T, Puntu W, Vithitsuvanukul N (2018). Influencing factors of pneumothorax and parenchymal haemorrhage after CT-guided transthoracic needle biopsy: single-institution experience. *Polish journal of radiology* 83: e379-e388.

Yang W, Sun W, Li Q, et al. (2015). Diagnostic Accuracy of CT-Guided Transthoracic Needle Biopsy for Solitary Pulmonary Nodules. *PLoS One* 10(6): e0131373.

Yun S, Kang H, Park S, Kim BS, Park JG, Jung MJ (2018). Diagnostic accuracy and complications of CT-guided core needle lung biopsy of solid and part-solid lesions. *The British Journal of Radiology* 91(1088):20170946.

Zhao G, Shi X, Sun W et al. (2017). Factors affecting the accuracy and safety of computed tomography-guided biopsy of intrapulmonary solitary nodules ≤ 30 mm in a retrospective study of 155 patients. *Experimental and Therapeutic Medicine* 13(5): 1986–92.

Philips Azurion 7 C20 with FlexArm

Performance overview from an independently verified study

94%

of physicians agreed that FlexArm's flexibility is capable of supporting new procedures

100%

of physicians agreed that the FlexArm was easy to control

94%

of physicians agreed that with FlexArm more tasks could be done without assistance from others

100%

of physicians agreed that FlexArm offered uncompromised access to the patient's head end

88%

of physicians agreed that FlexArm would help save time

Key findings*



100%

of physicians agreed that the FlexArm system would reduce the need to move the table

100%

of physicians agreed that FlexArm would allow them to work with great flexibility

100%

of physicians agreed that with FlexArm the need to pivot the table would be eliminated

27% ↓

average reduction in time spent positioning the system in procedures that include table pivots, such as radial access procedures*

91% ↓

reduction in table positioning movements from 19.4 to 1.8 movements on average, in procedures that include table pivots, such as radial access procedures*

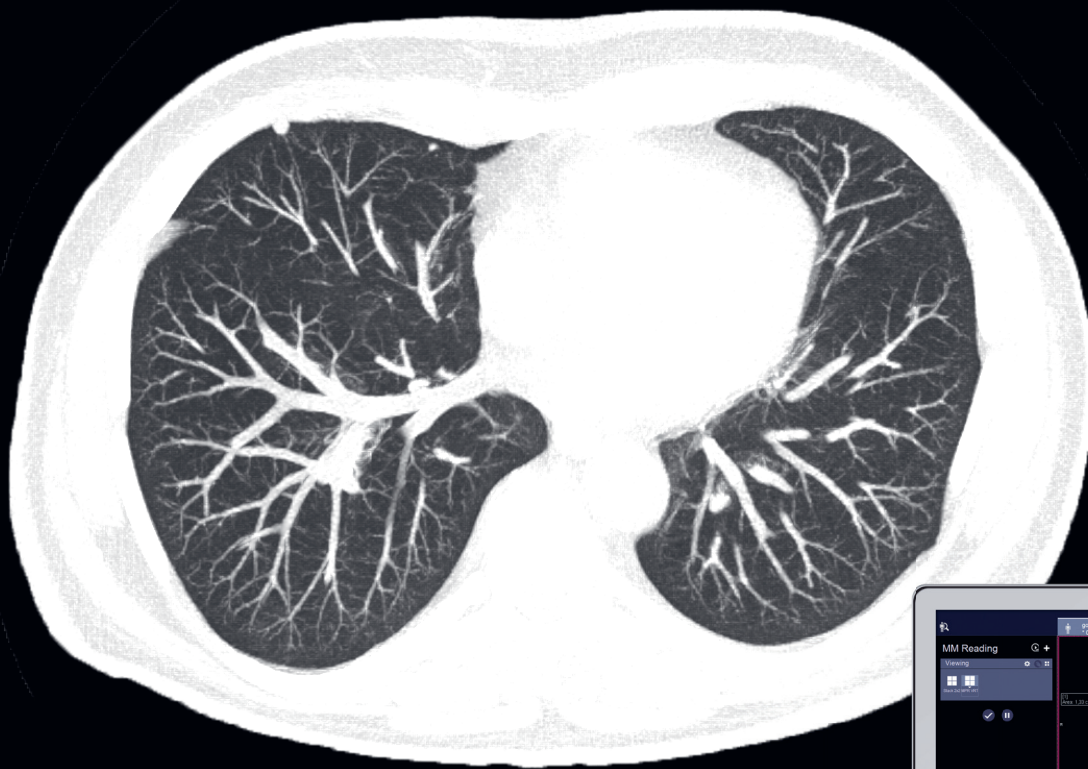
PHILIPS

gorenjeGTI





Scan to learn more



Lung cancer screening at plain X-ray dose

siemens-healthineers.com/ct



International version.
Not for distribution or use in the U.S.

SIEMENS
Healthineers

Get further with your CT



Have you ever wondered ...

... why we see so many technologies driving the reduction of dose in post-contrast imaging, yet not so much attention is paid to non-contrast studies?



Non-contrast imaging is significant ...

... in routine radiology. It accounts for approximately 30% of all patients in routine cases¹ and encompasses a wide range of anatomies. Lowering the dose for these patients is equally important.

How can we help you to open up your business to a greater patient population?

How can you achieve low dose and reduce risk without compromising on quality?

Tin Filter: 3D data at 2D dose

By introducing the Tin Filter technology to the entire Siemens Healthineers CT portfolio, we support you to reduce dose for all patients, and to open up additional clinical pathways for better patient outcomes.

By shaping the beam, you can significantly reduce the absorbed low-kV spectrum, so the exposure is reduced to the point that these scans are reaching dose levels previously seen only in general radiography i.e., in chest X-rays, and hand and wrist X-rays. Tin Filter technology is shifting the clinical pathway from 2D imaging to 3D imaging.

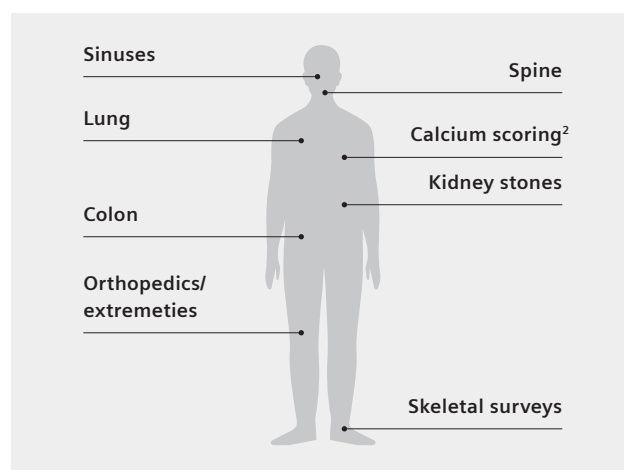
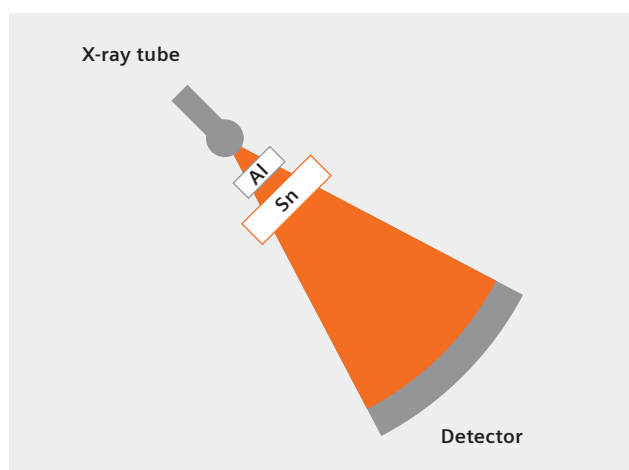
Clinical cases

Strive for the lowest dose achievable, with CT at X-ray dose levels

Each patient benefits directly from dose reduction, right from the first planning scan. Lung cancer screening doses may be reduced to levels seen only with plain X-ray.

Orthopedic imaging can see a shift from routine 2D X-ray to the high-resolution world of 3D CT imaging.

From head to toe, the Tin Filter can add significant benefits, advance clinical pathways, and bring a new level of care to your patients.



Siemens Healthineers Headquarters

Siemens Healthcare GmbH
Henkestr. 127
91052 Erlangen, Germany
Phone: +49 9131 84-0
siemens-healthineers.com

¹ based on internal data analysis

² scan mode available only on selected systems

MEDRAD® Stellant[^]



➤ Spoznajte prednosti visokotlačne injektorske tehnologije



Zanesljivost

Ker je namenjen širokemu spektru kliničnih postopkov, je Stellant[^] učinkovit tudi pri zahtevnih protokolih.



Ponovljivost

Radiološko osebje lahko redno izvaja protokole aplikacije kontrastnih sredstev.



Fleksibilnost

Fleksibilnost injektorja Stellant[^] omogoča določanje hitrosti pretoka pri odraslih bolnikih med koronarno računalniško tomografsko angiografijo¹ v skladu s priporočili priročnika ACR glede na različne velikosti igel.

¹ ACR Manual on Contrast Media, Version 10.3, 2017.

Pomembno je pravilno dovajanje tekočine

Natančno odmerjanje kontrastnega sredstva med injiciranjem je bistveno za pridobitev kakovostnih slik. **Primerjali smo visokotlačni sistem s sistemi peristaltičnih črpalk glede najpomembnejše lastnosti – pravilnega dovajanja tekočine.**



Osnovne tehnološke razlike

Visokotlačni sistem

- Avtomatski visokotlačni injektorji vbrizgajo kontrastno sredstvo in fiziološko raztopino v telo bolnika.



Peristaltična črpalka

- Valjčki sistematično iztisnejo vsebino iz cevke in črpalka vbrizga kontrastno sredstvo v telo bolnika.
- Ko se valjčki obračajo, se deli cevke stisnejo in sprostijo.

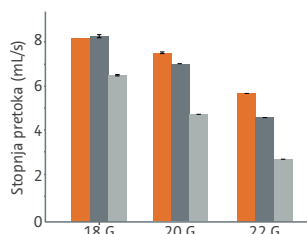
MEDRAD® Stellant[^] temelji na visokotlačni injektorski tehnologiji in zagotavlja boljšo največjo stopnjo pretoka ter enakomernjši pretok v primerjavi s preskušeni sistemi peristaltičnih črpalk.

➤ Visokotlačna injektorska tehnologija stalno prekaša preskušene sisteme peristaltičnih črpalk glede na ključne parametre pretoka tekočine*

- MEDRAD® Stellant[^] Injektor (visokotlačni injektorski sistem)
- ulrich CT Motion Injektor (sistem s peristaltično črpalko)
- Bracco CT Exprès Injektor (sistem s peristaltično črpalko)

Največja stopnja pretoka

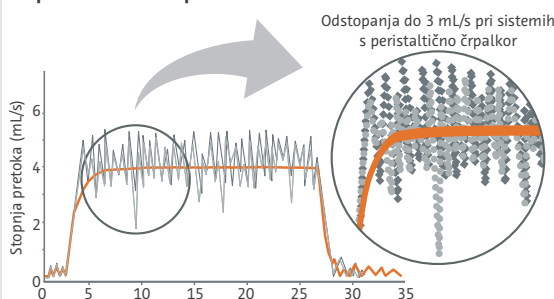
Stellant[^] zagotavlja bistveno boljšo stopnjo pretoka pri različnih velikostih katetra



- 1 MEDRAD® Stellant[^]
- 2 CT Motion
- 3 CT Exprès

Razlika v stopnji pretoka

Stellant[^] zagotavlja enakomernjši pretok v primerjavi s pulzirajočim dovajanjem tekočine s peristaltično črpalko



- 1 MEDRAD® Stellant[^]
- 2 CT Exprès
- 3 CT Motion



ZDRUŽENE DRŽAVE AMERIKE
Bayer Medical Care Inc.
1 Bayer Drive, Indianapolis,
PA 15051-0780, ZDA
telefon: + 1 412.767.2400,
+ 1 800.633.7231
faks: + 1 412.767.4120

Pooblaščen predstavnik v Sloveniji:
Bayer d.o.o.
Bravničarjeva 13
1000 Ljubljana
www.radiology.bayer.com
telefon: +386 1 5814504
faks: +386 1 5814403



2797
www.radiology.bayer.com
www.bayerhealthcare.com

Bayer, Bayerjev križ, MEDRAD, Stellant in MEDRAD Stellant so blagovne znamke v lasti družbe Bayer in/ali registrirane pod imenom Bayer v ZDA in/ali drugih državah. Druge zgoraj omenjene blagovne znamke in nazivi družb so v lasti njihovih lastnikov in jih navajamo zgolj v informativne namene. Ni dovoljeno sklepanje ali domnevanje o nobenem odnosu ali odobritvi.

© 2019 Bayer. Vse pravice so pridržane.
Gradiva ni dovoljeno razmnoževati,
razstavljati, spreminjati ali distribuirati
brez predhodnega izrecnega
pisnega soglasja družbe Bayer.

* A. Chaya, G. Jost, and J. Endrikat. "Piston-Based vs Peristaltic Pump-Based CT Injector Systems." Radiologic Technology 90.4 (2019).

[^] Uporabiti skupaj z Multi-Patient (MP) Kit.



GH



Umetna Inteligenca ima ime



prihodnosti dajemo obliko

