

PRIMERJAVA DOZNE OBREMENITVE PACIENTK PRI DIGITALNI MAMOGRAFIJI V PRIMERJAVI Z DIGITALNO TOMOSINTEZO DOJK

RADIATION DOSES RECEIVED BY PATIENTS IN DIGITAL MAMMOGRAPHY IN COMPARISON WITH DIGITAL BREAST TOMOSYNTHESIS

Maja Žinkovič, Marija Šantl Letonja, Egon Prelec

Splošna bolnišnica Murska Sobota, Oddelek za radiologijo, Ulica dr. Vrbnjaka 6, 9000 Murska Sobota

Korespondenca: maja.zinkovic@gmail.com

Prejeto/Recived: 21.12.2015

Sprejeto/Accepted: 2.2.2016

POVZETEK

Uvod: Digitalna mamografija je osnovna slikovna diagnostična metoda za prikaz bolezenskih sprememb v dojkah. Digitalna tomosinteza dojk je nova slikovna tehnika, ki nadgradi mamografijo in prikaže dojko v treh ravninah. Obe sta rentgenski slikovni metodi, kar pomeni, da je predvsem žlezno tkivo dojke izpostavljeno rentgenskemu sevanju. V mamografiji dozno obremenitev izražamo s povprečno žlezno dozo.

Namen: Namen raziskave je bil izračunati, kakšna je povprečna žlezna dozna obremenitev pri posamezni projekciji pri digitalni mamografiji in pri digitalni tomosintezi dojk. Namen je bil tudi primerjanje rezultatov, da bi ugotovili, pri kateri metodi slikanja je dojka manj obremenjena z ionizirajočim sevanjem.

Metode dela: Retrospektivno smo pregledali podatke o ženskah, ki so opravile mamografijo v mamografski ambulanti Splošne bolnišnice Murska Sobota. V študijo smo vključili 9 žensk, pri katerih sta bili opravljene digitalna mamografija in digitalna tomosinteza na aparatu Siemens Mammomat Inspiration. Izračunali smo povprečno žlezno dozo pri obeh slikovnih tehnikah. Raziskava je trajala od septembra 2014 do novembra 2014.

Rezultati in razprava: Digitalna mamografija in tomosinteza dojk sta bili opravljene pri 9 ženskah. Povprečna žlezna doza pri digitalni mamografiji je bila 1,443 mGy, pri tomosintezi pa 2,206 mGy. Doza, prejeta pri tomosintezi, je večja za 35%.

Zaključek: Glede na rezultate je pri tomosintezi dojk prejeta žlezna doza večja kot pri digitalni mamografiji. Vzorec v raziskavi je bil majhen, zato so potrebne nadaljnje študije, ki bodo definirale mesto tomosinteze v diagnostični obdelavi boleznih dojk.

Glavne besede: povprečna žlezna doza, digitalna mamografija, tomosinteza

ABSTRACT

Introduction: Digital mammography is a basic imaging modality for breast cancer. Digital breast tomosynthesis is a new imaging modality, which reconstructs imaging from 2D to 3D. Digital mammography and digital breast tomosynthesis are x-ray imaging modalities, which means that the glandular tissue is exposed to x-rays. The dose in mammography is expressed as a mean glandular dose (MGD).

Purpose: The purpose of the research was to determine the average mean glandular dose for each projection in digital mammography and in digital breast tomosynthesis. The results were compared in order to determine which breast imaging technique causes lower dose of ionising radiation to the breast.

Methods: We retrospectively reviewed the data on women who underwent a mammography examination at the Mammography Clinic of the Murska Sobota General Hospital. This study included 9 women who were scanned by a digital mammography and by a digital breast tomosynthesis with Siemens Mammomat Inspiration. The mean glandular dose was calculated for both imaging techniques. The research period was September 2014 – November 2014.

Results and discussion: 9 female patients underwent digital mammography and tomosynthesis. In digital mammography, the mean glandular dose was 1.443 mGy, whereas in tomosynthesis, it was 2.206 mGy. In tomosynthesis, MGD is higher by 35%.

Conclusion: The results show that MGD is higher in tomosynthesis than in digital mammography. Since the sample included in the study was small, further research is needed to define the position of tomosynthesis in the diagnostic treatment of breast disease.

Key words: mean glandular dose, digital mammography, tomosynthesis

UVOD

Rak dojke je najpogostejša maligna bolezen žensk, ki je v stalnem porastu. Pogosteje zbolijo ženske v industrializiranih in visoko razvitih deželah, v primerjavi s tistimi iz slabše razvitih in iz nižjih socialno-ekonomskih slojev (Takač in sod., 1995). Stadij raka ob diagnosticiranju vpliva na preživetje ženske, saj je prognoza zdravljenja slabša in umrljivost obolelih večja, če odkrijemo bolezen v poznem stadiju.

Rak dojke najpogosteje nastane v občutljivem žlezem tkivu dojke. Vsebnost žleznega tkiva v dojki je nepredvidljiva in je pri različnih dojkah zelo različna, spreminja pa se tudi s starostjo. Dojke pri mlajših osebah, ki vsebujejo veliko žleznega tkiva in le malo maščevja, dajejo značilno sliko gostega, dokaj homogenega tkiva, v katerem ni mogoče razlikovati normalnih struktur od bolezenskih sprememb. S starostjo se pojavlja vedno več maščobnega tkiva, zato dobimo precej jasnejše slike. V menopavzi in po njej, ko v dojki prevladuje maščevje, je mamogram dokaj jase in lahko na njem vidimo spremembe, manjše od petih milimetrov (Jančar, 2001).

Mamografija je temeljna slikovna metoda za zgodnje odkrivanje raka na dojki (American College of Radiology, 2014). Dojko slikamo v dveh projekcijah: kranio-kavdalni (CC) in v polstranski medio-lateralni projekciji (MLO). Največjo težavo mamografije predstavljajo zelo goste žlezne dojke (Krajc in Žakelj, 2007; Chan et al., 2005). V maščobno performiranih dojkah je lažje in zanesljiveje diagnosticirati rak dojke, v mamografsko gostih dojkah pa z mamografijo odkrijemo le polovico rakov. Zaradi tega se je pojavila potreba po tridimenzionalnem (3D), visoko resolucijskem in relativno nizko-doznem slikanju dojk. Vse te zahteve izpolnjuje digitalna tomosinteza dojk, ki dovoljuje boljšo vizualizacijo in opredelitev tudi tistih lezij, ki niso kalcificirane (Andersson et al., 2008).

Leta 2011 je ameriška Uprava za hrano in zdravila (FDA) odobrila podjetju Hologic Inc. (Bedford, MA) Selenia Dimensions 3D System, 3-dimenzionalni sistem, ki je bil prvi odobreni sistem za tomosintezo dojk. Ta sistem ustvari prečne nizko-dozne slike dojk. Kot pravi FDA, 3D slike priskrbijo dodatne informacije, ki pomagajo zdravnikom zaznati in diagnosticirati raka na dojkah (Shah, 2014). Tehnični princip tomosinteze je znan že dolgo. Z vrtenjem rentgenske cevi omogoča tomosintezni sistem izdelavo posnetkov dojk po plasteh in s tem v veliki meri zmanjša omejitve zaradi prekrivanja (Dobbis, James, 2009; Helvie, 2010). S tomosintezo pridobimo projekcijske slike (okrog 15 slik) z uporabo ozkega kota gibanja. Pri slikanju pacientke opravimo tako kranio-kavdalno kot medio-lateralno projekcijo. Med preiskavo se rentgenski vir premika na isti ravnini v loku okrog slikanih dojk. Dobljene projekcijske slike nato rekonstruiramo v 1 mm debele slike za pregled. Filtrirana povratna projekcija je najpogosteje uporabljena metoda rekonstrukcije (Shah, 2014).

Zdravstvena zavarovalnica Splošni bolnišnici (SB) Murska Sobota trenutno ne krije stroškov tega najnovejšega pregleda dojk. Metodo mora najprej ovrednotiti Zdravstveni svet, da jo lahko Zavod za zdravstveno zavarovanje Slovenije

vkluči v obračun zdravstvenih storitev v breme obveznega zdravstvenega zavarovanja.

Uporaba ionizirajočega sevanja v medicini je upravičena samo, če skupna korist, ki jo pričakujemo od uporabe, presega škodo, ki jo s tem povzročimo. Zato je zelo pomembno, da je mamogram narejen ob čim manjši dozi sevanja, ki jo med preiskavo prejme pacientka (Jančar in Kocijančič, 2001). Pri mamografiji je tkivo dojke izpostavljeno ionizirajočem sevanju, s čimer tvegamo nastanek radiogenega raka v tem tkivu. Kolikšno je to tveganje, je mogoče oceniti le s pomočjo modelov, ki opisujejo odvisnost učinkov sevanja od prejete doze in drugih parametrov, kot so starost pri prejeti dozi, latentne doze in podobno (Zdešar, 2000). Kljub vrsti mehanizmov, ki popravljajo nastalo škodo v celici, vsaj teoretično ni varne doze oziroma praga, pod katerim bi radiogeni rak lahko popolnoma izključili. Tveganje je pri sodobni mamografski tehniki majhno, vendar načela varstva pred sevanjem zahtevajo, naj bo kvečjemu tolikšno, kot je nujno za doseganje ustreznih diagnostičnih kakovosti slik. Pravilno izvajanje mamografije pomeni visoko kakovost slik ob nizki dozi sevanja in neoporečno tolmačenje posnetkov (Župančič, 1993).

Spekter rentgenskih žarkov, ki jih uporabljamo pri mamografiji, je nizkih energij, kar omogoča večjo kontrastnost slik. Zaradi nizke prodornosti doza z globino v tkivu dojke hitro pada. Prejeta doza je neenakomerno razporejena v žlezem tkivu, zato ocenimo dozo na dojko s povprečno žlezno dozo (AGD, Average Glandular Dose ali MGD, Mean Glandular Dose) (Dance et al., 2000). MGD je uveljavljena količina za določitev obsevanosti pri mamografiji.

Na dozo vplivata velikost in struktura dojke (Zdešar, 2000). Za določitev povprečne žlezne doze se pri vsakem posnetku zabeležijo debelina (mm) stisnjene dojke in ekspozijski parametri: izbrani anodni material in filter, vrednost anodne napetosti (kV) in tokovni sunek (mAs).

MGD se izračuna z naslednjo formulo (Dance et al., 2000):

$$MGD = KA \times g \times c \times s$$

- KA je kerma (absorbirana doza v zraku), na mestu vstopa sevanja v dojko,
- g je faktor, ki dozo v zraku pretvori v žlezno dozo za »standardno« dojko,
- c je popravek, ki upošteva pravo debelino in sestavo dojke,
- s je popravek glede na uporabljeni spekter sevanja (anoda/filter).

Izhajamo iz absorbirane doze (kerme) v zraku KA na mestu, kjer sevanje vstopa v dojko (KG = doza v tkivu dojke). S pomočjo pretvornega faktorja med žlezno dozo in absorbirano dozo $g = KG/KA$ dobimo žlezno dozo za dojko z izbrano sestavo (delež maščobnega in žleznega tkiva) pri določenem spektru sevanja (kV in HVL). Osnova za izračun MGD je vrednost absorbirane doze v zraku na mestu, kjer sevanje vstopa v objekt (KA). Dobimo jo iz izmerjene specifične vrednosti kerme v zraku ($Y = Ka/It$) z upoštevanjem vrednosti tokovnega sunka (It). Vrednosti Y so izmerjene za posamezne spektre sevanja oziroma anodne napetosti. Vsi faktorji oziroma popravki so

vezani na uporabljeni spekter sevanja, tega pa lahko opišemo z razpolovno debelino (HVL). Razpolovna debelina je debelina izbrane snovi (najpogosteje aluminija), ki razpolovi začetno intenziteto sevanja. Vrednosti faktorja g nam povedo, kakšen delež doze, ki vstopi v dojko, se absorbira v žlezem tkivu in tako povzroči žlezno dozo. S popravkom c in s upoštevanjem še razliko v sestavi dojke in uporabljeni spekter sevanja. Faktor c je popravek, s katerim popravimo razliko med dojko, sestavljeno iz 50% žleznega in 50% maščobnega tkiva in obravnavano dojko. Faktor s je popravek, ki upošteva spekter oziroma kombinacijo anodnega materiala in filtra, ki smo jih uporabili pri slikanju (Dance et al., 2000).

NAMEN

Namen raziskave je izračunati, kakšna je povprečna žlezna dozna obremenitev posamezne projekcije pri digitalni mamografiji in pri digitalni tomosintezi dojk ter primerjava rezultatov, saj želimo prikazati, pri kateri metodi slikanja je dojka manj obremenjena z ionizirajočim sevanjem.

METODE DELA

Retrospektivno smo pregledali podatke pri pacientkah, ki so opravile mamografijo v mamografski ambulanti SB Murska Sobota v obdobju med septembrom 2014 in novembrom 2014. Slikane so bile na aparatu Siemens Mammomat Inspiration. V študijo smo vključili 9 pacientk v starosti od 52 do 75 let, pri katerih sta bili opravljeni digitalna mamografija in tomosinteza. Izračunali smo povprečno žlezno dozo pri obeh dojkah, enkrat smo obravnavali levo, drugič desno dojko. Pacientke smo poimenovali s številkami od 1 do 9.

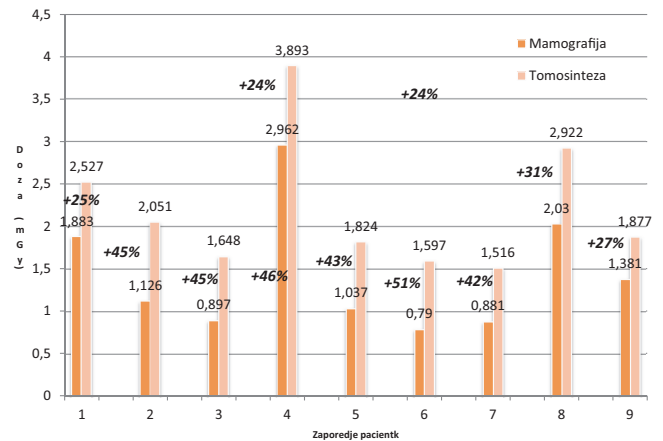
Slikanja so bila narejena z avtomatsko izbiro tehnike slikanja in avtomatskim nadzorom ekspozicije. Aparat v tem primeru sam izbere spekter sevanja (kombinacijo anode in filtra; volfram/rodij, W/Rh ter anodno napetost) in vrednost tokovnega sunka.

Izračun povprečne žlezne doze smo naredili z uporabo pretvornih faktorjev in popravkov, v programu Excel. V izračunu smo uporabili vrednostni anodne napetosti (kV), tokovnega sunka (mAs) in debeline dojke (mm), ki se zapišejo v DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) glavo vsakega mamograma. Zabeležili smo tudi dozimetrične parametre (specifične vrednosti kerme v zraku), izhodnega snopa rentgenske cevi ($\mu\text{Gy}/\text{mAs}$) iz meritev, opravljenih ob pregledu rentgenskega aparata, ki ga opravi medicinski fizik.

Povprečno žlezno dozo smo izračunali posebej za CC in posebej za MLO projekcijo. Iz povprečja obeh projekcij smo izračunali povprečno žlezno dozo na pacientko, ki jo prejme pri digitalni mamografiji dojk. Vrednosti smo primerjali z izračunanimi vrednostmi povprečne žlezne doze, ki jo prejme pacientka pri digitalni tomosintezi dojk. Za izvedbo raziskave smo pridobili dovoljenje Komisije Republike Slovenije za medicinsko etiko.

REZULTATI IN RAZPRAVA

MGD smo izračunali posebej za CC in posebej za MLO projekcije, tako pri mamografiji kot pri tomosintezi dojk. Izračunane vrednosti smo med seboj primerjali in so prikazane v grafični obliki po številčnem zaporedju pacientk (graf 1).

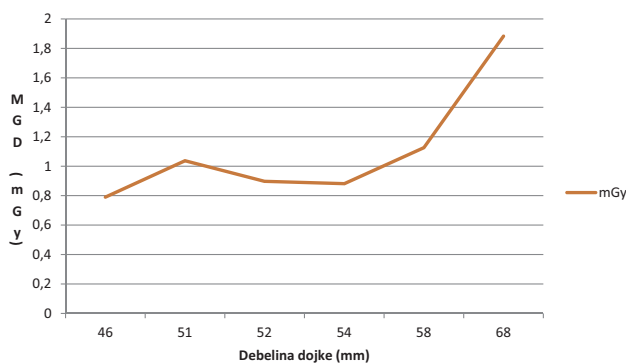


Graf 1: Primerjava povprečne žlezne doze med mamografijo in tomosintezo

Graf 1 prikazuje izračunane vrednosti povprečnih žleznih doz za slikanje dojk v CC in MLO projekciji pri mamografiji in pri tomosintezi.

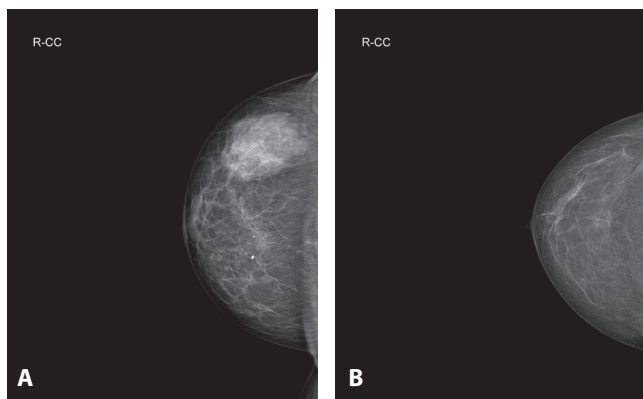
Pri slikanju D dojke v CC projekciji z mamografijo je prejela pacientka št. 1 1,883 mGy, s tomosintezo 2,527 mGy. Pri rentgenskem pregledu L dojke z mamografijo v MLO projekciji je prejela pacientka št. 2 1,126 mGy, s tomosintezo pa 2,051 mGy. Pri tomosintezi je bila MGD za 45% večja kot pri mamografiji. Pacientka št. 3 je pri slikanju L dojke v CC projekciji pri mamografiji prejela dozo 0,897 mGy, pri tomosintezi 1,648 mGy, kar je za 46% večja MGD kot pri mamografiji. Pri mamografskem slikanju D dojke v CC projekciji je pacientka št. 4 prejela 2,962 mGy, pri tomosintezi pa 3,893 mGy, kar pomeni, da je pri tomosintezi prejela za 24% večjo MGD kot z mamografijo. MGD pri CC projekciji D dojke pacientke št. 5 je pri mamografiji znašala 1,037 mGy, medtem ko je bila pri tomosintezi 1,824 mGy, kar je za 43% večja MGD. Iz grafa je razvidno, da je pacientka št. 6 s tomosinteznim pregledom L dojke v CC projekciji prejela za 51% MGD kot z mamografijo. MGD L dojke v CC projekciji pri pacientki št. 7 je pri mamografiji znašala 0,881 mGy, pri tomosintezi 1,516 mGy, kar je za 42% večja MGD. Pacientka št. 8 je pri tomosinteznem pregledu L dojke v CC projekciji prejela 2,922 mGy, pri mamografskem pregledu pa 2,03 mGy. Z mamografsko preiskavo L dojke v CC projekciji je pacientka št. 9 prejela dozo 1,381 mGy, s tomosintezo pa 1,877 mGy, kar predstavlja za 27% večjo povprečno žlezno dozo.

V raziskavi nas je zanimalo tudi, kako se spreminja MGD glede na debelino dojke.



Graf2: Povečanje vrednosti MGD glede na debelino dojke

Graf 2 prikazuje povečanje vrednosti MGD glede na debelino dojke. Kot je bilo pričakovati, s povečanjem debeline narašča tudi MGD.



Slika 1: Primerjava pretežno »žlezne« dojke (slika A) in pretežno »maščobne« dojke (slika B)

Slika 1 prikazuje dobro vidno razliko v pretežno »žlezni« dojki in pretežno »maščobni« dojki. Povprečna »žlezna« dojka je bila debela 77 mm, povprečna žlezna dozna obremenitev pacientke je bila 2,962 mGy, medtem ko je bila debelina povprečne »maščobne« dojke 47 mm in dozna obremenitev 0,790 mGy.

Rezultati so pokazali, da so debelejšje dojke bolj dozno obremenjene od tanjših. Graf (grafu 2) dozne obremenitve je do debeline 54 mm kaže skoraj linearen, nato se s spreminjanjem debeline dojke eksponentno dvigne. MGD je odvisna od sestave in debeline dojke ter od ekspozicijskih parametrov.

Iz izračunanih vrednosti lahko opazimo veliko razliko v MGD pri posameznih projekcijah pri mamografiji in tomosintezi. Kot primer izračunane vrednosti predstavimo slikanje L dojke v MLO projekciji (pacientka št. 2), kjer je pacientka pri tomosintezi izpostavljena 45% večji MGD; pri mamografiji je bila povprečna žlezna doza 1,126 mGy, pri tomosintezi pa 2,051 mGy. Najmanjšo razliko MGD med mamografijo in tomosintezo smo izračunali pri pacientki št. 4, in sicer 24%. Pri slikanju L dojke v CC projekciji (pacientka št. 6) smo izračunali največjo razliko MGD, pri tomosintezi je bila izpostavljenost sevanju za 51% večja kot pri mamografiji.

Na splošno se domneva, da je povprečna žlezna doza pri digitalni tomosintezi dojk približno enaka tisti pri digitalni mamografiji, ki v skladu z evropskimi smernicami za zagotavljanje kakovosti pri odkrivanju raka dojk znaša 2,0 mGy, pri povprečni debelini prsi 4, 5 cm.

Baptista et al. (2015) so na fantomu, ki je vseboval 50% žleznega tkiva in je v debelino meril 4 cm (kar predstavlja povprečno dojko), dobili v CC projekciji vrednosti MGD od 0,6 do 2,71 mGy pri digitalni mamografiji in 0,8 do 2,60 mGy pri tomosintezi.

Iz naših rezultatov je razvidno, da je MGD pri tomosintezi dojk v primerjavi z digitalno mamografijo v povprečju višja za 35%. Na splošno smo v raziskavi ugotovili, da je pri digitalni tomosintezi dojk prejeta žlezna doza večja kot pri digitalni mamografiji. Če primerjamo MGD pri tomosintezi dojk in digitalni mamografiji, je ta v CC projekciji višja za 38%, med tem ko je v MLO projekciji ta odstotek 23.

Na splošno je v MLO projekciji večja doza kot v CC projekciji (tako pri mamografiji kot pri tomosintezi), zaradi strukture in kompresije, ki je pri MLO ponavadi manjša. Mi smo dokazali ravno obratno, razlog za takšno ugotovitev lahko iščemo v tem, da smo od devetih pacientk, dozo v CC projekciji primerjali le pri dveh, ostalih sedem pacientk je imelo mamografijo in tomosintezo v MLO projekciji.

Tingberg (2010) je ugotovil, da je MGD pri tomosintezi v CC ali MLO projekciji na splošno primerljiva z dozo pri običajni digitalni mamografiji v dveh projekcijah. Nadaljnje raziskave bodo pokazale ali je možno zmanjšati dozo pri tomosintezi, ne da bi izgubili pomembne diagnostične informacije. Če bi se tomosinteza dojk v prihodnosti uporabljala za presejanje, bi morala lahko vsaj eno projekcijo nadomestiti s tomosintezo. Za posamezno žensko to pomeni večjo dozo (glede na naše rezultate). Če bo lahko tomosinteza v eni projekciji nadomestila obe presejalni projekciji, bo doza primerljiva, saj z diagnostičnega stališča danes zadošča tomosinteza z eno projekcijo. Pri nadaljnjih kliničnih preiskavah bo tomosinteza nadomestila vsaj eno, morda tudi vse dodatne projekcije. Pri celotni populaciji bi morala tomosinteza, če bi jo uporabljali pri presejanju, voditi k nižji prejeti dozi, ker bi se izognili mnogim ponovitvam in nadaljnjim mamografskih preiskavam. Na splošno velja, da digitalna tomosinteza dojk kot dodatek digitalni mamografiji zmanjša stopnjo ponavljanja pri digitalnih mamografijah, oziroma delež žensk, ki jih je potrebno zaradi nejasnosti na slikah poklicati na dodatne preiskave (angl. recall rate).

McDonald et al., 2015 navajajo, da je stopnja ponovnih pregledov pri digitalni mamografiji bistveno višja. Digitalna tomosinteza dojk zmanjšuje stopnjo ponovnih pregledov. Povečanje učinka digitalne tomosinteze dojk v presejalnem programu dojk je za ženske ključnega pomena. Študija predlaga uvajanje digitalne tomosinteze dojk kot dodatek k digitalni mamografiji dojk v osnovni presejalni program. Ocenjujejo tudi, da za ženske, mlajše od 50 let, ki so vključene v presejalni program brez predhodne digitalne mamografije, digitalna tomosinteza dojk predstavlja večjo korist kot digitalna mamografija.

Digitalna tomosinteza dojk kot dopolnitev k digitalni mamografiji se je doslej izkazala kot inovativna tehnologija v naboru diagnostičnih radioloških postopkov na področju zgodnjega odkrivanja raka na dojkah. Povečala je stopnjo zaznavnosti raka, hkrati pa zmanjšala stopnjo ponovljenih pregledov (za 30% ali več).

Danes naj bi bila tomosinteza prihranjena za dodatne klinične preiskave po ponovljenih slikanjih, in sicer za ženske z ugotovljenimi simptomi in tiste z visokim tveganjem za raka dojk, ter diagnostiko pri mlajših ženskah in tistih z gostimi dojkami.

Evropske smernice za tomosintezo dojk in definiranje dozimetrije ter vpliv doze na ostale organe, še niso določeni. Skupina strokovnjakov pripravlja smernice, ki temeljijo na velikih populacijskih študijah (Baptista, 2015).

ZAKLJUČEK

Ugotovili smo, da prejme pri tomosintezi ženska za dobro tretjino večjo dozo kot pri mamografiji. Povečanje doze je še sprejemljivo, saj omogoča višjo stopnjo zaznavnosti raka, zmanjšuje število dodatnih slikanj, zmanjša delež pacientk, ki morajo priti na dodatne preiskave. Rezultati pa so pokazali tudi, da se s spreminjanjem debeline dojke spreminja povprečna žlezna doza.

Naš vzorec je majhen, zato priporočamo nadaljnje raziskave z večjim vzorcem preiskovank. Preiskave z uporabo tomosinteze smo izvajali v sklopu svoje raziskave.

Prihajajoči preizkusi slikanja v programu presejanja velikega obsega bodo razjasnili ali je možno dati digitalni tomosintezi dojk vlogo enega od pregledovalnih postopkov, bodisi samostojnega ali v kombinaciji z digitalno mamografijo dojk. Ali bodo radiologi dajali prednost tako kranio-kavdalnem kot medio-lateralnemu tomosinteznemu zajemu? Morda medio-lateralnemu ali latero-medialnemu zajemu? Morda enemu zajemu? Odgovore bo prinesel nadaljnji razvoj tehnologije.

Nadaljnje študije bodo pokazale ali je smiselno uporabljati tomosintezo dojk kot redno slikanje v presejalnih programih. Seveda pod pogojem, da bi bili dozi primerljivi (mamografija/tomosinteza) ali bi bila morda pri tomosintezi celo manjša. Misel ni zanemarljiva, saj tomosinteza zmanjša število dodatnih slikanj in posledično privede do manj strahu pri preiskovankah, manj dodatnega dela, manj stroškov, itd.

LITERATURA

- American College of Radiology (2014). ACR practice parameter for the performance of screening and diagnostic mammography. Amended 2014. <http://www.acr.org/Quality-Safety/Resources/Breast-Imaging-Resources>. Accessed December 9, 2014.
- Andersson, I., Ikeda, D. M., Zackrisson, S., Ruschin, M., Svahn, T., Timberg, P., & Tingberg, A. (2008). Breast tomosynthesis and digital mammography: a comparison of breast cancer with subtle mammographic findings. *Eur Radiol* 18 (12): 2817–25.
- Arko D, Borko E, Breznik R, in sod. (2006). *Ginekologija*. Maribor: Visoka zdravstvena šola, 294–06.
- Baptista M, Di Maria S, Barros S, Figueira C, Sarmiento M, Orvalho L, Vaz P. (2015). Dosimetric characterization and organ dose assessment in digital breast tomosynthesis: Measurement and Monte carlo simulations using voxel phantoms. *Med Phys* 42 (7): 3788–800.
- Chan H P, Wei J, Sahiner B, Rafferty E A et al. (2005). Computer-aided detection system for breast masses on digital tomosynthesis mammograms: preliminary experience. *Radiology* 237 (3): 1075–80.
- Dance DR, Skinner CL, Young KC, Beckett JR, Kotre CJ (2000). Additional factors for the estimation of mean glandular breast dose using the UK mammography dosimetry protocol. *Phys Med Biol* 45 (11): 3225–40.
- Dobbis JT 3rd, James T (2009). Tomosynthesis imaging: at a translational crossroads. *Med Phys* 36 (6): 1956–67.
- Helvie MA (2010). Digital Mammography Imaging Breast Tomosynthesis and Advanced Application. *Radiol Clin North Am* 48 (5): 917–29.
- Jančar B (2001). Mamografija: Metoda za zgodnje odkrivanje raka dojk. Ljubljana: Društvo onkoloških bolnikov, 22–6.
- Jančar B, Kocijančič I (2001). Najpogostejše bolezni dojk in njihove mamografske značilnosti. *Radiol Oncol* 35 (Suppl. 1): 560–7.
- Krajc M, Žakelj M (2007). Priprave na državni program presejanja raka dojk (DORA). *Onkologija* 11(1): 4–9.
- McDonald ES et al. (2015). Baseline Screening Mammography: Performance of Full-Field Digital Mammography Versus Digital Breast Tomosynthesis. *AJR* 205 (5): 1143–8.
- Shah N, Ng TW, de Paredes E S (2014). Basics of digital breast tomosynthesis. *Appl Radiol* 43 (3): 17–20.
- Takač T, Arko D, Gorišek B (1995). Rak dojk: značilnosti in metode odkrivanja. *Med Razgl* 34 (3): 367–76.
- Tingberg A (2010). X-ray tomosynthesis: A review of its use for breast and chest imaging. *Radiat Prot Dosim* 139 (1–3): 100–7.
- Zdešar, U (2000). Vpliv doz ionizirajočega sevanja na žlezno tkivo dojke in kakovost rentgenskih slik pri mamografiji. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, 1–18.
- Župančič AO (1993). Iz varstva pred ionizirajočim sevanjem v Sloveniji. Ljubljana: Slovenska akademija znanosti in umetnosti, 212–68.