

KONTROLA KVALITETA U MAMOGRAFIJI: KVALITET SLIKE I DOZA ZA PACIJENTE

Olivera Ciraj Bjelac¹, Danijela Arandić¹, Boris Lončar², Duško Košutić¹

¹Institut za nuklearne nauke Vinča, Laboratorija za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine, Beograd

²Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd

e-mail: ociraj@vin.bg.ac.yu

Sadržaj – U radu su prikazani prvi rezultati evaluacije mamografske prakse u Srbiji, a koji obuhvataju kvalitet mamografske slike i nivo doze za pacijenta. Rezultati ukazuju na značajne varijacije fizičko-tehničkih parametara koji određuju sadržaj dijagnostičke informacije i pacijentnu dozu, a koje je moguće eksterno kontrolisati. Srednja glandularna doza kretala se u intervalu od 0.12 mGy do 2.8 mGy, dok je referentna optička gustina bila 1.2 – 2.8. Utvrđena je korelacija između srednje glandularne doze i kontrasta mamografske slike. Sistematična implementacija programa kontrole kvaliteta je način koji obezbeđuje zadovoljavajuće performanse mamografske jedinice, odnosno obezbeđuje konstantan kvalitet slike uz minimalne moguće pacijentne doze.

1. UVOD

Mamografija je najpouzdanija metoda za rano otkrivanje karcinoma dojke. Radiografija dojke je, pored toga, metod izbora u mamografskom skriningu. Cilj optimizacije mamografske prakse je permanentna produkcija kvalitetnih mamograma uz prihvatljive doze za dojk. Postizanje ovog cilja moguće je isključivo korišćenjem adekvatne i ispravne mamografske opreme i redovnom kontrolom kvaliteta, koja se zasniva na balansu između kvaliteta slike i doze za dojk [1].

U Srbiji se mamografija sprovodi isključivo klinički iako postoje ozbiljne namere za uvođenje mamografije kao skrining metode. Trenutno je u upotrebi preko 60 mamografskih rendgen-aparata, pomoću kojih se proizvede preko 70 000 mamografija godišnje. Na globalnoj skali, broj mamografa veoma varira u zavisnosti od nivoa zdravstvene zaštite i kreće se od 24 mamografa na milion stanovnika u razvijenim zemljama do 0.45 i 0.18 mamografa na milion stanovnika u srednje i nisko razvijenim zemljama, respektivno [2].

Mamografija je, u tehničkom smislu, jedan od najzahtevnijih pregleda, a kvalitet slike i doza za pacijenta direktno zavise od karakteristika dijagnostičke opreme i veštine operatera. Cilj svakog mamografskog pregleda a posebno skrininga, jeste rano otkrivanje karcinoma dojke, odnosno efikasna detekcija određenih patoloških lezija. U ove lezije ubrajaju se tačkaste mikrokalcifikacije, tumorske mase, lipomi i fibrozni nastavci. Neto korist od mamografije je pozitivna isključivo ukoliko je kvalitet slike konstantan i dovoljan da omogući vizuelizaciju ovih detalja. Efikasnost detekcije zavisi od oštine, šuma i kontrasta dijagnostičkog sistema [3], odnosno karakteristika izvora x-zračenja i prijemnika slike kao i sastava i debljine same dojke.

Periodična analiza mamografske prakse u drugim zemljama ukazala je na smanjenje doza i poboljšanje kvaliteta slike kao rezultat sistematične kontrole i standardizacije tehničkih parametara ekspozicije [1,4,5,6]. S druge strane, u nekim zemljama zabeležen je porast doza za

pacijente, kao posledice povećanja optičke gustine (OD) i primene rešetke za apsorpciju (uklanjanje) rasejanog zračenja [2]. Pokazano je da se redovnim merenjem pacijentnih doza i ocenom kvaliteta slike pomoću odgovarajućih fantoma može poboljšati funkcionisanje mamografske jedinice [6,7].

Cilj ovog rada je ocena mamografske prakse u Srbiji, putem evaluacije kvaliteta slike i određivanja doza za dojk.

2. POSTUPAK MERENJA

Sistematična i rigorozna Kontrola kvaliteta (QC) je način da se obezbedi visok kvalitet dijagnostičke informacije uz minimalan mogući rizik za pacijenta. QC, dakle, ima dva aspekta: kvalitet slike i doza za pacijenta [8,9,10]. Generička lista parametara sadrži sledeće kategorije testova:

- Vizuelna inspekcija, mehanička stabilnost i ambijentalni uslovi;
- Proces obrade filma;
- Automatska kontrola ekspozicije – AEC;
- Rendgenska cev i generator;
- Sistem za kolimaciju snopa i rešetka za apsorpciju (uklanjanje) rasejanog zračenja;
- Prijemnik slike;
- Kvalitet slike;
- Srednja glandularna doza MGD.

Za određivanje karakteristika rendgenske cevi i generatora korišćen je multimetar Barracuda sa poluprovodničkim detektorom MPD i jonizacionom komorom Magna 1 cm³ (RTI Electronics, Molndal, Sweden). Kvalitet slike ocenjen je pomoću test objekta TOR MAS (Leeds Test Object Ltd, Leeds, UK). OD u referentnim tačkama izmerena je denzitometrom Lullus 1.21 D (Wellhofer, Scanditronix, Germany).

Kvalitet slike u mamografskoj dijagnostici je od primarnog značaja kada se govori o efikasnosti dijagnostike. Postoje dva aspekta posledica slika lošeg kvaliteta: s jedne strane je umanjen sadržaj dijagnostičke informacije i s druge strane, nepotrebno je uvećano izlaganje pacijenata usled ponovljenog snimanja. Kvalitet slike je veoma teško kvantifikovati, s obzirom da u velikoj meri zavisi od subjektivne interpretacije vizuelnih podataka i nema analitičku definiciju.

Cilj mamografije je optimalan kvalitet dijagnostičke slike uz minimalno moguće izlaganje pacijenata. Ocena kvaliteta slike predstavlja centralni deo rutinske kontrole mamografskog dijagnostičkog lanca. Polazna tačka u oceni

kvaliteta slike je definisanje potrebne dijagnostičke informacije. Međutim, ovaj proces, zavisi od vrste pregleda i varira od pacijenta do pacijenta i od radiologa do radiologa. Kako interpretacija mamograma zavisi od sastava dojke, tako se menjaju i kriterijumi za ocenu prihvatljivosti dijagnostičke slike. U opštem slučaju, sa stanovišta vizuelizacije značajne lezije su kalcifikacije, distrorzije arhitekture dojke i promene mase [10]. Pozitivna dijagnoza zavisi od prisustva lezije na snimku i njihovog broja, veličine, oblika i konfiguracije. Kvalitet slike zavisi od sposobnosti sistema da prikaže male promene kontrasta mekih tkiva i da detektuje mikrokalifikacije.

U opštem slučaju, kvalitet slike zavisi od niza međusobno povezanih komponeneta dijagnostičkog sistema. Modulaciona funkcija transfera (MTF) pruža osnovnu informaciju o karakteristikama dijagnostičkog sistema, ali je direktno merenje MTF u praksi veoma komplikovano. Druga mogućnost je analiza „Receiver operating characteristics“ (ROC), koja obuhvata karakteristike posmatrača i dijagnostičkog lanca u celini. Iako veoma detaljna, ova metoda je neprimenljiva u rutinskoj oceni kvaliteta slike. U kliničkoj praksi, najpragmatičniji pristup predstavlja primena test objekata (TO) za ocenu kvaliteta dijagnostičke slike [10].

TO su konstruisani tako da simuliraju mamografski pregled, a po obliku i sastavu odgovaraju komprimovanoj dojci. Detalji urađeni u TO moraju biti klinički relevantni i dovoljno osetljivi da registruju male promene u karakteristikama dijagnostičkog sistema, posebno one koje se odnose na kontrast i rezoluciju. Ovakvi uređaju omogućavaju i kvantifikaciju kvaliteta dijagnostičke slike.

Pomoću TOR MAS TO test objekta, koji je korišćen u ovom radu, moguće je oceniti kvalitet mamograma kvantifikacijom relevantnih parametara dijagnostičke slike. Ovaj test objekat predstavlja polukružna ploča ploča od polimetilmetakrilata (PMMA) prečnika 22 cm i debljine 1 cm sa ugrađenim strukturama za kvantifikaciju rezolucije visokog i niskog kontrasta, vizuelizacije malih detalja (mikrokalifikacije) i sposobnosti ya prikazivanje detalja niskog kontrasta [10]. Relevantni detalji simulirani su setovima linijskih i kružnih stuktura različitih dimenzija.

Za ocenu rezolucije visokog kontrasta koristi se struktura sa linijskim parovima koja omogućava merenje granične rezolucije do 20 lp/mm u uslovima maksimalne geometrijske oštine i minimalnog šuma.

Linearni detalji niskog kontrasta omogućavaju evaluaciju detektabilnosti vlaknastih detalja u dojci koja zavisi od oštine, kontrasta i odnosa signal-šum.

Kružni detalji niskog kontrasta prečnika 5.6 mm koriste se za evaluaciju kontrastne osetljivosti sistema, od čega zavisi detekcija tumorskih masa.

Dva seta kružnih detalja prečnika 0.5 mm i 0.25 mm mera su vizuelizacije malih detalja, odnosno mikrokalifikacija u dojci.

Klinasti filtar sa 10 segmenata omogućava formiranje karakteristične krive i ocenu kontrasta slike. OD segmenta najbliža vrednosti 1.0 naziva se indeks brzina (speed index, SI), dok je indeks kontrasta (contrast index, CI) razlika SI i tačke maksimalne OD. CI odgovara razlici OD između 100 % masnog i 100% glandularnog tkiva na slici [4,10].

Za potrebe ocene kvaliteta slike načinjen je snimak TO TOR MAS pod standardnim kliničkim uslovima i razvijen na uređaju koji se koristi u svakodnevnoj praksi. Određeni su

sledeći parametri: referentna OD, CI, granična rezolucija i detektabilnost detalja visokog i niskog kontrasta.

U mamografiji najbolji dozni pokazatelj predstavlja srednja doza za glandularno tkivo (MGD), s obzirom da je ono najviše radiosenzitivno. Direktno merenje ove veličine nije moguće [5,8,10].

Doze za dojke različitih debljina mogu se odrediti pomoću dozimetrijskog fantoma od PMMA. Ovaj metod bazira se na ekvivalenciji u pogledu slabljenja x-zračenja dojke i PMMA blokova različitih debljina. Standardnoj dojci debljine 53 mm odgovara blok od PMMA debljine 45 mm [8].

Koristeći PMMA dozimetrijski fantom i jonizacionu komoru Magna 1cm³ sa elektrometarskim modulom Barracuda (RTI Electronics, Sweden) izmerena je kerma na površini kože pacijenta (ESAK) za standardnu dojku. Na osnovu izmerene vrednosti ESAK određena je srednja glandularna doza (MGD) za standardnu dojku u skladu sa Evropskim protokolom za dozimetriju u mamografiji [8] :

$$MGD = ESAK \cdot g \cdot c \cdot s \quad (1)$$

gde je *g* faktor koji odgovara glandularnosti od 50%, faktor *c* predstavlja korekciju u odnosu na glandularnost od 50 %, dok se faktor *s* odnosi na različite spektre x-zračenja [8, 10]. Doze su određene za tipične kliničke parametre ekspozicije: napon (*kV*), proizvod jačine struje i vremena ekspozicije (*I-t*) i kombinaciju anoda/filtar.

3. REZULTATI MERENJA I DISKUSIJA

Za potrebe optimizacije mamografske prakse određena je MGD i parametri kvaliteta slike u pet mamografskih jedinica, različitih karakteristika i radnog opterećenja. Rezultati merenja doze sa relevantnim parametrima kvaliteta slike dati su u Tabeli 1. MGD u pet bolnica varirala je od 0.12 mGy do 2.8 mGy, dok referentna vrednost MGD iznosi 2.5 mGy [8,9].

Tabela 1. Odabrani QC parametri u pet mamografskih jedinica

	Mamograf	MGD* (mGy)	OD	HCR** (lp/mm)	SI	CI
A	Hologic Lorad M IV	2,8	1,39	11,1	1,1	1,23
B	Hologic Lorad M IV	1,8	1,75	8,9	0,96	1,54
C	Planmed Sophie Siemens	2,2	1,21	10	1	1,35
D	Mammomat 1000	1,5	2,78	7,1	1,04	2,13
E	Siemens	0,12	1,39	8	0,99	1,03

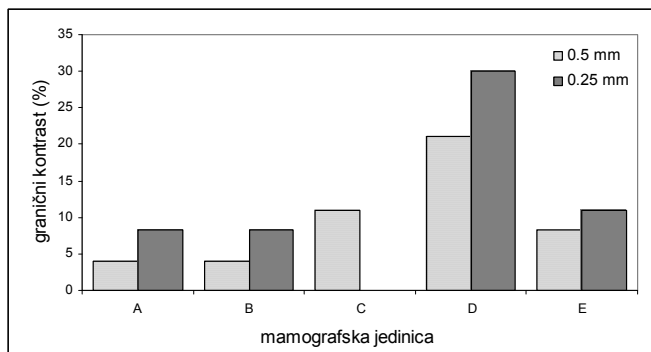
*odnosi se na fantom od PMMA debljine 45 mm

**rezolucija visokog kontrasta

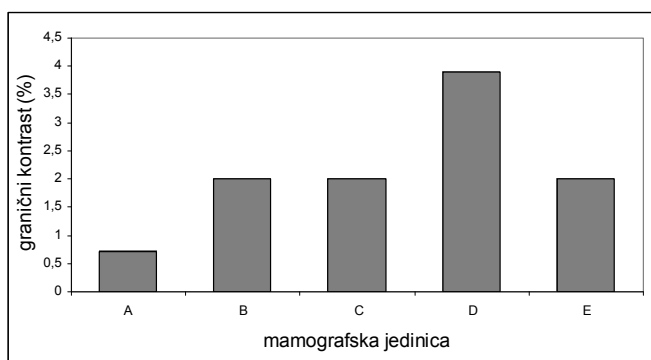
Minimalne vrednosti detektabilnog kontrasta za kružne detalje prečnika 0.5 mm i 0.25 mm date su na Slici 1.

Minimalne vrednosti detektabilnog kontrasta za kružne detalje prečnika 6 mm date su na Slici 2.

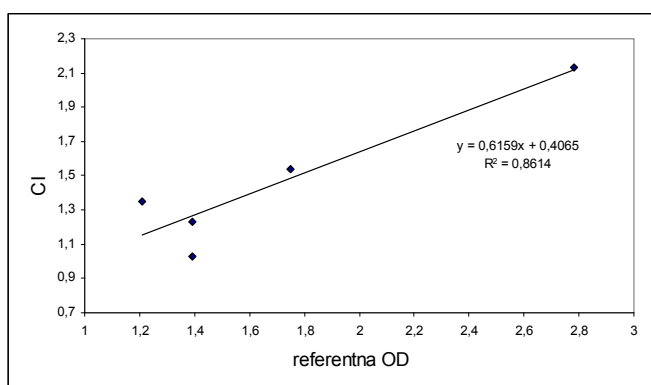
Broj prikazanih linijskih parova i broj detektovanih objekata visokog i niskog kontrasta predmet su subjektivne procene posmatrača. Zato je svaki od ovih parametara određivalo ili više nezavisnih posmatrača ili je postignuta dobra repetabilnost u slučaju jednog posmatrača.



Sl. 1. Minimalni detektibilni kontrast detalja prečnika 0.5 mm i 0.25 mm



Sl. 2. Minimalni detektibilni kontrast detalja prečnika 6 mm



Sl. 3. Zavisnost CI od referentne OD mamografske slike

Mamografska slika se smatra optimalnom u pogledu OD, ukoliko je izmerena vrednost u referentnoj tački u intervalu 1.4-1.9 [8]. Kvalitet mamografske slike direktno zavisi od OD, dok je CI najznačajniji pokazatelj ove zavisnosti [4]. Slike sa nedovoljnom OD prvi su pokazatelj suboptimalnog funkcionisanja jedne mamografske jedinice.

Zavisnost CI od referentne OD prikazana je na Slici 3.

Kontrast mamografske slike direktno zavisi od OD. Vrednost CI, kao mere kontrasta bila je manja tamo gde je i OD bila niža. S obzirom da veća OD podrazumeva i

povećanje doze za pacijente, to je potrebna pažljiva optimizacija ovih parametara. Za početne faze implementacije QC karakteristične su manje vrednosti OD, dok je u kasnijim fazama (kada je određena optimalna vrednost OD) korelacija između MGD i CI zanemarljiva, s obzirom da ovde karakteristike prijemnika slike i načina obrade filma dominantno utiču na kontrast [4].

Korišćen metod ocene kvaliteta slike bazira se na primeni mamografskih fantoma (TO) i kao rezultat daje fizičku ocenu kvaliteta slike. Dublja analiza obuhvatila bi i kliničku ocenu kvaliteta slike, koja se oslanja na ocenu pozicioniranja i vizuelizacije anatomskih detalja na snimcima realnih pacijenata. Za kliničku ocenu kvaliteta slike neophodno je i angažovanje radiologa kompetentnih za mamografsku dijagnostiku.

4. ZAKLJUČAK

Rezultati preliminarne analize mamografske prakse u Srbiji ukazali su na potrebu za optimizacijom i obukom svih članova multidisciplinarnog tima koji učestvuje u dijagnostičkom lancu. Sama implementacija QC protokola bila je instruktivna za sve učesnike.

QC protokol, razvijen na osnovu aktuelne prakse i raspoloživih resursa, uključuje više aspekata mamografskog dijagnostičkog lanca, kao što su testiranje i održavanje opreme, obuka članova tima, upravljanje kvalitetom, definisanje odgovornosti. U ovom radu su prikazani rezultati koji se odnose na dva kvantitativna aspekta: kvalitet slike i dozu za pacijenta. Sistematična implementacija ovakvog protokola na nacionalnoj skali obezbedila bi pouzdano i kvalitetno funkcionisanje mamografskih jedinica, visok kvalitet dijagnostičke informacije i minimalan rizik za pacijente.

Imajući u vidu broj mamografskih rendgen-aparata u Srbiji, evidentna je potreba za detaljnom analizom mamografske prakse koja bi omogućila identifikaciju mesta na kojima je neophodno sprovesti korektivne mere. Na ovaj način moguće je utvrditi i mesta varijacija i nestabilnosti u mamografskoj praksi.

LITERATURA

- [1] Vassileva J, Avramova-Cholakova S, Dimov A, Lichev A. Implementation of the European Protocol for Quality Control of the Technical Aspects of Mammography Screening in Bulgaria. Rad Prot Dosim 114 (2005): 403-405.
- [2] Ng K, Jamal N, DeWerd L. Global quality control perspective for the physical and technical aspects of screen-film mammography-image quality and radiation dose, Rad Prot Dosim (2006), 1-6, advanced published ncl051
- [3] Leitz W. Design criteria for and evaluation of phantoms employed for mammography, Rad Prot Dosim 49 (1993): 147-152.
- [4] Zdešar U. Reference levels for image quality in mammography, Rad Prot Dosim (2008), pp, 1-3 , advanced published ncn080
- [5] Zdešar U. Simple optimisation method in mammography, Rad Prot Dosim 90 (2000): 221-223.
- [6] Maccia C, Nadeau X, Renaud R, et al. Quality control in mammography: the pilot campaign of breast screening in

the Bas-Rhin region, Rad Prot Dosim 57 (1995): 323-328.

- [7] Zoetelief, Broerse J, Thijssen M. A Dutch protocol for quality control in mammography screening: dosimetric aspects, Rad Prot Dosim 43 (1992): 261-264.
- [8] European Commission. European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis. Fourth edition, European Communities, Luxembourg, 2006.
- [9] European Commission. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images. EUR 16260 EN, European Communities, Luxembourg, 1996.
- [10] Institute for Physics and Engineering in Medicine, The commissioning and routine testing of mammographic x-ray systems, IPEM Report 89, IPEM, York, UK, 2005, ISBN-1903613213

Abstract – Mammography is method of choice for early detection of breast cancer. The purpose of this paper is preliminary evaluation the mammography practice in Serbia, in terms of both quality control indicators, i.e. image quality and patient doses. The survey demonstrated considerable variations in technical parameters that affect image quality and patients doses. Mean glandular doses ranged from 0.12 to 2.8 mGy, while reference optical density ranged from 1.2 to 2.8. Correlation between image contrast and mean glandular doses was demonstrated. Systematic implementation of quality control protocol should provide satisfactory performance of mammography units and maintain satisfactory image quality and keep patient doses as low as reasonably practicable.

QUALITY CONTROL IN MAMMOGRAPHY: IMAGE QUALITY AND PATIENT DOSES

Olivera Ciraj Bjelac, Danijela Arandić,
Boris Lončar, Duško Košutić