

PRIMERJAVA KVALITETE MAMOGRAMOV

COMPARISON OF MAMMOGRAM QUALITY

Mojca Boškin Štrajn, dipl. inž. rad.,

Zdravstveni dom Postojna, RTG oddelek, Prečna 2, 6230 Postojna, mojca@yahoo.com;

mag. Mojca Medič, dipl. inž. rad. in dipl. org. dela, Univerza v Ljubljani, Visoka šola za zdravstvo, Poljanska cesta 26 a, 1000 Ljubljana, mojca.medic@vsz.uni-lj.si

IZVLEČEK

Po podatkih Registra raka za Slovenijo se obolevnost raka na dojki povečuje od leta 1950, zato je mamografija tako pri nas kot v svetu še vedno ključnega pomena pri njegovem odkrivanju. Poleg pravilne pozicije dojke imata kontrastnost in pravilna počrnitev velik pomen pri izdelavi kvalitetnega rentgenograma.

Naredili smo dve ločeni raziskavi z dvema različnima fantomoma. V prvi raziskavi smo ocenjevali tehnično kakovost rentgenskih slik mamografskega fantoma, ki so bile narejene z različnimi ekspozicijskimi nastavitvami in različno starostjo ojačevalnih folij. V drugi raziskavi smo ocenjevali tehnično kakovost rentgenskih slik homogenega mamografskega fantoma, ki so bile narejene z enakimi ekspozicijskimi nastavitvami, vendar z različno starimi folijami. Rezultate smo predstavili v obliki razpredelnic in grafov ter prišli do zaključka, da starost ojačevalnih folij sama po sebi bistveno ne vpliva na kvaliteto rentgenskega posnetka, če ojačevalne folije niso mehansko poškodovane. Mehanske poškodbe pa so kljub previdnemu rokovanju zaposlenih z leti pričakovane, zato je menjava kaset in folij nujna vsakih 5 do 10 let, vsekakor pa takoj po mehanski poškodbi le teh.

Ključne besede: mamografija, kvaliteta mamogramov, artefakt

ABSTRACT

According to the data of the Cancer Registry for Slovenia, breast cancer morbidity has been increasing since 1950; therefore, mammography is still of key importance in detecting this disease in Slovenia as well as in the world. In addition to the correct position of the breast, the contrast and the correct blackening are of great importance in making a quality X-ray image.

We carried out two separate studies with two different phantoms. In the first study we evaluated the technical quality of mammography phantom images taken with different exposure settings and different foil age. In the second study we evaluated the technical quality of homogenous mammography phantom images taken with identical exposure settings but with foils of different ages. We presented the results in the form of tables and diagrams and came to the conclusion that the age of amplifying foils does not have a substantial influence on the quality of the X-ray images, unless the amplifying foils are mechanically damaged. However, despite the careful handling,

mechanical damages are to be expected through the years; therefore, cassettes and foils must be replaced every 5 to 10 years and in any case immediately after they have been mechanically damaged.

Key words: mammography, mammogram quality, artefact

1 UVOD

Čeprav je mamografija trenutno najboljša metoda pri odkrivanju raka na dojki, ni 100 % zanesljiva, saj lahko pride do lažno pozitivnih ali lažno negativnih izvidov, pri čemer ima radiološki inženir pomembno vlogo. S kvalitetnim rentgenogramom lahko prepreči napake in bistveno pripomore k pravočasnemu zdravljenju. Poleg pravilnega položaja dojke imajo ekspozicijski pogoji in ojačevalne folije velik pomen pri nastanku kvalitetnega rentgenograma. Za kvalitetni rentgenogram je poleg človeškega faktorja pomembna tudi tehnična oprema.

Priporočila in dogovorjeni standardi, usmerjeni v varstvo pred ionizirajočim sevanjem vsebujejo teste za posamezne dele opreme. Vsako testiranje na opremi da rezultate za določen del opreme in na podlagi teh rezultatov določimo ustreznost ali neustreznost njenega delovanja (http://www.onko-i.si/uploads/LP_2004.pdf). Učinkovitost ojačevalne folije je definirana kot sposobnost fluorescentne svetlobe, ki jo emitira fluorescentna plast, da interagira s filmom. Učinkovitost ojačevalnih folij z leti slabi, zato jih je potrebno po določenem številu ekspozicij zamenjati. Prav tako na rentgenogramu lahko nastanejo artefakti, ki so povezani s starostjo ojačevalnih folij.

2 NAMEN RAZISKAVE

V raziskavi smo želeli dokazati vpliv starosti ojačevalnih folij na kvaliteto rentgenograma.

3 METODE DELA

Raziskavo smo izvedli na mamografskem aparatu Mamograf Planmed Sophie, z naslednjimi tehničnimi zahtevami:

- proizvajalec in tip: Planmed SOPHIE,
- razdalja gorišče – film: 60 cm,
- anoda: molibden in rodij,
- filtracija: 0,03 mm Mo oz. 0,025 mm Rh,
- anodna napetost: od 20 – 35 kV,
- izbiramo lahko med avtomatsko in ročno izbiro ekspozicije.

Uporabljali smo ojačevalne folije iz leta 1997 in folije iz leta 2007: proizvajalec in tip ojačevalnih folij - Kodak MIN-R 2190.

Slikali smo na mamografske filme: proizvajalec in tip filmov - Kodak MIN-R 2000.

Mamogram smo razvili v razvijalni napravi: M3-XP2000 s postopkom razvijanja, dolgim 3 minute.

Prvi dve raziskavi smo delali z MEDI-TEST-ovim fantomom, s katerim smo dobili podatke o vidljivosti artefaktov. Prva raziskava je bila narejena z ojačevalnimi folijami iz leta 1997, druga pa z ojačevalnimi folijami iz leta 2007. Izbrali smo po eno kaseto s folijami različne starosti.

Drugi dve raziskavi smo naredili s homogenim fantomom iz pleksi stekla. Slike, narejene s tem fantomom dajo podatke o homogenosti posnetka ter o morebitnih poškodbah folij in kaset. Tudi v tem primeru smo raziskavo naredili z ojačevalnimi folijami iz leta 1997 in z ojačevalnimi folijami iz leta 2007. Uporabili smo vse kasete.

4 RAZISKAVA

4.1 Ocena tehnične kakovosti mamografskih slik

Naredili smo dve ločeni raziskavi z dvema različnima fantomoma.

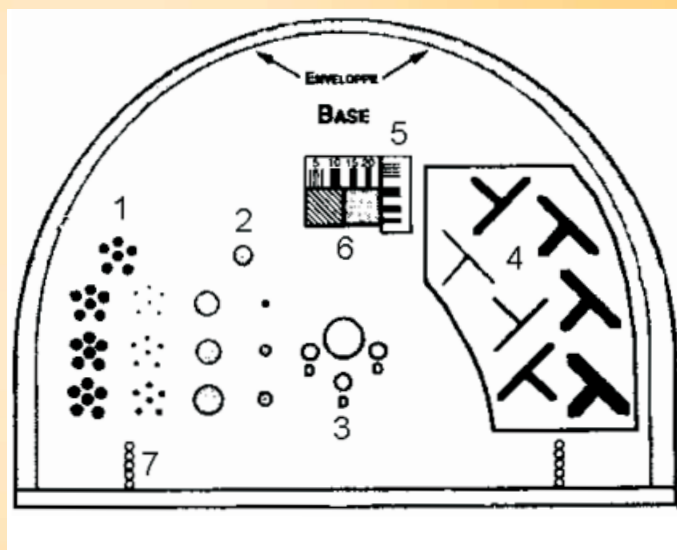
V prvi raziskavi smo ocenjevali tehnično kakovost rentgenskih slik mamografskega fantoma, ki so bile narejene z različnimi ekspozicijskimi nastavitvami in različno starostjo folij, ena izmed njih tudi z avtomatsko izbiro ekspozicije, ki jo uporabljamo v vsakodnevni praksi. Primerjali smo kontrastnost slik in zmožnost razločanja velikosti artefaktov v fantomu. Rentgenske slike mamografskega fantoma, ki smo jih uporabili za oceno tehnične kakovosti, so bile narejene z različnimi nastavitvami pospeševalnih napetosti, aparat pa je sam izbral čas ekspozicije in količino vpadnih fotonov - mA. Z različnimi nastavitvami napetosti smo dokazali, katera izmed izbranih tehničnih nastavitev je dala najboljšo kvaliteto posnetka in ali je avtomatska izbira nastavitev res najboljša odločitev.

V prvi raziskavi smo razliko v kakovosti mamogramov preverjali na podlagi posnetkov mamografskega fantoma, ki je proizvod podjetja MEDI-TEST, MTM100 s serijsko številko 7130LP. Fantom je model dojke, ki simulira obliko prave dojke v CC projekciji. Poleg simulacije tkiva dojke mamografski fantom omogoča tudi oceno tehnične kakovosti mamogramov. Fantom simulira kompresirano dojko debeline 5 cm. Vsebuje tudi objekte, s pomočjo katerih je na rentgenski sliki mogoče določiti nekatere kazalce tehnične kakovosti rentgenskih slik: srednjo počrnitev slike, kontrast, ločljivost ter sposobnost prikaza visoko in nizko kontrastnih objektov (<http://www.zvd.si/cfm/ldoz/pdf/zzzs-kd.pdf>).

Za lažje razumevanje smo različne oblike artefaktov iz fantoma različno poimenovali in sicer:

1. stilizirana oblika cveta (s.o.c.) od 1 – 7: za dokazovanje vidljivosti mikrokalcinacij,

2. svetli krogi od 1 – 7: za dokazovanje vidljivosti tumorjev,
3. temni krogi 1 – 3 + svetel obod: za dokazovanje vidljivosti cist,
4. znak λ od 1 – 7: za dokazovanje vidljivosti vezivnih spikul (spiculae),
5. lestvica za merjenje prostorske ločljivosti sistema od 5 – 20,
6. kvadratka z artefakti: za dokazovanje vidnosti mikrokalcinacij,
7. puščici globine: za dokazovanje zaslanjanja velikosti vidnega polja.



Slika 1: Vrste artefaktov na mamografskem fantomu

V drugi raziskavi smo ocenjevali tehnično kakovost rentgenskih slik homogenega mamografskega fantoma, ki so bile narejene z enakimi ekspozicijskimi nastavitvami, vendar z različno starimi folijami. Homogeni fantom nam da informacijo o pravilni in homogeni počrnitvi mamogramov ter o poškodbah kaset in folij.



Slika 2: Homogeni fantom iz 2,42 cm debelega pleksi stekla

Razpredelnica 1: Vidnost artefaktov glede na ročno izbiro pospeševalne napetosti in avtomatsko izbran tok in čas pri uporabi folij iz leta 1997

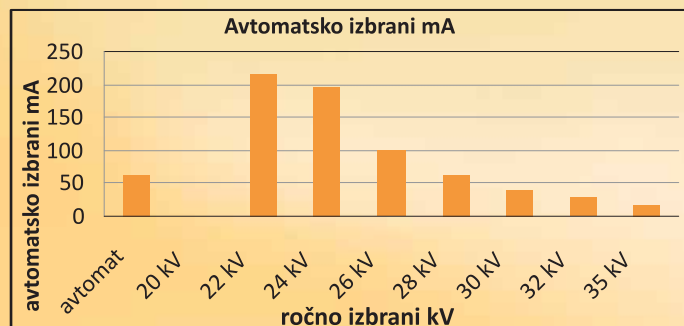
	kV	mA	sec	s.o.c.	s.krog	t.krog	λ	lestvici	kvad.	puščici
AEC	27	63,8	0,7	5	6	3	6	+	b-+č--	2
1.	20	0		0	0	0	0	0	0	0
2.	22	216	4,7	4	0	3	3	+	0	2
3.	24	196	1,9	4	5	3	6	+	b-+č--	2
4.	26	99,7	1,1	4	6	3	6	+	0	2
5.	28	61,5	0,7	5	6	3	7	+	0	2
6.	30	40,1	0,4	4	4	3	5	+	0	2
7.	32	28,1	0,4	4	4	3	6	+	0	2
8.	35	17	0,2	4	5	3	6	+	0	2

5 REZULTATI RAZISKAVE

Rezultati raziskave vidljivosti artefaktov – ojačevalne folije iz leta 1997

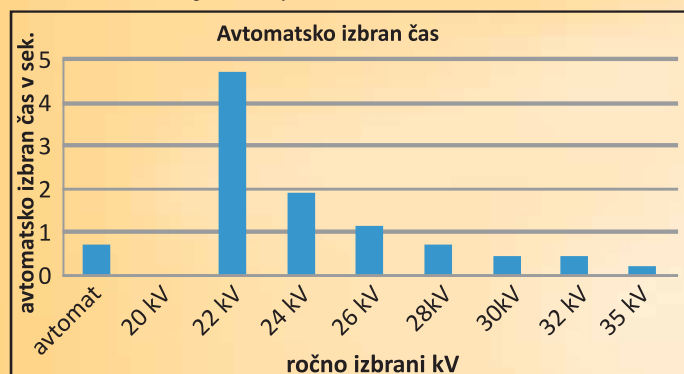
V prvi raziskavi smo ocenjevali tehnično kakovost rentgenskih slik mamografskega fantoma, ki so bile narejene z različnimi ekspozicijskimi nastavitvami in različno starimi folijami. Razpredelnica prikazuje rezultate vidljivosti artefaktov glede na ročno izbiro napetosti in avtomatsko izbran tok in čas. V prvem primeru smo naredili posnetke s kasetami in folijami iz leta 1997.

Za lažjo predstavitev smo nekatere podatke predstavili v obliki grafov.



Graf 1: Avtomatsko izbrani mA

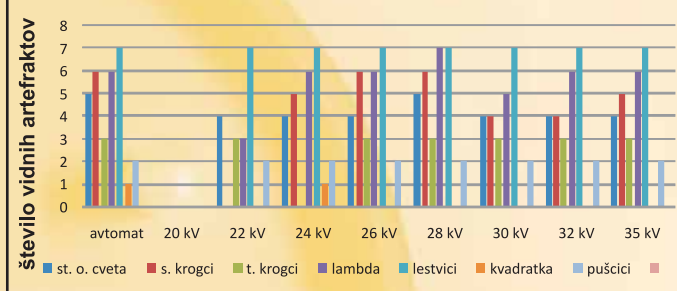
Graf prikazuje količino mA, ki jih je mamograf izbral glede na ročno nastavljeno napetost v kV.



Graf 2: Avtomatsko izbran čas

Grafikon prikazuje čas, ki ga je mamograf izbral avtomatsko glede na ročno nastavljeno napetost v kV.

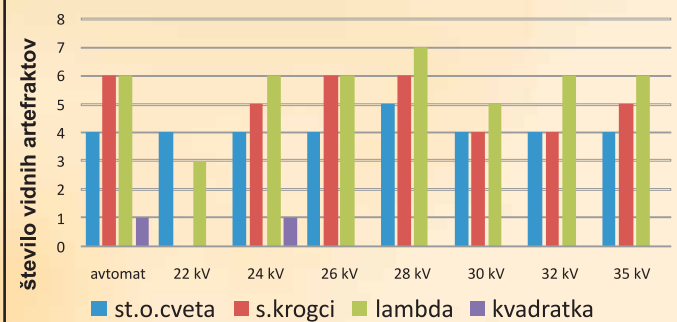
primerjava vseh artefaktov - ojačevalne folije 1997



Graf 3: Primerjava artefaktov - folije iz leta 1997

Graf prikazuje število vidnih artefaktov glede na višino napetosti v kV.

primerjava štirih vrst artefaktov - ojačevalne folije 1997



Graf 4: Primerjava štirih vrst artefaktov - folije iz leta 1997

Ker so bili rezultati pri nekaterih vrstah artefaktov pri vseh ekspozicijah enaki, smo te zanemarili in primerjali samo štiri vrste artefaktov, ki so bili pri različnih napetostih različno vidni

Ko primerjamo vidljivost artefaktov na posnetkih, narejenih s folijami iz leta 1997, pridemo do zaključka, da:

1. Pri izbrani napetosti 20 kV mamograf ni eksponiral, ker je bil potreben predolg čas za uporabno rentgensko sliko.
2. Pri napetosti 22 kV je aparat izbral 216 mA in 4,7 s, vidljivost artefaktov je slaba, saj svetlih krogcev ni videti, λ vidimo samo tri, pa tudi artefaktov v kvadratikih ne vidimo. Kontrastnost posnetka je zelo slaba, slika je

diagnostična radiološka tehnologija

presvetla.

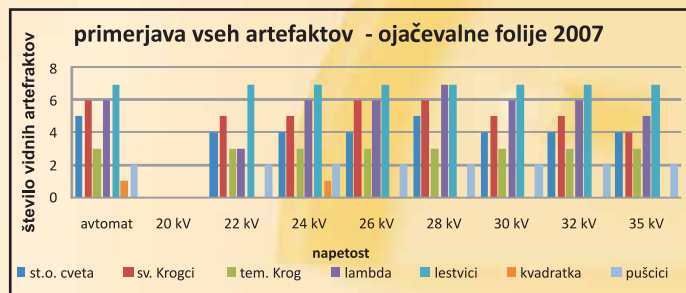
3. Ko izberemo 24 kV se kvaliteta posnetka nekoliko izboljša saj vidimo svetle krogce, λ so pri natančnem pregledu vidne skoraj vse (6), pa tudi artefakti v belem kvadratu so nakazani, vendar je tudi pri tej ekspoziciji število fotonov preveliko, saj je aparat izbral 196 mA. Zmanjšala pa se je tudi kontrastnost slike, slika je pretemna in so zato temni artefakti skoraj nevidni.
4. Pri 26 kV so vidni skoraj vsi artefakti, tako beli, kot temni, ločljivost je dobra, kontrast je zadovoljiv, vendar so še vedno previsoki mA – 99,7, pa tudi čas je še vedno predolg.
5. Pri 28 kV smo dobili najboljši posnetek. Vidno je maksimalno število artefaktov, tako svetlih, kot temnih, kontrastnost je dobra, pa tudi število fotonov in čas ekspozicije sta primerna in sicer 61,5 mA in 0,7 s.
6. Pri 30 kV, 32 kV in 35 kV so vidni vsi artefakti kot pri 28 kV, tudi čas se je skrajšal, vendar posnetki niso več tako kontrastni. Bolj ko se viša napetost, bolj so homogeni.
7. Kvaliteta posnetka, ki smo ga napravili z avtomatsko izbiro ekspozicijskih pogojev (28 kV, 63,8 mA in 0,7 s), je primerljiva z najboljšim, ki smo ga napravili z ročno izbiro in sicer je vidno največje število artefaktov, pa tudi kontrastnost posnetka je dobra.

Rezultati raziskave vidljivosti artefaktov – ojačevalne folije iz leta 2007

Enake meritve smo naredili z novimi folijami iz leta 2007.

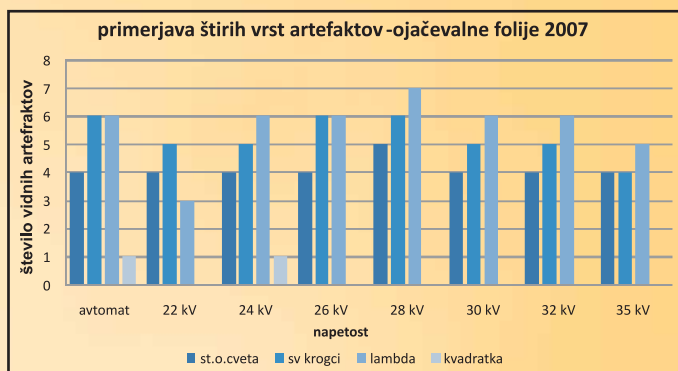
Razpredelnica 2: Vidljivosti artefaktov glede na ročno izbiro pospeševalne napetosti in avtomatsko izbran tok in čas pri uporabi folij iz leta 2007

	kV	mA	s	s.o.c.	s.krog	t.krog	λ	lestvici	kvad.	puščici
AEC	28	63,8	0,8	5	6	3	6	+	b- + č --	2
1.	20	0		0	0	0	0	0	0	0
2.	22	216	2,0	4	5	3	3	+	0	2
3.	24	198	2,0	4	5	3	6	+	b- + č --	2
4.	26	105	1,1	4	6	3	6	+	0	2
5.	28	64,9	0,7	5	6	3	7	+	0	2
6.	30	40,6	0,5	4	5	3	6	+	0	2
7.	32	29,0	0,4	4	5	3	6	+	0	2
8.	35	17,9	0,3	4	4	3	5	+	0	2



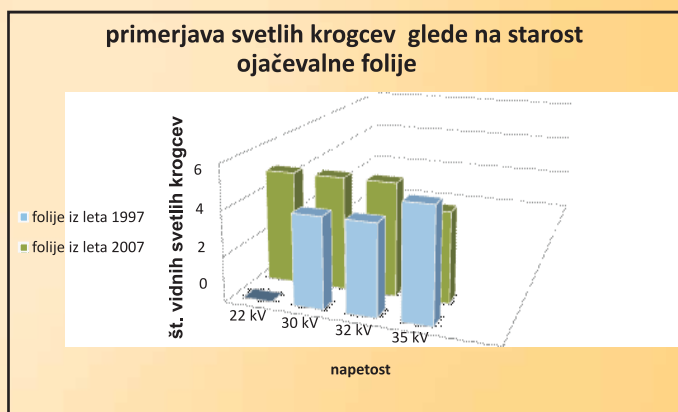
Graf 5: Primerjava artefaktov - folije iz leta 2007

Graf prikazuje število vidnih artefaktov glede na višino napetosti v kV, pri posnetkih narejenih z novimi folijami.

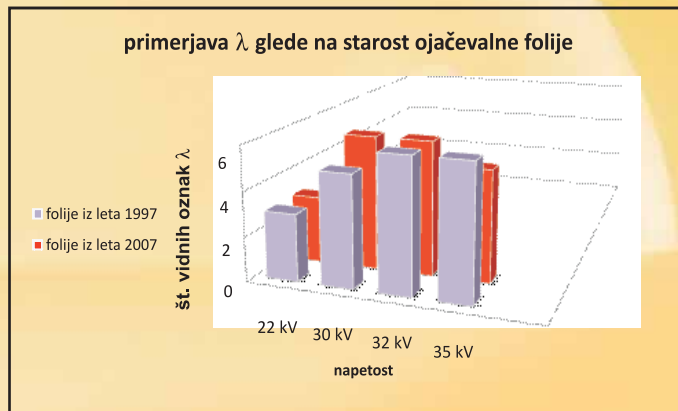


Graf 6: Primerjava štirih vrst artefaktov - folije iz leta 2007

Ponovno smo zanemarili artefakte, ki so bili pri vseh ekspozicijah enaki in smo primerjali samo štiri vrste artefaktov, ki so bili pri različnih napetostih različno vidni.



Graf 7: Število vidnih svetlih krogcev



Graf 8: Primerjava oznak λ glede na starost ojačevalnih folij

Tudi v tem primeru smo uporabili naključno izbrano kaseto. Z grafoma smo prikazali vidljivost svetlih krogecev in oznak λ glede na starost ojačevalnih folij.

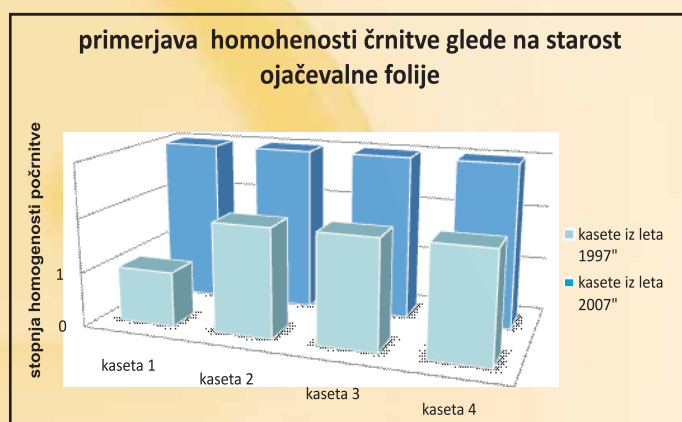
Primerjali smo rezultate, dobljene pri mamogramih, narejenih z novimi kasetami in folijami:

1. Pri izbrani napetosti 20 kV tudi v tem primeru mamograf ni eksponiral, ker je bil potreben predolg čas za nastanek uporabne rentgenske slike.
2. Pri napetosti 22 kV je aparat izbral 216 mA in 2,0 s, vidnost artefaktov je slaba, kontrastnost posnetka je zelo slaba, slika je presvetla.
3. Ko izberemo 24 kV se kvaliteta posnetka nekoliko izboljša, aparat je izbral 198 mA. Zmanjšala se je kontrastnost slike, slika je pretemna in so zato temni artefakti skoraj nevidni.
4. Pri 26 kV so vidni skoraj vsi artefakti, tako beli, kot temni, kontrast je zadovoljiv ločljivost je dobra, vendar so še vedno previsoki mA – 105.
5. Tudi z novimi folijami smo pri 28 kV smo dobili najboljši posnetek.
6. Pri 30kV, 32 kV in 35 kV so vidni vsi artefakti kot pri 28 kV, tudi čas se je skrajšal, vendar posnetki niso več tako kontrastni. Bolj kot se viša napetost, bolj so homogeni.



Graf 10: Stopnja svetle počrnitve glede na starost folij

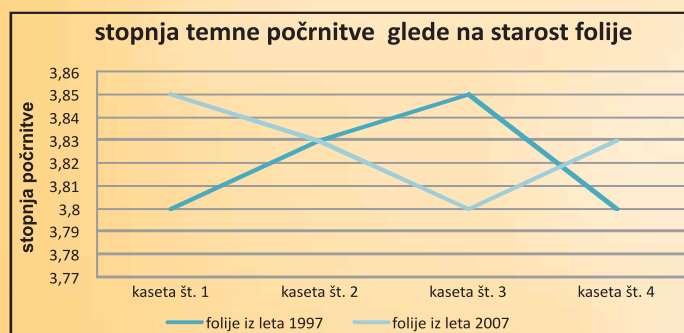
Stopnjo homogenosti počrnitve smo izrazili v številkah od 1 do 3, pri čemer 1 pomeni slabo homogenost, 2 srednje dobro homogenost in 3 dobro homogenost počrnitve.



Graf 11: Primerjava homogenosti počrnitve glede na starost ojačevalne folije

Razpredelnica 3: Rezultati raziskave s homogenim fantomom

	počrnitev temna	počrnitev svetla	homogenost počrnitve	druge napake
1. stara	3,80	1,69	slaba	ne
2. stara	3,83	1,71	srednja	ne
3. stara	3,85	1,75	srednja	svetlejši artefakt na sredini posnetka, temen madež ob strani zaradi vdora svetlobe
4. stara	3,80	1,70	srednja	temen madež ob strani zaradi vdora svetlobe
1. nova	3,85	1,77	dobra	ne
2. nova	3,83	1,74	dobra	ne
3. nova	3,80	1,74	dobra	ne
4. nova	3,83	1,76	dobra	ne



Graf 9: Stopnja temne počrnitve glede na starost folij

Rezultati raziskave pri uporabi homogenega fantoma

V drugi raziskavi smo uporabili homogeni fantom, izdelan iz 2,42 cm debelega pleksi stekla. Pri tem poskusu so bile nastavitve ekspozicije vedno enake in sicer napetost 24 kV, tok 40.0 mA in čas 0.4 s.

Uporabili smo štiri kasete s folijami iz leta 1997 in štiri kasete s folijami iz leta 2007.

Pri ogledu mamogramov, narejenih s homogenim fantomom smo ugotovili, da so rentgenogrami, narejeni s starimi kasetami nehomogeno počrnjeni.

Razlike opazimo pri objektivnem ogledu posnetkov in sicer je pri mamogramih, narejenih s starimi folijami opazna črtasta nehomogenost počrnitve. Najbolj je opazna pri kaseti št. 1, pa tudi pri ostalih starih kasetah, medtem, ko so mamogrami narejeni z novimi kasetami popolnoma homogeno počrnjeni.

Na starih kasetah št. 3. in 4. opazimo še drugačne napake in sicer pri kaseti št. 3 svetlejši artefakt približno na sredini posnetka, ter temne madeže ob strani kaset 3. in 4., ki so posledica poškodovane kasete in je zaradi tega prišlo do vdora svetlobe.

6 RAZPRAVA

V prvi raziskavi smo primerjali vidnost artefaktov pri različnih ekspozicijskih pogojih in pri različni starosti ojačevalnih folij. Ugotovitve so pokazale, da starost folij ni bistveno vplivala na kvaliteto posnetka.

Ko primerjamo vidljivost artefaktov pri starih in novih ojačevalnih folijah pridemo do zaključka, da so skoraj vsi artefakti enako vidni, ne glede na starost ojačevalnih folij.

Razlika je vidna pri ekspozicijskih pogojih 22 kV, 30 kV, 32 kV in 35 kV, kjer so bolj vidni svetli krogci pa tudi λ , kar je najverjetneje posledica nehomogene počrnitve filma pri starih folijah.

Ob upoštevanju dejstva, da na fantomu artefakti niso bili razporejeni na mestu kjer so na kasetah madeži zaradi mehanskih, poškodb ugotovimo, da ni bistvenih razlik v vidnosti artefaktov.

V drugi raziskavi s homogenim fantomom smo pri ogledu mamogramov, narejenih s homogenim fantomom ugotovili, da so rentgenogrami, narejeni s starimi kasetami nehomogeno počrnjeni. Nehomogenost lahko smatramo kot posledico staranja ojačevalnih folij oziroma mehanske poškodbe zaradi čiščenja, saj je pri novih folijah nismo opazili.

Če primerjamo izsledke iz obeh raziskav lahko ugotovimo, da nehomogenost počrnitve bistveno ne vpliva na vidnost artefaktov, kar pa ne moremo trditi za napake, ki so posledica mehanske poškodbe kasete. Mehanske poškodbe so nezaželene, vendar neizogibne. Čeprav se trudimo, da bi bile kasete čim manj poškodovane, je z leti potrebno računati tudi na mehanske poškodbe le teh.

Če strnemo vse izsledke smo ugotovili, da je na mamografskih oddelkih nujna menjava kaset in folij vsakih 5 do 10 let, vsekakor pa takoj po mehanski poškodbi folije ali kasete.

7 ZAKLJUČEK

Mamografija je specifična diagnostična metoda, s katero ugotavljamo bolezenske spremembe v dojki, ki so velikokrat manjše od enega milimetra. Spremembe, kot so ciste, tumorji in različne vrste kalcinacij, zahtevajo natančno delo radiološkega inženirja, ki zajema ob pravilnem položaju slikane dojke tudi natančnost pri uporabi tehnične opreme.

Ob tem, da mora biti mamograf tehnično brezhiben, kemikalije v razvijalnem aparatu vedno sveže, kot tudi skrbno negovani in čiščeni valjčki v njem, smo dokazali, da igrajo veliko vlogo pri izdelavi kvalitetnega mamograma tudi ojačevalne folije, ki morajo biti ob tem, da jih redno čistimo, tudi zamenjane z novimi v določenem časovnem obdobju.

LITERATURA IN VIRI

1. Bushberg TJ, Seibert JA, Leidholt EM, Boone MJ Jr. (2002). *The essential physics of medical imaging*. Philadelphia [etc.]: Lippincott Williams & Wilkins, 31 – 44, 95 – 230
2. Določanje obsevanosti pacientov zaradi rentgenskih preiskav v Republiki Sloveniji, Poročilo o izvedbi projekta (2002). Dostopno na internetu: <http://www.zvd.si/cfm/ldoz/pdf/zvzs-kd.pdf>. http://www.onko-i.si/uploads/LP_2004.pdf. <http://www.zvd.si/>
3. Trojar M (2004). Priporočila za izvajanje kontrole kakovosti diagnostičnega rentgenskega aparata. *Bilten DRI* 21 (3-4): 26 – 46
4. Zdešar U (1999). Kakovost mamografskih slik in doze pri mamografiji v Sloveniji. *Radiology and Oncology* 33 (2)
5. Poročilo o pregledu mamografskega rentgenskega aparata, Planmed Sophie ZVD 16.10.2006
6. Register raka za Slovenijo, Incidenca raka v Sloveniji 2004, Poročilo RR št. 46, Ljubljana 2007