

Dijital mamografide farklı meme yoğunluklarında doz ve görüntü kalitesi arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi

EVALUATION OF THE RELATION BETWEEN DOSE AND IMAGE QUALITY AT DIFFERENT BREAST DENSITIES IN DIGITAL MAMMOGRAPHY

 Ayşegül YURT^{1,2},  Nilsu CİNİ²,  Aliye Sezen OKTAY³,  Pınar BALCI⁴

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, İzmir

²Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Medikal Fizik Anabilim Dalı, İzmir

³Ali Osman Sönmez Onkoloji Hastanesi, Bursa

⁴Dokuz Eylül Üniversitesi, Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı, İzmir

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada, Dijital Mamografi (DM)'de memenin glandüler yapısına bağlı olarak her bir uygulamadaki ortalama glandüler doz değeri ile görüntü kalitesi arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Retrospektif olarak gerçekleştirilen çalışmada hastaların sağ ve sol meme CranioCaudal (sırasıyla RCC ve LCC) ve MedioLateralOblik (sırasıyla RMLO ve LMLO) iki boyutlu (2B) ve üç boyutlu (3B) tomosentez görüntü verileri incelendi ve meme görüntüleme raporlama ve veri sistemi (Breast Imaging Reporting and Data System- BI-RADS) kriterlerine göre meme yapısı A, B, C ve D olarak sınıflandırıldı. Çalışmaya başlamadan önce cihazın verdiği doz değerlerini doğrulamak amacıyla DM Tomosentez cihazının dozla ilgili kalite kontrol çalışmaları gerçekleştirildi. Cilt giriş dozu (CGD), ortalama glandüler doz (OGD) ve sinyal gürültü oranı (Signal Noise Ratio- SNR) değerleri belirlendi ve hastaya verilen doz ve görüntü kalitesi arasındaki ilişkinin sayısal olarak değerlendirmek için Figure of Merit (FOM) hesaplandı. Grupların istatistiksel analizleri SPSS 15 programı kullanılarak parametrik gruplarda Pearson korelasyonu anlamlılık değeri p hesaplandı ve $p < 0,05$ olarak alındı.

Bulgular: 3B tomosentez incelemesinde B ve C tipi memenin RMLO, LMLO, sağ ve sol meme MedioLateralOblik Combo (sırasıyla RMLoC ve LMLoC) pozisyonları, 2B mamografide çoğunluğu oluşturan grup A tipi memenin RCC, LCC, RMLO, LMLO pozisyonları ayrı ayrı değerlendirildi ve her çekim pozisyonunda OGD-FOM ve SNR-FOM arasında anlamlı bir korelasyon ($p < 0,05$) bulundu.

Sonuç: Meme glandüler yapısına göre, doz ve görüntü kalitesi arasında güçlü bir

Ayşegül YURT

Dokuz Eylül Üniversitesi,

Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, İZMİR

 <https://orcid.org/0000-0001-9898-2329>

korelasyon olması memenin aldığı doza karşılık elde edilen görüntü kalitesinin optimum şartlarda olduğunu göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: Tomosentez, FOM, Ortalama Glandüler Doz, Görüntü Kalitesi, Dijital Mamografi

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to evaluate the relation between image quality and mean glandular dose (MGD) value in each application in Digital Mammography (DM) depending on the glandular structure of the breast.

Material and Method: In this retrospective study, right and left breast CranioCaudal (RCC and LCC, respectively) and Medio Lateral Oblique (RMLO and LMLO, respectively) two-dimensional (2D) and three-dimensional (3D) tomosynthesis image data of the patients' were examined and the breast structure was classified as A, B, C and D according to Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS) criteria. Firstly, the dose-related quality control evaluations of the DM tomosynthesis system were performed to confirm the dose values given by devices. Skin entrance dose (SED), mean glandular dose (MGD) and Signal Noise Ratio (SNR) values were determined and Figure of Merit (FOM) was calculated to quantitatively assess the relation between the dose given to the patient and image quality. Statistical analysis of the groups was performed by using SPSS 15 program and Pearson correlation significance value was calculated as $p < 0.05$ for parametric groups.

Results: In the 3D tomosynthesis examination, the RMLO, LMLO, right and left breast Medio Lateral Oblique Combo (RMLOc and LMLOc, respectively) positions of the B and C breasts, and the RCC, LCC, RMLO, LMLO positions of the group A type breast, which constituted the majority in 2D mammography were evaluated separately and a significant correlation ($p < 0.05$) was found between MGD-FOM and SNR-FOM in each position.

Conclusion: According to the breast glandular structure, a strong correlation between dose and image quality indicates that the image quality obtained under the given dose is in optimum conditions.

Keywords: Tomosynthesis, FOM, Average Glandular Dose, Image Quality, Digital Mammography

Meme kanseri, dünyada kadınlar arasında en sık görülen kanser tipidir (1). Erken tanı, bu hastalıklarda ölümleri azaltmada ve hastanın yaşamını artıran bir etki yaratır (2). Mamografi, hem tanı hem de tarama amaçlı uygulamalarda meme kanserinin saptanmasında kullanılan en etkin yöntemdir. Dijital Mamografi Tomosentez çekimi ile invaziv meme kanseri yakalama oranının % 41 kadar arttığı ifade edilmektedir (3). Ayrıca 2B'ye kıyasla ince kesitlerdeki detay ve süperpozisyonun ortadan kalkması sonucunda yanıltıcı görüntü oluşumunun ve hastanın gereksiz ileri tetkiklerine neden olan durumlar ortadan kalkmıştır, tanısız desteği artıran DM kullanımı da her geçen gün artmaktadır. Mamografi erken tanıyı desteklerken radyasyona duyarlı bir organ olan meme dokusunda (ICRP 103 nolu rapora göre doku

ağırlık faktörü, 0.12) radyasyona bağlı bir karsinogenesis oluşma riski de artar ki bu nedenle mamografi kaynaklı meme dozlarının değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle yeni teknoloji DM Tomosentez cihazları da, hem 2B hem de 3B görüntüleme yapabilmeleri nedeniyle ekran / film sistemli mamografi cihazlarına göre büyük üstünlükleri bulunmaktadır. Dijital mamografi teknolojisi; arşivleme, tekrar gözden geçirme, görüntünün cihazlar arası kolay transferi, ortalama glandüler dozun azaltımı, daha hızlı hasta alımı ve gelişen tanısız doğruluk gibi üstünlüklere sahiptir (4,5).

Dijital Mamografi'de memenin glandüler dozu bu kadar büyük önem taşıırken ALARA prensibi göz ardı edilmeden optimum görüntü kalitesi en az radyasyon dozu ile elde edilmelidir. Optimum görüntü kalitesinin

sağlandığı bir mamografi çekiminde memedeki mikro kalsifikasyonlar gösterilebilirse kişinin gelecekte meme kanseri olma olasılığı da tanımlanabilecektir (6,7). Mikrokalsifikasyonların kitleden daha yüksek kontrasta sahip olmalarına rağmen çok küçük boyutlu olmaları ve gürültü (noise) olan görüntülerde ayırt edilmelerinin zorluğu yaşanan ortak sorunlardandır. DM uygulamalarında gürültüyü azaltmak için tüp akımı-ışınlama süresi (mAs) artırmak bir çözüm olabilir ancak bu da memenin glandüler dozunun artmasına neden olacaktır (6, 8). Bu nedenle mamografide, X ışını spektrumunu belirlemede görüntü kalitesi, radyasyon dozu ve görüntüdeki istatistiksel gürültü arasındaki ilişki göz önünde bulundurulur. Burada, kVp, mAs ve Hedef/Filtre kombinasyonları X ışını spektrumunu etkileyen en önemli parametreler iken görüntü kalitesinin etkileyen önemli durumlardan biri de DM cihazlarının dedektör teknolojileridir. DM cihazlarında görüntü kalitesini değerlendirmede SNR ve Kontrast Gürültü oranı (Contrast Noise Ratio- CNR), meme dozlarıyla birlikte görüntü kalitesini değerlendirmede FOM (Figure of Merit) göz önüne alınmaktadır (6, 8-10).

Özellikle kalın ve yoğun memelerde tanısal doğruluğu garantilemek zordur ve çok yüksek dozlarla çalışıldığında radyasyona duyarlı bir organ olmasından dolayı kanser oluşturma riski de göz önüne alındığında görüntü kalitesi ve meme glandüler dozu arasında bir optimizasyon çalışması yapılması gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışmada, Dijital Mamografi'de radyasyon dozu ve görüntü kalitesi arasındaki optimizasyon için BI-RADS kriterlerine göre farklı glandüler yapısına sahip meme için herbir uygulamadaki ortalama glandüler doz değeri ile görüntü kalitesi arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, retrospektif olarak Dokuz Eylül Üniversitesi Radyoloji Anabilim dalı Mamografi biriminde gerçekleştirildi. İlk olarak, Hologic Selenia Dimension marka dijital mamografi tomosentez cihazının dozimetrik kalite kontrol çalışmaları yapıldı ve sonra retrospektif olarak hastaların CC ve MLO 2B ve 3B tomosentez görüntüleri üzerinden veriler, farklı yoğunluklara sahip

memelerin BI-RADS kriterlerine göre 4 grupta incelendi. Amerikan Radyoloji Koleji tarafından, standart bir yolla sonuçları ve mamografi bulgularını tanımlamak için BI-RADS kriterleri belirlenmiş ve meme yapısı tamamıyla yağlı ise A tipi, fibroglandüler yapının dağınık alanlara sahip olduğu meme B tipi, meme yapısı heterojen olarak yoğun ise C tipi ve çok yoğun meme yapısı ise D tipi olarak tanımlanmıştır (11,12). Bu çalışmada PACS (Picture and Achieving Communication System) sisteminden A tipi, B tipi ve C tipi meme gruplarında sırasıyla 45, 47 ve 42 hasta değerlendirildi. Hastaların hangi meme tipine sahip olduğu da radyolog tarafından yorumlanmış hasta raporlarından kaydedildi. D tipi meme yapısında hasta sayısının yetersiz olması ve 3B görüntüleme yapılmamasından dolayı bu grup çalışmada değerlendirmeye alınmadı.

Çalışmaya başlamadan önce DM cihazından alınacak verileri doğrulamak için cihazın dozimetrik kalite kontrol testleri yapıldı. Tüp çıkışı doz değerlerini belirlemede mamografi enerji aralığına sahip Raysafe Xi Mam Dedektörü kullanıldı. Bu kalite kontrol çalışmasında farklı meme kalınlıklarını tanımlayabilmek için değişik kalınlıklardaki PMMA (Polimetilmetakrilat) fantomlar kullanıldı. Yapılan dozimetrik kalite kontrol testlerinde Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (International Atom Energy Agency- IAEA) protokolü ve DM tomosentez cihazının kullanım kılavuzu kullanıldı. Yapılan testlerde, radyasyon dozunu etkileyen kVp, mAs, hedef/filtre, HVL gibi parametreler değerlendirildi. Bunun birlikte yapılan doz ölçümleriyle CGD belirlenirken buradan OGD formül 1 kullanılarak hesaplandı. 3B DM tomosentez için OGD formülü (13-15);

$$OGD=K_{i,t} g_t c_t s.T \quad (1)$$

OGD, Ortalama glandüler doz

$K_{i,t}$, t kalınlığına sahip PMMA fantomun hava KERMA giriş dozu

g_t , t kalınlıkta %50 fibroglandular %50 yağ bileşimine sahip olan bir meme için OGD hava kerma dönüşüm faktörü

c_t , t kalınlığındaki standart meme glandüritesini gösteren dönüşüm faktörü

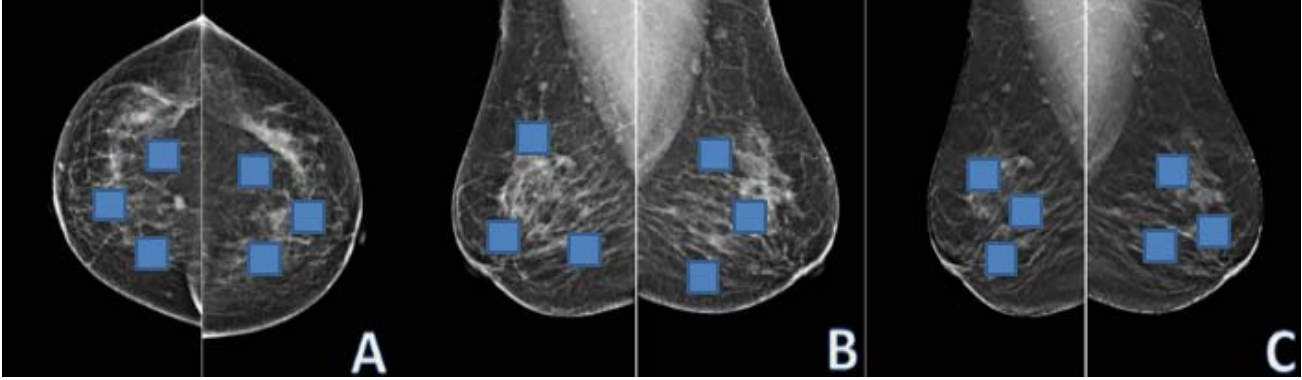
s, hedef/filtre kombinasyonuna göre değişen düzeltme faktörü

T, tomo faktör (2D dijital mamografide tomo faktör 1'dir.)

Bu çalışmada SNR değeri tüm dijital görüntülerde (Şekil 1) olduğu gibi ilgili bölge (Region of Interest- ROI)

ile belirlenen küçük alanlardaki ölçümlerden elde edilen verilerle DM cihazının hesaplama yöntemi kullanılarak (Eşitlik 2) her bir görüntünün SNR değeri hesaplandı (6, 8, 16).

$$SNR = \frac{\text{Ortalama-dcoffset}}{\text{Standart sapma}} \quad (2)$$



Şekil 1. A: RCC ve LCC B: RMLO ve LMLO ve C: RMLOc ve LMLOc pozisyonları için 3 farklı noktada ROI belirleyerek SNR'nin belirlenmesi

Ortalama, ROI içindeki ortalama piksel değeri iken standart sapma ise gürültü olarak tanımlanmaktadır. dcoffset parametresi ise Selenia marka Dijital Mamografi cihazımızın SNR hesaplamada kullandığı bir düzeltme parametresidir ve değeri bu hesaplamalarda 50 olarak alınmaktadır. Tüm dozimetrik testlerde, OGD ve SNR değeri kabul sınırları içerisinde bulunduğundan dolayı her bir hastaya ait veriler direkt sistemden alınarak Eşitlik 3'de yerine konularak FOM değerleri hesaplandı.

Dijital Mamografi'de doz arttıkça görüntü kalitesi de artmaktadır, ancak memenin glandüler dozu da artmaktadır. Dijital Mamografi'de görüntü kalitesini değerlendirirken SNR ve CNR tanımlanır, fakat görüntü kalitesinin doz ile ilişkisi de değerlendirilecekse FOM tanımlanır (6, 8-10, 17).

$$FOM = \frac{SNR^2}{OGD} \quad (3)$$

Hastaya verilen doz ve görüntü kalitesi arasındaki ilişkinin sayısal olarak değerlendirmek için FOM hesaplandı. Gruplara göre OGD, SNR ve FOM değerlerinin istatistiksel analizleri SPSS 15 programı kullanılarak

parametrik gruplarda Pearson korelasyonu anlamlılık değeri p hesaplanmış ve p<0,05 olarak alınmıştır.

BULGULAR

BI-RADS kriterlerine göre gruplandırılan ve PACS sisteminden elde edilen OGD ve SNR değerleriyle hesaplanan FOM değerinin istatistik analizi yapılmış ve her grup ve her çekim pozisyonları için OGD, SNR ve FOM değerleri arasında anlamlı bir korelasyon bulunmuştur (p<0,05).

B ve C meme tiplerinde rutin uygulamalarda RMLO, LMLO (2B mamografik görüntü), RMLOc ve LMLOc (3B tomosentez görüntü; sağ ve sol Mediolateral Oblik-Kombo) çekim pozisyonları ayrı ayrı değerlendirilmiş ve her çekim pozisyonunda OGD-FOM ve SNR-FOM arasında anlamlı bir korelasyon olduğu görülmüştür (p<0,001 ve p<0,002). Bunun yanısıra 2B özellikle A meme tipi için RCC, LCC, RMLO ve LMLO çekim pozisyonları değerlendirilmiş ve OGD-FOM ve SNR-FOM arasında anlamlı bir korelasyon tespit edilmiştir (p<0,002).

TARTIŞMA

Dijital Mamografinin hedefi, birbirine yakın yoğunluklara sahip farklı dokuları ayırt edebilmek ve mikro düzeydeki yapıları belirleyebilmektir. Mamografi'de kullanılan enerji aralığında, meme dokusu ve patolojik bulguların lineer atenuasyon katsayısı değerleri birbirine çok yakın olduklarından mamografi'de tanıda zorluklar yaşanabilir (6). Bu nedenle kitle ve mikrokalsifikasyonların tespit edilmesinde mamografi'de görüntü kalitesi çok büyük önem taşımaktadır. Dijital Mamografi 'de artan doz ile görüntü kalitesinin arttığı da bir gerçektir ve bu nedenle mamografi uygulamalarında doz optimizasyonu yapılmalıdır. Mamografi üzerinde sayısal bir değerlendirme yapmak istersek CNR ve SNR değerleri göz önüne alınır. FOM kullanımı ise dijital mamografide görüntü kalitesi ve hasta dozu açısından kantitatif değerlendirmeyi mümkün kılan nispeten yeni bir kavramdır. FOM değeri, son zamanlarda özellikle DM'de Tıpta Dijital Görüntüleme ve İletişim (Digital Imaging and Communications in Medicine – DICOM) görüntüleri olmak üzere sayısal bir değerlendirme yapmada sıklıkla kullanılmaktadır.

Borg ve arkadaşlarının ele aldıkları makalede FOM hesaplamada 4 farklı metot olduğu vurgulanmıştır ve her birinde CNR veya SNR ile AGD veya ESE dikkate alınmıştır (9). Çalışmamızda, BI-RADS kriterleri göz önüne alındığından SNR ve OGD arasındaki ilişkinin matematiksel ifadesi olarak eşitlik 3 kullanılmıştır.

Bunun yanı sıra doz ve görüntü kalitesi arasındaki ilişki ve optimizasyon çalışmalarında da FOM kavramı kullanılmıştır. Rojas ve Fausto arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, CDMAM (Detaylı Kontrast Mamografi) ve ACR akreditasyon fantomlarını kullanarak yaptıkları ölçümlerden FOM değerlerini hesaplamış ve görüntüleme parametreleriyle ilişkisini değerlendirmişlerdir. Her iki çalışmada, farklı meme kalınlıkları için sistemin otomatik ışınlama kontrolü kullanılarak ışınlama gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda, özellikle de küçük memelerde otomatik ışınlama kontrolünün kullanılmasıyla optimizasyonun sağlanabileceği vurgulanmıştır (6,8). Sharma ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada da, CIRS mamografi akreditasyon fantomu ve

değişik kalınlıktaki BARC PMMA fantomlarla yaptıkları çalışmada, sisteme ait otomatik ışınlama sistemi ve OPDOSE modunda görüntüler elde etmişlerdir. CNR, detaylı kontrast çözünürlük, DM sistemi flat panel dedektörüne ait modülasyon transfer fonksiyonu (modulation transfer function- MTF) ve gürültü güç spektrumu (noise power spectrum- NPS) gibi değişik görüntüleme parametreleri, Avrupa Birliği referans değerlerine göre değerlendirilmiş ve her iki modunda da fantom kalınlığı arttıkça CNR ve FOM değerlerinin azaldığını görmüşlerdir. Bununla birlikte meme eşdeğeri fantomlarla OGD değerlerinin referans değerler içinde kaldığı vurgulanmıştır (5). Zhou ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada da otomatik ışınlama kontrolü kullanımına bağlı olarak meme kalınlığı arttıkça FOM değerinin azaldığını vurgulanmıştır (10).

DM tomosentez cihazlarında gerçekleştirilen doz ve görüntü kalitesinin değerlendirildiği çalışmalar ağırlıklı olarak görüntü fantomları üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızda ise hastaların 2B ve 3B mamografi çekimleri sonrası memenin aldığı doz ve görüntü kalitesi değerlendirilmesi yapılmış ve OGD, SNR ve FOM değerleri arasında güçlü bir korelasyon bulunmuştur. Burada, FOM'un artması, ya OGD'nin azalması ya da SNR değerinin artması anlamına gelir. Ancak meme tipi yanısıra meme kalınlığı arttığında, OGD arttığı için FOM değerinin düştüğü görülür. Ancak kliniğimizde dijital mamografi uygulamalarında otomatik ışınlama kontrolü kullanıldığından dolayı her meme tipi OGD, SNR ve FOM arasındaki korelasyon oldukça kuvvetli bulundu.

Sonuç olarak, BI-RADS kriterleri göz önüne alınarak tanımlanan meme glandüler yapısına göre, doz ve görüntü kalitesi arasında anlamlı bir korelasyon olması verilen doz karşısında elde edilen görüntü kalitesinin optimum şartlarda olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte bu çalışma, optimum koşullarda FOM'un artması için mamografik uygulamalarda otomatik ışınlama kontrolü kullanımının büyük önem taşımakta olduğunu göstermiştir.

KAYNAKLAR

1. World Cancer Research Fund and American Institute for Cancer Research. Breast Cancer Statistics: Breast cancer is the most common cancer in women worldwide. 2018 [Erişim Tarihi: 30 Eylül 2019]. (Erişim Adresi: <https://www.wcrf.org/dietandcancer/cancer-trends/breast-cancer-statistics>)
2. Michaelson J, Satija S, Moore R, Weber G, Halpern E, Garland A, et al. The pattern of breast cancer screening utilization and its consequences. *Cancer*. 2002;94(1):37-43.
3. Friedewald SM, Rafferty EA, Rose SL, Durand MA, Plecha DM, Greenberg JS, et al. Breast cancer screening using tomosynthesis in combination with digital mammography. *JAMA*. 2014;311(24):2499-507.
4. Sosu EK, Boadu M, Mensah SY. Determination of dose delivery accuracy and image quality in full - field digital mammography. *J Radiat Res Appl Sci*. 2019;11(3):232-6.
5. Sharma R SS, Sarkar PS, Datta D. Imaging and dosimetric study on direct flat-panel detector based digital mammography system. *J Med Phys*. 2018;4(43):255-63.
6. Fausto AM, Lopes MC, de Sousa MC, Furquim TA, Mol AW, Velasco FG. Optimization of image quality and dose in digital mammography. *J Digit Imaging*. 2017;30(2):185-96.
7. Taskin F. Dijital meme tomosentezi ve kontrastlı mamografi. *Türk Radyoloji Seminerleri*. 2014;2(2):182-91.
8. Rojas LJ, Fausto AMF, Mol AW, Velasco FG, Abreu POS, Henriques G, et al. Optimization of the exposure parameters in digital mammography using contrast-detail metrics. *Phys Med*. 2017;42:13-8.
9. Borg M, Badr I, Royle GJ. The use of a figure-of-merit (FOM) for optimisation in digital mammography: a literature review. *Radiat Prot Dosimetry*. 2012;151(1):81-8.
10. Zhou Y, Scott A 2nd, Allahverdian J, Frankel S. Evaluation of automatic exposure control options in digital mammography. *J Xray Sci Technol*. 2014;22(3):377-94.
11. Rao AA, Feneis J, Lalonde C, Ojeda-Fournier H. A pictorial review of changes in the BI-RADS fifth edition. *Radiographics*. 2016;36(3):623-39.
12. Baek JE KB, Kim SH and Lee HS. Radiation dose affected by mammographic composition and breast size: first application of a radiation dose management system for full-field digital mammography in Korean women. *World J Surg Oncol*. 2017:15-38.
13. Dance DR, Skinner CL, Carlsson GA. Breast dosimetry. *Appl Radiat Isot*. 1999;50(1):185-203.
14. Public Health England. Routine quality control tests for breast tomosynthesis (physicists). NHS Breast Screening Programme Equipmant Report 1407. 2015:5-47.
15. Sechopoulos I, Sabol JM, Berglund J, Bolch WE, Brateman L, Christodoulou E, et al. Radiation dosimetry in digital breast tomosynthesis: report of AAPM Tomosynthesis Subcommittee Task Group 223. *Med Phys*. 2014;41(9):091501.
16. Magnotta VA, Friedman L, First B. Measurement of Signal-to-Noise and Contrast-to-Noise in the fBIRN multicenter imaging study. *J Digit Imaging*. 2006;19(2):140-7.
17. Ranger NT, Lo JY, Samei E. A technique optimization protocol and the potential for dose reduction in digital mammography. *Med Phys*. 2010;37(3):962-9.