

Otomatik mamografi ünitesi için meme dozlarının varyasyonları

Doğan Bor, Selma Tükel, Turan Olgar, Elif Aydın

AMAÇ

Özgül bir sistem için farklı doz modları seçildiğinde bir grup hastada glandüler doz varyasyonlarını değerlendirmek.

GEREÇ VE YÖNTEM

Tüm ölçümler Senographe DMR mamografi birimi tarafından gerçekleştirilmiştir (GE Medical Systems). Hasta değerlendirmelerinde rutin olarak kontrast veya standart mod otomatik ekspozur kontrolü (OEK) kullanılmıştır. 'Entrance surface air kerma (ESAK)' değerleri ekspozur sonrası mA ölçümleri ve kaydedilen bilgiler aracılığıyla hesaplanmıştır. Ardından dokunun bileşiminin % 50 glandüler, % 50 yağ olduğundan hareketle her görüntünün ortalama glandüler dozu (OGD) hesaplanmıştır.

BULGULAR

Tüm ışın nitelikleri göz önünde bulundurulduğunda sağ KK görüntünün OGD değeri 1.65 mGy, bu açıdan ortalama komprese meme kalınlığı 46.7 idi. Mo/Mo, Mo/Rh ve Rh/Rh anod filtre seçimleri için OGD değerleri sırasıyla 1.61, 1.76 ve 1.35 mGy idi. Tersine, en sık kullanılan anod filtre seçiminde (Mo/Mo) kontrast ve standart doz modlarındaki meme dozları 2.18 ve 1.47 olarak ölçüldü.

SONUÇ

Standart görüntüler ile veya gerçek hastalar üzerinde meme dozu ölçüm teknikleri mamografi kullanıcıları tarafından kolayca gerçekleştirilebilir. Meme kalınlığına karşılık ESAK bağlantısının elde edilmesi geriye dönük doz değerlendirmesinin yapılması için yararlıdır; her doz modu için ayrı değerler ortaya konursa daha iyi bağlantılar kurulabilir (%67'ye karşılık %52).

Anahtar sözcükler:

- ortalama glandüler doz
- giriş yüzeyi hava kerma
- otomatik Maruziyet Kontrolü

Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Fizik Mühendisliği Bölümü (D.B.✉bor@eng.ankara.edu.tr, T.O., E.A.), Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Bölümü (S.T.), Ankara, Türkiye.

Gelişi 17 Şubat 2008; revizyon isteği 4 Mart 2008; revizyon gelişi 13 Mart 2006; kabülü 14 Mart 2008.

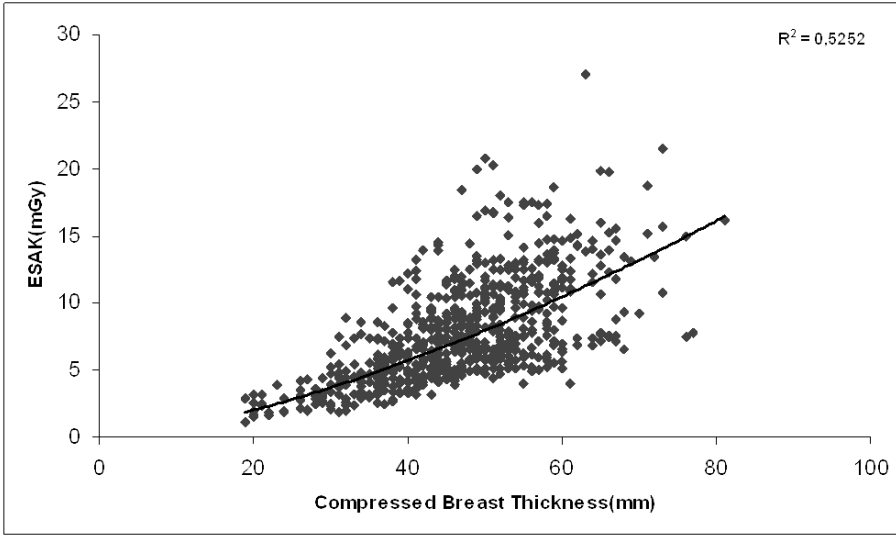
Mamografinin meme kanserinin erken tanısı için etkili yöntem olduğu kabul edilmektedir (1). Ancak iyonize radyasyon kullanımının kendisi de kanser gelişimine yol açabilir; bu nedenle meme dozunun değerlendirilmesi önemlidir. Doz ölçümlemesi amacıyla standart fantom veya gerçek hastalar kullanılabilir (2-4).

Fantom yönteminde 45 mm kalınlığında polimetil metakrilat (PMMA) fantom görüntüsünün standart 50 mm kalınlığında meme dokusunu temsil ettiği varsayılır. 'Entrance surface air kerma' (ESAK) için görüntünün giriş yüzeyine karşılık gelen bir noktadaki serbest hava (backscatter olmaksızın) ölçülür. Standart meme ortalama glandüler dozu (OGD) Monte Carlo hesaplamalarından geliştirilen çevirme faktörü kullanılarak hesaplanır (5). İkinci yöntemde, gerçek hastalardaki dozlar her bir meme için ekspozur sonrası mA, tüp voltajı ve X ışını niteliğine spesifik tüp output faktörü (mGy/mA) kullanılarak tahmin edilir. 'Incident air kerma' ile OGD arasındaki konversiyon, konversiyon faktörleri temelinde sağlanabilir. ESAK ölçümleri için 'mammographic ion chamber' veya termoluminesans dozimetreler kullanılabilir.

Standart fantom ölçümleri kolay uygulanabilir, ayrıca değişik mamografi sistemleri arasındaki dozların karşılaştırılması ve kalite kontrolü amacıyla yararlıdır, ancak hastanın aldığı doz hakkında tam bilgi vermez (6). Radyasyona bağlı kanser riskinin ve hasta popülasyonunun özelliklerinin değerlendirilmesi için gerçek hasta dozlarının çalışılması gereklidir. Sürekli olarak doz ölçümlerinin yapılamadığı durumlarda, daha önce örnek olarak seçilen bir hasta grubundan elde edilen veriler kullanılabilir (3). Kompresye meme kalınlığı ile OGD arasında yüksek bağlantı gösteren bir katsayı bulunmuştur (7, 8). Dolayısıyla, hastanın meme kalınlığı bilindiği takdirde OGD değeri geriye dönük olarak hesaplanabilir.

Bazı üreticiler her bir hasta için ışın kalitesini otomatik olarak ayarlayan, farklı meme yapısına göre ışın dozunu azaltırken kontrastı arttıran mamografi sistemleri geliştirmiştir. Doz kontrolünün geniş bir aralıkta olması belli meme kalınlıklarında ESAK değerlerinde büyük farklılıklar görülmesine yol açmakta, dolayısıyla meme dozlarının geriye dönük değerlendirilmesinde hatalar oluşabilmektedir.

Bu makalenin amacı belli bir sistem için değişik doz modları seçildiğinde, bir grup hastada glandüler doz varyasyonlarını değerlendirmektir. Farklı doz kontrollerinde ESAK ile komprese meme kalınlığını karşılaştırarak doz ayarlamasının doğruluğunun iyileştirilip iyileştirilemeyeceğini değerlendirdik. Bu amaçla fantom ile denemeler de yapıldı ve farklı glandülerite ve kalınlıktaki doku eşdeğeri parçalara farklı doz modları uygulandı.



Şekil 1. Sağ kraniokaudal bakış için 'Entrance surface air kerma' (ESAK, mGy) versus komprese meme kalınlığı (mm) (tüm hastalar için)

Gereç ve yöntem

Tüm ölçümler Senographe DMR mamografi birimi tarafından gerçekleştirildi (GE Medical Systems, Milwaukee, Wisconsin, USA). En sık kullanılan anot-filtre kombinasyonları molibden/molibden (Mo/Mo), Mo/rodyum (Mo/Rh) ve Rh/Rh idi. Hedef filtre ve kVp için elle ayarlama imkanı bulunmasına rağmen, sistemin otomatik optimizasyon parametresi (OOP) ve otomatik ekspozur kontrolü (OEK) özellikleri kullanılarak hedef materyal, filtre, kV ve mAs değerleri otomatik olarak belirlenir. Böylece operatörün doz modları üzerinde seçim yapmasına gerek kalmaz. Kontrast, standart ve doz modları kullanıcı tarafından seçilebilir ve doz kontrasta göre kademeli olarak azaltılır. Kontrast modunda sistem otomatik olarak minimum kVp değerine ve 5-6 mm meme kalınlığına kadar Mo/Mo kombinasyonuna ayarlanır. Nadiren Mo/Rh kombinasyonuna geçer. Standart veya doz modu seçimlerinde sistem meme dokusunun kalınlığı ve bileşimine göre Mo/Rh veya Rh/Rh kombinasyonu kullanılır.

Bu çalışmada hasta muayenelerinde rutin olarak kontrast veya standart modda OOP tekniği kullanıldı. Alınan radyasyon dozunu azaltmak için 577 hastada standart, 109 hastada kontrast mod seçildi. Görüntü kalitesinin iyi olmaması nedeniyle yalnızca 15 hastada doz modu kullanıldı.

Toplam 702 hastanın her iki memesinin kraniyo-kaudal (KK) görüntülerinin ekspozur sonrası mAs değerleri, meme kalınlığı, tüp potansiyeli, hedef-filtre kombinasyonu ve OEK ayarları

kaydedildi. Lateral görüntülerin verileri de kaydedildi, ancak bu makalede yalnızca KK görüntülerin verileri sunuldu.

Ekspozur sonrası yöntemi için kullanılan her ışın niteliği için 'mammographic ion chamber' ile (Radcal Model 9010, 6M, MDH Radcal Monrovia, CA) tüp outputu ölçüldü ve üç ayda bir tekrarlandı. 'Half-value layer test' gerçekleştirmek üzere yüksek saflıkta (% 99.9) alüminyum folyolar (Standard Imaging) kullanıldı. İnvaziv olmayan bir kV ölçer (Radcal 4082) ile kVp ölçümleri yapıldı. Rutin olarak radyasyon outputu (mGy/mAs) kontrol edildi. Sistem başlangıç değerine göre % 4'lük bir aralıkta sabitti. Hasta çalışmalarında Kodak tek emülsiyonlu MIN-RM filmleri (Eastman Kodak Company, Rochester, NY, ABD) ve Kodak MIN-R tek ekranlı kasetler kullanıldı.

ESAK değerleri ekspozur sonrası mAs değerleri ve kaydedilen verilerden yola çıkılarak kestirildi. Ardından dokunun bileşiminin % 50 glandüler, % 50 yağ

olduğundan hareketle her görüntünün ortalama glandüler dozu (OGD) hesaplandı. Komprese meme kalınlığı ile ESAK değerleri arasındaki bağlantıyı saptamak için en küçük kareler yöntemi ile lineer regresyon analizi kullanıldı. Benzer nisbi glandüler içerik (% 30, % 50 ve % 70) ve kalınlık (20-70 mm) aralığında doku eşdeğeri malzemeler (CIRS, Norfolk, VA, ABD) doz, standart ve kontrast modlarına maruz bırakıldı.

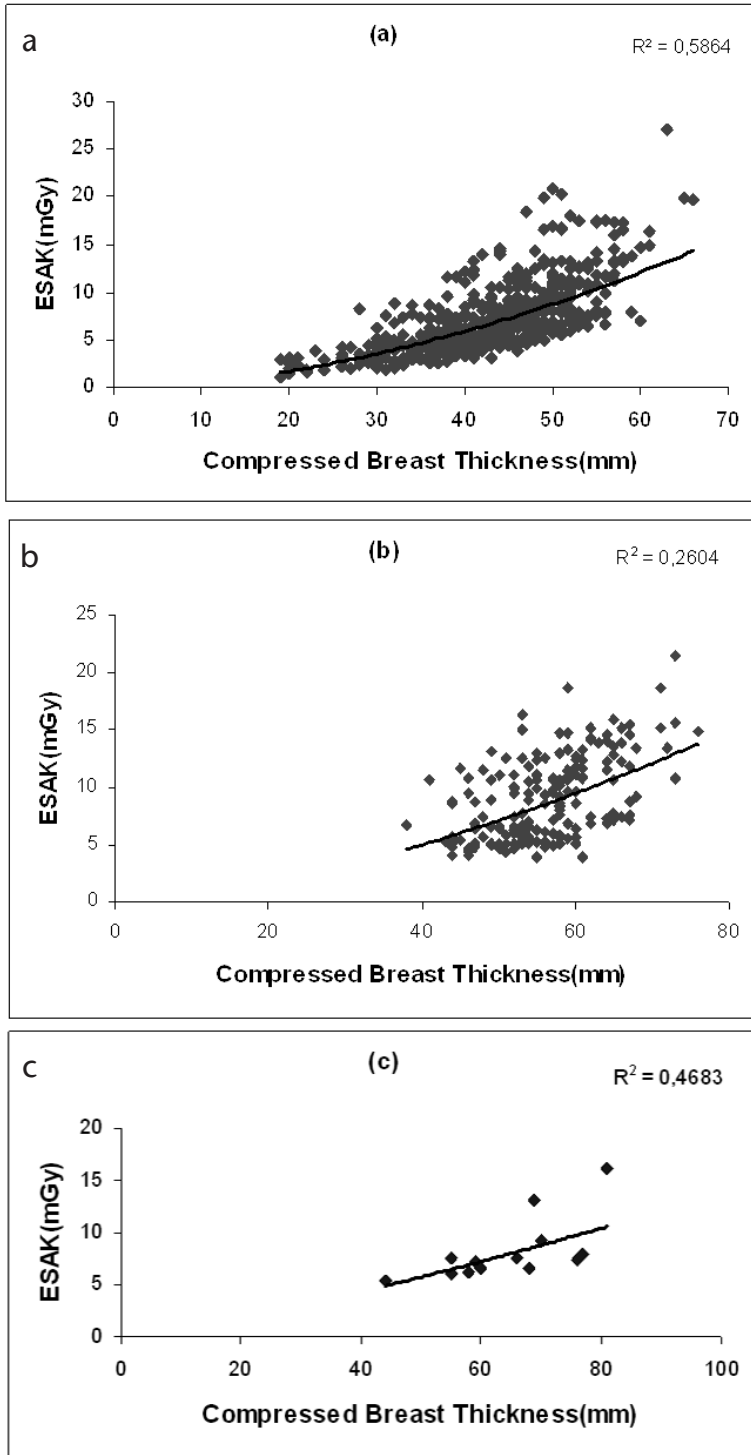
Bulgular

Tüm ışın niteliklerinde sağ KK görüntü için ortalama OGD değeri 1.65 mGy (0.46-4.1), ortalama komprese meme kalınlığı 46.7 mm olarak saptandı. Ortalama OGD değerleri 45, 55 ve 65 mm komprese meme kalınlıkları için sırasıyla 1.66, 1.92 ve 1.95 mGy idi. Her doz modu için ortalama OGD ve meme kalınlığı Tablo'da gösterilmiştir. Her doz modunda birden fazla hedef/filtre kombinasyonu kullanılabilirliğinden, OGD değerleri her kombinasyon için ayrı ayrı verilmiştir.

Şekil 1'de 702 hastanın sağ KK görüntülerinde komprese meme kalınlığına karşı ekspozur sonrası mAs ölçümlerinden elde edilen ESAK değerleri gösterilmektedir. Her hedef/filtre kombinasyonuna özgü olmak üzere benzer veriler Şekil 2a-2c arasında gösterilmektedir. Aynı sunum Mo/Mo kombinasyonunda kontrast ve standart modlar için ayrı ayrı Şekil 3a ve 3b'de gösterilmiştir. İlişki özel bir doz modu için oluşturulduğunda korelasyon 0.52'den 0.67'ye yükselmiştir. Meme kalınlığı > 50 mm olduğunda hedef filtre kombinasyonu genellikle Mo/Rh olarak değiştirilmiştir. Bu kombinasyonda ekspozürün büyük bölümü standart modda idi; dolayısıyla korelasyon Şekil 2b ile aynıydı. Bizim Rh/Rh kombinasyonu ile istatistiklerimiz son derece az sayıydı, ancak standart ve doz modları için

Tablo. Her bir doz modu ve ışın kalitesi için ortalama glandüler doz (MGD) (mGy) ve ortalama komprese meme kalınlığı (t) (hasta sayıları parantez içinde verilmiştir)

	Mo-Mo	Mo-Rh	Rh-Rh
Kontrast	2.18 (101)	2.57 (8)	---
Standart	1.47 (402)	1.76 (168)	1.46 (7)
Doz	---	1.09 (9)	1.23 (6)
Ortalama	1.61	1.76	1.35
Ortalama t (mm)	42.38	56.10	64.60



Şekil 2 a-c. Mo-Mo (a), Mo-Rh (b), ve Rh-Rh (c) anod-filtre kombinasyonları için 'Entrance surface air kerma' (ESAK, mGy) versus komprese meme kalınlığı (mm).

korelasyonlar sırasıyla 0.34 ve 0.70 idi (veriler sunulmamıştır).

Hasta çalışmalarını desteklemek için farklı glandülerite ve kalınlıkta parçalar da üç doz moduna maruz bırakılmıştır. Şekil 4'te gösterildiği gibi değişik modların kullanılması ESAK-meme kalınlığı ilişkisindeki veri noktalanmasını artırmıştır. Kontrast modda her ışın kalitesinde 5 mm kalınlıkta hatırı sayılır

derecede doz artışı görülmektedir.

Tartışma

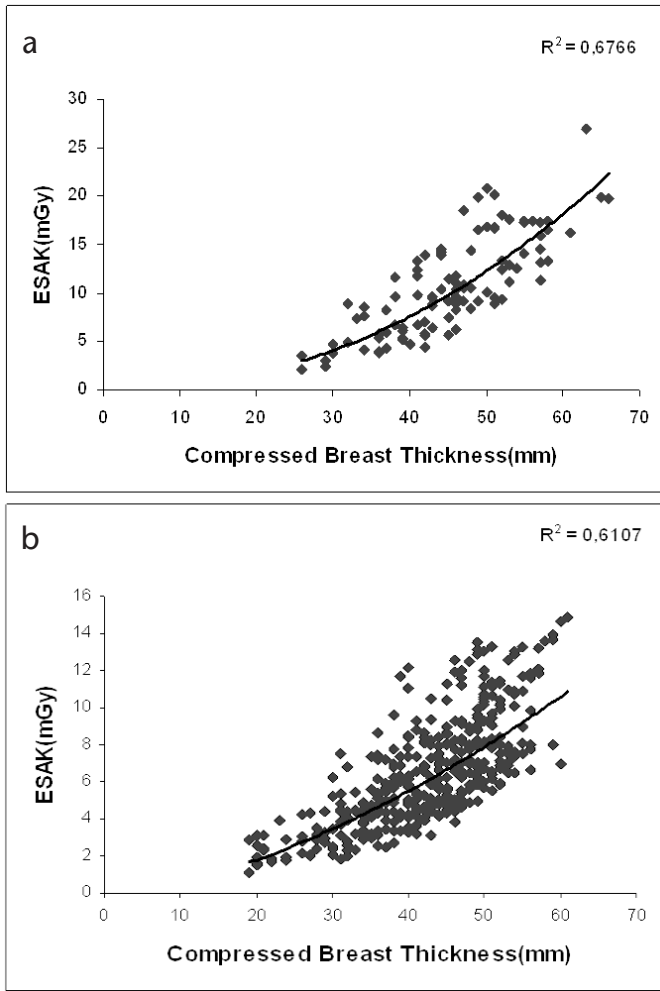
Bizim hastalarımızdaki doz ölçümleri, ortalama glandüler doz değerleri ve meme kalınlıkları diğer çalışmalarda bildirilen aralıklardaydı (9-15). Beklenildiği gibi kontrast modundaki doz daha yüksekti. Bizim radyologlarımız doz modunu tercih etmemekle beraber,

kalın memelerde Rh/Rh kombinasyonu standart modda bile yarar sağladı. ESAK (veya OGD) ile meme kalınlığı (t) arasındaki ilişki geriye dönük doz değerlendirmelerinde büyük yarar sağlayabilir. Ancak tüp outputu ve filmlerin işleme tabi tutulma şartlarındaki değişiklikler, komprese meme kalınlığını ölçme yanlışları ve meme bileşimindeki farklılıklar belli bir meme kalınlığı için geniş bir doz aralığı ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu aralık farklı doz modlarının seçilmesi halinde daha da büyük olabilir; farklı hedef/filtre kombinasyonlarının kullanılması nedeniyle tüp çıkışında hatırı sayılır ölçüde değişiklikler ortaya çıkar.

Hedef/filtre kombinasyonunun ESAK-t ilişkisinde daha fazla saçılmaya sebep olup olmadığını görmek için Şekil 1'deki veriler Mo/Mo ve Mo/Rh kombinasyonları için ayrı ayrı çizdirilmiştir (Şekil 2a-c). Özellikle ince memelerde Mo/Mo için korelasyon düzelmiş ve daha az saçılma görülmüş, ancak Mo/Rh seçiminde korelasyon zayıflamıştır. Olgu sayısının düşük olması nedeniyle Rh/Rh kombinasyonu hakkında bir yorumda bulunmak güçtür.

Doz modunun ilişki üzerindeki etkisini görmek için Şekil 2a'daki bilgiler kontrast ve standart modlar için yeniden çizdirilmiştir. Şekil 3a ve 3b'de görüldüğü üzere, özellikle kontrast modunda korelasyon düzelmiştir. Farklı doz modlarında ESAK-t bağlantısının ortaya konması belli kalınlık için gerekli doz miktarının hesaplanmasına yardımcı olacaktır. Özellikle kalın memelerde muhtemelen bileşimdeki farklılıklar nedeniyle veriler dağılmaktadır.

Görüntü incelemesinde her üç doz modunda ESAK-t ilişkisi Şekil 4'teki veri saçılması ile açık olarak gösterilmiştir. Saçılmayı arttıran bir başka faktör özellikle kalın memelerin bileşimindeki değişkenliktir. Şekil 4a, 4b ve 4c karşılaştırılırsa her bir doz modundaki ilişki glandülerite ile paralel fazla bir değişiklik göstermez. Ancak kontrast ve standart modlar arasında kalınlığa bağlı olarak hedef/filtre kombinasyonu değiştirildiğinden farklılıklar gözlenmiştir. Kalınlığı 4 cm kadar olan materyallerde Mo/Mo kombinasyonu seçilmiştir. Glandüleritesi % 30 ve % 50 düzeyinde olan materyallerde standart ve kontrast modlar arasında doz farklılığı ihmal edilebilecek miktardadır (% 10'dan az). Glandülerite % 70 düzeyinde iken kontrast moddaki doz hafifçe fazladır. Yaklaşık 5 cm kalınlıkta



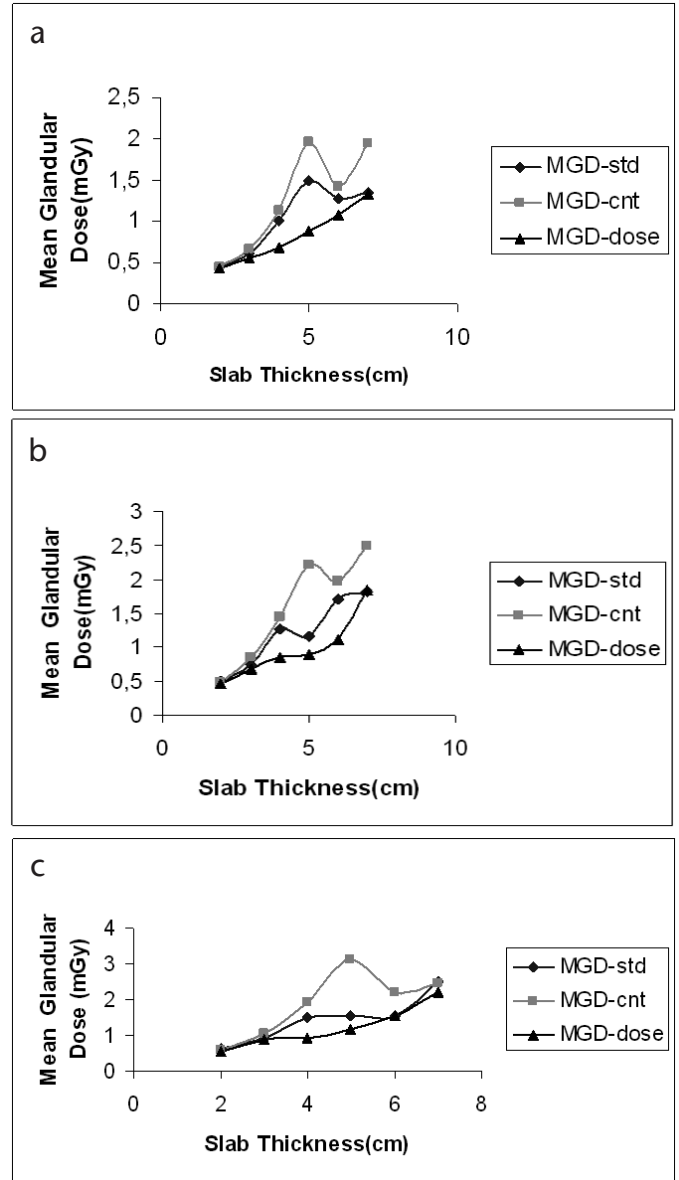
Şekil 3 a,b. Mo-Mo kombinasyonu için 'Entrance surface air kerma' (ESAK, mGy) versus komprese meme kalınlığı (mm). (a) kontrast modu, (b) standart mod.

iki mod arasında belirgin doz farklılığı vardır ve bu fark Mo/Rh seçiminin sonucudur. Kontrast modda doz % 50 ve % 70 glandularite düzeyinde neredeyse iki katına çıkmıştır. Kalınlık 6 cm olduğunda fark bu kadar belirgin değildir; yoğun materyalde kontrast moddaki maksimum doz artışı standart modun 1.5 katıdır. Doz modu düşünüldüğünde daha düşük dozlar ve glandularitede daha alt düzeyde değişiklikler gözlenmiştir.

Bu çalışmanın temel amacı belirli bir mamografi sisteminde istatistiksel açıdan güvenilir meme dozu verileri elde etmektir. Gerek standart materyaller, gerekse gerçek hastalar üzerinde meme dozu ölçüm teknikleri uygulamak mamografi kullanıcıları için kolaydır. Ancak yeteri kadar deneyim ve yerel kaynak yoksa, komprese meme kalınlığına karşılık ortalama glandüler doz ile ilişkili daha önce geliştirilmiş verilerin bulunması geriye dönük doz değerlendirmeleri için alternatif bir yöntem teşkil edebilir. Işın niteliğinin

otomatik olarak seçilmesi, buna karşılık doz kontrollerinin kullanıcı tarafından belirlenmesi belli meme kalınlıklarında belirgin doz farklılıkları olmasına neden olabilir. Bu seçim meme kalınlığı yaklaşık 5 cm olduğunda en fazla önem taşır.

ESAK ile meme kalınlığı arasındaki ilişkiye ait bir ölçüt elde etmek geriye dönük doz değerlendirmesi için çok yararlıdır. Her doz modu için ayrı ayrı bağıntılar saptanırsa daha iyi korelasyon düzeyi (% 52'ye karşılık % 67) sağlanabilir. Otomatik doz kontrolüne sahip bir sistem için ortalama glandüler doz-kalınlık ilişkisi geliştirilmesine ihtiyaç varsa veri saçılmasına yol açan faktörler en alt düzeye indirilmelidir.



Şekil 4a-c. Üç farklı doz modları kullanan farklı glandulariteler için ortalama glandüler doz (OGD, mGy) versus slab kalınlığı (cm). (a) 30-70, (b) 50-50, (c) 70-30 (std: standart, cnt: kontrast).

VARIATIONS ON BREAST DOSES FOR AN AUTOMATIC MAMMOGRAPHY UNIT

PURPOSE

To assess variations of glandular doses for a group of patients when different dose modes are selected for a specific system.

MATERIALS AND METHODS

All measurements were obtained with a Senographe DMR mammography unit (GE Medical Systems). Automatic exposure control with either contrast or standard mode was routinely used in the patient examinations. Entrance surface air kerma (ESAK) values were estimated from the postexposure mAs and from the recorded data. Subsequently the mean glandular dose (MGD) for each view was calculated using the conversion factors assuming 50% glandular and 50% adipose tissue composition.

RESULTS

The average MGD for the right craniocaudal view for all beam qualities was 1.65 mGy, and 46.7 mm was the average compressed breast thickness for this view. Average MGDs were 1.61, 1.76, and 1.35 mGy for Mo-Mo, Mo-Rh and Rh-Rh anode filter selections, respectively. Conversely, 2.18 and 1.47 of breast doses were measured for contrast and standard dose modes at the most often used (Mo-Mo) anode filter selection.

CONCLUSION

Breast dose measurement techniques with the standard phantom or on real patients are easy to implement for the mammography users. Obtaining ESAK versus breast thickness relationship is useful for retrospective dose evaluation; better correlation can be established (67% vs. 52%) if they are generated separately for each dose modes.

Key words:

- mean glandular dose
- entrance surface air kerma
- automatic exposure control

Diagn Interv Radiol 2008; 14:122-126

Kaynaklar

1. National Council on Radiation Protection and Measurements. Mammography: a user's guide. NCRP Report No. 85. Washington, DC: Government Printing Office, 1986.
2. Institute of Physical Sciences in Medicine. The commissioning and routine testing of mammographic x-ray systems, Topic Group Report 59/2 York, IPSM, 1994.
3. Zoetelief J, Fitzgerald M, Leitz W, Sabel M. European protocol on dosimetry in mammography. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 1996.
4. Morán P, Chevalier M, Pombar M, Lobato R, Vañó E. Breast doses from patients and from standard phantom: analysis of differences. Radiat Prot Dosimetry 2000; 90:117-121.
5. Dance DR, Skinner CL, Young KC, Bectkett JR, Kotre CJ. Additional factors for the estimation of mean glandular breast dose using the UK mammography dosimetry protocol. Phys Med Biol 2000; 35:3225-3240.
6. Young, KC, Ramsdale ML, Bignell F. Review of dosimetric methods for mammography in the UK Breast Screening Programme. Radiat Prot Dosimetry 1998; 80:183-186.
7. Gentry JR, DeWerd LA. TLD Measurements of in vivo mammographic exposures and the calculated mean glandular dose across the United States. Med Phys 1996; 23:899-903.
8. Kruger RK, Schueler BA. A survey of clinical factors and patient dose in mammography. Med Phys 2001; 28:1449-1454.
9. Young KC, Ramsdale ML, Rust A, Cooke J. Effect of automatic kV selection on dose and contrast for a mammographic x-ray system. Br J Radiol 1997; 70:1036-1042.
10. Thilander-Klang AC, Ackerholm PH, Berlin IC, et al. Influence of anode-filter combinations on image quality and radiation dose in 965 women undergoing mammography. Radiology 1997; 203:348-354.
11. Klein R, Aichinger H, Dierker J, et al. Determination of average glandular dose with modern mammography units for two large groups of patients. Phys Med Biol 1997; 42:651-671.
12. Eklund S, Thilander A, Leitz W, Mattsson S. The impact of anatomic variations on absorbed radiation doses in mammography. Radiat Prot Dosimetry 1993; 49:167-170.
13. Ozdemir A. Clinical evaluation of breast dose and the factors affecting breast dose in screen-film mammography. Diagn Interv Radiol 2007; 13:134-139.
14. Young KC. Radiation doses in the UK trial of breast screening in women aged 40-48 years. Br J Radiol 2002; 75:362-370.
15. Young KC, Burch A, Oduko JM. Radiation doses received in the UK Breast Screening Programme in 2001 and 2002. Br J Radiol 2005; 78:207-218.