

Dijital Meme Tomosentezi ve Kontrastlı Mamografi

Fusun Taşkın

ÖĞRENME HEDEFLERİ

- Tomosentez Tekniği
- Tomosentezin Avantaj ve Dezavantajları
- Kontrastlı Mamografi Tekniği
- Kontrastlı Mamografinin Potansiyel Yararları
- Kaynaklar

Dijital Meme Tomosentezi

Mamografi, meme kanseri taramasında altın standart tanı yöntemidir. Hem tarama hem de tanısal olgularda mamografide saptanan anormal bulgu varsa, ek pozisyon mamogramları alınabilir, ultrasonografi yapılabilir. Bunlarla çözülemeyen olgular problem çözücü meme manyetik rezonans görüntüleme (MRG) tetkikiyle değerlendirilebilir. Eğer mamografi bulgusu kanser kuşkusu taşıyorsa biyopsi yapılır. Mamografide meme kanserlerinin ortalama %10'u saptanamaz. Meme dansitesi arttıkça mamografik duyarlılık azalmaktadır. Bu nedenle, mamografik duyarlılığın düşük olduğu dens meme yapısı varlığında, tanısal duyarlılığı arttırmak amacıyla tamamlayıcı ultrasonografi yaygın olarak kullanılmaktadır. Yine dens meme yapısı olan kadınlarda yapılan mamografi incelemeleri Breast Imaging Reporting and Data System 0 (BI-RADS 0) olarak kategorize edilir (dens meme, ek görüntüleme gerekir). Dijital mamografi teknolojisi gelişince, bu sınırlılıkları giderecek yeni yöntemler de hızla gelişmeye başlamıştır. Bu

tekniklerin en önemlisi dijital meme tomosentezidir. Üç boyutlu kesit görüntüleme sağlayan tomosentezle, temel mamografik sınırlılık olan dens glandüler doku süperpozisyonu giderilerek, hem lezyon saptamak hem de var olan lezyonu karakterize etmek kolaylaşır. Her anormal bulgunun meme lezyonu olmadığı, bir kısmının glandüler doku süperpozisyonuna ait yalancı pozitif bulgu olduğu bilinmektedir. Meme tomosentezi mamografinin yalancı pozitiflik oranını da azaltmaktadır. Kontrastlı mamografi bir diğer yeni teknik olup, klinik kullanımı ve literatürde yapılmış çalışmalar tomosenteze göre daha sınırlıdır. Ancak mevcut çalışmalar mamografik duyarlılığı arttıran, umut vadeden bir yöntem olduğunu göstermektedir. Bu yazıda dijital meme tomosentezi ve kontrastlı mamografi gibi yeni yöntemlerin teknik özellikleri ve klinik uygulamaları, avantaj ve dezavantajları özetlenmiştir.

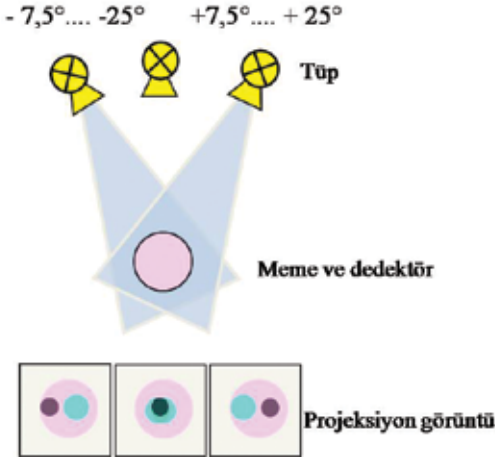
Teknik

Dijital mamografi cihazının donanım ve yazılım modifikasyonu, dijital dedektörle,

EĞİTİCİ
NOKTA

Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Aydın, Türkiye

✉ Fusun Taşkın • fusuntaskin@yahoo.com



Sekil 1. Tomosentez tekniği. X-ışını tüpü belli bir açı arkında hareket ederken, elde edilen projeksiyon görüntülerde glandüler doku süperpozisyonu nedeniyle görülemeyen lezyon görülebiliyor.

X-ışını tüpü belli bir açı arkında hareket ederken, düşük dozda X-ışını kullanılarak kesit görüntüler elde edilir. Oluşan ham (projeksiyon) görüntüler, ince kesit kalınlığında (0,5 mm, 1 mm gibi) rekonstrükte edilerek, seri bir görüntü elde edilir (Şekil 1). Kullanılan açı, üretici firmalara göre değişiklik göstermektedir. Günümüzde tomosentez cihazlarında tüp açısı arka 11° ile 60° derece arasında değişmektedir. Örneğin; 25° açı arkı kullanan bir sistemde +25° ve -25°, toplam 50° lik bir arkta tüp hareket ederken, düşük dozda kısa süreli X-ışını ekspozuru yapılır. Ekspozur adım adım şütlama ya da sürekli şütlama şeklinde olabilir. Adım adım şütlama, tüpün her pozisyonunda bir ekspozur; sürekli şütlama ise, tüp hareketi boyunca sürekli, kısa süreli şütlama demektir. Bulanıklığın azalması ve yeterli görüntü keskinliği için, ekspozur süresi kısa olmalıdır.

Üretici firmaya göre Tungsten/Rodyum (W/Rh), Tungsten/Rodyum/Gümüş (W/Rh/Ag) anod/filtre kombinasyonları kullanılır. Dijital dedektör, amorf-selenyum (a-Se), sezyum iodid-amorf silikon (CsI-aSi) ya da silikon (Si) olabilir. Dedektör piksel boyutu 50-100 mikron arasında değişmektedir. Sisteme göre, elde edilen ham görüntü serisinde 9 ile 49 arasında değişen sayıda görüntü bulunur. Ham (projeksiyon) görüntü sayısı, toplam doz, efek-

tif piksel boyutu, şütlamanın kesintili ya da sürekli olması, ham görüntülerin ince kesit rekonstrüksiyon parametreleri gibi pek çok parametre üretici firmalar arasında değişiklik göstermektedir. İşlem süresi sisteme göre, 4-40 saniye arasında değişmektedir. Ham görüntünün rekonstrüksiyonu kritik bir aşamadır, görüntü kalitesi başta olmak üzere klinik başarıyı doğrudan etkiler. Bazı rekonstrüksiyon algoritmaları kitleler için, bazıları kalsifikasyonlar için uygundur. Bu algoritmaların bazıları orijinal adlarıyla parantez içinde belirtilmiştir (shift-and-add, filtered back projection, tuned aperture computed tomography, maximum likelihood reconstruction, simultaneous algebraic reconstruction, matrix inversion).

Yöntem farklılığı olsa da, sonuç olarak radyolog bir seri ardışık kesit görüntüyle karşılaşmaktadır. Kompresye edilmiş meme kalınlığına bağlı olarak değişen sayıda görüntü seti (örneğin; 5 cm kalınlıkta meme için, 1 mm kesit kalınlığı kullanıldıysa 50 görüntü) iş istasyonuna aktarılır. İş istasyonunda tek tek ya da Maximum Intensity Projection (MIP) algoritmasıyla kalın kesitler (slab) halinde değerlendirilir. Dijital mamografi görüntülerinden daha fazla yer kaplayan görüntüler nedeniyle, daha fazla depolama alanı gerekir [1-6].

Tomosentezde, konvansiyonel mamografiye göre ortalama glandüler doz artar. Her bir şütlama çok düşük dozda yapılmakla birlikte, toplam doz artar. Doz artışı teknik parametrelere ve hastaya ait parametrelere (meme dansitesi ve meme kalınlığı) bağlı olarak değişkendir. Ancak toplam doz, Amerikan Gıda ve İlaç İdaresi'nin (FDA) belirlediği, her bir ekspozur için 300 mRad üst sınırının altında kalmaktadır. Dijital mamografi tetkikinde, bir poz görüntü için ortalama glandüler doz 150-250 mRad kadardır. Feng ve ark. [7] çalışmalarında, tomosentezde dijital mamografiye göre doz, meme kalınlığı ve glandüler doku yoğunluğuna göre değişen oranlarda (%8-%83) artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Olgar ve ark. [8] çalışmalarında tomosentezde ortalama glandüler dozun, dijital mamografiye göre %34 kadar arttığını göstermişlerdir. Tomosentezin avantajları düşünüldüğünde, göze alınabilir bir doz artışı olarak kabul edilebilir (Resim 1-6).

Avantajlar

Tomosentez, hem tarama hem de tanısal amaçlı incelemelerde yararlıdır. Tarama serilerinde geri çağırma oranlarını azalttığı gösterilmiştir.

Kalsifikasyon dışı lezyonlarda duyarlılığı dijital mamografiden yüksektir. Özellikle dens memede lezyon karakterizasyonu (lezyon sayısı, lezyon boyutu, kenar özellikleri) daha doğru yapılmaktadır.

Mamografide saptanan anormal bulgunun glandüler doku süperpozisyonundan ayırt edilmesini sağlar. Yalancı pozitiflik azalır. Gerek-siz biyopsi oranı azalır.

Mikrokalsifikasyon (MK) saptama ve karakterize etme potansiyeli dijital mamografiye benzerdir.

Standart mamografiye eklenen spot grafilere ve ultrasonografiye gereksinim azalır.

Dijital mamografiye göre daha az meme kompresyonu ile tanısal görüntü elde edilir, hasta konforu artar.

Dijital mamografi gibi, bilgisayar destekli tanı sistemleriyle (CAD) birlikte kullanılabilir.

Dezavantajlar

Maliyeti yüksek sistemlerdir.

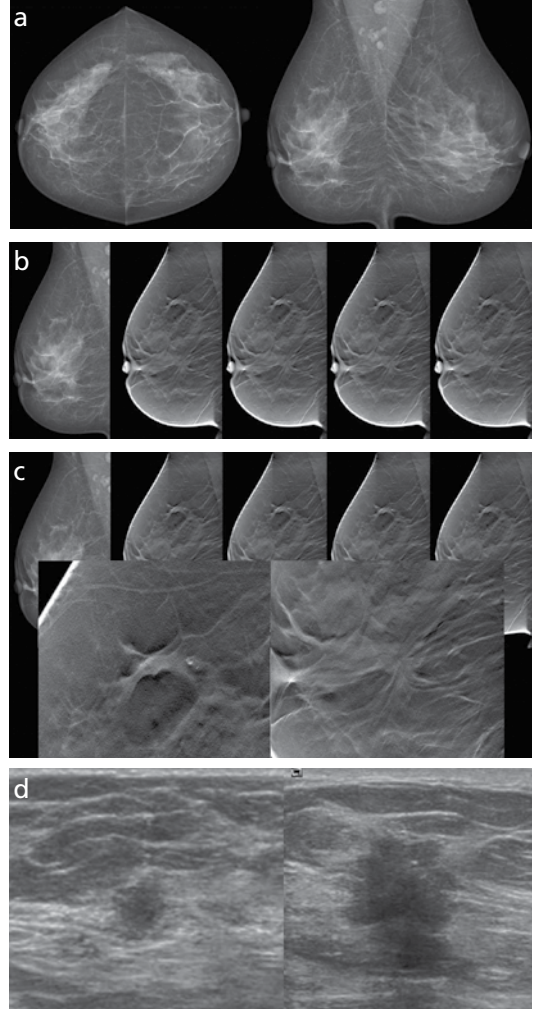
Ortalama glandüler doz artar.

Çekim süresi ve değerlendirme süresi uzar.

Teknisyen ve radyolog için eğitim ve öğrenme süresi gerekir.

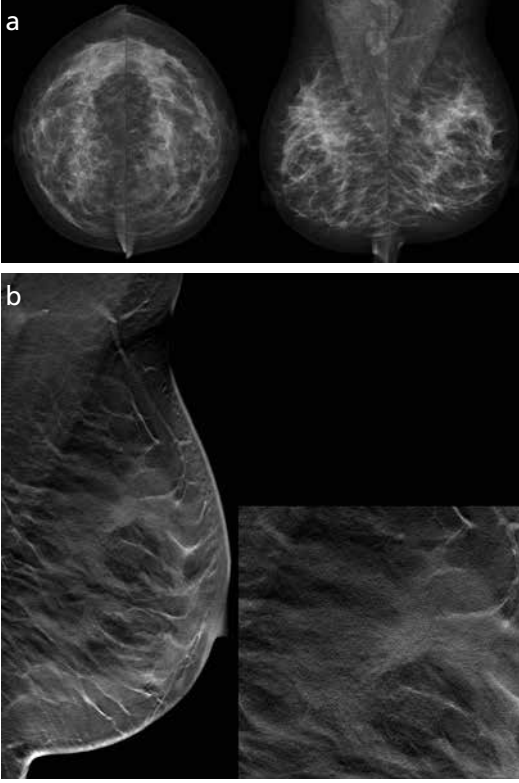
Klinik Uygulama

Meme tomosentezinin fikir birliği sağlanmış, standart bir çekim ve değerlendirme protokolü yoktur. Dijital mamografiyle birlikte ya da tek başına uygulanabilir. Klinik uygulamada dijital mamografiyle birlikte kullanımı daha yaygındır. Tomosentez, mamografi gibi standart mediolateral oblik (MLO) ve kraniokaudal (CC) pozisyonlarda yapılabilir. Standart iki pozisyon ya da tek pozisyon dijital mamografi ve buna eklenen, tek ya da iki pozisyon tomosentez şeklinde kombine kullanımı mümkündür. Stan-



Resim 1. a-d. (a) Bilateral 2 yönlü dijital mamogramlarda sağ meme başı çökük ve MLO mamogramda üst kadranda kötü sınırlı lezyon izleniyor. (b, c) Sağ MLO tomosentez kesitlerinde retroareoler bölgede, mamogramlarda görülmeyen spiküle kitle izleniyor ve üst kadranda ikinci kitlenin kenar özellikleri daha net değerlendiriliyor. (d) Her iki lezyon ultrasonografide yüksek kuşkulu malign özellikler gösteriyor. Histopatolojik tanı: İnvaziv duktal kanser.

dart iki pozisyon mamografiye eklenen tek poz tomosentezin, eklenen iki poz tomosenteze benzer duyarlılık ve özgüllük avantajı olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur [9, 10]. Bizim klinik tercihimiz, standart iki pozisyon dijital mamografi ve MLO tomosentezini birlikte yapıp değerlendirmektir. Böylece radyolog iki yöntemi kullanarak, hasta dozunu minimal arttırarak, hem MK'lar hem de diğer kitle



Resim 2. a, b. (a) Bilateral 2 yönlü dijital mamogramlarda sol meme retroareoler bölgede asimetrik artmış dansite mevcut. Sol MLO tomosentezde sol meme üst kadranda spiküle kitle mevcut. Histopatolojik tanı: İnvaziv duktal kanser.

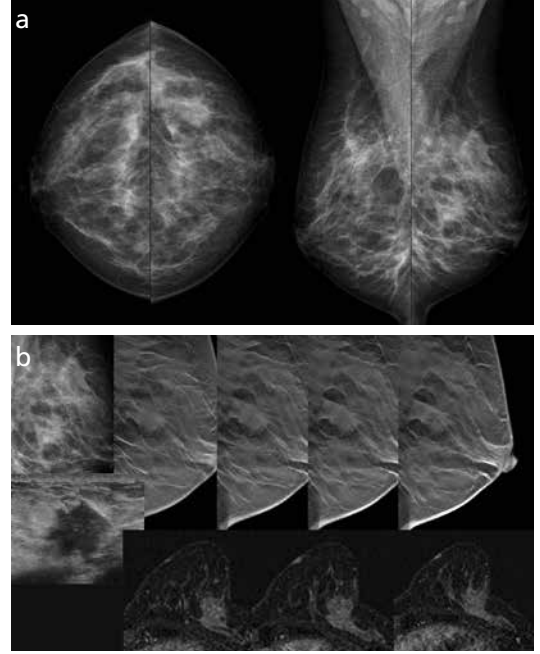
ve kitle dışı lezyonlar açısından detaylı bir inceleme yapabilir.

Temel endikasyonları; dijital mamogramlarda anormal bulgu varlığı, dens meme yapısı ve tüm tanısal amaçlı tetkiklerdir.

Yakın zaman önce, dezavantaj olan bir başka durum da ortadan kalkmıştır. Sadece tomosentezde saptanan lezyonlarda, tomosentez eşliğinde biyopsi yapma olanağı yokken, artık bu sistemlerde de biyopsi yapmak mümkündür.

Literatüre Bakış

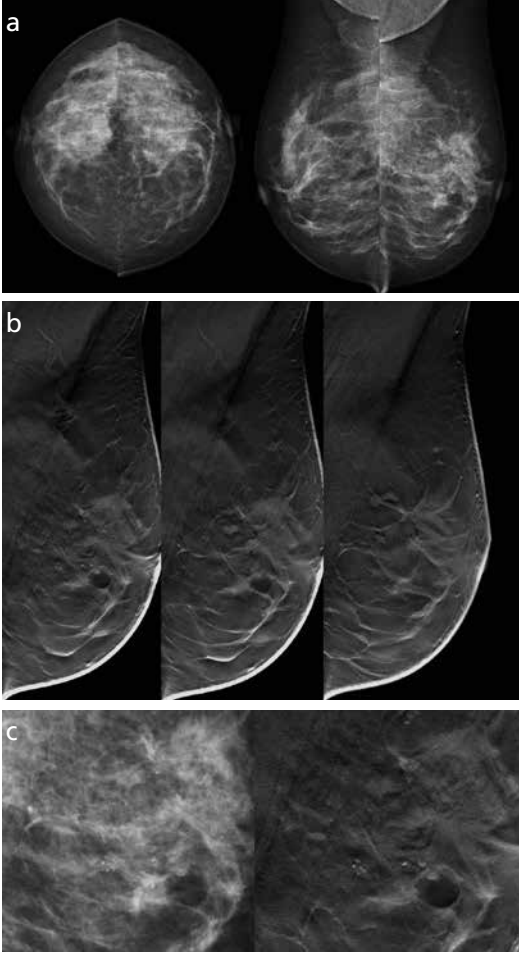
Tomosentezin potansiyel yararlarını göstermeye yönelik, hem tarama hem de tanısal olgu serilerinde çalışmalar sürmektedir. Değerlendiricilerin çoğu için tomosentez görüntü kalitesi mamografiye benzer ya da daha üstün, değerlendirme süresi ise dijital mamografiden daha uzundur.



Resim 3. a, b. (a) Bilateral 2 yönlü dijital mamogramlarda sol meme retroareoler bölgede asimetrik artmış dansite mevcut. Sol MLO tomosentez kesitlerinde kötü sınırlı kitle ve mamogramlarda izlenmeyen pektoral kasa uzanımı net olarak görülüyor. (b) Ultrasonografi ve MRG görüntüleri tomosentez bulgularını doğruluyor. Histopatolojik tanı: İnvaziv duktal kanser.

Çoğu klinik çalışmada tomosentezde kanser saptama oranı dijital mamografiye göre daha yüksektir. Rafferty ve ark. [11] çok merkezli çalışmalarında, 27 radyolog tarafından tomosentezin geri çağırma oranlarını azalttığını ve tanısal doğruluğu arttırdığını göstermişlerdir. Skaane ve ark.nın [12, 13] tarama gruplarında yaptığı iki çalışmada kanser saptama oranları ve tanısal doğruluk daha yüksek bulunmuştur. Değerlendirme süresi dijital mamografi için 45 saniye, dijital mamografi ve tomosentez için 91 saniye olarak hesaplanmıştır. Yine Skaane ve ark. [14] bir başka çalışmasında, tomosentezle özellikle spiküle kitle ve yapısal bozulma şeklinde bulgu veren kanserleri saptama duyarlılığının belirgin arttığını bildirmişlerdir.

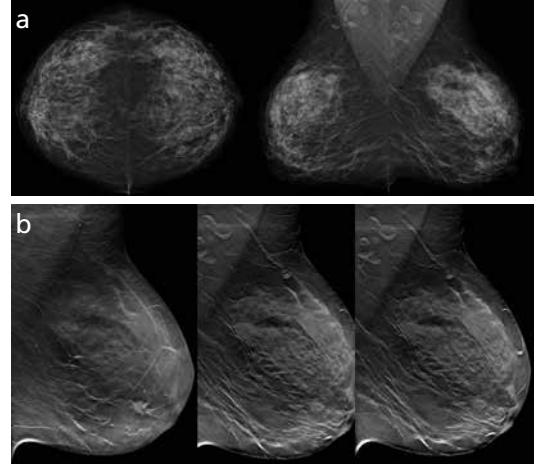
Lezyon karakterizasyonu ve lezyon boyutu değerlendirmesi tomosentezde daha doğru yapılmaktadır. Förmvik ve ark. [15], tomosentezde lezyon boyutunu, dijital mamografiden daha doğru saptamıştır. Tüm sonuçlar olumlu değil-



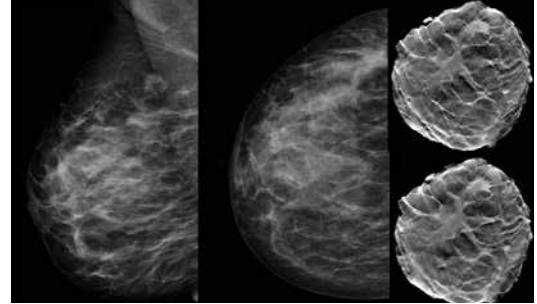
Resim 4. a-c. (a) Bilateral 2 yönlü dijital mamogramlarda sol meme üst orta-ç kadranda sayısız, boyutu ve uzanımları değerlendirilemeyen anormal bulgular ve eşlik eden birkaç mikrokalsifikasyon mevcut. (b) Sol meme MLO tomosentez kesitlerinde lezyonların sayısı ve kenar özellikleri çok daha net görülüyor. (c) Mikrokalsifikasyonlar dijital mamografiye göre daha net değerlendirilebiliyor. Histopatolojik tanı: İnvaziv duktal kanser.

dir. Teerstra ve ark. [16] çalışmalarında mamografik BI-RADS kanser eşik kategorileri 0, 3, 4 ve 5 kabul edildiğinde tomosentezle dijital mamografi arasında duyarlılık farkı saptanmamışlardır. Ancak, BI-RADS eşik değerleri 0, 4 ve 5 kabul edildiğinde tomosentezin duyarlılığı artmaktadır. Yine bu çalışmanın bir sonucu da, dijital mamografide saptanan tüm malign MK'ların tomosentezde de saptanmasıdır.

Noroozian ve ark. [17] çalışmalarında, tomosentez yapılmışsa mamografiye eklenen



Resim 5. a, b. (a) Bilateral 2 yönlü dijital mamogramlarda yoğun heterojen dens parankim, lezyon ayırımını kısıtlıyor. Sağ meme üst dış kadranda iyi sınırlı bir kitle izleniyor. (b) Sol meme MLO tomosentez kesitlerinde üst ve alt kadranda mamografide görülemeyen iki spiküle kitle net olarak görülüyor. Histopatolojik tanı: İnvaziv duktal kanser.



Resim 6. Spesmen tomosentezi: Dens memede dijital mamografi ile ayırt edilemeyen lezyonlar spesmen tomosenteziyle daha kolay saptanmaktadır. Böylece spesmen ultrasonografisi gereksinimini azaltmaktadır. Sağ meme üst dış kadranda multifokal iki spiküle lezyon spesmen tomosentezinde net olarak değerlendirilebiliyor.

spot görüntülerin alınmasına gerek olmadığını göstermişlerdir. Hakim ve ark. [18], tomosentez yapılan olgularda, mamografiye eklenen ultrasonografi incelemesine gereksinimin azalacağını göstermiştir.

Tomosentezde MK'ların saptanması ve karakterizasyonunu değerlendiren az sayıda çalışma mevcuttur. Mikrokalsifikasyonların görülebilirliği dışında, kesit görüntülerde değerlendirilmesi zor olan dağılım ve kümeleşme özelliklerinin daha kolay değerlendirildiği

kalın kesit (slab) görüntülerin değerlendirilmesi önerilmektedir. Kopans ve ark. [19] tomosentezde MK saptanabilirliği ve görüntü netliği konusunda yaptıkları çalışmalarında sonuçlar dijital mamografiyle benzer bulunmuştur. Spangler ve ark. [20] çalışmasında, dijital mamografinin MK saptama duyarlılığı tomosenteze göre hafif yüksek bulunmuştur. Ancak BI-RADS sınıflamasında iki yöntem arasında farklılık saptanmamıştır. Svane ve ark. [21] çalışmalarında, MK'ların tomosentezde de net olarak değerlendirildiği ve %41 olguda mamografiden daha iyi karakterize edilebildiğini göstermişlerdir. Timberg ve ark. [22] çalışmalarında, tomosentez ve dijital mamografi eşit radyasyon dozlarında, kitle ve MK saptama performansı açısından karşılaştırılmıştır. Eş dozlarda, 8 mm çapta kitlelerde tomosentez dijital mamografiden daha üstünken, tomosentezin MK saptama performansı doza bağımlıdır.

Tomosentezde yeterli tanısal kalitede görüntüye, dijital mamografiye göre daha az meme kompresyonu yaparak ulaşılmaktadır. Förnvik ve ark. [23] çalışmasında, dijital mamografiye göre yarı yarıya az meme kompresyonu ile yeterli tanısal kalitede görüntü elde edilmiş ve hasta konforu artmıştır.

Son zamanlarda yapılmış bir çalışmada, intravenöz kontrast madde kullanılarak yapılan dijital meme tomosentezinin kanser saptama duyarlılığını arttırdığı ve bu açıdan gelecek vadettiği görülmektedir [24]. Gelecekte bir görüntüleme seçeneği olarak potansiyel klinik avantajları ortaya koyabilmek için yapılacak yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

Kontrastlı Mamografi

Kontrastlı mamografi, malign neovaskülarizasyonun gösterilmesine dayanan bir yöntemdir. Meme manyetik rezonans görüntülemesinde olduğu gibi, hipervasküler lezyonların kontrast madde ile meme glandüler dokusuna göre daha yoğun boyanması esasına dayanır.

İki farklı teknikte yapılabilir: Seri (temporal) görüntüleme ve dual enerji görüntüleme. Seri görüntüleme tek pozisyonda yapılabilirken,

dual enerji görüntüleme her iki meme aynı anda görüntülenebilir. Henüz az sayıda klinik çalışma mevcuttur ve potansiyel yararları netleşmemiştir.

Seri (Temporal) Kontrastlı Mamografi: Meme MRG'ye benzer bir işlemdir. Önce kontrast madde vermeden bir görüntü alınır. Daha sonra 1-1,5 ml/kg intravenöz iyotlu kontrast madde verilerek, 1 dakika aralıklarla 3 ile 5 arasında değişen görüntüler alınır. Kontrastlanmayı daha iyi gösterebilmek için çıkarma (subtraksiyon) işlemi yapılır. Kontrast-zaman eğrileri oluşturulabilir. Dezavantajı, tek bir projeksiyonda uygulanabilmesidir.

Dual Enerji Kontrastlı Mamografi: İyotlu kontrast maddenin düşük ve yüksek enerjide farklı X-ışını absorbe etme özelliğine dayanır. Cihaz hem normal mamografi çekimi yapar, hem de yüksek enerjili X-ışını (45-50 kV) ile çekim yapar. İntravenöz kontrast madde verildikten sonra düşük ve yüksek kilovoltla iki ardışık çekim yapılır. Seri bir çalışma ile her iki meme iki standart pozisyonda, toplam 4 görüntü olarak, tek bir kontrast madde uygulamasıyla görüntülenebilir. Görüntüler subtrakte edilerek kontrastlanan bölgeler değerlendirilir. Bu teknikle kontrast-zaman eğrisi elde etmek mümkün değildir. Düşük enerjili görüntüler aynı zamanda konvansiyonel mamografi görüntüsü olarak değerlendirilebilir.

Her iki yöntemde de, hasta hareketi görüntü kalitesini belirgin düşürmektedir. Meme kompresyonu hareketi belirgin azaltır, ancak fazla kompresyon da meme dolaşımını azaltarak kontrast maddenin memede dağılımını engelleyebilir [3, 5].

Kontrastlı mamografinin potansiyel yararlarını araştıran çalışmalarda, konvansiyonel mamografiyle kombine edilerek kanser saptama duyarlılığını arttırdığı, tümör boyutunun mamografiden daha doğru değerlendirildiği gösterilmiştir [25, 26]. Jochelson ve ark. [27] çalışmalarında meme kanserli 10 kadında dual enerji kontrastlı mamografi ve MRG bulguları karşılaştırılmıştır. Kanser saptama oranları benzer olup, aynı memede diğer odakları

göstermede MRG daha başarılı bulunmuştur. Ancak, kontrastlı mamografide yalancı pozitiflik MRG'ye göre belirgin düşük bulunmuştur. Kontrastlı mamografi de, dijital mamografiyle kombine bir yöntem olarak mamografik duyarlılığı arttıran bir inceleme olarak gelecek vadetmektedir.

Kaynaklar

- [1]. Sechopoulos I. A review of breast tomosynthesis. Part I. Image acquisition process. *Med Phys* 2013; 40: 014301.
- [2]. Sechopoulos I. A review of breast tomosynthesis. Part II. Image reconstruction, processing and analysis, and advanced applications. *Med Phys* 2013; 40: 014302.
- [3]. Diekmann F, Bick U. Tomosynthesis and contrast-enhanced digital mammography: recent advances in digital mammography. *Eur Radiol* 2007; 17: 3086-92.
- [4]. Park JM, Franken EA Jr, Garg M, Fajardo LL, Niklason LT. Breast tomosynthesis: present considerations and future applications. *Radiographics* 2007; 27: 1-40.
- [5]. Helvie M. Digital mammography imaging: breast tomosynthesis and advanced applications. *Radiol Clin North Am*. 2010; 48: 917-29.
- [6]. Wu T, Moore RH, Rafferty EA, Kopans DB. A comparison of reconstruction algorithms for breast tomosynthesis. *Med Phys* 2004; 31: 2636-47.
- [7]. Feng SS, Sechopoulos I. Clinical digital breast tomosynthesis system: dosimetric characterization. *Radiology* 2012; 263: 35-42.
- [8]. Olgar T, Kahn T, Gosch D. Average glandular dose in digital mammography and breast tomosynthesis. *Rofo* 2012; 184: 911-8.
- [9]. Svahn T, Andersson I, Chakraborty D, Svensson S, Ikeda D, Fornvik D, et al. The diagnostic accuracy of dual-view digital mammography, single-view breast tomosynthesis and a dual-view combination of breast tomosynthesis and digital mammography in a free-response observer performance study. *Radiat Prot Dosimetry* 2010; 139: 113-7.
- [10]. Wallis MG, Moa E, Zanca F, Leifland K, Danielsson M. Two-view and single-view tomosynthesis versus full-field digital mammography: high-resolution X-ray imaging observer study. *Radiology* 2012; 26: 788-96.
- [11]. Rafferty EA, Park JM, Philpots L. Assessing radiologist performance using combined digital mammography and breast tomosynthesis compared with digital mammography alone: results of multicenter, multi-reader trial. *Radiology* 2013; 266: 104-13.
- [12]. Skaane P, Bandos A, Gullien R, Eben EB, Ekseth U, Haakenaasen U, et al. Prospective trial comparing full field digital mammography versus combined FF digital mammography and tomosynthesis in a population based screening programme using independent double reading with arbitration *Eur Radiol* 2013; 23: 2061-71.
- [13]. Skaane P, Bandos AI, Gullien R, Eben EB, Ekseth U, Haakenaasen U, et al. Comparison of digital mammography alone and digital mammography plus tomosynthesis in a population-based screening program. *Radiology* 2013; 267: 47-56.
- [14]. Skaane P, Gullien R, Bjørndal H, Eben EB, Ekseth U, Haakenaasen U, et al. Digital breast tomosynthesis (DBT): initial experience in a clinical setting. *Acta Radiol* 2012; 53: 5524-9.
- [15]. Förmvik D, Zackrisson S, Ljungberg O, Svahn T, Timberg P, Tingberg A. Et al. Breast tomosynthesis: Accuracy of tumor measurement compared with digital mammography and ultrasonography. *Acta Radiol* 2010; 51: 240-7.
- [16]. Teertstra HJ, Loo CE, van den Bosch MA, van Tinteren H, Rutgers EJ, Muller SH, et al. Breast tomosynthesis in clinical practice: initial results. *Eur Radiol* 2010; 20: 16-24.
- [17]. Noroozian M, Hadjiiski L, Rahnema-Moghadam S, Klein KA, Jeffries DO, Pinsky RW, et al. Digital breast tomosynthesis is comparable to mammographic spot views for mass characterization. *Radiology* 2012; 262: 61-8.
- [18]. Hakim CM, Chough DM, Ganott MA, Sumkin JH, Zuley ML, Gur D. Digital breast tomosynthesis in the diagnostic environment: A subjective side-by-side review. *AJR Am J Roentgenol* 2010; 195: 172-6.
- [19]. Kopans D, Gavenonis S, Halpern E, Moore R. Calcifications in the breast and digital breast tomosynthesis. *Breast J* 2011; 17: 638-44.
- [20]. Spangler ML, Zuley ML, Sumkin JH, Abrams G, Ganott MA, Hakim C, et al. Detection and classification of calcifications on digital breast tomosynthesis and 2D digital mammography: a comparison. *AJR Am J Roentgenol* 2011; 196: 320-4.
- [21]. Svane G, Azavedo E, Lindman K, Urech M, Nilsson J, Weber N, et al. Clinical experience of photon counting breast tomosynthesis: comparison with traditional mammography. *Acta Radiol* 2011; 52: 134-42.
- [22]. Timberg P, Baath M, Andersson I, Mattsson S, Tingberg A, Ruschin M. Visibility of microcalcification clusters and masses in breast tomosynthesis image volumes and digital mammography: a 4AFC human observer study. *Med Phys* 2012; 39: 2431-7.
- [23]. Förmvik D, Andersson I, Svahn T, Timberg P, Zackrisson S, Tingberg A. The effect of reduced breast compression in breast tomosynthesis: human observer study using clinical cases. *Radiat Prot Dosimetry* 2010; 139: 118-23.
- [24]. Schmitzberger FF, Fallenberg EM, Lawaczeck R, Hemmendorff M, Moa E, Danielsson M, et al. Development of low-dose photon-counting contrast-enhanced tomosynthesis with spectral imaging. *Radiology* 2011; 259: 558-64.

- [25]. Dromain C, Balleyguier C, Adler G, Garbay J, Delalogue S. Contrast-enhanced digital mammography. *Eur J Radiol* 2009; 69: 34-42.
- [26]. Fallenberg EM, Dromain C, Diekmann F, Engelken F, Krohn M, Singh JM, et al. Contrast-enhanced spectral mammography versus MRI: Initial results in the detection of breast cancer and assessment of tumour size. *Eur Radiol* 2014; 24: 256-64.
- [27]. Jochelson M, Dershaw DD, Sung JS, Heerdt AS, Thornton C, Moskowitz CS, et al. Bilateral contrast-enhanced dual-Energy digital mammography: feasibility and comparison with conventional digital mammography and MR imaging in women with known breast carcinoma. *Radiology* 2013; 266:743-51.

Dijital Meme Tomosentezi ve Kontrastlı Mamografi

Fusun Taşkın

Sayfa 182

Dijital mamografi cihazının donanım ve yazılım modifikasyonu ile, dijital dedektörle, X-ışını tüpü belli bir açı arkında hareket ederken, düşük dozda X-ışını kullanılarak kesit görüntüleri elde edilir. Oluşan ham (projeksiyon) görüntüleri, ince kesit kalınlığında (0,5 mm, 1 mm gibi) rekonstrüktörle edilerek, seri bir görüntü elde edilir.

Sayfa 184

Tomosentez, hem tarama hem de tanısal amaçlı incelemelerde yararlıdır. Tarama serilerinde geri çağırma oranlarını azalttığı gösterilmiştir.

Kalsifikasyon dışı lezyonlarda duyarlılığı dijital mamografiden yüksektir. Özellikle dens memede lezyon karakterizasyonu (lezyon sayısı, lezyon boyutu, kenar özellikleri) daha doğru yapılmaktadır. Mamografide saptanan anormal bulgunun glandüler doku süperpozisyonundan ayırt edilmesini sağlar. Yalancı pozitiflik azalır. Gereksiz biyopsi oranı azalır.

Mikrokalsifikasyon (MK) saptama ve karakterize etme potansiyeli dijital mamografiye benzerdir. Standart mamografiye eklenen spot grafilere ve ultrasonografiye gereksinim azalır.

Dijital mamografiye göre daha az meme kompresyonu ile tanısal görüntü elde edilir, hasta konforu artar.

Dijital mamografi gibi, bilgisayar destekli tanı sistemleriyle (CAD) birlikte kullanılabilir.

Sayfa 184

Maliyeti yüksek sistemlerdir.

Ortalama glandüler doz artar.

Çekim süresi ve değerlendirme süresi uzar.

Teknisyen ve radyolog için eğitim ve öğrenme süresi gerekir.

Sayfa 187

Kontrastlı mamografi, malign neovaskülarizasyonun gösterilmesine dayanan bir yöntemdir. Meme manyetik rezonans görüntülemesinde olduğu gibi, hipervasküler lezyonların kontrast madde ile meme glandüler dokusuna göre daha yoğun boyanması esasına dayanır.

Sayfa 187

Meme MRG'ye benzer bir işlemdir. Önce kontrast madde vermeden bir görüntü alınır. Daha sonra 1-1,5 ml/kg intravenöz iyotlu kontrast madde verilerek, 1 dakika aralıklarla 3 ile 5 arasında değişen görüntüleri alınır. Kontrastlanmayı daha iyi gösterebilmek için çıkarma (subtraksiyon) işlemi yapılır. Kontrast-zaman eğrileri oluşturulabilir. Dezavantajı, tek bir projeksiyonda uygulanabilmesidir.

Sayfa 187

İyotlu kontrast maddenin düşük ve yüksek enerjide farklı X-ışını absorbe etme özelliğine dayanır. Cihaz hem normal mamografi çekimi yapar, hem de yüksek enerjili X-ışını (45-50 kV) ile çekim yapar. İntravenöz kontrast madde verildikten sonra düşük ve yüksek kilovoltla iki ardışık çekim yapılır. Seri bir çalışma ile her iki meme iki standart pozisyonda, toplam 4 görüntü olarak, tek bir kontrast madde uygulamasıyla görüntülenebilir. Görüntüleri subtrakte edilerek kontrastlanan bölgeler değerlendirilir. Bu teknikte kontrast-zaman eğrisi elde etmek mümkün değildir. Düşük enerjili görüntüleri aynı zamanda konvansiyonel mamografi görüntüsü olarak değerlendirilebilir.

Sayfa 187

Kontrastlı mamografinin potansiyel yararlarını araştıran çalışmalarda, konvansiyonel mamografiye kombine edilerek kanser saptama duyarlılığını arttırdığı, tümör boyutunun mamografiden daha doğru değerlendirildiği gösterilmiştir.

Dijital Meme Tomosentezi ve Kontrastlı Mamografi

Füsun Taşkın

1. Dijital meme tomosentezinin dijital mamografiden temel farkı nedir?
 - a. Anot-hedef materyalleri farklıdır
 - b. X-ışını tüpü bir açı arkında hareket eder
 - c. Dijital dedektör özellikleri farklıdır
 - d. Grid kullanılmaz
2. Hangisi dijital meme tomosentezinin avantajı değildir?
 - a. Dens memede lezyon saptama duyarlılığı artar.
 - b. Dens memede lezyon karakterizasyonu kolaylaşır.
 - c. Hipervasküler lezyonların saptanması kolaylaşır.
 - d. Geri çağırma oranları dijital mamografiye göre daha düşüktür.
3. Dijital meme tomosentezinin en önemli dezavantajı nedir?
 - a. Sistem maliyeti yüksektir.
 - b. Hasta dozu dijital mamografiden daha yüksektir.
 - c. İşlem süresi mamografiden daha uzundur.
 - d. Raporlama süresi mamografiden daha uzundur.
4. Dual enerji kontrastlı mamografi için hangisi yanlıştır?
 - a. Düşük enerjili ve yüksek enerjili X-ışını kullanılarak 2 ayrı çekim yapılır.
 - b. Tek kontrast enjeksiyonuyla 2 meme 2 pozisyonda görüntülenebilir.
 - c. Kontrast-zaman eğrileri oluşturulabilir.
 - d. Düşük enerjili görüntüler normal dijital mamografi görüntüsü olarak değerlendirilir.
5. Dijital mamografi teknolojisindeki gelişmeler için hangisi yanlıştır?
 - a. Dens memede mamografinin kanser saptama duyarlılığı artmaktadır.
 - b. Bu yöntemler dijital mamografiye eklendiğinde yararları artmaktadır.
 - c. Bu yöntemler ek ultrasonografi ve ek pozisyon mamografi ihtiyacını azaltır.
 - d. Bu yöntemlerin BI-RADS sınıflamasına katkısı yoktur.