



Meme Hastalıklarında Mamografi Eşliğinde Uygulanan Girişimsel İşlemler

Interventional Procedures Under the Guidance of Mammography in Breast Diseases

Fatma Nur Soylu Boy

ÖZET

Memede görülen malignite açısından şüpheli lezyonların, histopatolojik tetkiklerinin doğru ve hızlı bir şekilde yapılması, meme kanserinin erken tanısı ve sağkalım açısından önem arz etmektedir. Erken evre meme kanserinin en önemli belirtisi olan mikrokalsifikasyonlar, mamografi ile ortaya koyulabilir. Bu mikrokalsifikasyonların histopatolojik tanıları ve ameliyat öncesi işaretlemeleri de sadece mamografi eşliğinde gerçekleştirilebilir. Mamografi ile yapılan biyopsilerin, günümüzdeki standart uygulaması vakum yardımcı biyopsilerdir (vacuum assisted biopsy, VAB). VAB ile cerrahi olmaksızın büyük oranda kesin tanı koyulabilmektedir. Bu da cerrahinin hasta, cerrah ve sağlık sistemine getireceği yükleri azaltmaktadır. Bu yazıda, mamografi eşliğinde yapılan girişimsel işlemlerin teknik detayları ve güncel literatür ışığında genel değerlendirmesi anlatıldı.

Anahtar sözcükler: Girişimsel işlemler; mamografi; meme biyopsi; vakum biyopsi.

ABSTRACT

Prompt and accurate histopathologic evaluation of breast lesions which are suspicious for malignancy is very important for early diagnosis and survival of breast cancer. Microcalcifications which are a sign of early breast cancer can be detected only by mammography. Biopsy and pre-operative localization of microcalcifications are only made by mammography guidance. At present, the standard procedure for mammographic biopsy is vacuum-assisted biopsy (VAB). VAB mostly provides accurate diagnosis without needing a surgery. This reduces the burden for the patients, clinicians, and the health system related with surgery. This review discusses the technical details and general evaluation of interventional procedures which are made by mammography guidance.

Keywords: Interventional procedures; mammography; breast biopsy; vacuum-assisted biopsy

Meme kanseri, dünyada kadınlar arasında en çok görülen ve 20-59 yaş aralığında en sık ölüme neden olan kanser türüdür.^[1] Meme kanserinin erken tanısının, hasta sağkalım oranlarını artırdığı bilinmektedir.^[2-4] Bu nedenle memede görülen şüpheli lezyonların, histopatolojik tetkiklerinin doğru ve hızlı bir şekilde yapılması hayati önem arz etmektedir. Mamografi, meme lezyonlarının gösterilmesinde yüksek duyarlılık ve özgüllük oranına sahip, standart görüntüleme yöntemidir.^[5] Mamografinin standart görüntüleme yöntemi

olmasının en önemli sebebi, erken evre meme kanserinin belirtisi olan mikrokalsifikasyonları ortaya koyabilmesidir.^[6] Ultrasonografi (USG) ise mamografide görülen lezyonların doğalarının belirlenmesi ya da mamografik görüntülemenin yetersiz kaldığı yoğun memelerde altta yatan lezyonların gösterilmesi için kullanılan tamamlayıcı ve ileri bir görüntüleme tekniğidir. USG, ulaşımı kolay, X ışını içermeyen, hasta açısından konforlu, hızlı, ucuz ve gerçek zamanlı gösterim yapması nedeniyle, memede biyopsi yapılması gerektiğinde ilk tercih edilecek yön-

Department of Radiology,
University of Health Sciences
Fatih Sultan Mehmet Training
and Research Hospital,
Istanbul, Türkiye

Atıf için yazım şekli: Soylu
Boy FN. Meme Hastalıklarında
Mamografi Eşliğinde
Uygulanan Girişimsel
İşlemler. Bosphorus Med J
2023;10(1):59–64.

Başvuru tarihi: 21.09.2022

Revizyon tarihi: 21.09.2022

Kabul tarihi: 27.09.2022

Yazışma Adresi:

Dr. Fatma Nur Soylu Boy,
Fatih Sultan Mehmet Eğitim
ve Araştırma Hastanesi,
Radyoloji Kliniği, İstanbul,
Türkiye

Tel:

+90 533 719 65 50

e-posta:

nursoylu@yahoo.com

OPEN ACCESS



This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-
NonCommercial 4.0 International
License.

temdir.^[7] Ancak, meme hastalıklarında, sadece mamografide görülebilen lezyonların, doğru ve kesin bir şekilde yerleşim yerlerinin belirlenerek, biyopsi ve işaretlenmesi amacıyla mamografi eşliğinde girişimsel işlemler de gerçekleştirilmektedir. Mamografi eşliğinde biyopsiler, cerrahi öncesinde lezyonların histopatolojik olarak benign/malign ayrımını yüksek doğruluk oranı ile yapmaktadır.^[8] Uygun ve seçili lezyonlara yapılan vakum yardımcı biyopsi (VAB) uygulamasının pek çok olguda cerrahi eksizyonu engellediği bildirilmiştir.^[9,10]

Mamografi Eşliğinde Biyopsiler

Mamografi, radyolojide X ışınlarını kullanan bir projeksiyon yöntemidir. Meme dokusu standart olarak kraniokaudal (CC) ve mediolateral-oblik (MLO) pozisyonlarda sıkıştırılarak, lezyonların iki boyutlu olarak görülmesi sağlanır. Mamografi eşliğinde girişimsel işlemler esnasında da iki boyutlu olarak koordinatları değerlendirilebilen lezyonların üçüncü koordinatının hesaplanması için güncel olarak stereotaksi yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemle hem şüpheli lezyonların biyopsisi gerçekleştirilmekte hem de ameliyat öncesi palpe edilemeyen lezyonların işaretlenmesi sağlanmaktadır.

Endikasyonlar

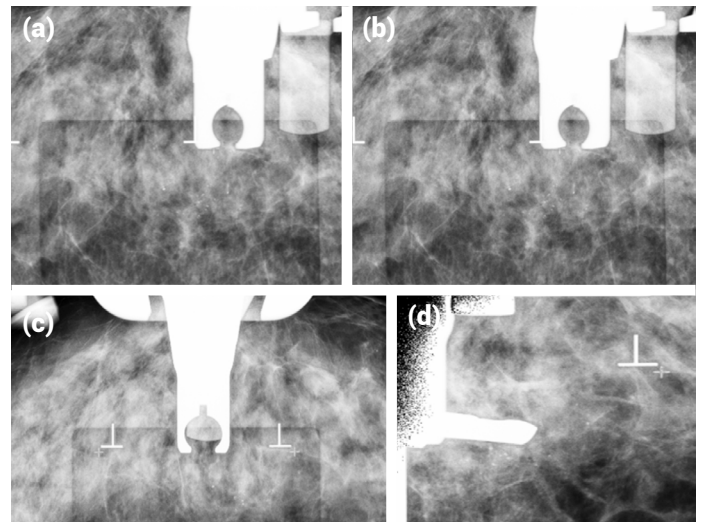
Meme lezyonlarının görüntüleme yöntemleri eşliğinde histopatolojik olarak örneklenmesi, cerrahiye gerek duyulmaksızın tanı konulmasını sağlayan minimal invaziv bir yöntemdir.

Mamografi eşliğinde biyopsi yapmak için lezyonun malignite riski taşıyor olması gerekmektedir. “Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS)”, “American College of Radiology (ACR)” tarafından geliştirilen, birçok ülkede ve bizim ülkemizde de kabul gören ve uygulanan, meme lezyonlarının tanımlanması ve risk gruplarına göre kategorize edilmesi için kullanılan bir sistemdir.^[11] Bu kategorizasyona göre BI-RADS 4 ve BI-RADS 5 lezyonlara taşıdıkları yüksek malignite risk oranları nedeniyle histopatolojik tetkik uygulanması zorunludur.^[12] Mamografide görülen BI-RADS 4 ve BI-RADS 5 lezyonların da histopatolojik tanı alınması gerekmektedir. BI-RADS 3 kategorideki lezyonlar, takip edilmesi gereken lezyonlar olmakla birlikte, senkron bir meme kanserine eşlik eden, organ transplantasyonu için bekleyen ya da gebe kalmayı planlayan olgularda BI-RADS 3 lezyonların da histopatolojik örneklemeye yapılması gündeme gelmektedir.^[12]

Mamografi eşliğinde yapılan biyopsilerin ikinci önemli endikasyonu lezyonun yalnızca mamografide görülebiliyor olmasıdır. Yalnızca mamografide görülebilen lezyonlardan ilki mikrokalsifikasyonlardır. Günümüzde USG cihazlarında gelişen prob teknolojisi ve soft-ware yazılımları nedeniyle, mikrokalsifikasyonlardan bazıları, özellikle yapısal distorsiyon ve kitlelere eşlik eden mikrokalsifikasyonlar veya geniş bir alanda çok sayıda olanlar USG’de de seçilebilmektedir. Ancak yağlı ya da yoğun-fibröz meme dokusu içindeki küçük kümeler ya da lineer-segmental dağılım gösteren mikrokalsifikasyon odakları yalnızca mamografide görülebilir. Sadece mamografide seçilebilen ve USG’de tanımlanması güç olabilen, diğer lezyonlar ise yeni gelişen asimetri ve yapısal bozulmalardır. Kitlelerin ise büyük bir kısmı USG ile seçilebilir. Lezyonların USG’de görülmesinde inceleme süresinin kısıtlı olmaması ve uygulayıcının tecrübesi oldukça önemlidir.

Teknik

Meme dokusu özel plaka ile sabitlendikten sonra 0°’de alınan öncü grafilerde, lezyonun iki koordinatı (X ve Y) belirlenir. Daha sonra +15° ve -15° açı ile alınan ek grafilerde, lezyonda meydana gelen görüntü kaymasını kullanarak cihaz lezyonun derinliğini (Z) ölçer (Şekil 1). Ölçülen koordinatlara, uygun biyopsi iğnesi ya da işaretleme telini taşıyan iğne gönderilir. Cilt üzerinde alan temizliği ve lokal anestetik uygulaması sonrasında, iğne meme dokusuna itilir ve işlem gerçekleştirilir.



Şekil 1. Stereotaksi eşliğinde vakum yardımcı biyopsi işlemi. (a, b) +15° ve -15° açı ile alınan grafiler, (c) 0°’de alınan öncü grafi, (d) 10 Gauge vakum iğnesi lezyon koordinatlarına gönderildikten sonra alınan kontrol grafisi.

Stereotaksi cihazları

Stereotaksi ünitesi, mamografi cihazına eklenerek kullanılmaktadır. Bu cihazlarda hasta oturur pozisyonda iken ya da cihaz kenarına yanaştırılan özel bir masa ile yatar pozisyonda iken işlemler yapılabilir.

Pron masalar ise sadece biyopsi için planlanmış olup, hasta yüzükoyun yatar pozisyonda iken işlem yapılmaktadır. Pron masaların avantajı hastanın yatış pozisyonuna bağlı olarak, hareket etme olasılığının azalması ve lezyon koordinatlarındaki kayma riskinin minimal olmasıdır. Bununla birlikte hastanın yapılan işlemi görmemesi nedeniyle vazovagal senkop olasılığı da oldukça düşüktür.^[13] Buna karşılık pron masa üniteleri pahalıdır ve üniteyi koymak için ayrıca bir alana ihtiyaç duyulmaktadır. Göğüs duvarına yakın, aksiller kuyrukta yerleşen lezyonlarda da lezyona ulaşmak pron masalarda daha zor olmaktadır.

Stereotaksik Biyopsi Tipleri

Stereotaksi eşliğinde yapılan işlemler için günümüzde kor iğne biyopsileri halen uygulanmakla birlikte, doğruluk oranı en yüksek ve birinci derecede tercih edilecek yöntem VAB olmalıdır.

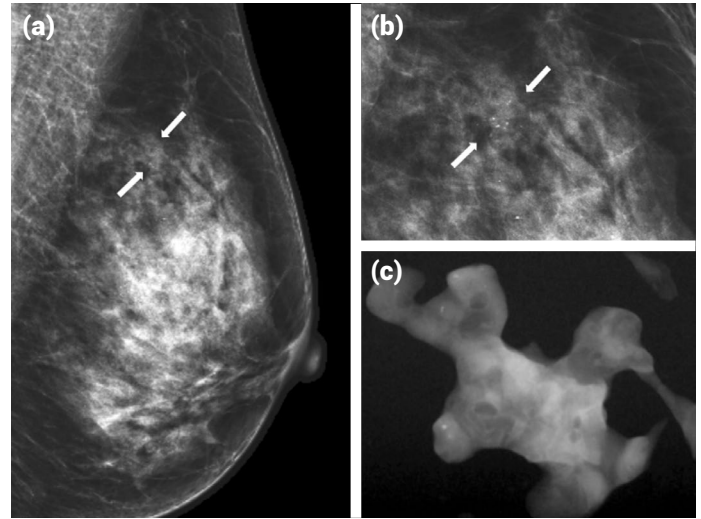
Kor İğne Biyopsisi

Kalın iğneler (14-12 gauge) ve yaylı ateşleme sistemine (spring-loaded) sahip tabancalar ile gerçekleştirilir. Örneklem sonrasında iğne yerinden çıkarılır ve yeni bir örneklem için yeniden yerleştirilir. Stereotaksik biyopside mümkün olan en kalın iğne ile, en az altı örneklem yapılmalıdır. Literatürde kor biyopsilerin güvenilirliğinin oldukça yüksek olduğu ve cerrahi biyopsiler ile benzer doğruluk oranına sahip olduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır.^[14-16] Kalın iğne biyopsilerinde lezyonun, malign olduğu halde benign olarak tanılanma oranı %1,2 ile %3,3 arasında bildirilmiştir.^[17] Kalın iğne biyopsilerinin en önemli dezavantajı, lezyonun belli bölgelerinden örneklem yapmasıdır. Bu nedenle, aynı lezyonun cerrahi sonrası histopatolojik tanısı daha yüksek histopatolojik seviyeye evrilebilmektedir.^[18] Kalın iğne biyopsisi ile yüksek riskli lezyon tanısı alan yaklaşık %10-50 olgu, cerrahi sonrası histopatolojik olarak malign tanısı almakta ve duktal karsinoma in situ tanısı alan %25 olgu ise cerrahi sonrası invaziv kanser olarak tanılanmaktadır.^[19,20]

Vakum Yardımlı Biyopsi

Bu yöntemde, özel bir cihaz eşliğinde, 7-10 G arasında özel iğneler kullanılmaktadır. Yöntemin kor meme biyopsisinden farkı tek bir girişle, lezyon alanından dışarı çıkmadan çok miktarda ve yüksek hacimli parçalar toplayabilmesidir. İğne lezyon alanına itildikten sonra vakum işlemi başlatılır. Lezyon, iğnenin kesici ucuna doğru 23-25 mmHg basınç ile çekilir. İğne ucundaki kesici kanül yoluyla parça alınır ve iğne kendi etrafında 360° dönerek, parça alma işlemi tekrarlanır. Kalın iğne biyopsilerine göre doğruluk oranı daha yüksektir ve cerrahi eksizyonel biyopsiye alternatif bir yöntem olarak gündeme gelmiştir.^[21-23] BI-RADS 4 kategorisindeki mikrokalsifikasyonlara yönelik VAB uygulamasının pek çok olguda cerrahi eksizyonu engellediği bildirilmiştir.^[24] (Şekil 2)

Vakum iğnesi yoluyla, işlem sırasında doku içinde gelişen hemoraji aspire edilebilir, ağrı gelişirse yine iğne yoluyla anestetik madde gönderilebilir. İşlem sırasında küçük lezyonlar ya da mikrokalsifikasyon kümeleri tamamen kaybolabilmektedir. Bu nedenle takip edecek olası cerrahi işleme rehberlik etmesi amacıyla işlem sonlandırılmadan önce, iğne yoluyla lezyon alanına işaretleyici bırakılabilir. İşlem sonrasında yara yerine pansuman yapılarak hasta taburcu



Şekil 2. Stereotaksi eşliğinde vakum biyopsi, 45 yaşında kadın hasta. Tarama için yapılan mamografide; (a) Sol meiolateral-oblik (MLO) grafi üst bölümde asimetrik opasite ve nonuniform mikrokalsifikasyonlar (oklar). (b) Lezyon lojunun büyütme ile alınan görüntüsünde asimetrik opasite ve mikrokalsifikasyonlar (oklar). (c) Stereotaktik vakum biyopsi sonrası toplanan örneklerden elde edilen spesmen grafisinde, örnekler içinde mikrokalsifikasyon odakları görülüyor. Histopatolojik tanı, epitelyal hiperplazi ve fibrokistik değişiklikler olan olgu, cerrahi rezeksiyon yerine takip altına alındı.

edilir. Alınan örneklerin mamografi eşliğinde görüntülemesi yapılarak mikrokalsifikasyon ve lezyonların çıkarılıp çıkarılmadığı kontrol edilmelidir.

VAB sonrasında ciltte ya da meme dokusu içinde belirgin skar oluşmamaktadır.^[25] VAB'ın en önemli dezavantajı, kullanılan özel vakum iğnesinin maliyetinin yüksek olmasıdır. Ancak cerrahi gerektirmeden yüksek doğruluk ile tanı konulabildiği düşünüldüğünde, cerrahi maliyeti, hasta konforu açısından kıyaslandığında, oldukça avantajlı olduğu görülmektedir.

VAB ile mikrokalsifikasyon toplama oranının kalın iğne biyopsisine göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu gösterilmiştir [risk ratio (RR)=0,89, %95 güvenlik aralığı (GA) 0,81-0,98, p=0,02].^[26] İşlem sonrasında elde edilen histopatolojik sonuçların, radyolojik görüntüler ile uyumlu olmaması durumu radyolojik patolojik uyumsuzluk olarak değerlendirilmekte ve bu durum işlemin yalancı negatif olmasından kaynaklanabilmektedir. Radyolojik patolojik uyumsuzluk oranı VAB ile, kalın iğne biyopsilerine göre daha düşüktür.^[9,10]

Bununla birlikte, cerrahi sonrasında lezyonların histopatolojik sonuçlarının atipiden duktal karsinoma in situya (DKİS) ve DKİS'ten invaziv kansere dönüşme oranı VAB ile kor biyopsilere göre anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur (RR=1,83, %95 GA 1,40-2,40, p<0,001).^[26] Bir çalışmada, VAB ile olguların sadece %39,4'ünde tamamen çıkarıldığı ve bu olgularda cerrahi sonrasında lezyon yatağında malignite saptanma olasılığının %70 olduğu bildirilmiştir.^[27] Bu nedenle lezyon ya da mikrokalsifikasyonların tamamı, radyolojik olarak kaybolursa bile VAB, malign lezyonlar için terapötik bir işlem olarak değerlendirilmemelidir.

Komplikasyonlar

VAB ve kalın iğne biyopsileri sırasında ve sonrasında, VAB ile bir miktar daha fazla olmakla birlikte, hafif dereceli ağrı en sık komplikasyon olarak görülmektedir. Bununla birlikte yine VAB'da daha sık olmakla birlikte kendi kendini sınırlayan hematoma ortaya çıkabilir.^[28] Cerrahi müdahale gerektiren kanama oranı %1'den az olarak bildirilmiştir. Antibiyotik gerektiren enfeksiyon ise %0,1'den az olarak raporlanmıştır. İşlem sırasında vazovagal senkop gelişebilir. İşlem bölgesinde malign hücrelerin ekilme oranı her 1.000 olguda 1-2 arasındadır.^[18] Ancak ekilen bu hücrelerin, canlı kalma olasılığının olmadığı iddia edilmektedir. Kalın iğne biyopsisi uygulanan ve uygulanmayan toplam 719 olguyu

kapsayan retrospektif bir çalışmada, biyopsi uygulanan olgularda, meme koruyucu cerrahi ve radyoterapi sonrası, lokal nüks oranının artmadığı gösterilmiştir.^[29]

Tomosentez Eşliğinde Meme Biyopsisi

Dijital meme tomosentezi son yıllarda kullanımı artan ileri bir mamografi tekniğidir. Bu teknik ile memenin standart iki boyutlu projeksiyon görüntülemesinin ötesinde kesit görüntülemesi gerçekleştirilmektedir. CC ya da MLO projeksiyonda bir X ışını arkı ile memede kalınlığı 1 mm'ye kadar rekonstrükte edilebilen çoklu kesitler elde edilir.^[30,31] Tomosentez ile özellikle yoğun meme parankimine sahip olan bireylerde, standart projeksiyon görüntülerde meme dokusundan ayırt edilemeyen lezyonlar görülebilmekte, lezyon konturlarının daha net seçilmesi ile lezyon ileri karakterizasyonu yapılabilmektedir.^[32,33] Tomosentez ile özellikle yapısal bozulmalar net olarak ortaya koyulabilmektedir. Tomosentez eşliğinde biyopsi özellikle, tomosentez eşliğinde ortaya koyulabilen ve USG ile ayırt edilemeyen lezyonlarda tercih edilmektedir.^[34] Tomosentez eşliğinde biyopsi ya da tel ile işaretleme sırasında, hedef lezyonların üç koordinatı stereo görüntülere gerek kalmaksızın, kesit görüntülerden elde edilebilmektedir. Bu da işlemin stereotaktik biyopsilere göre daha az sürede ve daha az ekspoju ile gerçekleştirilmesini sağlamaktadır.^[35]

Tomosentez eşliğinde biyopsinin dezavantajı yapısal lezyonları daha çok örneklemesine bağlı olarak en sık radyal sklerozan lezyonları tespit etmesidir. Bu sebeple tomosentez eşliğinde biyopsilerde radyolojik-patolojik uyumsuzluk oranı, stereotaktik biyopsilere göre daha yüksektir.^[36]

Kontrastlı Mamografi Eşliğinde Stereotaksik Biyopsi

Kontrastlı spektral mamografi, günümüzde kullanımı yaygınlaşmaya başlayan ileri bir mamografi tekniğidir. Bu yöntemde intravenöz yolla kontrast madde verilerek mamografide tespit edilen lezyonların, kontrastlanma özellikleri değerlendirilebilir. Lezyon kontrastlanmasının gösterilmesi bu tekniği manyetik rezonans görüntülemeye (MRG) alternatif olarak ortaya koymuş ve yapılan çalışmalarda lezyon gösterilmesinde duyarlılık ve özgüllük oranlarının MRG ile benzer olduğu bildirilmiştir.^[37-39] Bu nedenle özellikle MRG'ye giremeyen olgularda lezyonların ileri karakterizasyonu ya da meme kanserinde evreleme amacıyla kullanılmaktadır.

Bazı güncel mamografi cihazlarında kontrastlı mamografi

eşliğinde biyopsi imkanı bulunmaktadır. Böylece sistem, stereotaksi işlemi esnasında, intravenöz kontrast madde verilmesini takiben, düşük doz ve yüksek doz ekspozur yapmakta ve parlayan lezyonun koordinatları belirlenerek işaretlenmesi ya da biyopsi uygulanması mümkün olmaktadır. Bu yöntem daha kolay, ucuz, konforlu ve kısa sürede uygulanabilir olması nedeniyle MRG eşliğinde biyopsilere alternatif olarak düşünülebilir.^[40]

Mamografi Eşliğinde Tel ile İşaretleme

Palpe edilemeyen ve sadece mamografide görülen lezyonların, ameliyatın hemen öncesinde tel ile işaretlenmesi gerekir. Bu işlem ile operasyon sırasında gereksiz ve fazla dokunun çıkarılması önlenir, kozmezisin korunması ve morbiditenin azalması sağlanmış olur.^[41] Teknik olarak yapılan işlem biyopsi işlemi ile benzerlik göstermektedir. Cihaz üzerinde lezyon koordinatları belirlendikten sonra, önceden cihaza bilgileri yüklenmiş olan işaretleme iğnesi seçilir ve iğne lezyon koordinatlarına itildikten sonra, tel iğne arkasından desteklenerek, iğne geri çekilir. Hastanın ve telin kaymasına bağlı, telin nihai lokalizasyonu, işlem sonrasında alınan grafiler ile kontrol edilmelidir.

Mamografi Eşliğinde Girişimsel İşlemlerin Sınırlılıkları

Periferik ve göğüs duvarına yakın lezyonların mamografi eşliğinde işaretlenmesi ve biyopsi uygulamaları, lezyonun görüntü alanı içine alınamaması nedeniyle sınırlı olabilmektedir. Vakum biyopsilerde daha belirgin olmak üzere, cilde ve meme başına yakın lezyonlarda ciltte yırtılma gelişebilir. İğnenin güvenli atışı yapabilmesi için, lezyon üzerindeki iğne ucu ile görüntüleme plakası arasında belirli bir mesafe bulunmalıdır. Bu nedenle lezyona giriş yerinin doğru belirlenmesi önem taşır. Diğer bir sınırlılık, hastanın hareket etmesine bağlı olarak hesaplanan lezyon koordinatlarının değişmesidir. Bu durum preoperatif işaretlemelelerde telin lezyondan ayrı bir yere bırakılmasına, biyopsilerde ise örnekleme hatalarına neden olabilir. Hastanın işlem sırasında hareketinin minimale indirgenmesi ve işlem sırasına alınan kontrol grafiler ile bu sınırlılığın önüne geçilmeye çalışılır.

Sonuç

Mamografi eşliğinde girişimsel işlemler, sadece mamografide görülen lezyonların tanısında ve preoperatif işaretlenmesinde doğru ve güvenilir bir şekilde kullanılabilir.

Açıklamalar

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Bildirilmemiştir.

Kaynaklar

1. Siegel RL, Miller KD, Fuchs HE, Jemal A. Cancer statistics, 2021. *CA Cancer J Clin* 2021;71:7–33. Epub 2021 Jan 12. Erratum in: *CA Cancer J Clin* 2021;71:359.
2. Swedish Organised Service Screening Evaluation Group. Reduction in breast cancer mortality from organized service screening with mammography: 1. Further confirmation with extended data. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2006;15:45–51.
3. Kalager M, Haldorsen T, Bretthauer M, Hoff G, Thoresen SO, Adami HO. Improved breast cancer survival following introduction of an organized mammography screening program among both screened and unscreened women: A population-based cohort study. *Breast Cancer Res* 2009;11:R44.
4. Lauby-Secretan B, Scoccianti C, Loomis D, Benbrahim-Tallaa L, Bouvard V, Bianchini F, et al. Breast-cancer screening--viewpoint of the IARC Working Group. *N Engl J Med* 2015;372:2353–8.
5. Pisano ED, Hendrick RE, Yaffe MJ, Baum JK, Acharyya S, Cormack JB, et al. Diagnostic accuracy of digital versus film mammography: Exploratory analysis of selected population subgroups in DMIST. *Radiology* 2008;246:376–83.
6. Wilkinson L, Thomas V, Sharma N. Microcalcification on mammography: Approaches to interpretation and biopsy. *Br J Radiol* 2017;90:20160594.
7. American College of Radiology. ACR practice parameter for the performance of ultrasound-guided percutaneous breast interventional procedures. Revised 2021. Available at: <https://www.acr.org/-/media/acr/files/practice-parameters/us-guidedbreast.pdf>. Accessed Jul 31, 2021.
8. Atasoy MM, Tasali N, Çubuk R, Narin B, Devenci U, Yener N, et al. Vacuum-assisted stereotactic biopsy for isolated BI-RADS 4 microcalcifications: Evaluation with histopathology and mid-term follow-up results. *Diagn Interv Radiol* 2015;21:22–7.
9. Liberman L, Smolkin JH, Dershaw DD, Morris EA, Abramson AF, Rosen PP. Calcification retrieval at stereotactic, 11-gauge, directional, vacuum-assisted breast biopsy. *Radiology* 1998;208:251–60.
10. Kettritz U, Rotter K, Schreier I, Murauer M, Schulz-Wendtland R, Peter D, et al. Stereotactic vacuum-assisted breast biopsy in 2874 patients: A multicenter study. *Cancer* 2004;100:245–51.
11. American College of Radiology. ACR BI-RADS® atlas, breast imaging reporting and data system Reston, VA:(USA) 2013 732. Available at: <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/BI-RADS/Mammography-Reporting.pdf>. Accessed Jul 31, 2021.
12. American College of Radiology. ACR practice parameter for the performance of stereotactic/Tomosynthesis –Guided breast interventional procedures. Revised 2020. Available at: <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Practice-Parameters/stereo-breast.pdf>. Accessed Jul 31, 2021.
13. Chakrabarthi S. Stereotactic breast biopsy: A review & applicability in the Indian context. *Indian J Med Res* 2021;154:237–47.
14. Elvecrog EL, Lechner MC, Nelson MT. Nonpalpable breast lesions: Correlation of stereotactic large-core needle biopsy and

- surgical biopsy results. *Radiology* 1993;188:453–5.
15. Brenner RJ, Bassett LW, Fajardo LL, Dershaw DD, Evans WP 3rd, Hunt R, et al. Stereotactic core-needle breast biopsy: A multi-institutional prospective trial. *Radiology* 2001;218:866–72.
 16. Parker SH, Burbank F, Jackman RJ, Aucreman CJ, Cardenosa G, Cink TM, et al. Percutaneous large-core breast biopsy: A multi-institutional study. *Radiology* 1994;193:359–64.
 17. Perrot N, Jalaguier-Coudray A, Frey I, Thomassin-Naggara I, Chopier J. US-guided core needle biopsy: False-negatives. How to reduce them? *Eur J Radiol* 2013;82:424–6.
 18. Bick U, Trimboli RM, Athanasiou A, Balleyguier C, Baltzer PAT, Bernathova M, et al. Image-guided breast biopsy and localisation: Recommendations for information to women and referring physicians by the European Society of Breast Imaging. *Insights Imaging* 2020;11:12.
 19. Rakha EA, Lee AH, Jenkins JA, Murphy AE, Hamilton LJ, Ellis IO. Characterization and outcome of breast needle core biopsy diagnoses of lesions of uncertain malignant potential (B3) in abnormalities detected by mammographic screening. *Int J Cancer* 2011;129:1417–24.
 20. Brennan ME, Turner RM, Ciatto S, Marinovich ML, French JR, Macaskill P, et al. Ductal carcinoma in situ at core-needle biopsy: Meta-analysis of underestimation and predictors of invasive breast cancer. *Radiology* 2011;260:119–28.
 21. Bae S, Yoon JH, Moon HJ, Kim MJ, Kim EK. Breast microcalcifications: Diagnostic outcomes according to image-guided biopsy method. *Korean J Radiol* 2015;16:996–1005.
 22. Liberman L, Gougoutas CA, Zakowski MF, LaTrenta LR, Abramson AF, Morris EA, et al. Calcifications highly suggestive of malignancy: Comparison of breast biopsy methods. *AJR Am J Roentgenol* 2001;177:165–72.
 23. Chang Sen LQ, Huang ML, Leung JWT, Wei W, Adrada BE. Malignancy rates of stereotactic biopsies of two or more distinct sites of suspicious calcifications in women without known breast cancer. *Clin Imaging* 2019;58:156–60.
 24. Kettritz U, Morack G, Decker T. Stereotactic vacuum-assisted breast biopsies in 500 women with microcalcifications: Radiological and pathological correlations. *Eur J Radiol* 2005;55:270–6.
 25. Esen G, Tutar B, Uras C, Calay Z, İnce Ü, Tutar O. Vacuum-assisted stereotactic breast biopsy in the diagnosis and management of suspicious microcalcifications. *Diagn Interv Radiol* 2016;22:326–33.
 26. Huang XC, Hu XH, Wang XR, Zhou CX, Wang FF, Yang S, et al. A comparison of diagnostic performance of vacuum-assisted biopsy and core needle biopsy for breast microcalcification: A systematic review and meta-analysis. *Ir J Med Sci* 2018;187:999–1008.
 27. Penco S, Rizzo S, Bozzini AC, Latronico A, Menna S, Cassano E, et al. Stereotactic vacuum-assisted breast biopsy is not a therapeutic procedure even when all mammographically found calcifications are removed: Analysis of 4,086 procedures. *AJR Am J Roentgenol* 2010;195:1255–60.
 28. Bruening W, Fontanarosa J, Tipton K, Treadwell JR, Lauenders J, Schoelles K. Systematic review: Comparative effectiveness of core-needle and open surgical biopsy to diagnose breast lesions. *Ann Intern Med* 2010;152:238–46.
 29. Fitzal F, Sporn EP, Draxler W, Mittlböck M, Taucher S, Rudas M, et al. Preoperative core needle biopsy does not increase local recurrence rate in breast cancer patients. *Breast Cancer Res Treat* 2006;97:9–15.
 30. Chong A, Weinstein SP, McDonald ES, Conant EF. Digital breast tomosynthesis: Concepts and clinical practice. *Radiology* 2019;292:1–14.
 31. Vedantham S, Karellas A, Vijayaraghavan GR, Kopans DB. Digital breast tomosynthesis: State of the art. *Radiology* 2015;277:663–84.
 32. 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.
 33. Ciatto S, Houssami N, Bernardi D, Caumo F, Pellegrini M, Brunelli S, et al. Integration of 3D digital mammography with tomosynthesis for population breast-cancer screening (STORM): A prospective comparison study. *Lancet Oncol* 2013;14:583–9.
 34. Viala J, Gignier P, Perret B, Hovasse C, Hovasse D, Chancelier-Galan MD, et al. Stereotactic vacuum-assisted biopsies on a digital breast 3D-tomosynthesis system. *Breast J* 2013;19:4–9.
 35. Bahl M, Maunglay M, D'Alessandro HA, Lehman CD. Comparison of upright digital breast tomosynthesis-guided versus prone stereotactic vacuum-assisted breast biopsy. *Radiology* 2019;290:298–304.
 36. Ray KM, Turner E, Sickles EA, Joe BN. Suspicious findings at digital breast tomosynthesis occult to conventional digital mammography: Imaging features and pathology findings. *Breast J* 2015;21:538–42.
 37. Kornecki A. Current status of contrast enhanced mammography: A comprehensive review. *Can Assoc Radiol J* 2022;73:141–56.
 38. Xing D, Lv Y, Sun B, Xie H, Dong J, Hao C, et al. Diagnostic value of contrast-enhanced spectral mammography in comparison to magnetic resonance imaging in breast lesions. *J Comput Assist Tomogr* 2019;43:245–51.
 39. Steinhof-Radwańska K, Lorek A, Holecki M, Barczyk-Gutkowska A, Grażyńska A, Szczudło-Chraścina J, et al. Multifocality and multicentricity in breast cancer: Comparison of the efficiency of mammography, contrast-enhanced spectral mammography, and magnetic resonance imaging in a group of patients with primarily operable breast cancer. *Curr Oncol* 2021;28:4016–30.
 40. James J. Contrast-enhanced spectral mammography (CESM)-guided breast biopsy as an alternative to MRI-guided biopsy. *Br J Radiol* 2022;95:20211287.
 41. Demiral G, Senol M, Bayraktar B, Ozturk H, Celik Y, Boluk S. Diagnostic value of hook wire localization technique for non-palpable breast lesions. *J Clin Med Res* 2016;8:389–95.