

Kronik süperatif otitis medialı hastalarda kolesteatom ve granülasyon dokusu ayırımında difüzyon ağırlıklı manyetik rezonans görüntülemenin önemi

Importance of diffusion weighted magnetic resonance imaging at differentiation of cholesteatoma and granulation tissue in patients with chronic suppurative otitis media

Dr. Göksel Tuzcu,¹ Dr. Aytül Hande Yardımcı,² Dr. Önder Turna,³ Dr. Reyhan Elif Göner,⁴ Dr. Engin Acioğlu⁵

¹Malatya Devlet Hastanesi, Radyoloji Kliniği, Malatya, Türkiye

²İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Kliniği, İstanbul, Türkiye

³Düzce Atatürk Devlet Hastanesi, Radyoloji Kliniği, İstanbul, Türkiye

⁴Malatya Doğanşehir Devlet Hastanesi, Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Kliniği, Malatya, Türkiye

⁵İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Kliniği, İstanbul, Türkiye

Öz

Amaç: Bu çalışmada kolesteatom ve granülasyon dokusu cerrahi ile düzeltilen hastaların ameliyat öncesi manyetik rezonans görüntülemelerinde eko-planar difüzyon ağırlıklı görüntüleme (EP-DAG)'nin önemi DAG ve görünür difüzyon katsayısı (GDK) değerleri doğrultusunda sunuldu.

Hastalar ve Yöntemler: Aralık 2009 - Mayıs 2011 tarihleri arasında hastanemizin radyoloji kliniğine primer kazanılmış kolesteatomlu kronik otitis media ön tanısı ile başvuran ve ameliyat öncesi kliniğimizde kulak manyetik rezonans görüntüleme ve DAG ile değerlendirilen 91 hasta (52 erkek, 39 kadın; ort. yaş 40.7±15.8 yıl; dağılım 3-77 yıl) çalışmaya alındı. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme sonuçları ameliyat bulguları ve patoloji sonuçları ile karşılaştırıldı. Hastalar görüntü arşivleme ve iletişim sistemi kullanılarak geriye dönük olarak değerlendirildi. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme ve GDK görüntüleri niteliksel ve sayısal açıdan incelendi.

Bulgular: Kolesteatom şüphesi bulunan 91 hasta ameliyat edildi. Ameliyat sonuçlarına göre, 50 hastada kolesteatom ve 41 hastada granülasyon dokusu vardı. Kolesteatomlu hastaların DAG değerleri granülasyon dokusu olan hastalara göre anlamlı olarak yüksekti (p<0.05). Kolesteatomlu hastaların ortalama GDK değerleri granülasyon dokusu olan hastalara göre anlamlı olarak düşük idi (p<0.05). Kolesteatomun saptanmasında EP-DAG'nin duyarlılık ve özgüllüğü sırasıyla %97.6 ve %92.0 idi.

Sonuç: Görünür difüzyon katsayısı ve DAG kullanılarak yapılan EP-DAG özellikle 5 mm'nin üzerindeki kolesteatomların gösterilmesinde ve bunların diğer patolojilerden ayırımında yüksek duyarlılık ve özgüllük oranlarıyla değerli bir yöntemdir.

Anahtar Sözcükler: Görünür difüzyon katsayısı; kolesteatom; eko-planar difüzyon ağırlıklı görüntüleme; granülasyon dokusu.

ABSTRACT

Objectives: This study aims to report the significance of echo-planar diffusion-weighted imaging (EP-DWI) in preoperative magnetic resonance imaging of patients with surgically corrected cholesteatoma and granulation tissue according to DWI and apparent diffusion coefficient (ADC) values.

Patients and Methods: Ninety-one patients (52 males, 39 females; mean age 40.7±15.8 years; range 3 to 77 years) who admitted to radiology clinic of our hospital between December 2009 and May 2011 with a pre-diagnosis of chronic otitis media with primary acquired cholesteatoma and assessed preoperatively in our clinic by ear magnetic resonance imaging and DWI were included in the study. Diffusion-weighted imaging results were compared with operative findings and pathology results. Patients were retrospectively evaluated using picture archiving and communication system. Diffusion-weighted imaging and ADC images were examined qualitatively and quantitatively.

Results: Ninety-one patients suspected of cholesteatoma were operated. According to the results of operations, 50 patients had cholesteatoma and 41 patients had granulation tissue. The mean DWI values of patients with cholesteatoma were significantly higher than patients with granulation tissue (p<0.05). The mean ADC values of patients with cholesteatoma were significantly lower than patients with granulation tissue (p<0.05). The sensitivity and specificity of EP-DWI in detection of cholesteatoma were 97.6% and 92.0%, respectively.

Conclusion: Echo-planar diffusion-weighted imaging by using ADC and DWI is a valuable tool with high sensitivity and specificity rates in detecting cholesteatoma particularly bigger than 5 mm and in differentiating them from other pathologies.

Keywords: Apparent diffusion coefficient; cholesteatoma; echo-planar diffusion-weighted imaging; granulation tissue.



Kolesteatoma orta kulak, petröz apeks ve mastoid hücrelerde görülebilen, skuamöz hücreli epitel ile döşeli, içinde deskuame debriser barındıran epidermal inklüzyon kistleridir.^[1] Kolesteatomun görüntülenmesi ameliyat öncesi seçilecek cerrahi yöntemin planlanması ve ameliyat sonrası takip açısından önemlidir.

Çok kesitli bilgisayarlı tomografi (ÇKBT) kemikçik zincir, fasiyal sinir, semisirküler kanallar ve önemli anatomik oluşumlar hakkında faydalı bilgiler vermesine rağmen orta kulak veya mastoid hücrelerde yumuşak doku yoğunluğu varlığında bunun ayırıcı tanısını yapmada yetersizdir.^[2-5] Konvansiyonel manyetik rezonans görüntüleme (MRG)'nin kolesteatomu diğer yumuşak dokulardan veya mukoid sekresyondan ayırt etmesi zordur.^[6,7] Bunun için son çalışmalarda eko-planar (EP) difüzyon ağırlıklı görüntüleme (DAG) ve görünür difüzyon katsayısı (GDK) üzerinde durulmaktadır. Difüzyon ağırlıklı görüntülemenin kolesteatoma duyarlı olduğunu bildiren kaynaklarda birincil ve kalıntı kolesteatom hastalarında yüksek sinyal intensitesi görüldüğü vurgulanmıştır. Granülasyon dokusu (GD) ve diğer dokular DAG'de düşük sinyal intensitesi göstererek kolesteatomun ayırt edilmesini sağlar.^[8]

Bu çalışmada ameliyat sonrasında kolesteatom ve GD tanısı konulan hastaların ameliyat öncesi MRG'lerinde EP-DAG'nin önemini GDK değerleri doğrultusunda sunmayı amaçladık.

HASTALAR VE YÖNTEMLER

Sağlık Bakanlığı İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji Kliniği'ne Aralık 2009 ve Mayıs 2011 tarihleri arasında birincil kazanılmış kolesteatomlu kronik otitis media (KOM) ön tanısı ile başvuran ve ameliyat öncesi kliniğimizde kulak MRG ve DAG ile değerlendirilen toplam 91 hasta (52 erkek, 39 kadın; ort. yaş 40.7 ± 15.8 yıl; dağılım 3-77 yıl) çalışmaya alındı. Hastaların ameliyat bulguları ve patoloji sonuçları ile DAG sonuçları karşılaştırıldı.

Tüm hastaların konvansiyonel MRG ve DAG incelemeleri 1,5-Tesla süper iletkenli MRG cihazı (Signa HDxt, GE Medical Systems, Milwaukee, Wisconsin, USA) ile HRBrain koil kullanılarak gerçekleştirildi. Görüntüleme protokolünde rutin olarak kullanılan aksiyel ve koronal FSE T₁ ağırlıklı görüntü (AG) (TR/TE/NEX= 620 ms/8.5 ms/2), aksiyel ve koronal FSE T₂AG

(TR/TE/NEX= 2750 ms/100 ms/2) ve matriks boyutu 512x512 kullanılarak elde edildi.

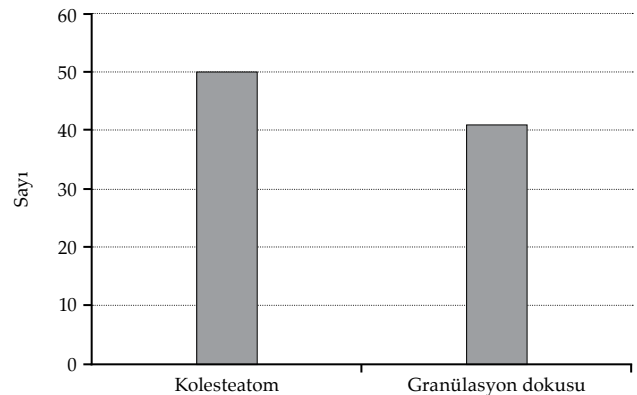
Difüzyon ağırlıklı görüntüleme, aksiyel planda T₂AG eş olarak spin eko (SE) EP sekansı kullanılarak (TR/TE/kesit kalınlığı/kesit aralığı/matriks/NEX= 3650/100/3/256x256/2) ve b-değeri 1000 sn/mm² uygulanarak elde edildi. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme haritaları ayrı bir iş istasyonunda (Advantage Workstation 4,4-GE Medical Systems) yazılım programı (Functool) kullanılarak oluşturuldu.

Hastalar görüntü arşivleme ve iletişim sistemi (PACS) ve radyoloji bilgi sistemi (RBS) kullanılarak geriye dönük olarak tarandı. Görüntüler hastalar hakkında bilgi sahibi olmayan, alanında uzman ve birbirlerinden bağımsız iki radyolog tarafından rutin olarak değerlendirilip raporlandı.

T₂AG'de lezyonun tariflendiği yerde, DAG'de beyin dokusu ile karşılaştırıldığında yüksek yoğunluklu sinyal varsa kolesteatom diye yorumlandı. Daha sonra sayısal değerlendirme için ise PACS kullanılarak hastaların görüntüleri iş istasyonuna aktarıldı. Her hasta için DAG ve GDK görüntüleri kullanılarak, lezyonun en çok parlayan yerinden 4-15 mm²'lik ilgi alanı (ROI) seçilerek ölçümler yapıldı. Tüm hastalar için hesaplanan ROI değerleri kullanılarak, DAG ve GDK değerleri hesaplandı. Hastaların yaşı, cinsiyeti ve kolesteatomun çapı not edildi. Ölçümler sonucu oluşturulan yeni görüntüler PACS'a gönderildi. Gerekli hastaların görüntüleri PACS'tan kopyalanarak çalışmada kullanıldı.

BULGULAR

Kolesteatom şüphesi bulunan KOM'li 91 hastanın tamamı ameliyat edildi ve ameliyat sonuçlarına göre hastaların 50'sinde (%54.9)



Şekil 1. Kolesteatom-granülasyon dokusu dağılımı.

kolesteatom, 41'inde (%45.1) GD saptandı (Şekil 1). Gruplara göre hastaların demografik özellikleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmadı.

Kolesteatomlu hastalarda ölçülen ortalama GDK değeri $0.83 \pm 0.21 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ (dağılım $0.6 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn} - 1.8 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$) bulundu. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme değerleri ortalama 713.6 ± 302.1 (dağılım 193-1455) ölçüldü (Şekil 2).

Granülasyon dokusu olan hastalarda ölçülen ortalama GDK değeri $1.79 \pm 0.37 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ (dağılım $0.7 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn} - 2.4 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$) bulundu. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme değerleri GD'li hastalarda ortalama 226.4 ± 119.5 (dağılım 60-576) ölçüldü (Şekil 3).

Kolesteatom grubundaki hastaların DAG değerleri, GD grubundaki hastalara göre anlamlı olarak yüksek bulundu ($p < 0.05$). Kolesteatom grubundaki hastaların GDK değer ortalaması, GD grubundaki hastalara göre anlamlı olarak düşük bulundu ($p < 0.05$) (Tablo 1).

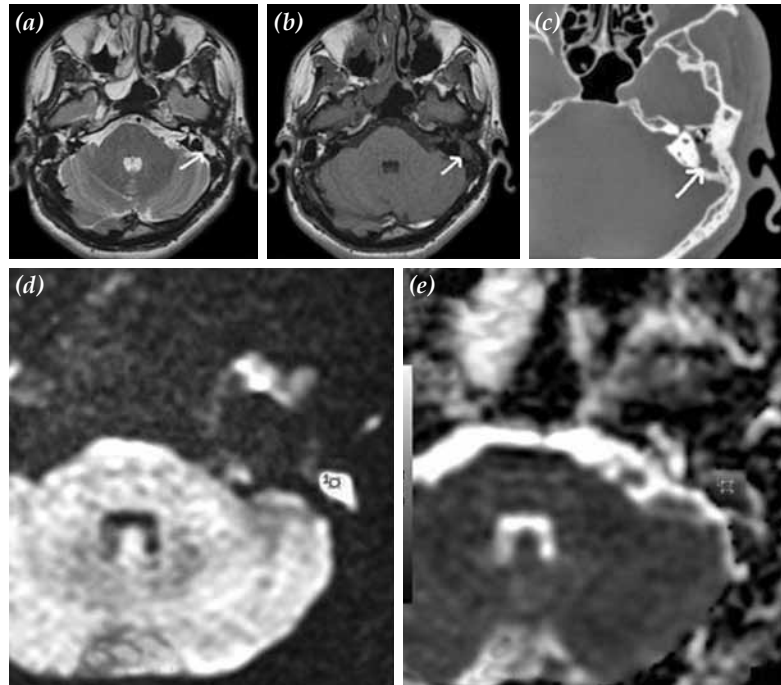
Kolesteatom grubundaki hastaların sekizi (%16.0) $< 5 \text{ mm}$, 24'ü (%48.0) $6-10 \text{ mm}$, 13'ü (%26.0) $11-15 \text{ mm}$, beşi (%10.0) $> 16 \text{ mm}$ idi (Şekil 4).

Kolesteatom grubundaki hastaların 44'ü (%88.0) GDK $< 1 \text{ mm}^2/\text{sn}$, altısı (%12.0) GDK $\geq 1 \text{ mm}^2/\text{sn}$ idi. Granülasyon dokusu grubundaki hastaların biri (%2.4) GDK $< 1 \text{ mm}^2/\text{sn}$, 40'ı (%97.6) GDK $\geq 1 \text{ mm}^2/\text{sn}$ idi. Kolesteatom grubundaki hastalarda GDK $< 1 \text{ mm}^2/\text{sn}$ oranı yüksek iken; GD grubundaki hastalarda GDK $\geq 1 \text{ mm}^2/\text{sn}$ oranı yüksekti ($p < 0.01$) (Şekil 5).

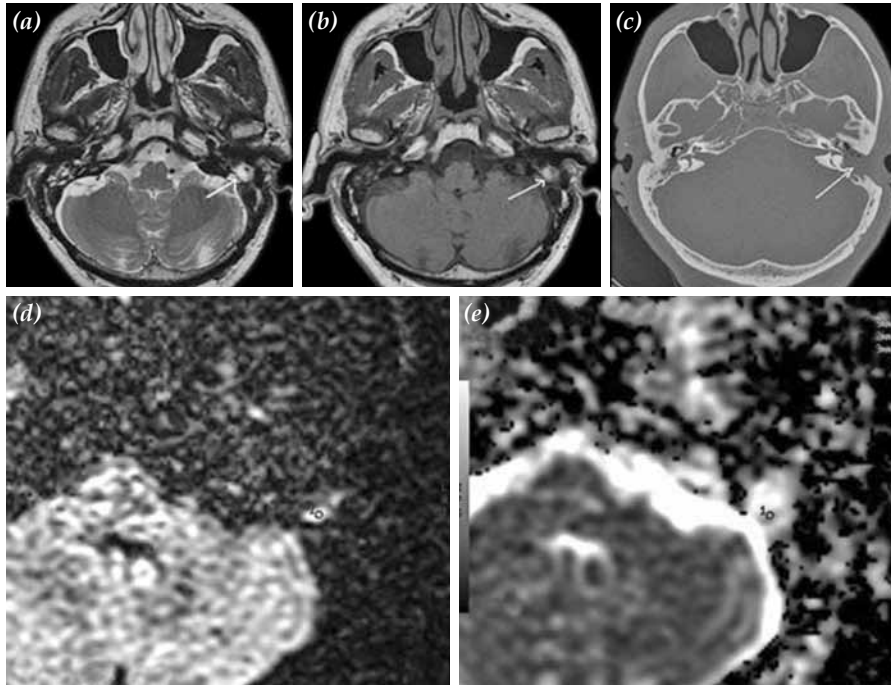
Kolesteatomlu hastalarda GDK değeri, *cut off* değeri olan $1.050 \text{ mm}^2/\text{sn}$ 'nin üzerinde olan dört hastadan üçünün kolesteatom boyutu $< 5 \text{ mm}$ idi, diğer hastada ise boyut $6-10 \text{ mm}$ arasındaydı (Şekil 6a).

Kolesteatomlu hastalarda lezyon boyutu arttığında DAG değerleri anlamlı olarak yüksek bulundu (Şekil 6b).

Çalışmamızda duyarlılık %97.6; özgüllük %92.0; yalancı negatif oranı %2.4; yalancı pozitif



Şekil 2. Otuz bir yaşında kolesteatomlu erkek hasta. Solda epitympanum ve mastoid antrumunda (a) T₂ ağırlıklı görüntülerde hiperintens, (b) T₁ ağırlıklı görüntülerde hipointens sinyal değişiklikleri izlendi. (c) Temporal kemik bilgisayarlı tomografide bu alanda yumuşak doku yoğunluğunda lezyon vardı. (d) Difüzyon ağırlıklı görüntüleme hiperintens, (e) difüzyon katsayısında hipointens sinyaller saptandı. Bu bölgelerden ilgi alanı ölçümleri yapılmıştır (difüzyon ağırlıklı görüntüleme: 1367, difüzyon katsayısı: $0.78 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$).



Şekil 3. Sol kulakta geçirilmiş masteidektomi ameliyatı öyküsü olan granülasyon dokulu erkek hasta. Solda ameliyat alanını doldurup timpanik boşluğa ilerleyen alanda (a) T₂ ağırlıklı görüntüler ve (b) T₁ ağırlıklı görüntülerde hiperintens sinyaller izlendi. (c) Aksiyel kesit bilgisayarlı tomografide bu alanda yumuşak doku yoğunlukları vardı. (d) Difüzyon ağırlıklı görüntüleme hiperintens. (e) Difüzyon katsayısında hipointens sinyaller saptandı. Bu bölgelerden ilgi alanı ölçümleri yapılmıştır (difüzyon ağırlıklı görüntüleme: 506, difüzyon katsayısı: $1.9 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$).

oranı %12.0; pozitif öngörü değeri %87.0; negatif öngörü değeri %97.8 olarak bulundu.

TARTIŞMA

Kolesteatom orta kulak ve mastoid hücrelerde görülebilen, skuamöz hücreli epitel ile döşeli içinde deskuame debrisler içeren epidermal inklüzyon kistleridir. Kolesteatomun görüntülenmesi ameliyat öncesi seçilecek cerrahinin planlanması ve ameliyat sonrası takip açısından önemlidir.^[1] Kolesteatomun tıp kaynaklarına girmesinden bu yana yaklaşık 300 yıl geçmesine ve son zamanlarda gelişmiş kesitsel görüntüleme tekniklerinin uygulamaya girmesine

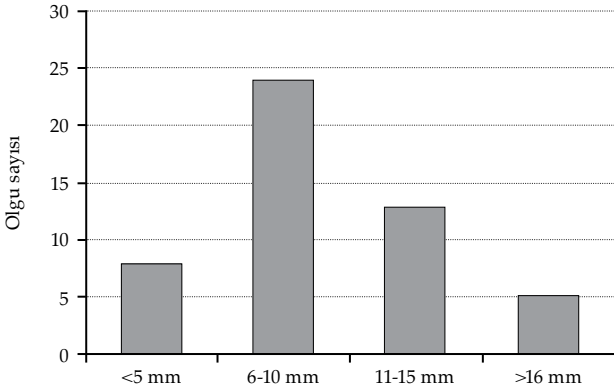
rağmen saptanmasında halen zorluklar yaşanmaktadır.^[9]

Çok kesitli bilgisayarlı tomografi yüksek uzaysal çözünürlük sayesinde orta kulak ve mastoid hücrelerin değerlendirilmesinde yüksek duyarlılığa sahiptir^[9] ve fasiyal sinir, semisirküler kanallar, kemikçik sistem, tegmen timpani, sigmoid sinüs ve diğer önemli anatomik yapılar hakkında faydalı bilgiler verir. Bilgisayarlı tomografide kemikçik zincir erozyonu, dış semisirküler kanal fistülü, tegmen destrüksiyonu gibi bulgular varlığında kolesteatomdan şüphelenilir. Ancak BT'nin orta kulak veya mastoid hücrelerde yumuşak doku yoğunluğu varlığında,

Tablo 1. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme ve görünür difüzyon katsayısı değerlerinin gruplara göre dağılımı

	Kolesteatom	Granülasyon dokusu	t	p
	Ort.±SS	Ort.±SS		
Difüzyon ağırlıklı görüntüleme	713.600±302.166	226.439±119.549	10.447	<0.001
Görünür difüzyon katsayısı (mm ² /sn)	0.836±0.217	1.795±0.373	-14.586	<0.001

Ort.±SS: Ortalama ± standart sapma.



Şekil 4. Hastaların kolesteatom boyutlarına göre dağılımı.

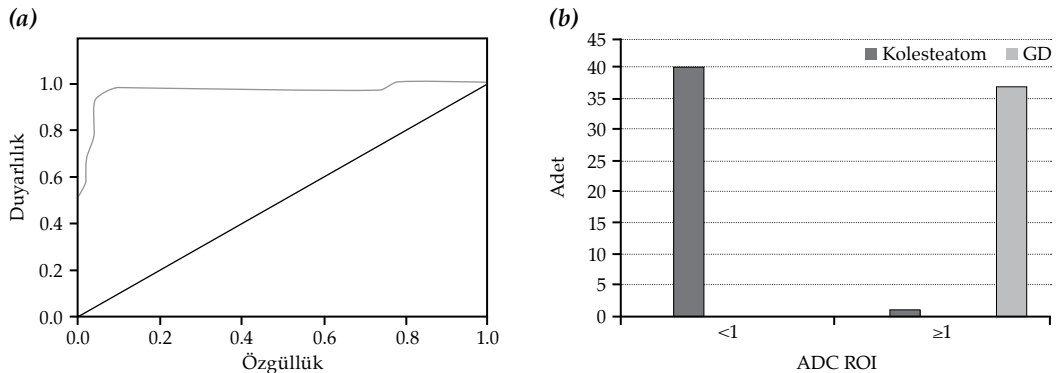
bu yumuşak doku yoğunluğunun kolesteatoma mı bağlı yoksa GD, mukoid sekresyon veya başka bir nedene mi bağlı olduğunu ayırt etmek zordur.^[6] Klinik çalışmalarda kolesteatomun görüntülenmesinde BT'nin duyarlılığı ve özgüllüğü 43 hastadan oluşan bir çalışmada^[2] sırasıyla %43 ve %48, bir başka çalışmada^[5] ise %44 ve %53 bulunmuştur. Bu sonuçlar gösteriyor ki tek başına ÇKBT, orta kulak veya mastoid hücrelerde yumuşak doku yoğunluğu varlığında kolesteatomun ayırıcı tanısını yapmakta yetersizdir.

Son yıllarda MRG'nin, kolesteatomun görüntülenmesindeki değeri giderek artmaktadır. Manyetik rezonans görüntüleme kolesteatomu diğer dokulardan BT'ye kıyasla daha iyi ayırt edebilir. Ancak yine de klasik MRG'nin kolesteatomu diğer yumuşak dokulardan veya mukoid sekresyonlardan ayırt etmesi zordur.^[1,8] Yapılan çalışmalarda kolesteatomun görüntülenmesinde konvansiyonel MRG'nin duyarlılığı %57 ile %79, özgüllüğü ise %63 ile %71

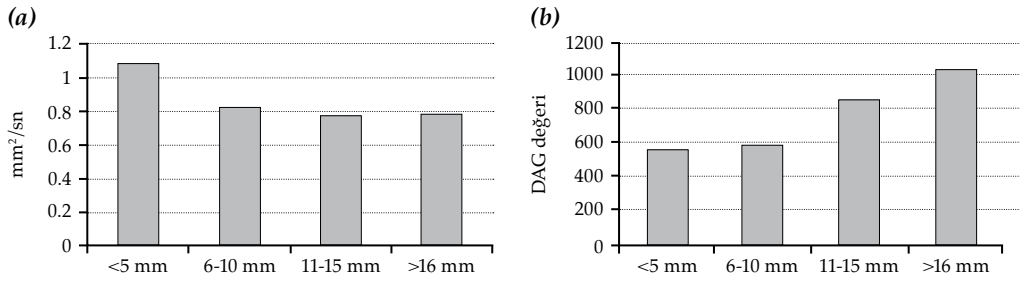
arasında değişmektedir. Diğer çalışmalardaki bu sonuçlar gösteriyor ki, tek başına konvansiyonel MRG kolesteatomun ayırıcı tanısını yapmakta yetersizdir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda kolesteatomun görüntülenmesinde EP-DAG MR, gecikmeli kontrast sonrası T₁-ağırlıklı MR (DP-MR) ve NonEP-DAG MR teknikleri üzerinde durulmaktadır.^[6,7]

Difüzyon ağırlıklı görüntüleme yakın zamanlarda klinik uygulama alanına girmeye başlayan yeni bir fonksiyonel görüntüleme yöntemidir. Temel özelliği doku içindeki su moleküllerinin hareketlerini yansıtması (Brownian hareketleri), böylece doku bütünleşmesi hakkında bilgi sağlamasıdır. Konvansiyonel MRG'de H₂O (su) moleküllerinin doku içindeki difüzyon olayının, elde edilen MR sinyaline katkısı çok küçüktür. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme ise çok güçlü manyetik gradyentler eşliğinde EP sekansı kullanılarak su moleküllerinin hareketlerini görüntülemek mümkün olmaktadır. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme artefaktlara karşı özellikle de hareket artefaktlarına karşı aşırı duyarlıdır. Daha hızlı görüntüleme sağlayan EP sekanslar görüntülerin kalitesini büyük oranda düzeltmiştir. Bu yöntemle tamamen su molekülünün hareketlerine bağlı olan görüntüler elde edilebilmekte, bu da EP-DAG ya da sadece DAG olarak tanımlanmaktadır. Görünür difüzyon katsayısı değeri adı verilen su difüzyonu değerinin matematiksel olarak ölçümü, yalnızca EP-DAG yöntemi ile mümkün olmaktadır.^[10,11]

'b' değeri difüzyon gradyentinin gücünü belirtmektedir. Yüksek 'b' değeri uygulanarak elde edilen kaynak görüntüler difüzyon ağırlıklı görüntüler olarak adlandırılır. Çalışmamızda



Şekil 5. (a) Eğri altında kalan alan %96.7'dir (güven aralığı 0-1; $p < 0.001$). Görünür difüzyon katsayısı değeri kolesteatom-granülasyon dokusu patolojisini %96.7 oranında ayırt edebilmektedir. (b) Cut off değerine göre kolesteatom ve granülasyon dokusu dağılımı izlenmekte. GD: Granülasyon dokusu.



Şekil 6. Kolesteatomlu hastalarda kolesteatomun boyutuna göre (a) görünür difüzyon katsayısı değerleri dağılımı ve (b) difüzyon ağırlıklı görüntüleme değerleri ortalaması. DAG: Difüzyon ağırlıklı görüntüleme.

difüzyon etkisinin olabildiğince etkin olması için 'b' değeri 1000 sn/mm² seçildi.

Kolesteatomun EP-DAG ile görüntülenmesine yönelik benzer çalışmalar yapılmıştır. Duyarlılık ve özgüllük oranları; Aikele ve ark.nın^[1] yaptıkları çalışmada sırasıyla %77 ve %100, Stasolla ve ark.nın^[12] yaptıkları çalışmada %86 ve %100, Jindal ve ark.nın^[13] yaptıkları çalışmada %83 ve %82, Vercruysse ve ark.nın^[14] yaptıkları çalışmada %12.5 ve %100, Venail ve ark.nın^[15] yaptıkları çalışmada ise %60 ve %72 bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ise EP-DAG'nin duyarlılık ve özgüllüğü sırasıyla %97.6 ve %92 bulundu. Özgüllük açısından EP-DAG'nin sonuçları Venail ve ark.nın^[15] yaptıkları çalışma dışında birbiriyle tutarlıdır. Venail ve ark.nın^[15] yaptıkları çalışmada ise yanlış pozitif tanı konulan üç hastanın ikisinde yanlış pozitiflik kulakta silastik şerit bulunmasına ve bunun radyolog tarafından bilinmemesine bağlanmıştır. Duyarlılık açısından sonuçlar ise %12.5 ile %86 arasında değişmektedir. Duyarlılık konusundaki bu farklılığın nedeni incelemeyi yapan kişiler arasındaki yorum farkından kaynaklanmayıp, daha çok bu çalışmalarda görülen kolesteatomun boyutuna bağlanmıştır. Bu çalışmalara ait sonuçların detayları Tablo 2'de verilmiştir.

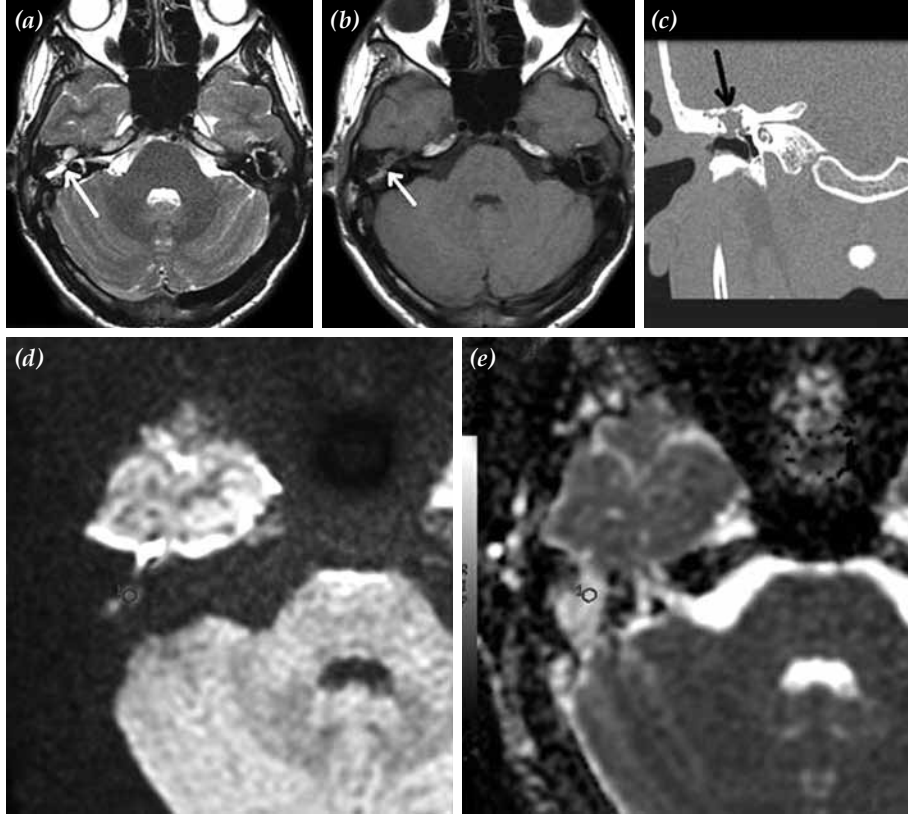
Vercruysse ve ark.nın^[14] yaptıkları çalışmada, 3 mm'den büyük kolesteatom görülen hasta sayısı, tüm hastaların %29'udur. Bundan dolayı duyarlılık %12.5 bulunmuştur. Aikele ve ark.nın,^[1] Vercruysse ve ark.nın,^[14] Jindal ve ark.nın,^[13] Stasolla ve ark.nın,^[12] Venail ve ark.nın^[15] yaptıkları çalışmalarda sadece 5 mm'den büyük kolesteatomları göz önünde tutarsak, bu çalışmalarda duyarlılık %100'e ulaşır. Plouin-Gaudan'ın^[5] yaptığı 21 hastadan oluşan başka bir çalışmada ise yanlış negatif tanı konulan beş hastanın tamamında kolesteatom boyutu 5 mm'nin altında bulunmuştur.

Çalışmamızda GDK değeri 1×10^{-3} mm²/sn'nin üzerinde olan dört (%8) kolesteatomlu hastadan üçünde (%6) lezyon boyutu 5 mm'nin altındaydı, diğer hastada (%2) ise 6 mm idi. Bu hastaların DAG değerleri ortalaması 628 ile kolesteatomlu hastaların genel ortalamalarından (713) düşüktü ancak aradaki fark anlamlı bulunmadı (Şekil 7).

Çalışmamızda kolesteatom boyutu 5 mm'den küçük olan sekiz hastanın (%16) ortalama GDK değeri 1.065×10^{-3} mm²/sn olarak ölçüldü. Bu sonuçlar 5 mm'den küçük kolesteatomların EP-DAG ile görüntülenmesinde GDK değerlerinin tanıya katkısının tek başına yetersiz olduğu sonucunu doğurmaktadır. Aynı hastaların

Tablo 2. Kolesteatom görüntülenmesinde eko-planar difüzyon ağırlıklı görüntüleme ile yapılan çalışma sonuçları

Çalışma	Olgu sayısı	Duyarlılık (%)	Özgüllük (%)
Aikele ve ark. ^[1]	22	77	100
Stasolla ve ark. ^[12]	18	86	100
Jindal ve ark. ^[13]	35	83	82
Vercruysse ve ark. ^[14]	45	12.5	100
Venail ve ark. ^[15]	31	60	72
Bizim çalışmamız	91	96.7	92



Şekil 7. On yedi yaşında kolesteatomlu erkek hasta. Sağda epitimpanumu doldurup mastoid antruma uzanan, skutumu erode eden (a) T₂ ağırlıklı görüntülerde hiperintens, (b) T₁ ağırlıklı görüntülerde hipointens sinyal değişiklikleri izlendi. (c) Koronal kesit temporal kemik bilgisayarlı tomografide bu alanda yumuşak doku yoğunluğunda lezyon saptandı. (d) Difüzyon ağırlıklı görüntüleme ve (e) görünür difüzyon katsayısında ara sinyal intensiteleri vardı. Bu bölgelerden ilgi alanı ölçümleri yapıldı (difüzyon ağırlıklı görüntüleme: 193, görünür difüzyon katsayısı: $1.88 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$). Hastanın kolesteatom boyutu $< 5 \text{ mm}$ idi. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme ve görünür difüzyon katsayısı değerlerindeki farklılıklar kolesteatom boyutunun küçüklüğüne bağlandı.

DAG değerleri ortalama 572 olarak ölçüldü. Bu değer GD'li hastalar için oldukça yüksek olup çalışmamızda sadece bir hastanın DAG değeri bunun üzerindedir. Görünür difüzyon katsayısı ve DAG değerleri birlikte değerlendirildiğinde 5 mm'den küçük kolesteatomların tanısında katkı sağlayacağı sonucuna varıldı. Çalışmamızdaki ayrıntılar Tablo 3'de verilmiştir.

Kolesteatom boyutu 5 mm'den küçük hastaları çalışma dışında bırakırsak kaynaklara benzer biçimde duyarlılık ve özgüllük değerleri %100'e yaklaşmaktadır. Lezyon boyutu 5 mm'den büyük 42 hastanın (%84) ortalama GDK değerleri $0.79 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ olarak ölçüldü. Yalnızca bir hastanın (%2) GDK değeri $1 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ 'nin üzerindedir. Bu hastaların ortalama DAG değerleri 740 olarak hesaplandı.

Eko-planar DAG ile ilgili çalışmalarda 5 mm'den küçük kolesteatomların atlanmasının bir nedeni de MRG çekim tarihi ile ameliyat

Tablo 3. Kolesteatom boyutları 5 mm'den küçük hastaların görünür difüzyon katsayısı değerleri

Hasta no	DAG değerleri	GDK değerleri ($\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$)
1	535	0.9
2	798	0.82
3	540	0.7
4	1357	1.1
5	425	0.72
6	331	0.88
7	402	1.6
8	193	1.8

DAG: Difüzyon ağırlıklı görüntüleme; GDK: Görünür difüzyon katsayısı.

tarihi arasındaki sürenin uzun olması olabilir. Bundan dolayı çekim tarihi mümkün olduğu kadar ameliyat gününe yakın olmalıdır.^[5]

Ameliyat sonrası kalıntı kolesteatomların tespiti ve takibinde, 5 mm'den küçük lezyonlar EP-DAG'da atlanabilir. Bu hastalara ikinci bakış ameliyatı yapmaktansa, 5 mm'den küçük kolesteatomların kısa dönem prognostik etkileri az olduğundan atlanan küçük kolesteatomlar 5 mm'ye ulaşıncaya kadar tekrarlayan EP-DAG'ler ile takip edilebilir. Lezyon 5 mm veya daha büyük boyutlara ulaştığında EP-DAG ile yakalanabilir. Bu tekrarlayan çekimler ikinci bakış ameliyatına göre daha az masraflıdır ve komplikasyonu yoktur. Ayrıca bir diğer avantajı da hastanın çekim sırasında radyasyon almamasıdır. Tekrarlayan MRG çekimlerinin hangi aralıklarla yapılması gerektiği konusunda kaynaklarda yeterli bilgi yoktur. Bunun belirlenmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Eko-planar DAG, 5 mm'nin üzerindeki kolesteatomların görüntülenmesinde %100'lere yaklaşan duyarlılığı ile değerli bir görüntüleme yöntemidir.^[15]

Kafa tabanında hava kemik artefaktlarının görülmesi, kalın kesit alınması, görüntü çözünürlüğünün düşük olması EP-DAG'nin dezavantajlarıdır. Ayrıca EP-DAG'de koklea, vestibül ve semisirküler kanallar gibi önemli anatomik oluşumlar izlenmez.^[15]

Thiriati ve ark.^[16] yaptıkları çalışmada olguları sadece kolesteatom (grup 1), kolesteatoma eşlik eden apse (grup 2) ve sadece apse içeren dokular (grup 3) biçiminde üç farklı gruba ayırmış ve bunların GDK değerlerini kıyaslamıştır. Görünür difüzyon katsayısı değerleri grup 1'de ortalama $0.90 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$, grup 2'de $0.67 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ ve grup 3'de $0.41 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ bulunmuştur. Çalışmalarında apseli dokulardaki GDK değerlerinin kolesteatomlu dokulara oranla anlamlı düşük olduğu görülmüştür. Chang ve ark.^[17] kistik, nekrotik beyin tümörleri ile beyin apselerini karşılaştırdıkları çalışmalarında apseli dokularda ortalama GDK değerini $0.65 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ olarak bulmuşlardır. Bir başka çalışmada Leuthardt ve ark.^[18] piyojenik apseli dokularda ortalama GDK değerini $0.53 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ olarak belirtmişlerdir.

Çalışmamızda ameliyat sonucu GD bildirilen hastaların %97.6'sında GDK değerleri $1 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ 'nin üzerindeydi. Bu hastaların

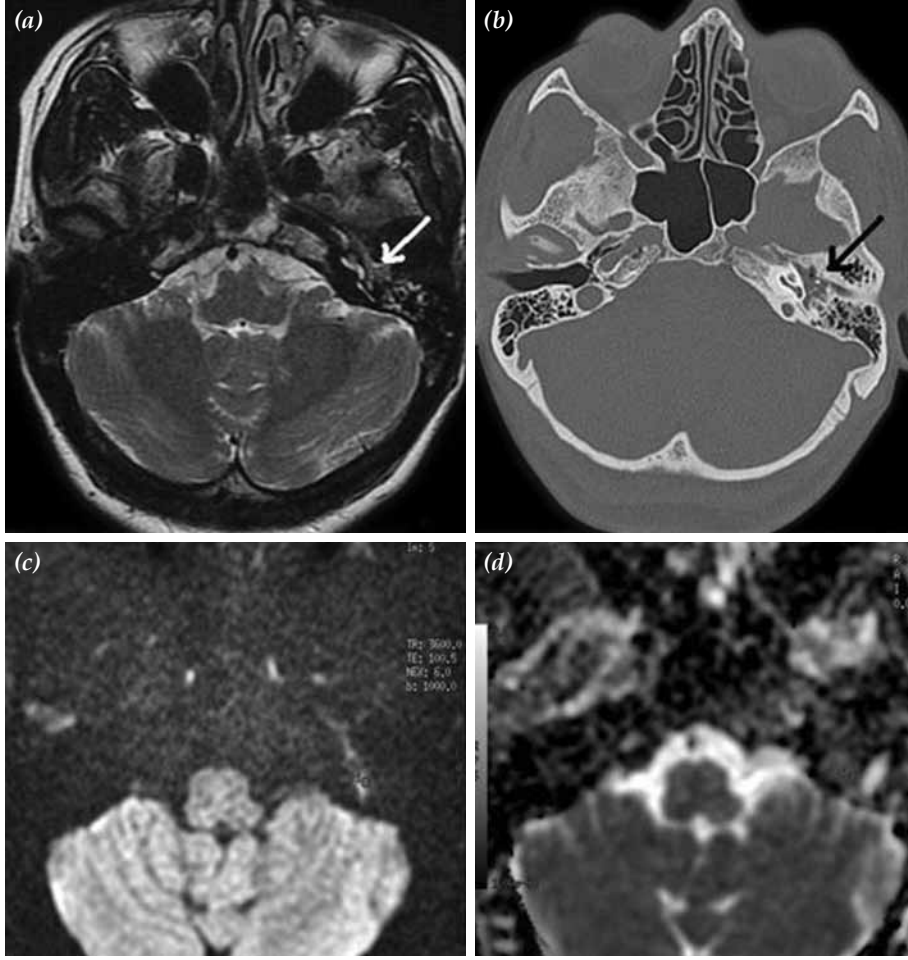
ortalama GDK değerleri $1.79 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$, ortalama DAG değerleri 226 olarak ölçüldü. Sadece bir hastada (%2.4) GDK değeri $0.7 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ hesaplandı. Bu hastanın patolojisinde GD'ye nekrotizan iltihaplı dokular ve apse eşlik etmekteydi. Görünür difüzyon katsayısı değerindeki farklılık buna bağlandı (Şekil 8).

Gecikmeli kontrast sonrası-MR, kolesteatomun görüntülenmesinde kullanılan ve faydaları gösterilen bir diğer inceleme yöntemidir. Literatürdeki diğer çalışmalarda DP-MR'ın duyarlılık ve özgüllüğü farklılıklar göstermektedir. Kolesteatomun görüntülenmesinde DP-MR'ın duyarlılığı ve özgüllüğü, Williams ve ark.nın^[19] çalışmasında sırasıyla %85.2 ve %92.6, Ayache ve ark.nın^[20] çalışmasında %90 ve %100, Venail ve ark.nın^[15] çalışmasında %90 ve %54, De Foer ve ark.nın^[21] çalışmasında ise %56 ve %67 olarak bulunmuştur. Gecikmeli kontrast sonrası-MR yorumlanmasında deneyim çok önemlidir. Kaynaklarda DP-MR'ın sonuçlarının farklı olmasının bir nedeni de deneyimle ilişkili olarak görüntülerin yorumlanmasındaki farklılığa bağlanmıştır.^[21]

Gecikmeli kontrast sonrası-MR ile EP-DAG'nin karşılaştırıldığı Venail ve ark.nın^[15] yaptıkları 31 olgudan oluşan çalışmada; kolesteatom boyutu 5 mm'den küçük veya büyük tüm olgular dikkate alındığında duyarlılık açısından DP-MR, EP-DAG'ye kıyasla üstün bulunurken, özgüllük açısından ise tam tersine EP-DAG, DP-MR'a kıyasla üstün bulunmuştur. Gecikmeli kontrast sonrası-MR'da saptanabilen en küçük kolesteatom boyutu 3 mm olarak belirtilmiştir. Ancak sadece 5 mm'den büyük kolesteatomlar dikkate alındığında EP-DAG için duyarlılık ve özgüllük sırasıyla %100 ve %88, DP-MR için sırasıyla %100 ve %80 olarak bulunmuş olup DP-MR'ın EP-DAG'ye bir üstünlüğü saptanamamıştır.^[15] Bu çalışmaya ait detaylar Tablo 4'te verilmiştir.

Koklea, vestibül, semisirküler kanal gibi önemli anatomik oluşumlar DP-MR'da EP-DAG'ye kıyasla daha iyi görüntülenir. Ancak kontrast madde gerektirmesi, çekim süresinin uzun olması (ortalama 45 dk) ve buna bağlı özellikle çocuklarda genel anestezi gerektirmesi DP-MR'ın EP-DAG ile karşılaştırıldığında en belirgin dezavantajlarıdır.^[15]

NonEP-DAG incelemesi; kolesteatomun görüntülenmesinde son yıllarda üzerinde durulan bir yöntemdir. Eko planar-DAG'de olduğu gibi, kolesteatom dokusunu yüksek sinyal



Şekil 8. Kırk bir yaşında granülasyon dokulu kadın hasta. Solda mezotimpanum ve epitimpanumu dolduran (a) T₂ ağırlıklı görüntülerde hiperintens görünümde alan izlendi. (b) Aksiyel kesit temporal kemik bilgisayarlı tomografide bu alanda yumuşak doku yoğunlukları vardı. (c) Difüzyon ağırlıklı görüntüleme hiperintens, (d) difüzyon ağırlıklı görüntüleme hipointens sinyaller saptandı. Bu bölgelerden ilgi alanı ölçümleri yapıldı (difüzyon ağırlıklı görüntüleme: 220, görünür difüzyon katsayısı: $0.70 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$). Hastanın patoloji sonucunda granülasyon dokularına nekrotizan apse eşlik etmekteydi. Görünür difüzyon katsayısı değerindeki farklılık var olan iltihaplı dokuya bağlandı.

yoğunluğunda, GD vb. diğer dokuları düşük sinyal yoğunluğunda göstererek kolesteatomu diğer dokulardan ayırır.^[21,22] Kaynaklarda özellikle 5 mm'den küçük kolesteatomların görün-

tülenmesi açısından NonEP-DAG'nin duyarlılığı ve özgüllüğü EP-DAG'ye kıyasla daha yüksektir ve NonEP-DAG'de gösterilebilen en küçük kolesteatom boyutu 2 mm olarak belirtilmiştir.

Tablo 4. Kolesteatom boyutuna göre eko planar-difüzyon ağırlıklı görüntüleme ve delayed postcontrast T₁-ağırlıklı manyetik rezonans karşılaştırmalı sonuçları^[15]

	EP-DAG			DP-MR		
	Toplam seri	Kolesteatom boyutu (>3 mm)	Kolesteatom boyutu (>5 mm)	Toplam seri	Kolesteatom boyutu (>3 mm)	Kolesteatom boyutu (>5 mm)
Duyarlılık (%)	60	75	100	90	100	100
Özgüllük (%)	72	84	88	54	75	80

EP-DAG: Eko planar-difüzyon ağırlıklı görüntüleme; DP-MR: Delayed postcontrast T₁-ağırlıklı manyetik rezonans.

Bunun nedeni, NonEP-DAG'de daha ince kesit alınmasına, daha yüksek çözünürlüğünün olmasına ve kafa tabanında hava kemik artefaktlarının görülmemesine bağlanmıştır.^[21,23,24]

Kolesteatomun görüntülenmesinde NonEP-DAG'nin duyarlılığı ve özgüllüğü sırasıyla Dubrulle ve ark.nın^[22] çalışmasında %100 ve %93, De Foer ve ark.nın^[21] çalışmasında %82 ve %88, Dhepnorrarat ve ark.nın^[25] çalışmasında ise her iki değer %100 bulunmuştur.

Kaynaklarda orta kulak veya mastoid hücrelerde bulunan kolesteatoma yönelik kapalı teknik kulak cerrahisi yapılan hastalarda, kalıntı veya tekrarlayıcı kolesteatomu dışlamak için %6 ile %57 arasında değişen oranlarda ikinci bakış ameliyatları uygulanmaktadır. Bu ameliyatların maliyetinin yüksek olması, tekrar anestezi gerektirmesi ve işlem esnasında komplikasyon görülme riskinin olması gibi dezavantajları vardır. İkinci bakış ameliyatlarının sıklığını azaltmak için EP ve nonEP-DAG yöntemleri üzerinde durulmaktadır. EP-DAG'de, 5 mm'den küçük kolesteatomlar atlansa bile, küçük kolesteatomların kısa dönem prognostik etkileri az olduğundan tekrarlayan çekimler ile kolesteatom boyutu 5 mm'ye ulaştığında yakalanabilir. Bu tekrarlayan çekimler ikinci bakış ameliyatlarına göre daha az masraflıdır ve komplikasyonu yoktur.^[15]

Teşekkür

Uz. Dr. A. Yüksel Barut ve Doç. Dr. Adil Öztürk'e teşekkür ederiz.

Çıkar çakışması beyanı

Yazarlar bu yazının hazırlanması ve yayınlanması aşamasında herhangi bir çıkar çakışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Finansman

Yazarlar bu yazının araştırma ve yazarlık sürecinde herhangi bir finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

KAYNAKLAR

1. Aikele P, Kittner T, Offergeld C, Kaftan H, Hüttenbrink KB, Laniado M. Diffusion-weighted MR imaging of cholesteatoma in pediatric and adult patients who have undergone middle ear surgery. *AJR Am J Roentgenol* 2003;181:261-5.
2. Tierney PA, Pracy P, Blaney SP, Bowdler DA. An assessment of the value of the preoperative computed tomography scans prior to otoendoscopic 'second look' in intact canal wall mastoid surgery. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 1999;24:274-6.
3. Blaney SP, Tierney P, Oyarazabal M, Bowdler DA. CT scanning in "second look" combined approach tympanoplasty. *Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord)* 2000;121:79-81.
4. Wake M, Robinson JM, Witcombe JB, Bazerbach S, Stansbie JM, Phelps PD. Detection of recurrent cholesteatoma by computerized tomography after 'closed cavity' mastoid surgery. *J Laryngol Otol* 1992;106:393-5.
5. Plouin-Gaudon I, Bossard D, Fuchsmann C, Ayari-Khalfallah S, Froehlich P. Diffusion-weighted MR imaging for evaluation of pediatric recurrent cholesteatomas. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2010;74:22-6.
6. Abeele D, Coen E, Parizel PM, Van de Heyning P. Can MRI replace a second look operation in cholesteatoma surgery? *Acta Otolaryngol* 1999;119:555-61.
7. Kimitsuki T, Suda Y, Kawano H, Tono T, Komune S. Correlation between MRI findings and second-look operation in cholesteatoma surgery. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 2001;63:291-3.
8. Tosun A. Kolesteatom tanısında difüzyon ağırlıklı manyetik rezonans görüntülemenin rolü. *Türkiye Klinikleri J Med Sci* 2008;28:265-8.
9. Baráth K, Huber AM, Stämpfli P, Varga Z, Kollias S. Neuroradiology of cholesteatomas. *AJNR Am J Neuroradiol* 2011;32:221-9.
10. Güney B, Kitiş Ö, Çallı C, Yunten N. İntrakranial kistik lezyonlarda difüzyon-ağırlıklı MR görüntüleme. *Ege Tıp Dergisi* 2003;42:107-13.
11. Dietrich O, Biffar A, Reiser MF, Baur-Melnyk A. Diffusion-weighted imaging of bone marrow. *Semin Musculoskelet Radiol* 2009;13:134-44.
12. Stasolla A, Magliulo G, Parrotto D, Luppi G, Marini M. Detection of postoperative relapsing/residual cholesteatomas with diffusion-weighted echo-planar magnetic resonance imaging. *Otol Neurotol* 2004;25:879-84.
13. Jindal M, Doshi J, Srivastav M, Wilcock D, Irving R, De R. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the management of cholesteatoma. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2010;267:181-5.
14. Vercruysse JP, De Foer B, Pouillon M, Somers T, Casselman J, Offeciers E. The value of diffusion-weighted MR imaging in the diagnosis of primary acquired and residual cholesteatoma: a surgical verified study of 100 patients. *Eur Radiol* 2006;16:1461-7.
15. Venail F, Bonafe A, Poirrier V, Mondain M, Uziel A. Comparison of echo-planar diffusion-weighted imaging and delayed postcontrast T1-weighted MR imaging for the detection of residual cholesteatoma. *AJNR Am J Neuroradiol* 2008;29:1363-8.
16. Thariat S, Riehm S, Kremer S, Martin E, Veillon F. Apparent diffusion coefficient values of middle ear cholesteatoma differ from abscess and cholesteatoma admixed infection. *AJNR Am J Neuroradiol* 2009;30:1123-6.
17. Chang SC, Lai PH, Chen WL, Weng HH, Ho JT, Wang JS, et al. Diffusion-weighted MRI features of brain abscess and cystic or necrotic brain tumors: comparison with conventional MRI. *Clin Imaging* 2002;26:227-36.
18. Leuthardt EC, Wippold FJ 2nd, Oswood MC, Rich KM. Diffusion-weighted MR imaging in the

- preoperative assessment of brain abscesses. *Surg Neurol* 2002;58:395-402.
19. Williams MT, Ayache D, Alberti C, Héran F, Lafitte F, Elmaleh-Bergès M, et al. Detection of postoperative residual cholesteatoma with delayed contrast-enhanced MR imaging: initial findings. *Eur Radiol* 2003;13:169-74.
 20. Ayache D, Williams MT, Lejeune D, Corré A. Usefulness of delayed postcontrast magnetic resonance imaging in the detection of residual cholesteatoma after canal wall-up tympanoplasty. *Laryngoscope* 2005;115:607-10.
 21. De Foer B, Vercruyse JP, Bernaerts A, Meerschaert J, Kenis C, Pouillon M, et al. Middle ear cholesteatoma: non-echo-planar diffusion-weighted MR imaging versus delayed gadolinium-enhanced T1-weighted MR imaging--value in detection. *Radiology* 2010;255:866-72.
 22. Dubrulle F, Souillard R, Chechin D, Vaneecloo FM, Desaulty A, Vincent C. Diffusion-weighted MR imaging sequence in the detection of postoperative recurrent cholesteatoma. *Radiology* 2006;238:604-10.
 23. Dhepnorrarat RC, Wood B, Rajan GP. Postoperative non-echo-planar diffusion-weighted magnetic resonance imaging changes after cholesteatoma surgery: implications for cholesteatoma screening. *Otol Neurotol* 2009;30:54-8.
 24. De Foer B, Vercruyse JP, Bernaerts A, Deckers F, Pouillon M, Somers T, et al. Detection of postoperative residual cholesteatoma with non-echo-planar diffusion-weighted magnetic resonance imaging. *Otol Neurotol* 2008;29:513-7.
 25. Dhepnorrarat RC, Wood B, Rajan GP. Postoperative non-echo-planar diffusion-weighted magnetic resonance imaging changes after cholesteatoma surgery: implications for cholesteatoma screening. *Otol Neurotol* 2009;30:54-8.