



T.C.

SAĞLIK BAKANLIĞI

OKMEYDANI EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ

RADYOLOJİ KLİNİĞİ

KOLESTEATOM TANISINDA

EKOPLANAR DİFFÜZYON MRI'IN YERİ

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Dr. Emine BALKAN TAŞDÖNDEREN

İSTANBUL, 2010



T.C.

SAĞLIK BAKANLIĞI

OKMEYDANI EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ

RADYOLOJİ KLİNİĞİ

KOLESTEATOM TANISINDA

EKOPLANAR DİFFÜZYON MRI'IN YERİ

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Dr. Emine BALKAN TAŞDÖNDEREN

Tez Danışmanı:

Uzm.Dr. Suzan DENİZ ÖNOL

İSTANBUL, 2010

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimi aldığım S.B İstanbul Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi Başhekimi Sayın Doç.Dr. Adem AKÇAKAYA'ya;

Değerli bilgi ve tecrübelerini daima hoşgörüyü paylaşan klinik hocalarım, Doç.Dr. Zafer ÜNSAL ÇOŞKUN'a ve Doç.Dr. Şaban ODABAŞI'ya;

Tezimin hazırlanmasında katkılarını esirgemeyen tez danışmanım Uzm. Dr. Suzan Deniz Önal' a ve 2. KBB Klinik Şefi Doç.Dr. Yavuz UYAR'a;

Asistan olarak görev yapmaktan onur duyduğum Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji Kliniği uzmanlarına, birlikte çalışmaktan büyük keyif aldığım asistan arkadaşlarıma;

Gece gündüz tez çalışmama özveriyle katkı sağlayan kliniğimiz MR teknisyeni Sn. Kader Alpat ve Radyoloji Kliniği çalışanlarına;

Varlıkları ile yaşama azmi veren, hayatı sevgiyle paylaştığım eşim Bedih ve çocuklarım; oğlum Ali Osman, kızım Beyza Nisanur' a teşekkür ederim.

Dr. Emine Balkan Taşdönderen

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TABLolar LİSTESİ	viii
RESİMLER LİSTESİ	ix
KISALTMALAR LİSTESİ	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. KULAK VE TEMPORAL KEMİK EMBRİYOLOJİSİ.....	3
2.2. KULAK VE TEMPORAL KEMİK HİSTOLOJİSİ	4
2.3. KULAK VE TEMPORAL KEMİK FİZYOLOJİSİ	6
2.4. KULAK VE TEMPORAL KEMİK ANATOMİSİ	7
2.4.1. Temporal Kemik Anatomisi	7
2.4.2. İç Kulak Anatomisi	11
2.4.3. Orta Kulak Anatomisi	14
2.4.4. Orta Kulak Kemikçikleri	16
2.4.5. Timpanik Kaslar	18
2.4.6. Dış Kulak	19
2.4.7. Tuba Auditiva (Östaki tüpü)	20
2.4.8. Mastoid Anatomisi	20
2.4.9. Fasiyal Sinir	21

2.5. KULAK VE TEMPORAL KEMİKTE GÖRÜNTÜLEME	22
2.5.1. Konvansiyonel Radyogramlar.....	23
2.5.2. Konvansiyonel Tomografi (Politomografi).....	24
2.5.3. Bilgisayarlı Tomografi (BT).....	24
2.5.4. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG).....	31
2.5.5. Diffüzyon MRG	32
2.5.6. Anjiografi	35
2.6. ORTA KULAĞIN ENFLAMATUAR HASTALIKLARI	36
2.6.1. Orta kulak kolesteatomlarının komplikasyonları	40
2.7. KOLESTEATOMANIN MRI ÖZELLİKLERİ	40
3. VERİ VE YÖNTEM	43
4. BULGULAR.....	45
4.1. OLGULARDAN ÖRNEKLER	47
5. TARTIŞMA.....	54
6. SONUÇ	59
7. KAYNAKLAR.....	61
8. ÖZGEÇMİŞ	68

ÖZET

Amaç: Bu çalışmadaki amaç petröz- kemik yerlesimli kolesteatomların teshisinde difüzyon ağırlıklı MR görüntülemenin değerini vurgulamaktır

Gereç ve Yöntem: Bu çalışmada Mayıs 2010- Ekim 2010 tarihleri arasında S.B. Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji kliniğine Kolesteatom öntanısıyla başvuran 10-61 yaşları arasında (ortalama 30.91) 33 hasta 17 kadın (%51,5) ve 16 erkek (%48,5) incelemeye dahil edildi. Bu hastalarda ameliyat öncesinde kolesteatom ön tanısı için T1, T2, Erken kontrast, Geç kontrast ve DAG ile değerlendirildi. Sonuçlar patoloji sonuçları ile karşılaştırıldı.

Bulgular: Bu çalışmada; Kontrast verimini takiben alınan erken faz kontrast çekimlerinde; toplam 33 hastanın 29'unda hiç kontrastlanma izlenmemiştir. 4 Hastada hafif kontrastlanma izlenmiştir. Patoloji sonuçları ile karşılaştırılınca; Duyarlılığı 0.93, Özgüllüğü 0.60($p<0.05$).

Kontras sonrası geç görüntülerde; 9 hasta hiç kontrastlanmamış veya hafif periferik kontrastlanırken, 21 hastada heterojen, 3 hastada ise homojen kontrastlanma izlenmiştir. Toplam 33 hastadan 30'unda patoloji sonucu kolesteatom raporlanmış olup bizim raporlarımızla uyumluydu. Patoloji sonuçları ile Geç Kontrast sonuçları karşılaştırılınca; Duyarlılığı 0.96, Özgüllüğü 0.62 ($p<0.05$).

Çalışmamızda DAG çekimleri sonucunda toplam 33 hastadan 31'inde DAG da kolesteatom saptadık. Bunlardan 26 hastanın Patoloji sonucu ile uyumlu bulduk. 2 hastada biz granülasyon dokusu raporlamışken, patoloji sonucu kolestatom gelmiştir. 5 hasta DAG da kolesteatom patolojide granülasyon-inflamasyon olarak raporlanmıştır. Bulduğumuz istatistiki veriler; Duyarlılık 0.96, Özgüllük 0.70 ($p<0.05$)

Sonuç: :DAG kolesteatom süphesinde değerli bir metot olup, doğru tanı ve ayırıcı tanı için oldukça anlamlıdır. Ayrıca DAG konvansiyonel manyetik rezonans görüntülemeye (MRG) kombine edilmesiyle rezidüel veya rekürren kolesteatom olgularında orta kulağa yönelik cerrahi tedavi öncesinde önemli katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte, cerrahi endikasyonu tek başına görüntüleme sürecine dayandırmadan, tüm klinik bulgular ve görüntüleme sonuçları bir arada ele alınmalıdır.

Anahtar kelimeler: Diffüzyon Ağırlıklı MR, Ekoplanar MR, Orta kulak, Kolesteatom.

ABSTRACT

Aim: The goal of this study was to examine the value of diffusion weighted MR imaging in detecting cholesteatoma of the petrous bone.

Material and Methods: Study in May 2010 - October 2010 between the MOH Okmeydani Education and Research Hospital clinic between the ages of 10-61 admitted to Cholesteatoma (average 30.91), 33 patients 17 women (51.5%) and 16 men (48.5%) were included to examine. In these patients prior to surgery for the diagnosis of cholesteatoma T1, T2, Early contrast, late contrast and with DAG were compared with pathologic results.

Results: In this study, the efficiency of the contrast from the early phase after contrast shots, 29 of 33 patients have no contrast enhancement, whereas 4 patients showed mild enhancement, when compared with pathology, sensitivity is 0.93 and specificity is 0.60 ($P < 0.05$).

While 9 patients have no or mild peripheral contrast, 21 patients showed heterogeneous, and 3 patients showed homogeneous enhancement, in the late imaging after contrast. In 30 patients pathology results were reported as Cholesteatoma which were consistent with the results of this study. When compared with pathology is sensitivity 0.96 specificity 0.62 ($p < 0.05$).

In this study, cholesteatoma was found 31 patients with DWI. DWI results were consistent with pathology results in 26 patients. For 2 patients while pathology has reported as cholesteatoma, DWI was reported as granulation tissue. For 5 patients while DWI has reported as cholesteatoma, pathology was reported as granulation-inflammation. When compared with pathology is sensitivity 0.96, specificity 0.70 ($p < 0.05$).

Conclusion: DWI is a valuable method in the work up of suspected cholesteatomas. Additionally, DWI combined with conventional magnetic resonance imaging (MRI) can be used to confirm residual or recurrent cholesteatoma in patients who had undergo middle ear surgery. However, indication of surgery should determine by the assessment of clinical signs and imaging results.

Keywords: Diffusion-weighted MR imaging, MR Ekoplanar, middle ear, Cholesteatoma.

TABLÖLAR

Tablo 1: Kolestatom MR Özellikleri	42
Tablo 2: Kadın-Erkek yaş ortalaması	43
Tablo 3: İstatistik Analizi	46

RESİMLER

Resim 1: Temporal kemik skuamöz parçası dıştan görünümü.....	8
Resim 2: Temporal kemik mastoid parçası dıştan görünümü	9
Resim 3: Temporal kemik petröz parça içten görünümü	10
Resim 4: Orta kulağın dış kulak, iç kulak ve beyin ile ilişkisi.....	14
Resim 5: Orta kulağın komşu havalandıran alanlarla ilişkisi	15
Resim 6: Orta kulak kemikçikleri	17
Resim 7: Fasiyal sinirin seyri ve dalları.....	22
Resim 8:Lateral skenogramda orbitomeatal hatla süperior ve inferior seviyeleri ve orta seviyeden alınan örnek aksiyel kesit	25
Resim 9:Orbitomeatal hattın yeri ve aksiyel kesit BT incelemesi için hasta pozisyonu ve gantri açısı	25
Resim 10:Koronal YRBT incelemesi için lateral skenogramda işaretleme ve örnek koronal YRBT kesiti	26
Resim 11:Koronal planda skutum, prussak mesafesi, tegmen timpani, malleus başı, inkus uzun kolu, fasiyal sinir horizontal parçası	26
Resim 12:Aksiyel YRBT kesitinde posteriorda fasiyal reses ve sinüs timpan izleniyor.....	27
Resim 13:Aksiyel planda orta kulak kavitesinde malleus başı ve inkus gövdesi dondurma külâhı.....	27
Resim 14:Fasiyal sinirin internal akustik kanaldan çıktıktan sonra labirintin segmenti ve 1. dönüşü (genikulat)	28
Resim 15:Fasiyal sinirin mastoid (vertikal) segmenti.....	28
Resim 16:Koronal kesitte lateral ve süperior semisirküler kanallar	29
Resim 17:Koronal planda timpanik zarın yapışma yerine göre epitimpanium, mezotimpanium ve hipotimpanium gösterilmekte.....	30
Resim 18: Malleus başı ve inkus gövdesinin oluşturduğu dondurma külâhı görünümü	30
Resim 19: Koronal planda kemikçikler, timpanik zar, fasiyal sinir timpanik segmenti ve kohlea	31

KISALTMALAR

BT.....	Bilgisayarlı Tomografi
DA.....	Diffüzyon Ağırlıklı
DAG	Diffüzyon Ağırlıklı Görüntüleme
DWI.....	Diffusion weighted imaging
EPI.....	Eko-planar Görüntüleme
FOV	Sinyal Alanı
IVKM.....	İntra Venöz Kontrast Madde
KOM	Kronik Otitis Media
KSOM.....	Kronik Süpüratif Otitis Media
MR	Mağnetik Rezonans
NSA.....	Görüntü Averaj Sayısı
NKD	Negatif Kestirim Değeri
PKD.....	Pozitif Kestirim Değeri
SS	Single Shot
SE.....	Spin-Eko
TSE.....	Turbo Spin-eko
TE.....	Eko Zamanı
TR.....	Tekrarlama zamanı

1. GİRİŞ

Preoperatif kolesteatoma tanısı timpanik membranın sağlam olduğu olgular ile şiddetli inflamasyonun eşlik ettiği olgularda ya da daha önce cerrahi geçirmiş olgularda güçtür. Bununla birlikte cerrahi tedavi endikasyonu için yüksek bir güven düzeyi gerekmektedir. Tanıyı kesinlemek ve kolesteatomanın kapsamını incelemek üzere bugüne kadar temporal kemikte yüksek çözünürlüklü BT ve MRI kullanılmıştır. Bizim çalışmamızın amacı, difüzyon ağırlıklı (DA) MRI'nın kolesteatoma tanısında ilave bir değer temin edip etmediğini ya da difüzyon ağırlıklı görüntülemeye (DAG) sinyal artışında spesifik olmayan faktörlerin rol oynayıp oynamadığını belirlemektir.

DA-MRI yöntemi su moleküllerinin rastgele moleküler hareketlerinin ölçümüne dayanmaktadır. Çeşitli doku türlerinde, suyun difüzyon katsayısına göre bunların difüzyon katsayıları belirlenerek farklı sinyaller kaydedilebilmektedir [1]. Serbest su molekülleriyle karşılaştırıldığında, bağlı su molekülleri DAG'da bir sinyal artışı oluştururlar [2]. Bu teknikte ultrahızlı MRI (eko-planar görüntüleme; EPI) kullanılmaktadır ve her bir yüksek frekanslı stimülasyon periyodundan sonra çeşitli ekolar kaydedilmektedir. DA-MRI (EPI) taraması için gereken süre yaklaşık 50-60 sn'dir. Bir diğer DAG türü single-shot (SS) turbo spin-eko (TSE) difüzyon ağırlıklı sekanstır; burada ölçülen her eko için 180°'lik bir radyofrekans "refocusing" kullanılmaktadır. Bu sekans daha uzun sürmektedir ancak artefakt hassasiyetini azaltmakta ve daha yüksek görüntüleme matriksi ve daha ince kesitlere olanak tanımaktadır.

Önceki çalışmalarda DA-MRI'nın yeni geçirilmiş iskemik serebral infarkt olgularında özel bir tanısal değere sahip olduğu gösterilmiştir. DA-MRI bu alanda

yaygın olarak kullanılmaktadır ve rutin klinik uygulamada yerleşik bir yöntem haline gelmiştir [3].

Bugüne değin klinik kolesteatoma şüphesi olan olgularda yüksek çözünürlüklü BT taramalarına ilave olarak temporal kemiğin lokal T1-ağırlıklı, T2-ağırlıklı ve kontrast tutulumlu yağ satürasyonlu T1-ağırlıklı MRI taramaları yapılmıştır. Lokal T1-ağırlıklı görüntülemelerde kolesteatomalar genellikle hipointens bir sinyal şeklinde kendini göstermektedir. Kontrast bir madde uygulandıktan sonra, bunlarda tipik olarak kontrast ajan emilimi görülmez (kenarların sınır tutulumu dışında). T2-ağırlıklı MRI ise kolesteatomaları genellikle hiperintens olarak gösterir [4]. Temporal kemiğin preoperatif yüksek çözünürlüklü BT taraması uzun süre yerleşik klinik prosedür olarak kabul edilmiştir. Burada, şüpheli kolesteatoma tanısı ve bunun kapsamının belirlenmesi süreci temporal kemik bölgesindeki yumuşak dokudan yoğun bulanıklaşmanın biçimi ve sınırları ile kemiksi yapılara bitişik erozyonun doğrulanmasına dayandırılmıştır [5-6].

Çalışmamızın amacı, DA-MRI'nın preoperatif açıdan şüpheli kolesteatoma tanısını doğrulamaya yardımcı olup olmayacağının ve diğer faktörlerin (bakteriyel enfeksiyonla birlikte eşlik eden inflamasyon gibi) dikkate alınıp alınmaması gerektiğinin belirlenmesidir. Temporal kemikteki kolesteatoma tanısı açısından yöntemin duyarlılığı ve özgüllüğü de hesaplanmalıdır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. KULAK VE TEMPORAL KEMİK EMBRİYOLOJİSİ

İç kulak yapılarının gelişimi orta kulak yapılarının gelişiminden farklıdır. Birinci ark malleus başı ve inkus kısa bacağına geliştiği Meckel kıkırdağını oluşturur. İkinci ark malleus ve inkus kalan parçaları, stiloid parça ile stapes alt parçalarının geliştiği Reichert kıkırdağını oluşturur. Stapes tabanı ise çift tabakalı yapıya sahip olup dış tabaka Reichert kıkırdağından ve iç tabaka ektodermal otokistten gelişmektedir (7).

Östaki tüpü, orta kulak kavite ve epiteli 1. faringeal poştan kaynaklanır. Timpanik kavite gelişimini 30. haftaya kadar tamamlar.

İç kulak embriyo 2 mm uzunluğunda iken oluşmaya başlayan ve gelişimini en önce tamamlayan parçadır. Nöroektodermin başın her iki tarafından orta beyine doğru kalınlaşmasıyla otik plakod oluşur. Bu otik piti oluşturmak için hızla içe doğru çöker. Daha sonra pit derinleşir ve yaklaşır, dudakları otokisti oluşturmak için birleşir. Sonra başlangıç yüzey epitelinden aşağı doğru uzar (7).

Aurikula 6. haftada 1. ve 2. brankial arklardan gelişmeye başlar ve 3. ayda birleşirler. Embriyonik evrede meatusu ektodermal hücreler doldurarak fetal evrede bu meatal tıkaç rezorbe olur ve medialdeki uç timpan zarının dış tabakasını oluşturur (8).

Temporal kemik embriyolojik olarak petromastoid, skuamöz, stiloid ve timpanik olmak üzere dört esas parçadan oluşmaktadır (7,9).

Petromastoid kısım otik kapsülden gelişir. Otik kapsül başlangıçta otokist çevresinde bir mezenkimal yoğunlaşma olarak ortaya çıkar (4,5 haftada). Sonra kıkırdaklaşır (6. haftada) ve daha sonra da bir çok odaktan kemikleşmeye başlar (13-14. haftada). Petröz kısımdan kaynaklanan kanat benzeri bir oluşum timpan boşluğu üzerine doğru büyür ve tegmen timpani adı verilen tavanı oluşturur. Tegmen gittikçe daha fazla olarak skuamöz kısım tarafından örtülür. Doğumdan sonra mastoid bölüm anteroinferior yönde büyüyerek mastoid çıkıntısını oluşturur ve bu da, yaklaşık 1 ila 2 yılda belirgin bir çıkıntı haline gelir. Pnömatizasyon yaklaşık doğumda başlar (7,9).

Stiloid kısım ise 2. farengeal ark kıkırdagından gelişir. Stiloid çıkıntının proksimal parçası doğumdan önce, distal parçası ise doğumdan sonra kemikleşir. Petromastoid parça ile kaynaşması postnatal 1. yılda gerçekleşir (7,9).

Skuamöz kısım 8 ile 8,5 haftada kalvaryumun yan tarafında intramembranöz olarak kemikleşmeye başlar. Zigomatik çıkıntısı ve mandibuler fossayı içerir. Postnatal 1. yılda petromastoid parça ile kaynaşır.

Timpanik parça başlangıçta 8 ila 9. haftalarda intramembranöz olarak kemikleşmeye başlayan tam olmayan bir halka olarak gelişir. Skuamöz ve timpanik parçalar skuamo-timpanik fissürde birleşir. Skuamo-timpanik fissür mediale doğru izlendiğinde tegmen timpaninin alt sınırını gösterir. Böylece petroskuamöz ve petrotimpanik fissürleri oluşturur. Timpanik halka doğumdan kısa bir süre önce skuamöz parça ile birleşir ve doğumdan sonra da timpanik plağı oluşturmak için laterale ve inferiora doğru büyür. Büyümesi sırasında meatusun tabanında küçük, geçici bir foramen oluşturabilir. Timpanik plak stiloid çıkıntısının kılıfını oluşturur (7,9).

2.2. KULAK VE TEMPORAL KEMİK HİSTOLOJİSİ

Aurikula her tarafından sıkıca yapışmış deri ile kaplı düzensiz şekilli elastik kıkırdak tabakadan oluşur. Dış kulak yolu yüzeyden temporal kemiğin içine doğru uzanan az çok yassı bir kanaldır. Kanalı derinin devamı olan çok katlı yassı epitel döşer. Submukozada kıl follikülleri, yağ bezleri ve modifiye ter bezi olan seruminoz

bezler bulunur. Seruminoz bezler kahverengimsi, yarı katı bir yağ ve mum karışımı olan serumeni (kulak kiri) üreten, kıvrımlı tübüler bezlerdir. Dış kulak yolunun duvarı dış üçte birinde elastik kıkırdak ile desteklenirken, kanalın iç kısmına desteği temporal kemik verir (10).

Timpanik membran dış yüzeyi ince bir epidermis tabakası ile iç yüzeyi ise timpanik kavitenin epiteli ile devam eden tek katlı kübik epitelle örtülüdür. Timpanik membranın ön üst kadranı gevşek ve daha saydamdır, çünkü burada bağ dokusu tabakası daha incedir. Bu bölge Schrapnell membranı olarak bilinir .

Timpanik kavite veya orta kulak ön tarafta östaki borusu aracılığıyla farinksle arkada mastoid hava boşlukları ile bağlantı kurar. Orta kulağı döşeyen tek katlı epitel giderek silyalı yalancı çok katlı prizmatik epitele dönüşür. Orta kulağın medial kemiksi duvarında iki tane kemiksiz membranla kaplı dikdörtgen şeklinde bölge vardır. Bunlar oval ve yuvarlak pencerelerdir(10).

Timpanik membran oval pencereye üç küçük kemikçikten oluşan bir dizi işitme kemikçikleri ile bağlanır; malleus (çekiç), inkus (örs) ve stapes (üzengi). Malleus timpanik membrana stapes de oval pencerenin membranına yapışır.

İç kulak temporal kemiğin petroza kısmındaki kemik ve membranöz iki labirentten oluşmuştur. Membranöz labirent ektodermal orijinli ve epitel ile döşelidir. Membranöz labirent iki özelleşmiş yapısı olan utrikul ve sakkülüsü oluşturur. Semisirküler duktuslar utrikulden köken alırken kohlear duktuslar sakkülden oluşur (10).

Kemiksi labirent temporal kemikteki boşluklardan oluşur. İçinde sakkül ile utrikulun bulunduğu vestibül denen düzensiz bir merkezi boşluk bulunur.

Kohlea yaklaşık 35 mm uzunluğundadır ve modiolus adıyla bilinen kemik kaide etrafında 2,5 sarmal yapar. Kohlea üç boşluğa ayrılır: skala vestibüli, skala media ve skala timpani.

İç kulağın özel işitme reseptörleri içeren yapısına Corti organı denir. Corti organı değişik ses frekanslarına yanıt oluşturan tüy hücreleri içerir.

2.3. KULAK VE TEMPORAL KEMİK FİZYOLOJİSİ

İşitme, dışardan gelen ses dalgalarının dış kulak, orta kulak ve iç kulak aracılığı ile beyin sapından geçip kortekste işitme merkezi tarafından algılanmasıdır. Aurikula ses dalgalarının toplanmasında, dış kulak yolu da bu dalgaların timpanik membrana iletilmesinde rol oynarlar. Timpanik membran sesin alıcısı ve transformatörüdür. Kemik zincir, sesin basınç transformasyonundan ve orta kulak (hava ortamı) ile iç kulak (sıvı ortamı) arasındaki impedans adaptasyonundan sorumludur. Akustik impedansı düşük olan hava ortamından, yüksek olan sıvı ortamına geçen sesin şiddeti azalır. Burada orta kulak, dış kulak yolundan iç kulağa geçen ses dalgalarında enerji azalmasını önlemek amacı ile impedans denkleştirme görevi üstlenir ve akustik enerjiyi Corti organına verimli bir şekilde aktarır. Ses basıncındaki güçlenme, timpanik membran ile stapes tabanı yüzeyleri arasındaki oran sayesinde 17 misli, inkudomalleolar eklem sayesinde 1,3 misli olarak, toplam 22 misli artarak ulaşır (10).

Sesin iç kulağa iletimi için; hareketli ve pozisyonu normal bir timpanik membran, normal bir kemik zincir ve bunların yanında orta ve dış kulak yolları arasında eşit hava basıncı gereklidir. Ses enerjisi kohleaya sadece orta kulak iletim mekanizmasıyla değil (hava iletimi), aynı zamanda ses alanında yerleşmiş ve vibrasyona uğrayan kafa kemikleri yoluyla da iletilir (kemik iletimi).

Kohleanın temel fonksiyonu mekanik frekans analizidir. Bu da kohleanın hidrodinamiğine bağlıdır. Stapes tabanının skala vestibüliye doğru hareketi perilenfte bir dalgalanmaya neden olur. Bu dalgalanma hareketi; helikotremaya doğru ilerlerken skala vestibüli ile skala timpani arasında bir basınç farkı oluşturur (10).

Dalga hareketi skala vestibüliden, skala timpaniye doğru iletilir ve yuvarlak pencereyi örten membranda orta kulağa doğru bombeleşme yaparak aynı miktarda bir hacim değişikliğine neden olur.

Stapes tabanının periodik vibrasyonu sonucu oluşan bu hacim hareketi skala mediada bir dalgalanmaya neden olur. Bu deplasman baziler membran boyunca helikotremaya kadar ondüle bir harekete yol açar. Helikotremaya doğru dalganın uzunluğu azalırken amplitüdü artar. Yayılan dalga maksimum amplitüdde olduğu

noktada tektorial membranla baziler membran arasında bir deplasmana yol açar. Burada bulunan silialı hücrelerin tüycükleri hareket ederek mekanoreseptörlerde duysal uyarıya yol açarlar (10).

Her frekanstaki ses stimülüsüne ait yayılan dalga, baziler membranın petröz frekanslı sesler için apekse yakın, yüksek frekanslı sesler için ise bazal kısma yakın yerleşimlidir. Yani kohleanın stapes tabanına yakın kısımları daha çok yüksek frekanslı seslere, helikotrema ya yakın kısımları ise daha çok düşük frekanslı seslere duyarlıdır.

Corti organının silialı hücreleri ses dalgalarının mekanik enerjisini biyoelektrik enerjiye çevirir. Bu transformasyon için gerekli enerji duyu hücrelerinin metabolizmaları ile sağlanır. Stria vaskülaris endolenfi pozitif yükleyerek bir enerji kaynağı gibi davranmasını sağlar. Baziler membranın vibrasyonları siliaların tektoryal membran tarafından senkron olarak titretilmelerine neden olur. Bu da hücre membranındaki elektrik direncinin değişimine ve silialı hücrelerin depolarizasyonuna yol açar. Silialı hücrelerin depolarizasyonu reseptör potansiyellerinde bir değişime neden olur. Bu reseptör potansiyeli belli bir sınırı geçer geçmez, afferent sinir lifinde bir aksiyon potansiyeli oluşturur. Kohleada meydana gelen impulslar kohlear sinir ve santral nöral yollar tarafından işitme merkezine iletilir (10).

2.4. KULAK VE TEMPORAL KEMİK ANATOMİSİ

2.4.1 Temporal Kemik Anatomisi

Temporal kemik denge ve işitme fonksiyonları ile ilgili boşluklar ve içlerinden çeşitli damar ve sinirlerin geçtiği pek çok kanal boşluk ve delikleri içeren komplike bir kemiktir. Bunun dışında temporomandibuler eklemi de oluşturması bakımından önemlidir (11,12).

Temporal kemik kafatasının her iki yanında ve kafa tabanında bulunup beş parçadan oluşur: skuamöz, mastoid, petröz, timpanik ve stiloid parça (11,12,13).

Skuamöz parça kemiğin anterolateral ve üst kısmını oluşturur. Dış yüzeyi düz ve konveks olup temporal kas için tutunma yeri sağlar. Bu kısım temporal fossa

duvarını oluşturur. Skuamözün alt parçasından öne doğru çıkan zigomatik parça direkt cilt ve cilt altı dokusunun altında uzanır ve yüzeyi konvektir. Zigomatik parçanın medial yüzü konkav olup masseter kasının yapışma yeri olarak görev yapar. Zigomatik parçanın bitiş yeri zigomatik kemikle eklem yapar. Zigomatik çıkıntı skuamanın aşağı kısmından ileriye doğru çıkıntı yapar ve skuama ve timpanik kemikle birlikte mandibuler fossayı sınırlandırır. Petrotimpanik fissür (Glaserian fissür) denin sütür hattı fossanın içinden geçer. Bu fissür orta kulağa doğru seyreder ve internal maksiler arterin timpanik dalını iletir. Fissürden hafifçe ayrı olan Huguier kanalı korda timpani sinirini taşır. Skuamöz iç yüzeyi düzensiz ve konkavdır. Meningeal damarlara ait oluklar içerir (Resim 1).



Resim 1: Temporal kemik skuamöz parçası dıştan görünümü.

Mastoid parça yüzeyi düzensiz ve oksipital ve postaurikuler kasların yapışma yeri görevi vardır. İnferior kısım mastoid proses olarak adlandırılır ve sternokleidomastoid, splenius kapitis ve longissimus kapitis kasları yapışır. Temporal kemiğin en büyük kısmı olup yaygın olarak pnömotizedir. Taban kısmında mastoid çentik (digastrik fossa) denen ve digastrik kasın tutunduğu bir oluk vardır. Mastoidektomi yapılırken mastoid çıkıntının içinde bu oluk digastrik kabartı şeklinde görülür ve içinden fasial sinirin geçtiği stilomastoid foramen bu kabartının ön ucunda yer aldığından önemli bir kılavuz noktasıdır. Mastoidin üst yüzü, timpanik antrumun

üzerini örten ince bir kemik tabakasıdır ve tegmen mastoideum olarak bilinir. Arkada, petroz parçanın arka yüzüyle birlikte posterior kranyal fossanın ön sınırını oluşturur (11,12,13,14) (Resim 2).



Resim 2: Temporal kemik mastoid parçası dıştan görünümü.

Petröz parça tabanda anteromedial yerleşimli olup iç kulak yapılarını içerir. Arkada arka kafa çukuru ön yüzü oluşumuna katkıda bulunup tentoryum serebelli tutunma yeri ile sınırlandırılır. Süperior kısmı orta kafa çukuru alt yüzünü oluşturur (Resim 3). Bu kısım süperior semisirküler kanal tarafından oluşturulan bir çıkıntı olan arkuat eminens tarafından belirlenir. Bunun önünde, genikulat ganglionun yer aldığı ve bazen ince bir kemik plağıyla örtülen bir fossa bulunur. Bu fossadan öne doğru uzanan bir oluğun içinde n. petrosus superfisialis major ve a.meningea media seyreder. Kemiğin arka yüzü bir kaç kılavuz noktası içerir. Bunlardan en belirgin olanı internal akustik kanalın ağzı ya da diğer bir deyişle porus akustikus'tur. Bunun içinden 7. ve 8. kafa çiftleriyle a. auditiva interna geçer. Meatus akustikus internus'un lateral ucu krista falsiformis tarafından horizontal olarak bölünür. Superior bölüm önde fasiyal siniri, arkada da vestibüler sinirin üst dalını içerirken

inferior bölüm önde kohlear dalı, arkada da vestibüler sinirin alt dalını içerir. Akuaduktus kohlea petröz kemik tabanında internal akustik kanalın hemen altında açılır. Petröz kemiğin lateral yüzü orta kulağın medial duvarını oluşturur. Petröz apekte tentorium ve petröz arasında, 5. kafa çiftinin geçişi için kanal oluşturan bir hiatus bulunur (Meckel kovuğu). 6. kafa çifti, tentoriumun medial tutunma yeri olan posterior klinoid çıkıntının hemen altında ve petröz ile sfenoidin eklemleşme yerinin üzerinde olan bir çentiğin içinden geçer (Dorello kanalı). Petröz apeksi tutan hastalık süreçleri 5. ve 6. kafa çiftlerinde irritasyona ve disfonksiyone sebep olurlar (Gradenigo sendromu) (12).



Resim 3: Temporal kemik petröz parça içten görünümü.

Timpanik parça tam olmayan bir silindir olup, üstteki skuama ile birlikte kabaca 2 cm. uzunluğunda ve 1 cm çapında bir kanal olan kemiksi eksternal akustik meatusu oluşturur. Timpanik parça önde, mandibuler fossayı sınırlandırmayı da sağlar. Timpanik kemiğin medial ucu, timpan zarının fibröz anulusunun tutunduğu bir sulkus içerir. Arkaya doğru uzanan ince ve düz bir parçada, içine stiloid çıkıntının tutunduğu bir oyuk yer alır. Timpanik kemik arkada mastoid parça ile eklemleşir. Bu ikisinin birleşmesiyle oluşan timpanomastoid fissürün içinden n. vagus'un aurikuler dalı geçer.

Stiloid parça timpanik parça aşağısında ne ve inferora doğru uzanan 2.5 cm' ye kadar varan çıkıntıdır.

2.4.2. İç Kulak Anatomisi

İç kulak işitmeyle ilgili kohlea ve dengeyle ilgili vestibül ve semisirküler kanalları içerir. Temporal kemiğin petröz parçasında yerleşmiş olup akuaduktus kohlea ve akuaduktus vestibüli ile kafa iiyle bağlantılıdır. Orta kulak ile bağlantısı yuvarlak ve oval pencere yoluyladır. Oval pencere stapes tabanı ile örtülüdür (7,8,9,12,13).

Labirent kemik ve membranöz olmak üzere iki kısıma ayrılır. Kemik labirent vestibulum, semisirküler kanallar ve kohlea bölümlerinden oluşur.

Vestiblm yaklaşık 4 mm. apında bir kavite olup dış yan duvarda fenestra vestibüli (oval pencere) ve fenestra kohlea (yuvarlak pencere) bulunur. st ve arka duvarlarında semisirküler kanalların açıldığı delikler vardır. Akuaduktus vestibüli vestiblmn i duvarından başlayarak arka i yana doğru ilerler ve petröz kemiğin arka st yüzünde fossa subarkuata adı verilen çukurda sonlanır. Bu kanalın içinde duktus endolenfatikus bulunur. Akuaduktus kohlea skala timpaniden başlayarak petröz kemiğin alt yüzünde subaraknoidal boşluğa açılır. Bu kanal içindeyse duktus perilenfatikus vardır.

Kohlea, koni şeklinde modiolus denilen bir yapı etrafında arkadan ne, i yandan dış yana doğru yaklaşık 2,5 defa dolanan bir kanaldır. Modiolus içinde damar ve sinirlerin geçtiği longitudinal ve spiral kanallar bulunur. Modiolustan osseöz spiral lamina isimli ince bir kemik lamel çıkar. Spiral laminadan uzanan baziler membran kohleayı iki boşluğa ayırır. Bu iki boşluk birbirleriyle modiolus tepesinde, helikotrema denilen küçük bir aralıkta birleşir. Kemik kohlea yaklaşık 30 mm uzunluğundadır ve kupula adı verilen tepe kısmı 5 mm yüksekliktedir. Kohleanın tabanda 9 mm olan çapı, tepe kısmına doğru daralarak devam eder. Kemik kohlea kesitinde  kompartman vardır. stte oval pencereye açılan skala vestibüli, altta yuvarlak pencereye açılan skala timpani, ortada ise skala media (duktus kohlearis) bulunur.

Membranöz labirent şekil bakımından kendini çevreleyen kemik labirenti aynen taklit eder. Ancak membranöz yapılar kemik yapıları tamamen doldurmayıp; yaklaşık üçte birlik bir bölümünü doldururlar. Membranöz ve kemik labirent arasında sodyumdan zengin perilenf ve membranöz labirentin içinde potasyumdan zengin endolenf bulunur.

Membranöz labirent, endolenfatik duktus ve kese, utrikulus, sakkulus, semisirküler kanallar ve duktus kohlearisten meydana gelir. Endolenfatik duktus, duktus utrikulosakkularis ile bağlantılı olarak başlar ve akuaduktus vestibüli adı verilen kemik kanal içinde ilerleyerek fossa subarkuatadaki sakkus endolenfatikusa açılır. Sakkus duramaterle örtülüdür. Bu yapıların endolenfin absorpsiyonuyla ilgili olduğu kabul edilir (7,8,9,12,13).

Denge ile ilgili membranöz labirentin yapıları; sakkulus, utrikulus ve semisirküler kanallardır.

Sakkulus, vestibülün ön-alt kısmında sferikal reses içerisine yerleşmiştir. Utrikulus oval biçimdedir, vestibülün arka-üst kısmındaki eliptikal reses içerisine yerleşmiştir. Semisirküler kanallar utrikulusa bağlı yarım daire kanallarından oluşmuş olup üç tanedir. Süperior (anterior) semisirküler kanal, posterior semisirküler kanal ve lateral (horizontal) semisirküler kanaldır. Bu kanalların herbiri aynı isimli kemik kanalların içinde bulunurlar. Utrikulus yakınında her kanal genişler ve ampulla adını alır. Ampullada krista ampullaris adını alan nöroepitelyal plaklar yer alır. Epitelin titrete tüyçükleri, üzerlerini örten ve kupula adını alan jelatinimsi bir tabaka içine gömülüdürler. Membranöz labirent içindeki endolenf hareket ettiği zaman kupula da yer değiştirir. Utrikulus ve sakkulusun her birinin içinde makula adı verilen nöroepitelyal plaklar mevcuttur. Buradaki hücrelerin siliaları sulfomukopolisakkarit yapısında jelatinöz bir tabaka içine gömülüdür. Bunun yüzeyinde otolit adı verilen kalsiyum karbonat kristalleri bulunur.

Semisirküler kanallar rotatuar hareketlerin persepsiyonu göreviyle yükümlüdür ve angüler akselerasyon (dönme) ile uyarılırlar. Utrikulus ve sakkulus istirahatte baş pozisyonunun kontrolü ile yükümlüdür ve utrikulusun makulası lineer akselerasyon (bir yönde hızlanma) ile uyarılır.

Utrikulus, sakkulus ve semisirküler kanallardan çıkan aksonlar, sekizinci kafa çiftinin vestibüler bölümünü yaparlar. Vestibüler sinir beyin sapında, dördüncü ventrikülün döşemesinde yer alan kendi çekirdeklerinde sonlanır. Vestibüler çekirdeklerin medial longitudinal fasikülüs aracılığıyla üçüncü, dördüncü ve altıncı kafa çiftlerinin çekirdekleri ile bağlantıları vardır. Ayrıca traktus vestibulospinalis yoluyla medulla spinalisle bağlantıları vardır. Vestibüler endorgandan kalkan uyarıların bir kısmı vestibüler nükleuslara uğramadan direkt serebelluma ulaşırlar. Bunun yanında medial ve inferior vestibüler nükleuslar aracılığıyla serebellum bağlantıları vardır (7,8,13).

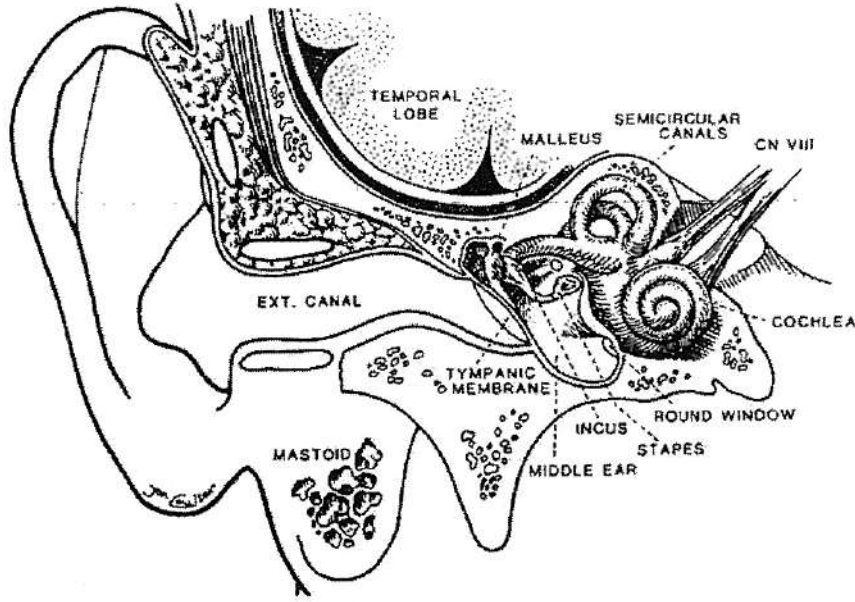
Kohlear ve vestibüler duyu hücrelerinin başlıca substratı olan perilenf bir yandan kanın filtrasyonu, öte yandan serebrospinal sıvının difüzyonu ile oluşur. Endolenf ise bir perilenf filtratıdır, ancak sodyum ve potasyum konsantrasyonları tümüyle değişik olup içeriği stria vaskularis epiteli sayesinde sabit tutulur. Cortilenf, Corti tüneli ve Nuel boşluklarını dolduran sıvıdır ve kimyasal içeriği ile perilenfe benzer.

İç kulağın kanlanması anterior inferior serebellar arterin (AICA) bir dalı olan labirentin arter ile sağlanır. Labirentin arter; sekizinci sinirle birlikte iç kulak yoluna girer. Burada dallanarak ana kohlear arteri ve anterior vestibüler arteri verir. Ana kohlear arter modiulus boyunca yükselir ve iki önemli dal verir; spiral modioler arter (A. Kohlearis propria) ve vestibülokohlear arter. Spiral modioler arter kohleanın apeksini beslerken, vestibülokohlear arter kohleanın bazal kıvrımını besler. Spiral modioler arter iki kıvrımlı dal verir. Bunlara radiating arteriol adı verilir. Yukarıya skala vestibuli, spiral prominens ve spiral ligamanın beslenmesine yarayan kılcal damarlar gönderir. Kohleanın yan duvarı venleri ile spiral limbus ve apikal ganglion hücresi venleri birleşip spiral modioler vene dökülürler.

Corti organındaki nöroepitelyal duyu hücreleri, dış ve iç siliyalı hücrelerden oluşurlar. Dış siliyalı hücreler üç-beş sıra iç siliyalı hücreler ise içte ve tek sıra halindedirler. Ayrıca yine Corti organı içeriğinde çeşitli destek hücreleri bulunurlar. Bunlar Hensen, Deiters ve Pillar hücreleri adlarını alırlar. Tektoryal membran lamina spiralis osseaya tutunarak Corti organının üzerini örter. Hücre içermez; esasen fibröz materyalden yapılmış ekstraselüler bir matriktir.

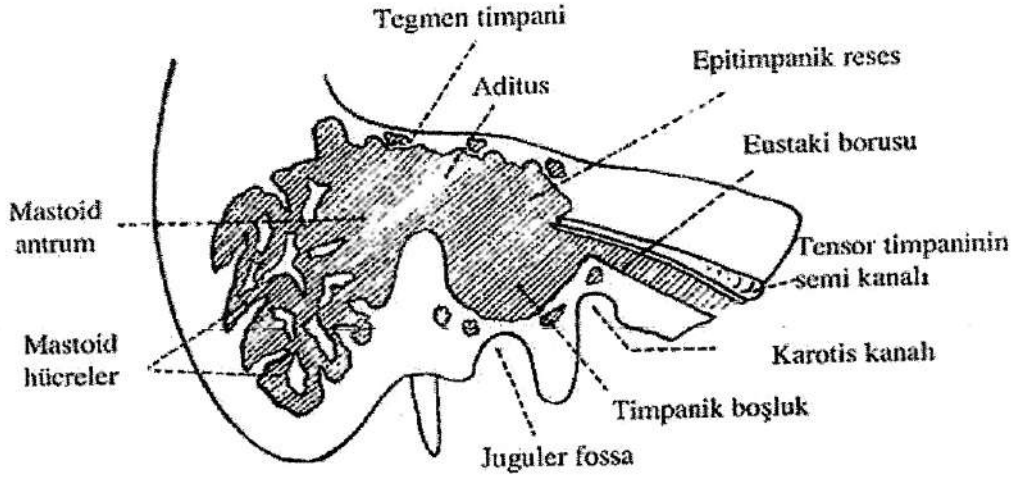
2.4.3. Orta Kulak Anatomisi

Kulak zarı ile iç kulak arasında kalan boşluktur. Bu boşluk içerisinde kemikçikler, musküler yapılar, sinirler, östaki tüpü ve mastoid ve timpanik hava hücreleri bulunur. Kulak zarından horizontal olarak üstünde kalan timpanik kaviteye epitimpanium (attik), altında kalan kısma hipotimpanium ve ortada kalan kısma mezotimpanium denilir (7,8,9,12,13,14) (Resim 4).



Resim 4: Orta kulağın dış kulak, iç kulak ve beyin ile ilişkisi.

Epitimpanium, kemikçiklerin büyük kısmını içeren kısımdır. Malleus başı, inkusun gövdesi burada bulunur. Epitimpanium sınırları yukarıda tegmen timpani denen ve posterior tegmen mastoideum ile devamlı olan ince bir petroz çıkıntısıyladır. Medialde attik duvarı oluşturan lateral semisirküler kanal çıkıntısı bulunur. Önde, superior kanalın ampuller bölgesine yaklaşılabılır ve yine ön kısım, attik boşluğunun ön ucunu gösteren genikulat ganglion bölgesidir. Ön duvar malleus başından dar bir boşlukla ayrılır ve zigoma kökünü havalandıran bir miktar hava hücresi içerebilir. Lateral attik duvarı temporal kemiğin skuamöz parçası tarafından oluşturulur ve skuamöz parça da lateralde dış kulak yolunun kemik kısmının üst bölümü olarak devam eder. Attik arkada, aditus ad antrum adındaki mastoid antrum girişine doğru daralır (Resim 5).



Resim 5: Orta kulağın komşu havalandıran alanlarla ilişkisi.

Epitimpanium altı ayrı kompartmana ayrılarak incelenmektedir. Bunlar anterior epitimpanium, supratubal reses, Prussak boşluğu, lateral malleolar boşluk ve anterior-posterior Von Tröltsch boşlukları olarak sıralanabilir. Bu kompartmanlar birbirlerinden mukozal katlantılarla ayrılmaktadır. Bu oluşumlardan biri olan Prussak boşluğu primer ve akkiz kolesteatomların yaygın olarak yerleştiği bir bölgedir. Prussak alanının sınırları dışta pars flaksida, içte malleusun boynu, üstte lateral malleolar ligaman, altta malleusun lateral prosesusu yapar.

Mezotimpanium, fasiyal sinirin medial parçası hizasından aşağıda yer alır ve medialden otik kapsülle sınırlanır. Kohleanın bazal dönüşünü örten kavisli kabartı timpan zarının hemen medialinde yer alır ve promontorium olarak adlandırılır. Promontorium üzerindeki çok sayıda yüzeysel kanal timpanik plexusu oluşturan sinir lifleri içerir. Promontorium arkasında iki pencere bulunur. Birer kemik nişinin dibinde yer alan bunlardan yukarıda olana oval (vestibüler) pencere, aşağıda olana ise yuvarlak (kohlear) pencere denir. Bu iki çöküntü mezotimpaniumun arka sınırında timpanik sinüs denen derin ve kavisli bir fossa aracılığıyla birleşir. Oval pencere, sagittal planda yerleşmiş olan stapes tabanını içerir. Mezotimpaniumun ön duvarı üstte östaki tüpünün timpanik ağzını içerir ve altta da yukarı çıkan karotis kanalının kemik kılıfını oluşturur. Bu duvar genellikle iyi pnömatize olmuştur ve kemik dehisansları mevcut olabilir.

Yuvarlak pencere, promontoriumdan uzanan bir çıkıntının önünde daha çok transvers bir planda yer aldığından görüş alanı dışındadır ve sekonder timpanik membran denen ince bir zarla örtülmüştür. Mezoimpaniumun arka duvarı fasiyal sinirin inen parçasının üzerini örten kemik tarafından oluşturulur. Bu kemik genellikle pnömatize hücreler içerir ve bunlar mastoid hücreleri ile bağlantılıdır. Arka duvar üzerinde yukarıda, eminensiya piramidalis denen bir çıkıntı stapedius kasının etrafını çevirir ve kasın tendonu bu çıkıntının içinden geçer. 7. sinirin bir dalı bu kası innerve eder. Piramidal eminensin lateralinde korda timpani için bir foramen bulunur. Korda timpani, kavisli bir kanal içinden aşağıya doğru seyreder ve stilomastoid foramende veya onun yakınında fasiyal kanala katılır.

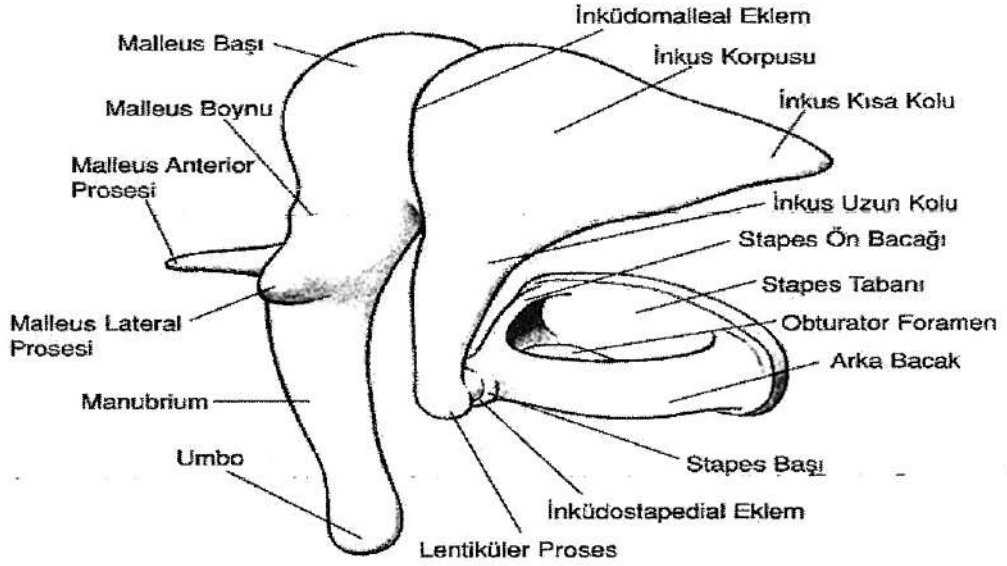
Tensor timpani kasının kanalının arka ucunun çengel şeklindeki uzantısı olan kohleariform çıkıntı adındaki yapı, fasiyal kanalın timpanik parçasının ön ucunu gösterir. Kohleariform çıkıntı tensor timpani kasının tendonunu laterale, orta kulağa döndürür. Tensor timpani kanalı ileriye, üstaki tüpünün üst yüzüne doğru seyreder ve mezoimpaniumun anterosuperior sınırını gösterir.

Klinik olarak önemli bir boşluk olan posterior sinüs ya da fasiyal reses, fasiyal kanalın ve piramidal çıkıntının hemen lateralinde yer alır ve lateralde posterosuperior timpanik anulus, yukarıda da fossa inkudis'in içine giren inkusun kısa çıkıntısı tarafından sınırlanır. Bu boşluk orta kulak boşluğunun posterosuperiorundan aditus ad antruma gider ve sıklıkla hastalıkları saklar.

2.4.4.Orta Kulak Kemikcikleri

Orta kulak boşluğunda birbirleriyle eklem yaparak hareket edebilen üç tane küçük kemikcik vardır: Malleus, inkus ve stapes. Halk arasında bu kemikler çekiç, örs ve özengi olarak bilinirler. Kemikcikler manubrium mallei aracılığıyla kulak zarına ve ligamentum annulare ile oval pencereye bağlanmışlardır. Bu konum yüzünden zarın titreşimlerini perilemfe aktarırlar. Kemikcikler arasında inkudo-malleolar ve inkudo-stapedial olmak üzere iki eklem vardır (Resim 6). Ayrıca kemikcikleri orta kulak duvarlarına bağlayan iki kas ve dört ligament bulunur. Dört bağdan üçü malleusa aittir. Bunlar ön, üst ve dış malleolar ligamentler olarak adlandırılırlar. Inkusun ise tek bağı vardır. Ligamentum posterior denilen bu bağ,

processus brevisi fossa inkudise bağlar. Kemikçiklere yapışan kaslar m. Tensor timpani ve m. Stapediustur (14,15).



Resim 6: Orta kulak kemikçikleri

Bunlardan en dışta ve büyük olanı malleus ve en içte ve küçük olanı stapedir. Kemikçikler timpan boşluğunun üst ve arka kısmında yerleşmişlerdir. Birbirleri ile az oynar eklemler yaparlar ve bir zincir meydana getirirler. Bu zincir kulak zarı ile iç kulak arasında ses titreşimlerini iletici bir rol oynarlar. Kemikçikler orta kulak boşluğuna ligamantöz bağlar ile tutunurlar.

İçlerinde en büyük olanı malleustur. Dışta yer alır. En önemli iki parçası capitulum mallei ve manubrium malleidir. Bunların arasında malleus incilir ve boyun kısmı meydana gelir. Manubrium ile capitulum mallei arasında 130 derecelik bir açı vardır. Malleusun ön ve dış kısımlarında iki küçük çıkıntı bulunur. Bunlardan dışta olanı manubriumun üst kısmında görüleni processus brevisdir. Önde bulunan çıkıntı farkedilmez. Bu çıkıntıya processus anterior adı verilir. Buraya plica malleolaris anterior yapışır. Manubrium kulak zarı iç tarafına yerleşmiştir ve ona sıkıca bağlıdır. Kulak zarı ile birlikte titreşir. Manubriumun ortalama uzunluğu 6.3 mm olarak bulunmuştur. Caput mallei yuvarlaktır ve epitimpanumda bulunur ve arka-iç yüzü ile inkus ile eklem yapar. Malleusun boynunun hizasında arkadan chorda timpani geçer (14,15).

İnkus, gövde ile iki bacadan oluşur. Crus brevis ve crus longum. İnkusun gövdesi, capitulum mallei ile eklem yapar ve onun yuvarlaklığına uyan bir çukurluk gösterir. Crus brevis kısadır (5 mm). Horizontal olarak arkaya doğru gider ve fossa inkudise yerleşir. Crus brevisin ucunda kıkırdak bir kısım bulunur. Crus longum ise 7 mm uzunluğundadır. Her iki bacak arasında aşağı yukarı 100 derecelik bir açı bulunur. Crus longum, manubriumun arka ve iç tarafında hemen hemen ona paralel bir seyir izler. Ucunda processus lenticularis denilen ve satapes başı ile eklem yapan bir kısım vardır (14,15).

Stapes, ortalama 3.5 mm uzunluğunda ve 2.5 gr ağırlığındadır. Bir baş, iki bacak ve bir tabandan oluşur. Taban oval pencereye oturur ve ligamentum annulare denilen ve bir bağ ile oval pencere kenarlarına sıkıca yapışır. Tabanın orta kulak yüzü düzdür. Bazan konveks olabilir. Vestibüler yüzü ise genellikle konkavdır. Bacaklara gelince, ön bacak daha kavislidir. Arka bacak ise daha düzdür. Bacakların içe bakan kısımları olukludur. Bacaklar arasındaki açıklık foramen obturatorum adını alır ve membran ile örtülüdür (membrana obturatoria). Bacaklar üstte birbirleri ile birleşir ve arkusu tamamlarlar. Baş ve arkus arasında kollum bulunur. Arka bacağın üst kısmında pürtüklü bir yüzey farkedilir. Buraya stapes kasının tendonu yapışır. Baş kısmı stapesin en çok biçim değişikliği gösteren parçasıdır. Bu fetal hayattaki kemik rezorbsiyonunun derecesi ile ilgilidir. Baş processus lenticularis ile eklem yapar. Eklem hemen hemen horizontal düzlemededir. Stapesin başı bacaklarla büyük bir açı yapmadan birleşir (14,15).

2.4.5. Timpanik Kaslar

Tensor timpani kası: Orta kulak ön duvarında semikanalis muskuli tensor timpaninin duvarından başlar ve kanalın ağzındaki küçük kemik çıkıntısının çevresini dolandıktan sonra arkaya ve dışa doğru bükülür ve malleusun boynuna yapışır. Buradan sonra, içe doğru bir seyir izleyerek kohleariform prosese ulaşır. Bu çıkıntıdan sonra kendi doğrultusuna dik bir yol izleyerek kendi için ayrılmış östaki borusunun üstündeki yarım kanala girer ve sfenoidin büyük kanadına yapışır. Ortalama 22 mm uzunluğundadır. Görevi kasıldığı zaman manubriumu içe ve arkaya çekerek kulak zarını tespit etmektir. Bu kas sinirini N. Mandibularisin dalı olan n. Pterygoideustan alır (7,8,12).

Stapedius kası: Eminensiya piramidalisin içinde bulunur. Tendonu bu çıkıntının ucundaki bir delikten çıkar ve stapesin boynuna ya da başına yapışır. Kasıldığı zaman stapes arka bacağına arkaya doğru çekerek, tabanı ön kısımda yukarı doğru kaldırır. Bu şekilde yüksek şiddetteki seslerin iç kulağa geçişini engeller. Sinirini N. Fasiyalisten alır (7,8,12).

2.4.6.Dış Kulak

Kulak zarı dış kısmından aurikulaya doğru uzanan dış kulak yolundan oluşur. Aurikula, ciltle örtülü ve kas ve ligamanlar aracılığıyla yerinde tutulan kıvrımlı bir elastik kıkırdak plağıdır. Aurikulanın majör kıvrımları heliks ile antiheliks, tragus ile antitragus ve meatusa uzanan huniye benzer bir çukurluk olan konkadır. Aurikulanın kıkırdak içermeyen tek parçası lobulus'tur. Aurikulanın kıkırdak, dış meatus'unkiyle devamlılık gösterir (10).

Dış kulak yolunun dış 1/3'ü aurikuler kıkırdakın bir uzantısından, iç 2/3'ü ise temporal kemiğin timpanik ve skuamöz parçasından oluşur. Kulak zarı tarafından medialden sınırlanan dış kulak yolu, kıkırdak ve kemik kısımları açısından yapısal farklılık gösterir. Kıkırdak temporal kemiğe sıkıca tutunmuştur fakat içindeki, Santorini fissürleri adı verilen fibröz kanallar sayesinde bir miktar hareketlilik gösterir. Öte yandan bu fibröz kanallar, kanal ve parotis bezi arasında enfeksiyon ve tümör geçişine de sebep olabilirler. Kanalin kıkırdak kısmını örten cilt gevşekçe tutunmuştur ve çok sayıda kıl folikülleri, seruminöz ve sebasöz glandlar içerir (10).

Dış kulak yolu, konkadan kulak zarına kadar olan uzunluğu içine alır. Arka duvar 25 mm olmasına karşılık, ön alt duvar uzunluğu 31 mm'dir. Bu 6 mm'lik fark kulak zarının arkadan öne doğru oblik yerleşmesinin sonucudur. Dış kulak yolunun kemik parçasında cilt kemiğe sıkıca tutunmuştur ve cilt altı tabakalar da periostu oluşturmak üzere yoğunlaşmıştır. Fibröz doku, kanaldaki iki sütür hattına girer ve bu sütürler üzerindeki cildin kaldırılmasını güçleştirir. Cilt timpan zarına yaklaştıkça gitgide incelenerek timpan zarının meatal yüzeyi üzerinde beş ila yedi hücre kalınlığında bir tabaka oluşturur. Zardan, dışa yani kıkırdak kısma doğru epitelin keratin tabakasının göç özelliği sayesinde zarın ve kemik kanal cildinin kendini temizleme olanağı vardır. Bu göç malleus kolunun tutunma yerinde daha hızlıdır,

umbodan itibaren dairesel olarak azalır ve kanala ulaşıldığında yavaşlar.

Timpan zarı üç tabakadan oluşmaktadır. Bu tabakalar dış kulak yolunu medialden sınırlayan skuamöz hücre tabakası, orta kulağı lateralden sınırlayan mukoza tabakası ve bu ikisi arasında yer alan fibröz tabakadır. Fibröz tabaka hem dairesel hem de radyal şekilde uzanım gösteren liflerden oluşur ve zara şeklini ve kıvrımını verir. Radyal lifler malleus kolunun periostuna ve fibröz anulusa tutunarak fonksiyonel olarak önemli koni şeklini oluşturur. Dairesel lifler serbest vibrasyon özelliğini engellemeden güç sağlarken, bazı tanjansiyel lifler yapıyı güçlendirir. Kulak zarının yapısal özellikleri titreşimsel enerjinin yayılması açısından ideale yaklaşmasını sağlar (8,9,10,12,13).

2.4.7.Tuba Auditiva (Östaki tüpü)

Östaki tüpü mezotimpaniumun anterosuperior duvarından nazofarenkse kadar uzanır. Anatomisi, kıkırdak faringeal parçasından kemiksi timpanik parçasına dek çok değişkenlik gösterir. Faringeal ağzı, torus tubarius içindeki çengel şeklinde bir kıkırdakla sarılmıştır. Önden tutunmuş olan M. Tensor veli palatini'nin kasılması tubanın daha silindirik bir şekil almasını ve geçirgen hale gelmesini sağlar. Kıkırdak parçayı örten mukoza farinks mukozasına benzer ve çok sayıda müköz gland içerir. Submukozada da çok sayıda lenfoid agregat vardır. Kıkırdak parça, posterosuperior yönde tuba uzunluğunun üçte ikisi kadar bir mesafe (4 cm) kadar ilerler ve burada kemiksi parçaya katılır. İki parçanın birleşim yeri olan burası tubanın en dar yeri olup istmus adını alır ve tuba buradan itibaren genişleyerek timpanik ağızda (orifis) en geniş çapına ulaşır. Mukoza, tubanın seyri sırasında giderek inceler ve timpanik mukozanın küboidal ya da alçak kolumnar tip epiteline dönüşür. Timpanik parça boyunca bir miktar müköz gland bulunmaya devam eder. Kemiksi tuba auditivanın alt duvarı karotis kanalının üzerinde yer alırken, üst duvarı tensor timpani kasının yarım kanalını içerir (7,8,12,15).

2.4.8.Mastoid Anatomisi

Mastoid hücreleri Körner septumu olarak bilinen petroskuamöz sütürün dışında yer alırlar. Sık olarak görülen bu septum, petrozun antral çıkıntısıyla

skuamanın timpanik çıkıntısının birleşimini gösterir. Temporal kemiğin havalanma özellikleri kişiden kişiye değişir. Bu beslenme , heredite, çevre, bakteriyel enfeksiyon sıklığı dahil bir çok faktöre bağlıdır. Östaki boru fonksiyonunun da önemli rolü vardır. Pnömatizasyon tam olduğunda “pnömatik”, parsiyel olduğunda “diploik”, hiç mevcut olmadığında ise “sklerotik” olarak ifade edilir. Bebeklik ve çocukluk çağında geçirilen otit havalanmaya engel olarak skleroza sebep olabilir. Diğer yandan temporal kemik havalanmasının yetersiz oluşu da orta kulağı enfeksiyonlara yatkın hale getirebilir (11,12,13,14).

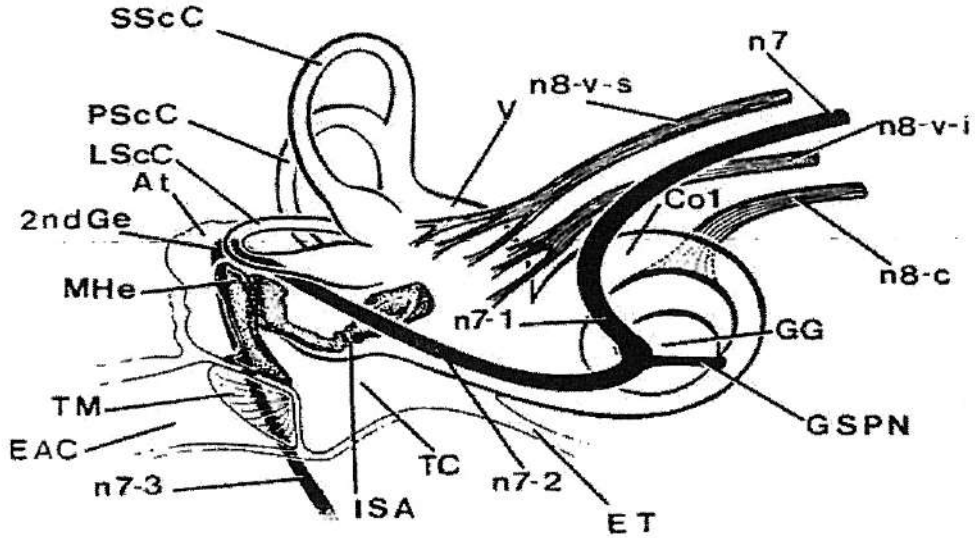
2.4.9.Fasiyal Sinir

Fasiyal sinir ponsdan motor divizyon ve n. intermedius adında iki fonksiyonel parça halinde ayrılır. N. intermedius tat liflerini ve parasempatik lifleri içerir. Fasiyal sinir internal akustik meatus aracılığıyla temporal kemiğe girer ve anterosüperior kısımda ilerlemeye başlar. Sonra, fasiyal kanal (Fallop kanalı) adı verilen ve temporal kemiğin içinde internal akustik kanalın anterosüperior fundusundan stilomastoid foramene dek uzanan bir kanala girer. Sinir başlangıçta petrozun orta kulakla birleşim yerine yaklaşmak için, kohlea ile süperior semisirküler kanal arasında lateral ve süperior yönde seyrederek. Petrozun orta kulakla birleşim yerinde petrozun üst yüzünü örten duranın altındaki yüzeysel fossada genikülat ganglion yer alır. N. petrozus süperfisyalis major adındaki dal petroz içindeki bir kanal içinden öne doğru gider ve lakrimal glandı innerve eder. N. petrozus süperfisyalis minör adındaki daha küçük bir dal ise orta kulağa girerek timpanik pleksusa katılır.

Fasiyal sinirin trunkusu orta kulağa girmek için kohleariform çıkıntının hemen üzerinde dik açılı bir dönüş yapar ve lateral semisirküler kanalın hemen altından posteriora doğru gider. Bu gidişi sırasında oval pencere nişinin üst duvarının bir kısmını oluşturur. Fasiyal kanalın bu kısmı sıklıkla dehisandır ve sinir trunkusunun oval pencere nişine doğru çıkıntı yaparak onu kısmen kapatır.

Piramidal eminensin yukarısındaki ve fossa inkudisin medialindeki bölgede fasiyal sinir ikinci dönüşünü yaparak aşağı doğru döner ve böylece vertikal parçası başlar. Bu dönüşünde, stapedius kasına giden dal sinirden ayrılır.

Fasiyal kanal alt sınırına yaklaştığında, kanalikulus korda timpani adındaki küçük bir kanal dik bir açıyla fasiyal kanaldan ayrılır ve orta kulağın posterosüperior kısmına geri döner. Bu kanalikulusun içinde korda timpani sinirinin lifleri yer alır. Bu noktadan sonra fasiyal sinir stilomastoid formenden geçerek temporal kemiği terk eder. Öne doğru dönen ana trunkus parotis bezinin yüzeyel ve derin loblarının arasından yüz kaslarına dağılır (7,8,12,13,15) (Resim 7).



Resim 7: Fasiyal sinirin seyri ve dalları. **n7;** Fasiyal sinirin intrakanaliküler segmenti, **n7-1;** Labirentin segmenti, **n7-2;** Timpanik segmenti, **n7-3;** Mastoid (vertikal) segmenti, **GG;** Genikulat ganglion, **2nd Ge;** Fasiyal sinir 2.dirseği, **EAC;** Dış kulak yolu, **TM;** Kulak zarı, **ISA;** Inkudostapedial eklem, **ET;** Östaki tüpü, **MHe;** Malleus başı, **LScC;** Lateral semisirküler kanal, **PScC;** Posterior semisirküler kanal, **SScC;** Süperior semisirküler kanal, **V;** Vestibül, **Co1;** Kohlea.

2.5.KULAK VE TEMPORAL KEMİKTE GÖRÜNTÜLEME

Konvansiyonel radyogramlar, BT, MRG ve anjiyografi temporal kemik ve odyo-vestibuler sistemi değerlendirmede günümüzde kullanılan tekniklerdir. Konvansiyonel tomografiler (politomografi) günümüzde yerini BT' ye bırakmıştır (3,5,6,16,17,18,19).

2.5.1.Konvansiyonel Radyogramlar

Konvansiyonel radyogramların günümüzdeki kullanım alanı mastoid pnömatizasyonu değerlendirme ve kohlear implantın yerini belirleme ile sınırlıdır. Sadece üçü pratikte yararlıdır: Lateral (Schüller), frontal (Transorbital) ve oblik (Stenvers) radyogramlar. Diğer özel pozisyonlar tarihi önemi olan ancak klinik uygulamada kullanımı olmayan tekniklerdir.

Schüller radyogramı, mastoid kavitenin 25°' lik kraniokaudal açı ile lateral görüntülenmesidir. Sagittal plan masaya paralel ve incelenen bölge filme yakın olacak şekilde hastanın başına pozisyon verilir. Işın santralizasyonu dış kulak yolunun 6 cm yukarısında olacak şekilde yapılır.

Mastoid pnömatizasyonun derecesi, yayılımı ve trabeküler yapıların özellikleri Schüller radyogramı ile elde edilecek bilgilerdir. Temporomandibuler eklem açıkça görülmektedir (16).

Transorbital radyogram, pron ya da supin pozisyonda orbitomeatal düzlem masaya dik olacak şekilde çekim yapılır. Petröz apeks çekim planına oblik olduğu için kısalmış fakat detaylı olarak görülür. İnternal akustik kanal petroz apeks boyunca uzanan ışın geçirgen bir kanal olarak bütün uzunluğu boyunca değerlendirilir. Sıklıkla, iç kulak yolunun radyolüsent gölgesi medial olarak arka kenara kadar uzanır. Bu, kanalın kendisine bağlı olmayıp, porusun üst ve alt kenarlarının interpozisyonu ile ilişkilidir. Kanalın lateralinde vestibülün, superior ve lateral semisirküler kanalların radyolüsent görüntüleri farkedilebilir.

Stenvers radyogramı, hasta pron pozisyonda iken median sagittal plan masayla 45° açı yapacak şekilde yatırılır. Çene hafif sternuma doğru çekilir, orbita üst kenarı ve nazal kemik masaya temas eder. Işın protuberensiya oksipitalis ile karşı taraf dış kulak yolunun tam ortasına santralize edilir. Tüpe 12° kaudo-kranyal açı verilir. Petröz apeksin tamamı orbita lateral kenarında görüntülenir. İç kulak yolu ve mastoid kavitenin tamamı süperpozisyonlardan uzak olarak görüntülenir (16).

2.5.2. Konvansiyonel Tomografi (Politomografi)

1950' li yıllarda temporal kemik görüntülenmesi için çok yönlü tomografiler (politomografi) kullanılmaya başlanmıştır. Konvansiyonel tomografi, temporal kemik ve kafa tabanının değerlendirilmesi için 30 yıl süre ile kullanılan bir görüntüleme yöntemi olmuştur. Kemik görüntülemelemedeki bazı avantajlarına rağmen modern BT'ye göre bu avantajları çok düşük düzeyde kalmaktadır.

2.5.3. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

BT günümüzde intratemporal patolojilerin değerlendirilmesinde politomografik tetkiklerin yerini alarak seçkin bir görüntüleme yöntemi haline gelmiştir. BT, konvansiyonel tomografiden daha düşük doz radyasyon içermesi ve yüksek kontrastlı çekimlerde mükemmel kemik ve yumuşak doku ayrımı yapabilmesi açısından büyük avantajlar sağlamaktadır (3).

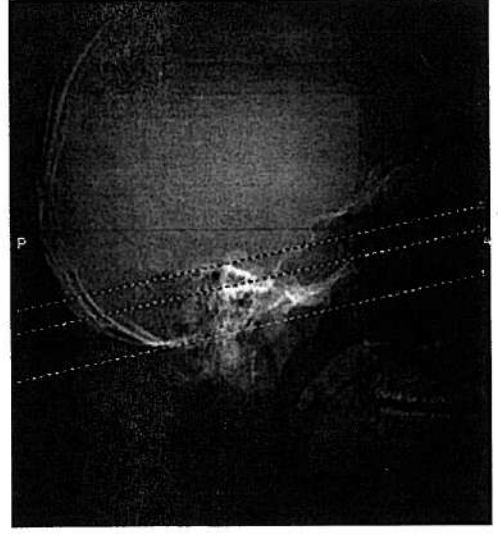
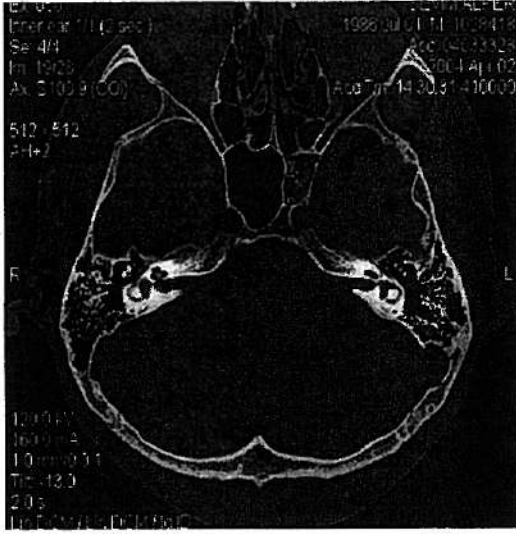
BT' nin konvansiyonel tomografiye göre en önemli avantajlarından birisi orta kulaktaki anormal yumuşak doku içeriğinin değerlendirilebilmesidir.

Bu yöntemde; tarama belirlenen bölgeden başlar ve X- ışını tüpü hastanın etrafında dönerek işlem sürdürülür. Bu çevreye dizili dedektörler x ışınlarından elde ettikleri bilgileri değerlendirip işlemek üzere kayıt ederler. Bu veriler farklı piksel değerleri ile bir görüntü olarak kayıt edilir. Kesit kalınlıkları 0.5 mm'ye kadar inilebilmektedir (5,6,8,9).

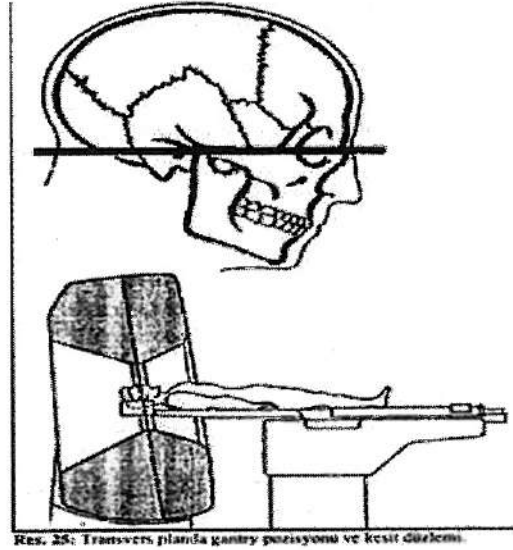
Temporal kemiğin rutin BT incelemelerinde birçok komponent sadece bir planda en iyi izlendiği için birbirine dik iki planda kesitler alınmalıdır.

Horizontal veya Aksiyel Plan

BT değerlendirmede esas plandır. Hasta masada sırtüstü yattığından çekimi rahat ve elde edilmesi kolaydır (Resim 8,9). Tegmen gibi kesite paralel oluşumlar haricinde, dış kulak, orta kulak ve iç kulak yapıları oldukça iyi görülür (5,6,8,9,11,12).



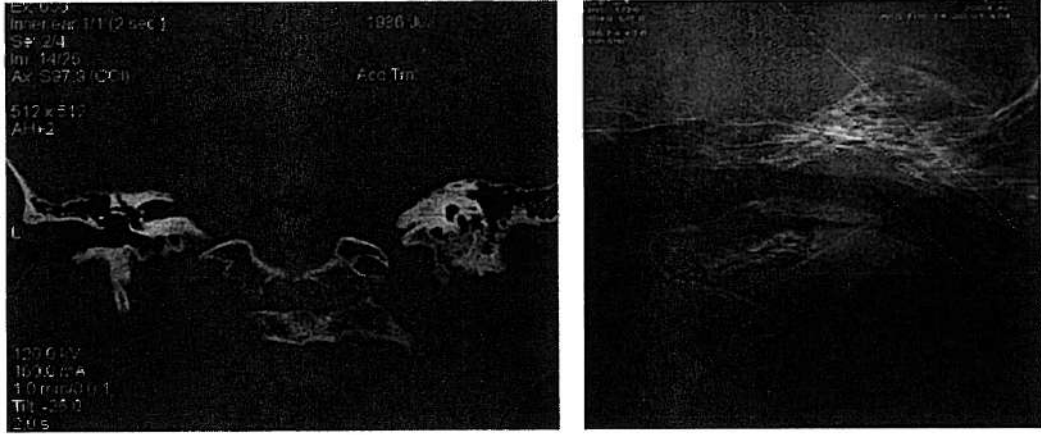
Resim 8: Lateral skenogramda orbitomeatal hatla süperior ve inferior seviyeleri ve orta seviyeden alınan örnek aksiyel kesit görülüyor.



Resim 9: Orbitomeatal hattın yeri ve aksiyel kesit BT incelemesi için hasta pozisyonu ve gantri açısı şematize edilmiş.

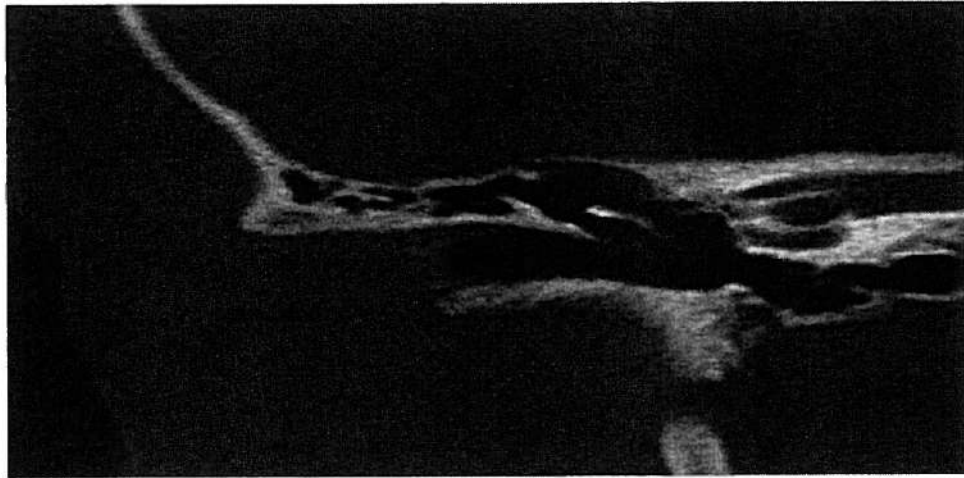
Koronal veya Frontal Plan

Masada sırtüstü veya yüzükoyun yatan hastanın başı hiperekstansiyona getirilir. Yetersiz olan ekstansiyonu kompanse etmek amacıyla çoğu kez gantriye açılır. Özellikle çocuk ve yaşlılarda zor uygulanmakla beraber aksiyel kesitleri tamamlayan vazgeçilmez bir incelemedir (Resim 10).



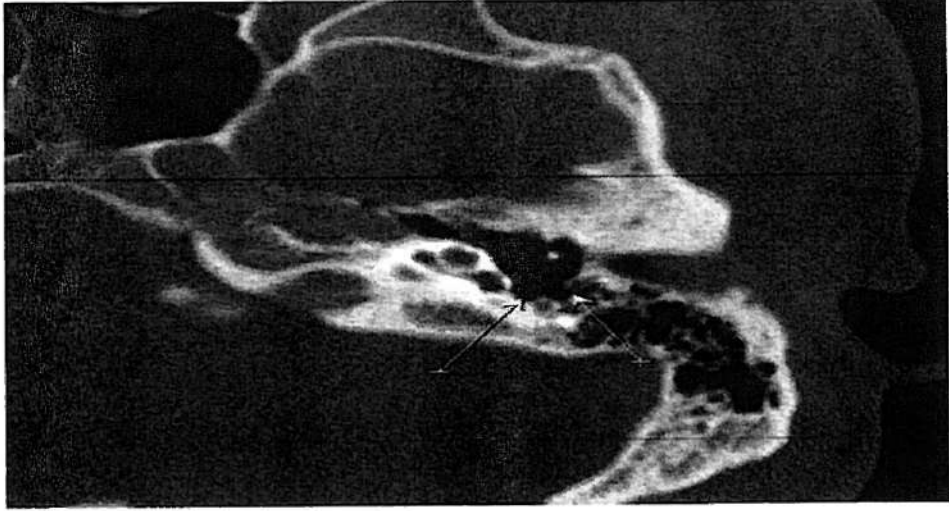
Resim 10: Koronal YRBT incelemesi için lateral skenogramda işaretleme ve örnek koronal YRBT kesiti.

Koronal planda; skutum, prussak mesafesi, tegmen timpani, inkus ve malleusun başı, fasiyal sinirin horizontal parçası daha iyi değerlendirilir (Resim 11).

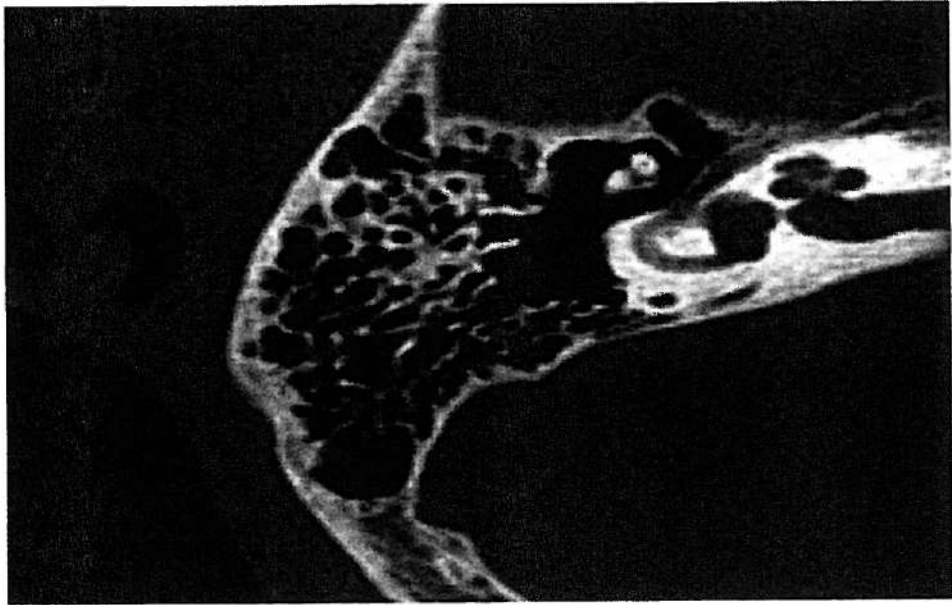


Resim 11: Koronal planda skutum, prussak mesafesi, tegmen timpani, malleus başı, inkus uzun kolu, fasiyal sinir horizontal parçası izleniyor.

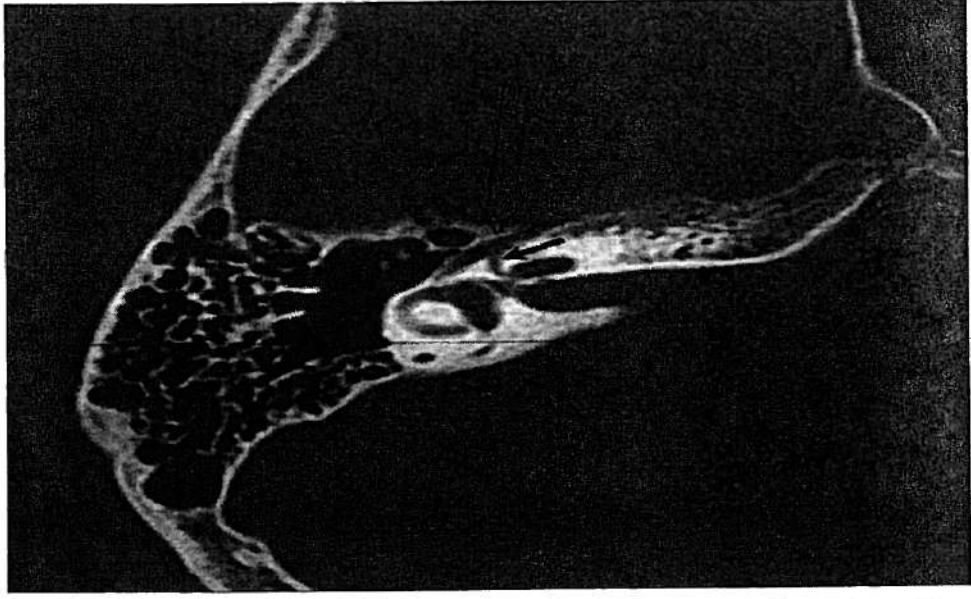
Aksiyel kesitlerde; kemikçikler, fasiyal sinirin vertikal parçası, fasiyal reses, sinüs timpani, lateral semisirküler kanal değerlendirilebilir (5,6,8,9,11,12) (Resim 12,13,14,15,16).



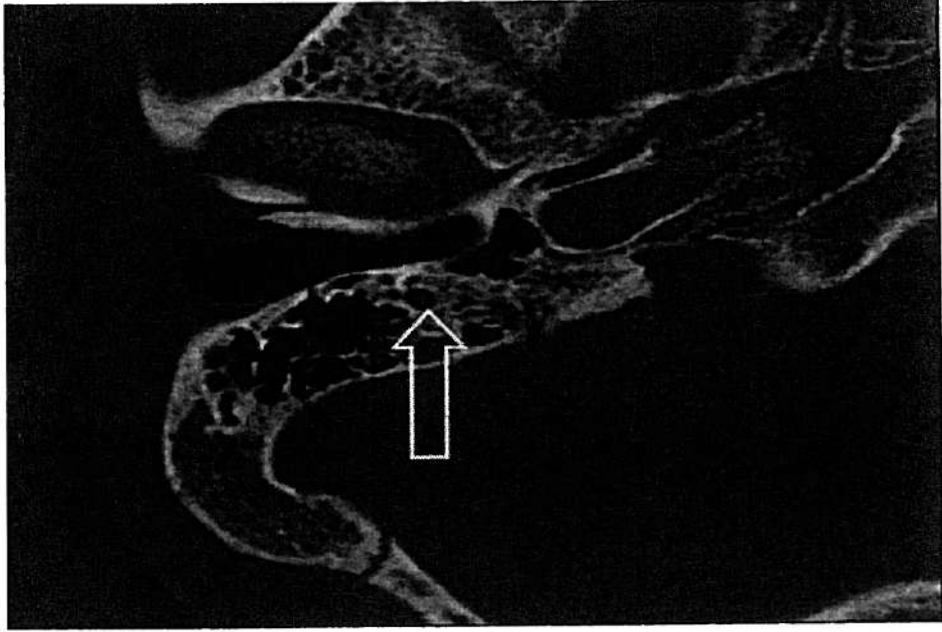
Resim 12: Aksiyel YRBT kesitinde posteriorda fasiyal reses ve sinüs timpani izleniyor.



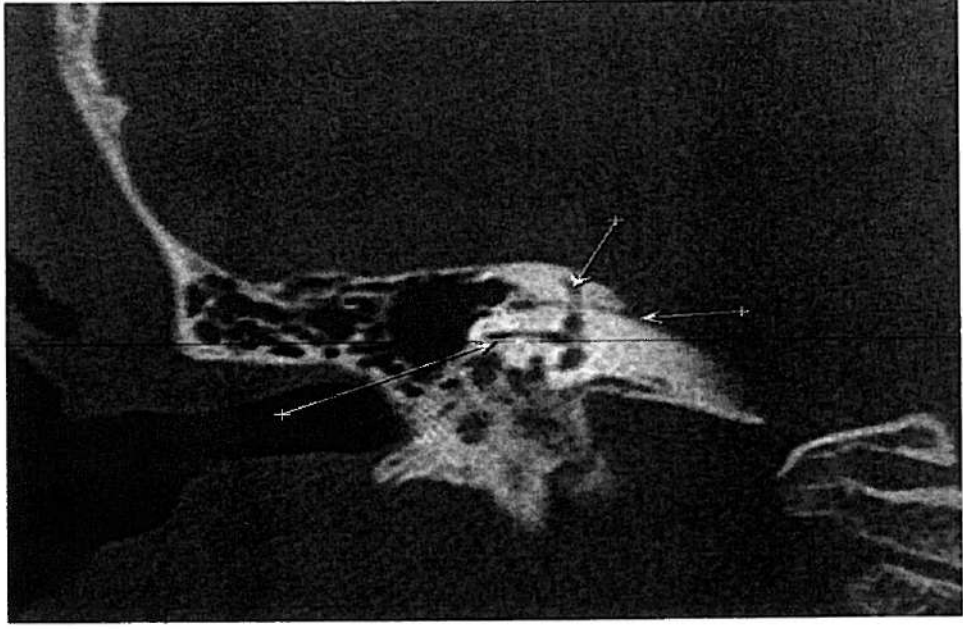
Resim 13: Aksiyel planda orta kulak kavitesinde malleus başı ve inkus gövdesi dondurma külahı şeklinde görülüyor.



Resim 14: Fasiyal sinirin internal akustik kanaldan çıktıktan sonra labirintin segmenti ve 1. dönüşü (genikulat) rahatlıkla takip ediliyor.



Resim 15: Fasiyal sinirin mastoid (vertikal) segmenti okla gösterilmekte.



Resim 16: Koronal kesitte lateral ve süperior semisirküler kanallar izlenmekte.

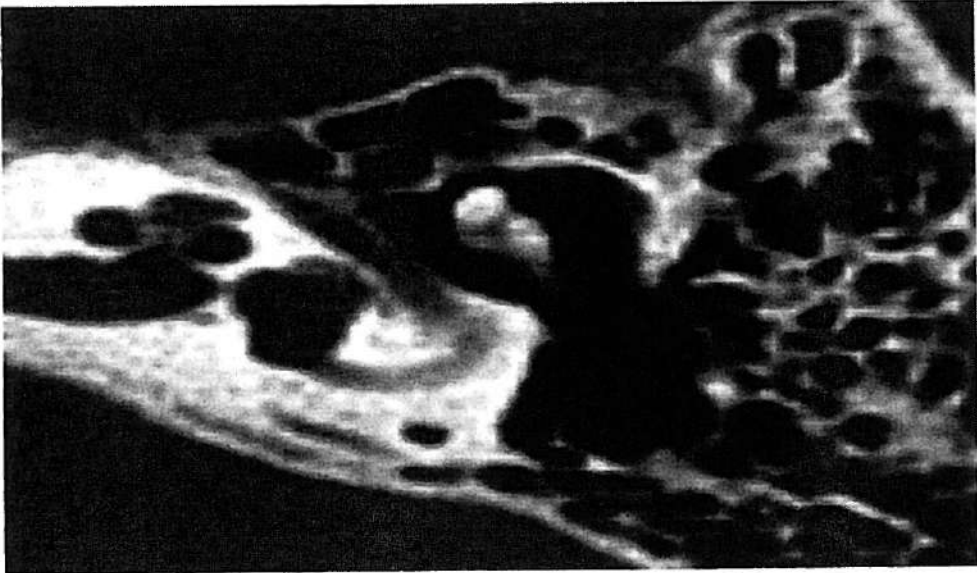
Anatomiye kolay tanımlamak amacı ile kulak zarının yapıştığı anulus timpani ilişkisine göre orta kulak boşluğu daha küçük alanlara bölünerek isimlendirilmiştir. Koronal planda anulus timpani (veya dış kulak yolu) üst ve alt sınırından iki çizgi çekilecek olursa bu çizgilerin üstünde kalan bölüme epitimpanium (attik), ortaya mezotimpanium ve altta kalan kısma ise hipotimpanium denilmektedir. Eğer bu çizgiler aksiyel planda ve dış kulak yolunun ön ve arka sınırından çekilecek olursa ön protimpanium, orta mezotimpanium arka ise posterior timpanium diye adlandırılır.

Mezotimpanium ön ve arka istmus yolu ile epitimpaniumla ve aditus yolu ile mastoid antrumla birleşir (Resim 17).



Resim 17: Koronal planda timpanik zarın yapışma yerine göre epitimpanium, mezotimpanium ve hipotimpanium gösterilmekte.

Epitimpanium (attik) malleus başını ve inkus kısa kolunu içermektedir ve aksiyel kesitlerde dondurma külâhı şeklinde görülür (Malleusun başı dondurma ve inkus çıkıntısı ise külâh olarak ifade edilir) (Resim 18).



Resim 18: Malleus başı ve inkus gövdesinin oluşturduğu dondurma külâhı görünümü.

Alt seviyeli kesitlerde kemikçiklerin uzantıları, üst seviyeli kesitlerde ise malleus başı ve inkus gövdesi görülür (5,6,8,9,11,12) (Resim 19).



Resim 19: Koronal planda kemikçikler, timpanik zar, fasiyal sinir timpanik segmenti ve kohlea net olarak seçilmektedir.

2.5.4. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

Manyetik rezonans olayı, fizik olarak 1940 lı yıllarda bilinmekle birlikte yöntemin görüntüleme amacıyla kullanılması bundan yaklaşık 30 yıl sonra başarılabilmektedir. Yöntemde görüntüleme için vücudun güçlü bir manyetik alana sokulması gerekmektedir. Günümüzde bu amaçla 0,5 –1,5 Tesla manyetik alan oluşturan magnetler (mıknatıs) kullanılmaktadır. Rutin sistemlerde bu manyetik alan gücü kullanılırken, son zamanlarda daha yüksek gücü olan magnetlerin de üretimi söz konusudur. MRG Yönteminin temel prensibi; Yöntemde vücutta bulunan manyetik özelliğe sahip atomlardan yararlanılmaktadır. Bu atomlar çekirdeklerinde tek sayıda proton içeren ve dönme yapan atomlardır. Bu atomlar içinde, çekirdeğinde bir proton bulunan hidrojen atomu, vücutta bol miktarda bulunduğu ve çok iyi sinyal gönderdiği için görüntülemede en avantajlı olanıdır. Manyetik alana girildiğinde vücuttaki protonların mıknatısın oluşturduğu manyetik alana paralel hale gelmesi sağlanmaktadır. Daha sonra verilen radyo dalgasının enerjisi ile bu hidrojen atomları,

manyetik alan ile belirli bir açı oluşturmaktadır. Radyo dalgası kesildikten sonra hidrojen atomları tekrar manyetik alanın etkisi ile eski konumlarına dönmektedirler. Bu sırada hidrojen atomlarının içlerinde bulundukları moleküler yapıya göre farklı farklı zamanlarda tekrar manyetik alana paralel konuma gelmeleri söz konusudur. Hidrojen atomlarından farklı dönemlerde sinyaller alınarak görüntüleme oluşturulmaktadır. Uyarının verildiği ve sinyallerin alındığı zamanların farklı farklı seçilmesi sayesinde vücuttaki farklı özellikteki hidrojen kompozisyonu oluşturan oluşumların farkı ortaya konabilmektedir. Gelen sinyaller, dokudaki suyun miktarı, serbest ya da bağlı olması, bağlı ise sıkı ya da gevşek bağlı olması gibi faktörlere bağımlı olarak nicelik ve nitelik olarak değişkenlik göstermektedir. Ayrıca sinyalin alındığı yerde akım söz konusu ise akımın varlığına ve hızına göre de gelen sinyallerde değişiklik saptanacaktır. Hidrojen atomunun başlıca suyun yapısında bulunması nedeniyle yöntem, yumuşak dokuların incelemesinde oldukça başarılıdır. Kemik gibi su içeriği düşük olan yapılarda alınan sinyaller daha düşük olmaktadır. Hidrojen atomları, verilen radyofrekans uyarısı kesilince hem kendi ekseninde dönen hem de salınım hareketi yapan bir topaç gibi dönerek tekrar eski konumlarına gelirler(20).

2.5.5.Difüzyon MRG

Difüzyon ağırlıklı MRG moleküllerin rutin olarak yaptığı gelişigüzel (brownian) harekete dayanır (21).Normal şartlarda difüzyon her yöne doğru gerçekleşebilir (22,23). Difüzyon iki çevre arasındaki konsantrasyon farkından kaynaklanmaktadır. Hücre membranları arasında taşınan maddenin büyüklüğünü göstermekte 'diffusion coefficient-D' olarak bilinen değer kullanılmaktadır. Biyolojik sistemlerin perfüzyonlarının sürekli olması dokuların difüzyon değerlerini karmaşık hale getirmektedir (23,24).

Moleküller üzerine bir gradient uygulandığında difüzyon spin eko amplitüdünde azalmaya yol açar. Normal spin eko (SE) sekanslarda moleküllerin difüzyonları görüntülenemez. Difüzyon hareketlerini görüntülemek için herhangi bir sekansı difüzyona hassaslaştıran güçlü gradientler gereklidir. Bunun için SE sekansında 180 derece radyofrekans pulsu göndermeden önce ve sonra güçlü gradientler uygulanır (22).

Bu şekilde elde edilen sinyalin difüzyon ağırlığını, uygulanan ekstra gradientin gücü (b değeri) ve uygulama süresi belirler. Difüzyon ağırlıklı görüntü elde etmek için uygulanan yüksek amplitüdlü gradientler kısa süreli uygulanmalıdır (22,25).

ADC (apparent diffusion coefficient) biyolojik yapılarda difüzyon katsayısı yerine kullanılan bir deyimdir. Çünkü in vivo ortamda ölçülen sinyal kaybı in- vitro ortamdan farklı olarak yalnızca su difüzyonuna değil, damar içi akım, BOS akımı ve kardiyak pulsasyon gibi faktörlere bağlıdır. Su molekülünün hareketi ölçülerek, dokuların ADC haritası oluşturulabilir (25). Difüzyon iki şekilde gerçekleşir: izotropik ve anizotropik. İzotropik difüzyonda moleküllerin hareketleri her yöne doğrudur. İzotropik difüzyon mikroyapıları rasgele dizilmiş ya da moleküllerin hareketine düzenli engeller göstermeyen ortamlarda gerçekleşir. Mikroyapıları belli bir düzende yerleşmiş olan dokularda ise difüzyon bir yönde diğer yönlerden daha fazla olabilir ve bu anizotropik difüzyondur.

Difüzyon ağırlıklı MRG'de temel sekans spin eko'dur. Konvansiyonel SE T2 yerine ekoplanar SE T2 sekansının kullanılmasıyla inceleme zamanı kısalmış ve artefaktlar belirgin şekilde azaltılmıştır (26).

Ekoplanar SE T2 sekansına birbirine eşit büyüklükte ama ters yönde iki gradient eklenir. Birinci gradient faz dağılımına (dephase) yol açar. Ters yöndeki ikinci gradient ise hareketsiz protonlarda faz odaklanmasını (rephase) sağlar. Böylece hareketsiz protonların T2 sinyalinde bir değişiklik olmaz. Hareketli protonlarda ise faz odaklanması kısmidir; çünkü protonların bir kısmı ortamı terk etmiş ikinci gradient maruz kalmamıştır. Bu protonlarda başlangıçtaki T2 sinyalinde difüzyon katsayısı ile orantılı bir şekilde azalma olur (22,25).

Difüzyon ağırlıklı MRG'de hızlı difüzyon gösteren protonlar T2 sinyalindeki kayıp nedeniyle düşük sinyalli, yavaş difüzyon gösteren ya da hareketsiz olan protonlar T2 sinyalleri fazla değişmediği için yüksek sinyallidir. Difüzyon ölçümünde uygulanan gradient şiddeti (b değeri) arttıkça hareketli protonlardaki faz dağılımı ve dolayısıyla sinyal kaybı artar. Difüzyon tekniklerinde, molekül hareketinin duyarlılığı b değeri ile belirlenir. B değeri gradientin gücü ve süresini

yansıtan sn/mm² birimine sahip bir parametredir. Yüksek kaliteli görüntülemelerde b değeri yüksek olmalıdır (b=1000 sn/mm² gibi). Yüksek b değeri için uzun süreli ve uzun zaman aralıklı gradientler kullanılmalıdır. ADC değeri yüksek olan dokularda gradient pulsları arasında hareket eden protonların sayısı fazladır. Bu nedenle protonlarda toplanan sinyalin şiddeti az olacağından sinyal kaybı belirgindir. ADC değeri düşük olan dokularda ise sürekli hareket eden proton sayısı az olduğu için görüntüdeki sinyal kaybı daha azdır. Dokuların dizilim yönüne bağlı olarak difüzyonun yönü ve hızı farklılaşır. Ölçüm eksenine paralel doğrultuda seyreden liflerde difüzyon hızlıdır (düşük sinyal), ölçüm eksenine dik seyreden liflerde ise difüzyon yavaştır (yüksek sinyal). Doku dizilimine bağlı difüzyon hızının değişmesine difüzyonal anizotropi denir ve dokunun yapısı hakkında bilgi vermesi açısından faydalıdır. Difüzyon ağırlıklı MRG'de kontrastı oluşturan faktörler difüzyonun yönü, hızı ve T2 sinyalıdır (22,23).

Trace Difüzyon Görüntüleme: Difüzyon vektörünün x, y ve z eksenlerindeki izdüşümleri hesaplanarak elde olunan görüntüye trace difüzyon ağırlıklı MRG denir. Bunun için x, y, z düzlemlerindeki vektörlerin çarpımının küp kökü alınır. Bu şekilde elde edilen difüzyon ağırlıklı MRG'de yöne bağlı sinyal değişikliği ortadan kalkar. Bu görüntülerde kontrastı oluşturan difüzyonun büyüklüğü ve T2 sinyalıdır. B değeri arttıkça difüzyon ağırlığı artar, T2 etkisine bağımlılık azalır (28). Pratikte 800-1000sn/ mm²'lik b değeri yeterli difüzyon ağırlığı sağlar (29, 30).

T2 parlaması (T2 shine-trough): Difüzyon ağırlıklı MRG'de kısıtlanmış(yavaş) difüzyon yüksek sinyal, hızlı difüzyon ise düşük sinyal olarak izlenir. Ancak difüzyon ağırlıklı MRG'de kontrastı oluşturan difüzyon sinyali yanı sıra T2 sinyalıdır. Yani T2 hiperintens lezyonlar kısıtlanmış difüzyon olmasa bile difüzyon ağırlıklı MRG'de yüksek sinyalli görünür ve kısıtlanmış difüzyonu taklit eder (22, 31, 32).

ADC Haritası: T2 parlaklaşma sorununu önlemek için difüzyon ağırlıklı MRG'deki T2 etkisini ortadan kaldırmak gerekir. Her voksel için T2 etkisini ortadan kaldırtan matematiksel hesaplamalar yapılır ve ADC haritası elde edilir. ADC haritasını oluşturan yalnızca difüzyon büyüklüğüdür; bu harita difüzyon yönü ve T2 etkisinden bağımsızdır. ADC haritası ölçülen difüzyon büyüklüğünün mutlak

değerini gösterir; yani kısıtlanmış difüzyon=düşük ADC değeri=düşük sinyal, hızlı difüzyon=yüksek ADC değeri=yüksek sinyal olarak izlenir. ADC haritasındaki değerler difüzyon ağırlıklı MRG'dekinin tam tersidir.

Klinik uygulamada difüzyon ağırlıklı MRG, ekoplanar (EP) T2 ve ADC haritası ile birlikte yorumlanmalıdır.

Difüzyon ağırlıklı MRG'nin öncelikle en önemli ve en sık kullanım alanı iskemik inme görüntülemesidir. Ancak günümüzde değişik patolojilerde ve farklı sistemlerde de kullanılmaktadır.

Ekoplanar Görüntüleme: Echo-planar Imaging (EPI) (Single-Shot Imaging): Single-shot ya da multishot yapılabilir. Single-shot teknikte bir 90 derece RF pulsunu faz ve Frekans kodlama gradiyentlerinin uygulamaları izler. Görüntü bilgilerinin tümü bir TR süresin de toplanır. Önce 90 derecelik puls uygulanır, faz ve frekans gradiyentleri çalıştırılarak veri toplanmasına k-alanının periferinden başlanır. Hemen arkasından uygulanan 180 derecelik puls ile birlikte frekans ve faz kodlama gradiyentleri titreşim yapar şekilde hızla çalışmaya başlar. Oluşan ekolarla k-alanı zig-zag şeklinde hızla doldurulur. Eko sayısına EPI faktör denir. Eko gradiyentlerle oluşturulduğundan yöntem bir GRE yöntemidir. En yüksek ekonun oluştuğu süre efektif TE süresi kabul edilir.

Yöntemin SNR değeri ve çözümülemesi düşüktür (matriks 64x64 veya 128x64).Manyetik suseptibiliteye aşırı derecede duyarlıdır. Manyetik duyarlılık ve kimyasal shift artefaktları görülür. Süre çok kısaltılmıştır. Veri toplama süresi 50 msn veya altındadır. Bu nedenle zamana bağlı fizyolojik olayların incelenmesinde (fonksiyonel MR, difüzyon/perfüzyon çalışmaları) kullanılır(20).

2.5.6. Anjiyografi

Temporal kemik içinde veya yakınındaki vasküler tümör veya damarsal anomaliler için konvansiyonel anjiyografi ender olarak gerekmektedir. Bununla beraber, arteriyografi glomus tümörü gibi lezyonların besleyici damarlarının tespiti ve embolizasyonu için vazgeçilmez bir uygulamadır (12).

2.6. ORTA KULAĞIN ENFLAMATUAR HASTALIKLARI

Genellikle üç aydan daha fazla süren ve medikal tedaviye yanıt vermeyen kulak zarı perforasyonu ile birlikte dış kulak yolundan akıntı ile karakterize durumlarda kronik otitis medialardan söz edilir. Ayrıca, bir akut otitis media atağının arkasından altı haftadan beri, medikal tedaviye yanıt vermeden devam eden süpüratif akıntılı otitis medialis da kronik süpüratif otitis media (KSOM) olarak kabul edilirler. KSOM'nın üç karakteri vardır: 1) Kulak zarında perforasyon, 2) Dış kulak yolunda zaman zaman kesilen süpüratif karakterde bir akıntı, 3) Çoğunlukla iletim tipinde olan işitme kaybı (33).

KSOM'ları etyolojide rol oynayan faktörler ve histopatolojik özelliklerine göre beş ana gruba ayırmaktayız (33,34).

- a. Allerjik ya da sekretuar tubotimpanitisler
- b. Kronik mukozal otitis medialis
- c. Kronik mukoza ve kemik nekrozu gösteren otitis medialis
- d. Özel tip KOM'lar
- e. Kolesteatomlu KOM

Allerjik sekretuar tubotimpanitisler ve mukozal KSOM'lar selim karakterli orta kulak yangıları olup tubotimpanik, kolesteatomlu KOM ise attikoantral yayılım özellikleri taşırlar.

a. Allerjik sekretuar tubotimpanitisler: Üst solunum yolları allerjisi ile birlikte ve hemen bunu izleyen zamanda meydana çıkan KSOM tipidir. Allerjinin kontrol altına alınması ile akıntı kesilir ve bir süre sonra yeniden başlar. Bunlarda santral bir perforasyon vardır. Perforasyon ön alt kadranda ve östaki borusunun ağzına yakındır, sürekli serömüköz veya seröz bir akıntı söz konusudur. Perforasyon kenarları muntazamdır. Bu tiplerde işitme eksikliği çok azdır ve iletim tipindedir. Perforasyondan görülen orta kulak mukozası pembe renkte ve ödemlidir. Bu gibi olgularda tedavi allerjenler üzerine bilgi sahibi olmakla başlar ve bağışıklık sağlanmakla akıntı kesilir veya kontrol altına alınır. Enfeksiyona engel olmak için akıntıdan mikrop kültürü ve rezistans tayini gereklidir. Akıntı zamanla dış kulak

yolunda yangılara neden olabilir. Bu durumda ağrı meydana çıkar. Bunun dışında allerjik sekretuar otitis medialar, seröz akıntı ve çok az işitme eksikliğinden başka belirti vermezler (33,34).

b. Kronik mukozal otitis medialar: Bunlar da benign orta kulak yangıları arasında sayılırlar. Olay orta kulak ve mastoidi kaplayan mukozaya ilişkindir. Genellikle mikroorganizma kaynaklıdır. Fakat bazen allerjik nedenler de etyolojisinde rol oynayabilir. Hastalık mukoza seviyesindedir. Santral bir perforasyon vardır. Perforasyon genellikle küçüktür. Orta kulak mukozası şiş ve ödemlidir; poliplere ve granülasyon dokularına rastlanabilir. Aktif devrelerde mukopürülan bir akıntı izlenir. Genellikle kokusuzdur. İşitme eksikliği iletim tipinde ve azdır (33,34).

c. Kronik mukoza ve kemik nekrozu gösteren otitis medialar: Bu tiplerde de santral bir perforasyon vardır. Fakat, perforasyon kenarlarında yassı epitelin orta kulak boşluklarına girdiği görülebilir. Akıntı, kokulu ve incedir, rengi sarıdan kahverengine dönüşür. Orta kulak mukozası, özellikle hipotimpanumda, yer yer granülasyon dokusu ve polipler gösterir. Mukoza şişkinliği ileri dereceye varır ve orta kulak mukozası perforasyonun kenarlarından taşabilir. İşitme eksikliği ileri derecededir. Pencerelelerin burjon dokusu ile sarılmasından dolayı uğultu ve baş dönmeleri ortaya çıkar. Diğer tiplerin aksine, kemik dokusu radyografide yer yer küçük odaklar biçiminde erime odakları gösterir. Allerjik tubotimpanitislerde ise kemik dokusu normaldir. Mukozal KSOM' larda ise hücreler arası septumların kalınlaşması ile kemikte osteokondansasyon görülür (33,34).

d. Özel tip KOM'lar: Kronik tüberküloz otitler ve sifilitik otitler bu gruba girer (33,34).

e. Kolesteatomlu KOM: Kolesteatoma deyimi Alman biyokimyacı J. Muller'e aittir. Kolesteatomayı tanımlamak için çeşitli öneriler ortaya atılmıştır. 1962 yılında Gray, " yanlış yerde bulunan deri " tanımını önermiştir. 1993 yılında Strunk bu tanımları biraz daha değiştirerek " Kolesteatoma yanlış yerde gelişen deridir " tanımını yapmıştır. " Kulak kolesteatoması orta kulak boşluklarında gelişen deridir " tanımını bu klinik lezyonun en gerçekçi tanımıdır (33,34,35).

Kolesteatomanın histolojik incelemesi derinin bütün katlarına sahip olduğunu göstermiştir. Ancak bu katların kalınlıkları normal deriden farklıdır. Derinin en önemli özelliği sürekli yenilenmesidir. Bu özellik kulak zarı ve dış kulak yolu için de geçerlidir. Bu durum kolesteatom içinde geçerlidir. Ölü hücreler üstüste yığılır ve kolesteatomanın beyaz lamellerini oluştururlar. Deride sürekli olarak yenilenmeyi sağlayan tabaka bazal germinatif tabakadır. Sürekli olarak yeni deri hücreleri doğurur. Kolesteatomada bazal germinatif tabakanın çevresinde korion denilen bir bağ dokusu vardır. Bu iki tabaka matriks adını alır ve kolesteatomanın doğurucu tabakasını oluştururlar. Kolesteatomun diğer bir özelliği de deskuame epiteller yanında sürekli keratin üretmesidir. Deride “stratum korneum” tabakası bu keratinin kaynağıdır.

Kolesteatomanın özelliklerinden biri ve belki de en önemlisi kemik erimesine neden olmasıdır. Kemik erimesi diğer KSOM tiplerinde de görülebilir. Ancak kolesteatomada daha geniş ve en az iki kat daha fazla görülmektedir. Kemik erimesi kolesteatomayı tehlikeli yapan özelliklerden biridir. Kemik erimesi iletim tipi ya da sensörinöral işitme kayıplarının yanısıra, temporal kemik ve kafa içi komplikasyonlara da neden olan önemli bir süreçtir (33,34,35,36).

Doğumsal kolesteatom herhangi bir enfeksiyon veya otit öyküsü olmaksızın sağlam timpanik membran arkasında gelişen kolesteatomdur. Ektodermal kaynaklı hücrelerin doğumsal gelişim sırasında orta kulak ön-üst ve petröz kemik civarında hapsolup kalmasından kaynaklanır (33,34,35,37).

Akkiz kolesteatomlar ise iki ayrı antiteye ayrılırlar.

- a. Primer akkiz
- b. Sekonder akkiz kolesteatomlar

Primer akkiz kolesteatom deyimi ile östaki borusu normal ve kulak zarı sağlamken gelişen kolesteatomlardan sözedilmektedir. Sekonder akkiz kolesteatomlarda ise kulak zarında bir perforasyon bulunur. Bu perforasyonun yerleşme yerine göre de sekonder akkiz kolesteatomlar pars tensa ve pars flaksida kolesteatomları olarak iki gruba ayrılırlar (12,14,33,34).

Primer akkiz terimi ile östaki borusu açık ve kulak zarı sağlamken meydana gelen kolesteatomları anlıyoruz. Östaki borusu açıktır, ancak çalışması yetersizdir. Burada önemli olan nokta, bunların konjenital kolesteatomalardan ayrı bir antite olmalarıdır. Primer akkiz kolesteatomlar konjenital kolesteatomalardan ayrı olarak embriyonel hayattaki bir kalıntıdan değil kulak zarı dış yüzünü örten derinin orta kulak boşluğuna girmesi ile meydana gelirler. Pfaltz' a göre retraksiyon cepleri , özellikle de arka üst kadranda yerleşik olanlar kolesteatom gelişimi açısından potansiyel olarak kabul edilir. Bu durumda kolesteatomanın nasıl meydana geldiği konusunda çeşitli olasılıklar ileri sürülmüştür:

- a. İnvajinasyon teorisi,
- b. Bazal hücre hiperplazisi teorisi,
- c. Effüzyonlu otitis media teorisi,
- d. Epiteyal invazyon teorisi (14,33,34).

İatrojenik ve sekonder akkiz kolesteatomların oluşumunda belli başlı üç varsayım ileri sürülmüştür:

1. İmplantasyon teorisi,
2. Metaplazi teorisi,
3. Epiteyal invazyon teorisi (12,14,33,34).

İmplantasyon teorisi: İatrojenik kolesteatomaların patogenezini açıklamak için ileri sürülmüştür. Özellikle cerrahi müdahaleler sırasında dış kulak yolu epitelinin orta kulak boşluğuna ya da kulak zarı içine veya dış kulak yolu kemik duvarı derisi altına kaçması ile oluşan kolesteatomaların patogenezini açıklar. İatrojenik kolesteatomalar aynı zamanda travmalar, yabancı cisimler ve patlamalar sırasında da ortaya çıkabilir. Ventilasyon tüpü takılması, parasentez ve timpanoplasti gibi ameliyatlarda epitel parçacıkları kulak zarı içinde hapis kalabilir ya da meydana getirilen perforasyonlardan epitel kulak zarı içine girebilir.

Metaplazi teorisi: Bu teori kronik ve rekürrent otitis medialis sonucunda orta kulak mukozasının deskuame ve keratinize skuamöz epitele dönüşmesi esasına dayanır. Çeşitli etmenlerin etkisi ile epidermoid metaplazinin ortaya çıkması

kolaylaşır. A vitamini eksikliği, ortama östrojenin eklenmesi, mukozanın çevresinde mezenkim dokusunun bulunması ve ortamdaki oksijen ve karbondioksit oranlarının değişmesi gibi. Ancak büyük çoğunluk, infeksiyon ve negatif basıncın meydana getirdiği irritasyonların orta kulak mukozasında metaplazik değişikliklere neden olduğunu kabul etmekle birlikte bu değişikliklerin epidermoid karakterde kaldığı ve keratin meydana getirmediğini, kolesteatomada olduğu gibi Langerhans, Merkel hücreleri ve desmozomlar içermediğini, bu yüzden metaplazinin pratikte rastladığımız kolesteatomlarla bir ilişkisi bulunmayacağı görüşündedir.

Epitelyal invazyon teorisi: Orta kulağın, marjinal ya da attik perforasyondan dış kulak yolu derisi ya da kulak zarı dış tabakasını yapan epitel tarafından istila edilmesi anlamında kullanılmaktadır. Yani bir çeşit epitelyal migrasyon söz konusudur. Bu olay deneylerle gösterilmiştir. Bir epitele komşu mukoza herhangi bir nedenle tahrip edilecek olursa, bu tahrip edilen alanı epitel örter. Yani, epitel tahrip edilen alana doğru göç eder. Bu göç mukoza tabakasına raslayıncaya kadar devam eder. Mukozanın varlığı nedeni ile migrasyon durur. Buna kontakt inhibisyon adı verilir. Aynı olay bir marjinal perforasyon ya da attik perforasyonundan dış kulak yolu derisinin ya da kulak zarı dış yüzünü kaplayan epitelin orta kulak boşluğuna göç etmesi ile de meydana gelir. Bu olay sekonder akkiz kolesteatomların patogenezi için kullanılmıştır (14,33,34).

2.6.1.Orta kulak kolesteatomlarının komplikasyonları

Kolesteatomun hemen tüm komplikasyonları kemik erozyonu sonucu gelişmektedir. Kemik erozyonuna mekanik basınç ve/veya etraftaki fibroblastlardan salınan kollajenaz enziminin yol açtığı düşünülmektedir. Bu komplikasyonlar kemik zincir destrüksiyonu (%75), labirent fistülü, otomastoidektomi, fasiyal sinir paralizisi, işitme kaybı, menenjit, abse ve venöz sinüs trombozudur (38,39,40,41).

2.7.KOLESTEATOMANIN MRI ÖZELLİKLERİ

Kolesteatoma, deskuamasyon debrisyle (keratin) dolmuş keratinize, katmanlı, skuamöz epitelyumdan (matriks) oluşan ve genellikle ekstradural yapıları kapsayan kistik lezyondur. Söz konusu yapılar genellikle orta kulak kavitesi ile

mastoidi içerir, ancak petröz apeks gibi petröz kemiğin diğer kısımları ile dış kulak yolunu da kapsayabilir.

Ekstradural kolesteatoma klasik olarak konjenital veya edinsel kolesteatomaya ayrılır. Intradural yerleşimli lezyonlar sıklıkla serebellopantin açıda ya da orta kranyal fossada bulunur ve epidermoid kistler olarak bilinir.

Standart T1-ağırlıklı MRI sekanslarında, konjenital ve edinilmiş kolesteatoma, beynin gri maddesiyle karşılaştırıldığında hipointens sinyal yoğunluğuna sahiptir. Kolesteatoma vaskülarize olmayan bir lezyondur; dolayısıyla intravenöz gadolinium uygulamasını takiben kontrastlanmaz. Çevreleyen epitelyal (matriks) ve granüler (perimatriks) tabakaların kontrastlanması, intravenöz gadolinium uygulamasından sonra T1-ağırlıklı görüntülerde teorik olarak ince, kontrastlanmış bir doğru olarak görülebilir; ancak çevreleyen lezyonun görüntüsünü kontrastlayan, ilişkili inflamasyon nedeniyle bu durum genellikle fark edilebilir değildir. T2-ağırlıklı görüntülerde kolesteatoma orta ila yüksek sinyal yoğunluğuyla karakterizedir ki bu yoğunluk inflamatuvar doku ya da sıvınınkinden kesinlikle daha düşüktür. Buna karşın inflamasyon ya da fibröz doku T2-ağırlıklı görüntülerde yüksek sinyal yoğunluğu, T1-ağırlıklı görüntülerde ise düşük sinyal yoğunluğuyla karakterizedir, ancak bunlar intravenöz gadolinium uygulamasından sonra değişken olarak ve homojen olmayan biçimde kontrastlanırlar. Fibröz dokuda kontrastlanmanın görülmesi genellikle 45 dakikayı bulur ki bu durum gadolinium uygulaması sonrasında geç görüntülenmeyi kesinler. MRI üzerinde kolesterol granülomu T1- ve T2-ağırlıklı görüntülerde yüksek sinyal yoğunluklarıyla karakterizedir.

Difüzyon ağırlıklı MRI sekanslarında (eko-planar ve eko-planar dışı) kolesteatoma belirgin bir hiperintensiteyle karakterizedir. DW-MRI başlangıçta iskemik beyin infarktüsü tanısı koymak üzere kullanılmıştır(42). DW-MRI tekniği suyun (protonlar) difüzyon hareketi ve bu hareketin çeşitli biyolojik dokular ve patolojik yapılar içindeki kısıtlanması hakkında bilgi verir. Suyun (protonlar) difüzyonunu görüntülemek üzere genellikle hızlı, tek atım ("single-shot") gradiyen eko sekans kullanılarak (1000sn/mm²'lik b-değerleri) difüzyon duyarlılaştırıcı gradiyenler uygulanmalıdır.

DW-MRI'da kolesteatomanın artan sinyal yoğunluğunun kesin nedeni hâlâ bilinmemektedir. Bazı araştırmacılar buna hiperintensiteyle kısıtlanmış difüzyon ile T2 shine-through etkisinin neden olduğunu düşünmektedir(43,44,45). Keratin birikintisi içeren kolesterol ile dolu kolesteatoma standart T2-ağırlıklı MRI'da orta ila yüksek sinyal yoğunluğuna sahiptir ki bu da T2 shine-through etkisinin difüzyon ağırlıklı görüntülerde hiperintensiteye katkı sağlayabileceğini düşündürmektedir. Yakın geçmişte çeşitli araştırmacılar silastik, kemik tozu ve granülasyon dokusu varlığında düşük-orta yoğunluklar bildirmişlerdir(46,47). Ancak DAG üzerindeki belirgin bir hiperintensite kolesteatoma açısından tanısal kabul edilir ancak DAG'daki çeşitli artefaktların kolesteatoma olarak yorumlanmaması açısından dikkatli olunmalıdır.

MRI'da kolesteatomanın ayırıcı tanısı ve görüntülenme özellikleri Tablo 1'de özetlenmiştir

Tablo 1: Kolesteatom MR Özellikleri

	T2 MR	T1 MR	Geç Kontrastlı T1 MR	Difüzyon MR
Kolesteatom	Hiperintes	Hipointes	Hipointes	Hiperintes
Kolesterol Granülü	Hiperintes	Hiperintes	Hiperintes	Düşük İntensite
İnflamatuvar skar dokusu	Hiperintes	Hipointes	Hiperintes	Sinyal yok

3. VERİ VE YÖNTEM

Bu çalışma da Mayıs 2010- Ekim 2010 tarihleri arasında S.B. Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji kliniğine Kolesteanom öntanısıyla Temporal Ekoplanar MR istemiyle başvuran 10-61 yaşları arasında (ortalama 30.91) 33 hasta 17 kadın (%51,5) ve 16 erkek (%48,5) incelemeye dahil edildi(Tablo 2).

Tablo 2: Kadın-Erkek yaş ortalaması

	N	Mean	SS	Minimum	Maximum
Erkek	16	30,25	12,50	10	48
Kadın	17	31,53	14,47	11	61
Tüm Grup	33	30,91	13,36	10	61

MR görüntüleme tetkikleri; 1,5 Tesla MR cihazı ile (Philips -Aciheva) Temporal Ekoplanar MR da kullandığımız koiller; 8 kanal:Sense- Head-8, 16 kanal:NW koil kullanılarak gerçekleştirildi. Çalışmada her olgu aksiyel planda T1, T2, Koronal T2 ağırlıklı rutin MR sekanslarına ek olarak, SDW- Ssh 1000 (Difüzyon),Aksiyel ve Koronal Fat –set (Kontrastlı) MR sekansları ile değerlendirildi.

Çalışmamızda kullandığımız sekans parametreleri; Her hastanın vücut yapısına göre değişmekle birlikte ortalama; FOV 200 ,RFOV :100/ Slice:12/ slice thickness 3 mm / slice gop default.

1. Aksiyel T1A:TE:User defined (ms) 10, TR:Shortest, NSA:4, Matriks: 224x256, scan percentage (%)80 ,Fast imaging mode TSE
2. Aksiyel T2A:TE: User defined, TR: Shortest, NSA: 4, Matriks: 224x256,

scan percentage (%)80, slice: 12 , slice thickness: 3mm, slice gap:default, Fast imaging mode TSE

3. Koronal T2A:TE: User defined (ms) 120, TR:shortest, NSA:3, Matriks: 256x256, scan percentage (%)80, Fast imaging mode TSE
4. SBW –ssh 1000: FOV:240 ,RFOV :100 ,Slice thickness 4.8 mm,TE: User defined (ms) 88 ,TR:shortest ,NSA 4 ,Matriks 112x128 ,scan percentage 80 ,shot mode :single short , max b – factor ;1000 Alınan b1000 değerinin ADC haritası çıkartılıp (işlenip) basım yapılıyor.
5. Koronal T1 Fat :TE: :User defined (ms) 10, User defined (ms) 70,NSA:4, Matriks : 224x256 scan percentage (%) 80, scan mode: ms, technique: SE
6. AksiyelT1Fat:TE:User defined (ms)10, User defined (ms) 700, NSA:4, Matriks 224x256 scan percentage (%) 80

45 dakika sonra tekrar T1 Koronal ve Aksiyel kesitler alınıyor. Toplam süre yaklaşık 15 dakika sürüyor.

Bu çalışmada istatistiksel analizler NCSS 2007 paket programı ile yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma) yanı sıra ikili grupların karşılaştırmasında bağımsız t testi, nitel verilerin karşılaştırmalarında ki-kare testi kullanılmıştır. Patoloji sonuçları ile Erken kontrast MR, Geç kontrast MR ve Diffüzyon MR sonuçlarının Duyarlılık, Özgüllük, PKD, NKD, Doğruluk, en çok olabilirlik oranları hesaplanmıştır. Sonuçlar, anlamlılık $p<0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

4.BULGULAR

Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji Kliniğine Kolesteatom öntanısıyla Temporal Ekoplanar MR istemiyle başvuran 10-61 yaşları arasında (ortalama 30.91) 33 hasta 17 (%51,5) kadın ve 16 (%48,5) erkek incelemeye dahil edildi. Hasta yaş ortalamaları 30.91 (minimum 10 yaş, maksimum 61 yaş) saptanmıştır(Tablo 2).

Temporal ekoplanar MR ile kolesteatom ön tanılı olguların DA-EPI MR / Patoloji, Geç kontrast MR /Patoloji ve Erken kontrast MR /Patoloji bulguları birlikte karşılaştırılmıştır(Tablo 3).

Kontrast verimini takiben alınan erken faz kontrast çekimlerinde; toplam 33 hastanın 29' unda hiç kontrastlanma izlenmezken,4 hastada hafif kontrastlanma izlenmiştir. Patoloji sonuçları ile karşılaştırılınca Duyarlılığı 0,93, Özgüllüğü 0,60, Pozitif kestirim değeri 0,90, Negatif kestirim değeri 0,60, testin doğruluğu 0,85, LR(+) 1,55 bulunmuştur. Yani Erken kontrast sonucunda kolesteatom dediğimiz bir kişinin patoloji sonucun da da kolesteatom olma olasılığı 1,55 kat daha fazla bulunmuştur.($p<0.05$) (Tablo 3)

Geç faz kontrast görüntülerinde; 9 hasta hiç kontrastlanmaz veya hafif periferik kontrastlanırken, 21 hastada heterojen, 3 hastada ise homojen kontrastlanma izlenmiştir. Toplam bu 28 hastada patoloji sonucu kolesteatom raporlanmış olup bizim raporlarımızla uyumluydu. Homojen kontrastlanan 3 hastada patoloji sonucu granülasyon dokusu, 2 hasta ise yoğun granülasyon dokusu içinde milimetrik boyutlu fokal kolesteatom odağı olarak raporlanmıştır. Geç faz kontrastlanma ile patoloji sonuçları karşılaştırılınca; Duyarlılığı 0,96, Özgüllüğü

0,62, Pozitif kestirim değeri 0,90, Negatif kestirim değeri 0,69, testin doğruluğu 0,88, LR(+) 1,82 bulunmuştur. Yani Geç kontrast sonucunda kolesteatom dediğimiz bir kişinin patoloji sonucun da da kolesteatom olma olasılığı 1,82 kat daha fazla bulunmuştur.($p<0.05$)(Tablo 3)

DWI-EPI çekimleri sonucunda toplam 33 hastadan 31'inde DWI-EPI da kolesteatom saptadık. Bunlardan 26 hastanın Patoloji sonucu ile uyumlu bulduk. 2 hastada biz granülasyon dokusu raporlamışken, patoloji sonucu kolestatom gelmiştir. DWI-EPI MR da kolesteatom raporlanmış 5 hastaya patoloji 3 hastada granülasyon-inflamasyon, 2 hastada fibrotik doku-hyalen olarak raporlanmıştır.

Bulduğumuz istatistiki veriler: Patoloji ile Diffüzyon sonuçlarını karşılaştırınca, Duyarlılığı 0,96, Özgüllüğü 0,70, Pozitif kestirim değeri 0,90, Negatif kestirim değeri 0,75, testin doğruluğu 0,88, LR(+) 1,96 bulunmuştur. Yani Diffüzyon sonucunda kolesteatom dediğimiz bir kişinin patoloji sonucun da da kolesteatom olma olasılığı 1,93 kat daha fazla bulunmuştur.($p<0.05$) (Tablo 3)

Tablo 3: İstatistik Analizi

	Duyarlılık	Özgüllük	PKD	NKD	Doğruluk	LR(+)	LR(-)
Patoloji/ Erken Kontrast	0,93	0,60	0,9	0,60	0,85	1,55	0,18
Patoloji/ Geç Kontrast	0,96	0,62	0,9	0,69	0,88	1,82	0,05
Patoloji/ Diffüzyon	0,96	0,70	0,9	0,75	0,88	1,96	0,07

4.1. OLGULARDAN ÖRNEKLER

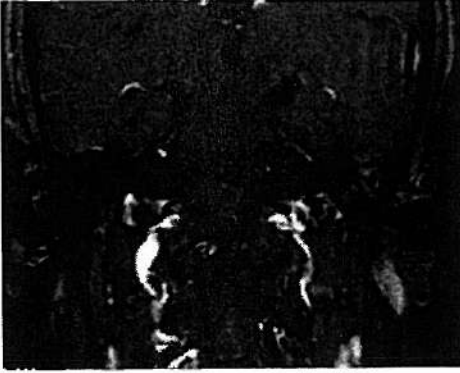
OLGU 1:



Aksiyel T1A



Aksiyel T2A



Koronal kontrastlı T1A



Difüzyon B 1000

Olgu 1: 30 Yaş Erkek hastada sol orta kulak kavitesinde periferik kontrastlanan ve santralinde difüzyon kısıtlaması gösteren koleasteatom odağı.

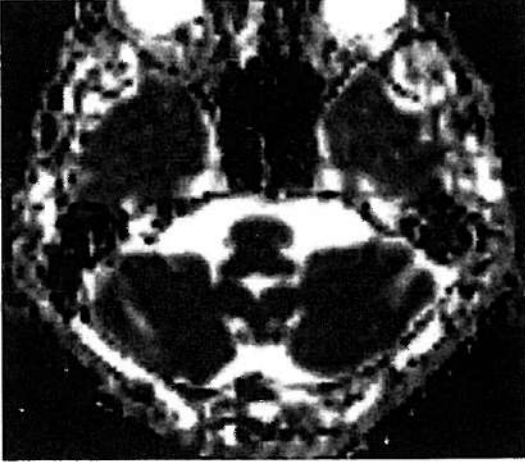
OLGU 2 :



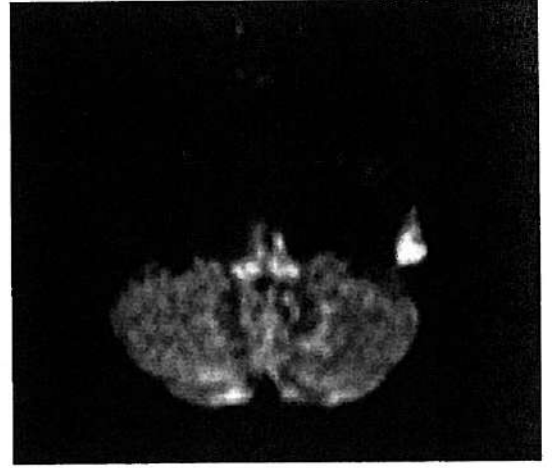
Aksiyel T2A



Koronal Kontrastlı T1A



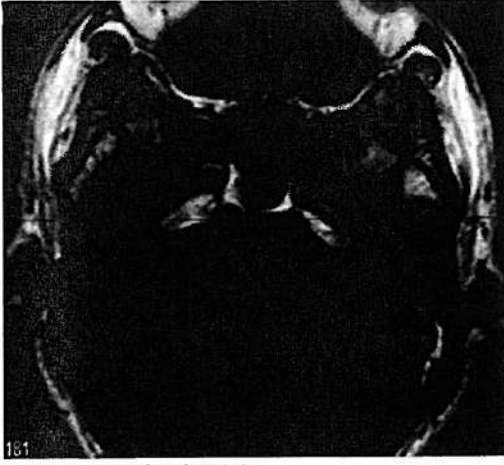
DifüzyonB1000



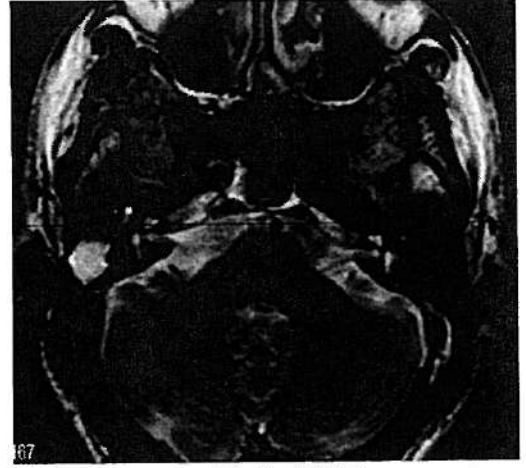
ADC Haritası

Olgu 2: 37Yaş Erkek hastada sol orta kulak kavitesinde minimal periferik kontrastlanan difüzyon kısıtlaması gösteren kolesteatom odağı

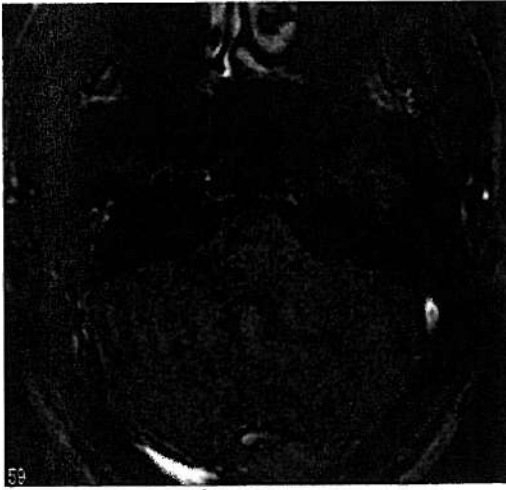
OLGU: 3



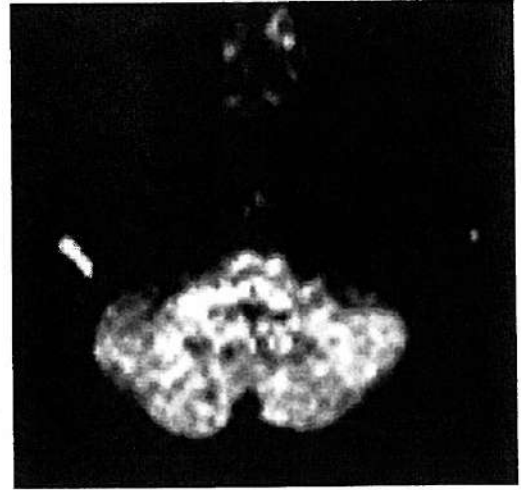
Aksiyel T1A



Aksiyel T2A



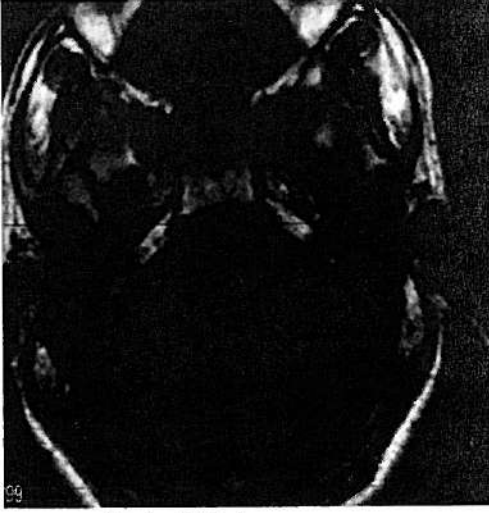
Aksiyel İVKM



Difüzyon B1000

Olgu 3: Erkek hastada sağ orta kulak kavitesinde minimal periferik kontrastlanan difüzyon kısıtlaması gösteren koleasteatom odağı

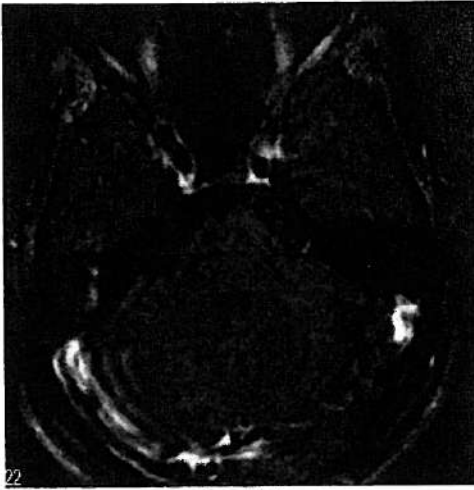
OLGU:4



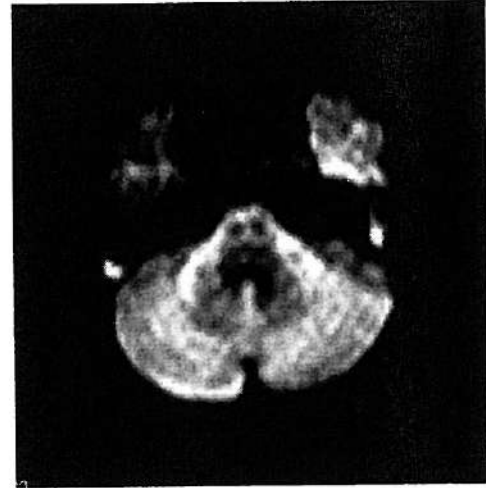
Aksiyel T1A



Aksiyel T2A



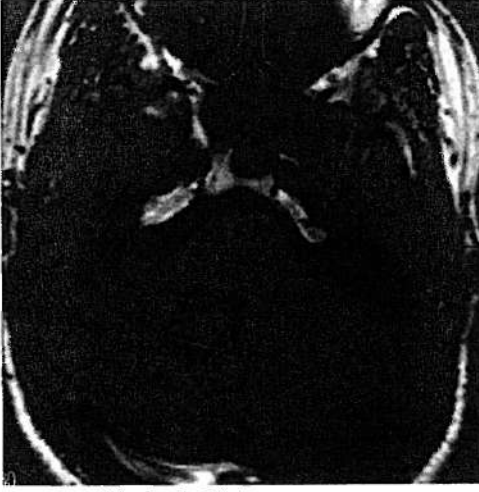
Aksiyel İVKM



Difüzyon B1000

Olgu 4: Erkek hastada bilateral orta kulak kavitesinde minimal periferik kontrastlanan difüzyon kısıtlaması gösteren kolesteatom odakları

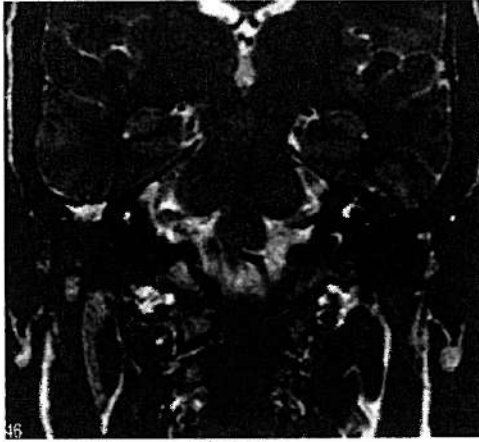
OLGU:5



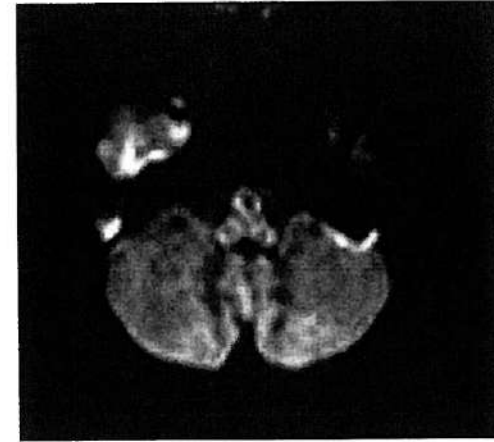
Aksiyel T1A



Aksiyel T2A



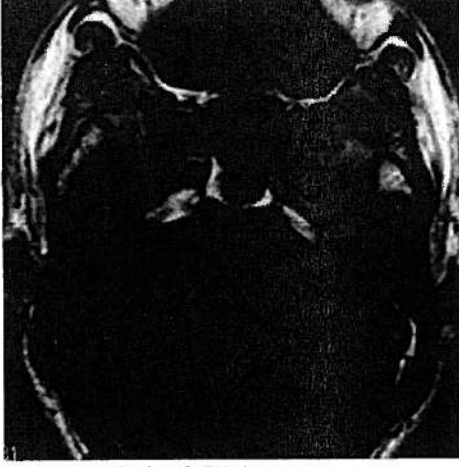
Koronal İVKM



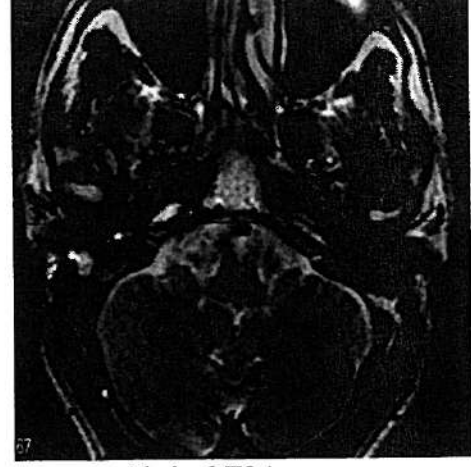
Difüzyon B1000

Olgu 5: Erkek hastada sağ orta kulak kavitesinde kontrast tutmayan difüzyon kısılaması gösteren kolesteatom odağı

OLGU:6



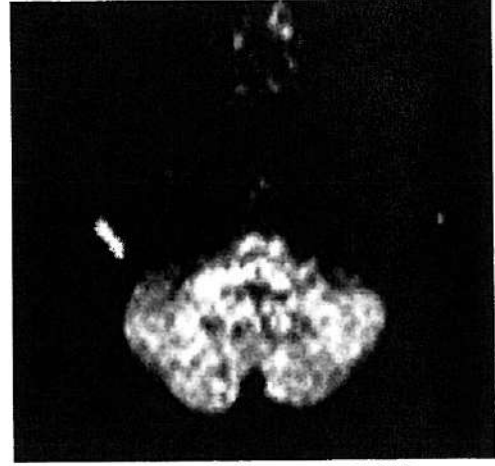
Aksiyel T1A



Aksiyel T2A



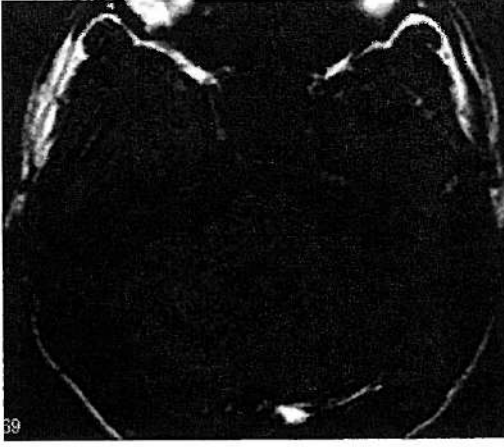
Aksiyel İVKM



Difüzyon B1000

Olgu:6 Erkek hastada sağ orta kulak kavitesinde kontrast tutmayan difüzyon kısılaması gösteren kolesteatom odağı

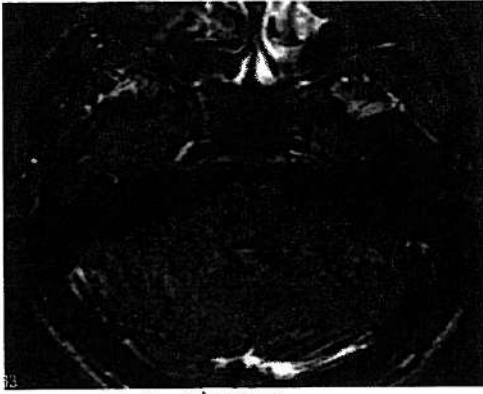
OLGU :7



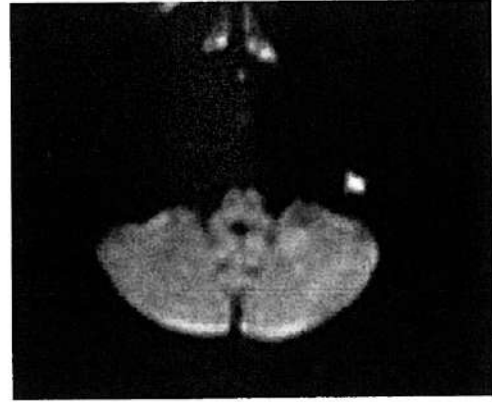
Aksiyel T1A



Aksiyel T2A



Aksiyel İVKM



Difüzyon B1000

Olgu 7: Kadın hastada sol orta kulak kavitesinde kontrast tutmayan difüzyon kısılaması gösteren koleasteatom.

5.TARTIŞMA

Kolesteatomlar, keratinize skuamöz epitel debrisı içeren orta kulak, mastoid proçes veya petröz apeks yerlesimli kistik lezyonlardır. Bu hastaların tedavisi cerrahi olarak yapılmaktadır (48,49,50).

Kolesteatoma tanısı koymak üzere kullanılan preoperatif prosedürler büyük ölçüde klinik bulgulara ve radyolojik görüntülemeye dayandırılmaktadır. HRCT operasyon öncesinde hastalığın yayılımı ve temporal kemik anatomisi hakkında detaylı bilgi verir. Temporal kemiğin preoperatif HRCT taraması, uzun süre yerleşik klinik prosedür olarak kabul edilmiştir. Burada, şüpheli kolesteatoma tanısı ve bunun kapsamının belirlenmesi temporal kemikte yumuşak doku yoğunluğunun biçimi ve sınırları ile komşu kemik yapılarıdaki erozyonun doğrulanmasına dayandırılmıştır(44,51). Kolesteatomda tipik bulgular iki konveks kenarı olan yoğun yumuşak doku ve kemikçikler, atik çıkıntı veya tegmen tympani gibi bitişik kemik yapıların erozyonudur. Görüntüleme bulguları yalnızca bir konveks kenarı olan yoğunluk artışı ortaya koyuyorsa kolesteatoma varlığından şüphe edilir(52). Yapılan çalışmalar yumuşak doku yoğunluğunun kenarları düz ya da konkav ise olayın inflamatuvar bir süreç olma olasılığının daha yüksek olduğunu göstermektedir. Buna karşın pek çok çalışmada, post-operatif rezidüel ve rekürent kolesteatomanın tespit edilmesinde HRCT'nin doğru sonuç vermediği gösterilmiştir(50,54). Yumuşak dokunun mevcut olmadığı, bütünüyle havalanmış post-operatif kavitelerde HRCT kolesteatoma tanısının dışlanması açısından yüksek negatif prediktif bir değere sahiptir. Bununla birlikte HRCT, bütünüyle ya da kısmen opaklaşmış orta kulak ve post-operatif kavitelerde rekürent ya da rezidüel kolesteatomayı skar dokusu, granülasyon dokusu, inflamatuvar değişiklikler veya kolesterol granülomundan ayırt edemez(54,52). Bu nedenle klinik olarak kolesteatoma şüphesi olan olgularda yüksek

çözünürlüklü CT taramalarına ilave olarak temporal kemiğin T1-ağırlıklı, T2-ağırlıklı ve kontrastlı yağ satürasyonlu T1-ağırlıklı MRG taramaları yapılmıştır. Standart T1-ağırlıklı görüntülemelerde kolesteatomalar gri maddeye göre hipointenstir. T2-ağırlıklı görüntülerde ise kolesteatom ara sinyal veya yüksek sinyal özelliğindedir. T2 hiperintensitesi inflamatuvar doku veya sıvı sinyalinin her zaman altındadır(42). Bu çalışmada da kolesteatom raporlandırılan tüm hastalarda T1, T2 sinyal değişiklikleri literatür ile uyumlu bulunmuştur.

Kolesteatoma nonvasküler bir lezyon olduğundan IV kontrast madde uygulandıktan sonra, kolesteatom dokusunda tipik olarak kontrast tutulumu gözlenmez. Teorik olarak matriks adı verilen çevre epitelyum ve perimatriks olarak adlandırılan granüler tabakalar kontrast uygulanması sonrasında periferik rim tarzı kontrastlanma gösterebilir. Fakat çoğunlukla eşlik eden çevre inflamatuvar dokunun kontrastlanması nedeniyle bu rim kontrastlanma her zaman seçilemeyebilir. Kolesteatomun tersine inflamasyon ve fibröz doku değişken ve heterojen kontrast tutulumu gösterir(42).

Erken kontrastlı serilerde, yavaş kontrastlanan inflamatuvar doku ile skar dokusu kolesteatoma olarak yanlış yorumlanabilmekte, bu da yanlış pozitif sonuçlara neden olabilmektedir. Williams ve Ayache post-operatif rezidüel kolesteatoma tespitinde geç post-gadolinium T1-ağırlıklı sekansların kullanımını tanımlamıştır(55,56). İntravenöz gadolinium uygulamasından 45 dakika sonra T1-ağırlıklı bir sekans uygulamışlar, kontrastlanmayan ve avasküler kolesteatomayı yavaş kontrastlanan inflamatuvar doku ve/veya skar dokusundan ayırt edebilmişlerdir. Araştırmacılar bu protokolü kullanarak 3 mm'nin üzerindeki post-operatif rezidüel kolesteatoma odaklarını tespit edebilmişlerdir. Rezidüel kolesteatoma tespitinde geç post-gadolinium T1-ağırlıklı MRG sekanslarının rolünü %90 düzeyinde bir duyarlılık ve %100'lük bir özgüllükle tanımlamıştır.

Bu çalışmada 9 hasta hiç kontrastlanmamış, 21 hastada ise fokal kontrastlanmayan kolesteatom odakları ile granülasyon-fibrotik doku kompozisyonu içeren heterojen kontrastlanan alanlar izlenmektedir.

Bu çalışmada da erken kontrast sonrası duyarlılık 0.93. Özgüllük 0.60($p<0.05$) İken geç kontrastlanma sonrası duyarlılık 0.96 Özgüllük 0.62 ($p<0.05$) bulunmuş olup Ayache ve arkadaşlarının sonuçları ile uyumludur.(Tablo 3)

Tüm bu çalışmalara rağmen konvansiyonel MRG sekansları ve BT görüntüleme bütün olgularda açıklayıcı olmayabilir. Özellikle kronik inflamatuvar değişiklikler içindeki kolesteatom odaklarının ayırt edilmesi bu yöntemlerle çok zordur. MRG konvansiyonel sekanslarla kolesteatom tanısında ikinci cerrahi (second look) girişimin yerini halen alamamıştır(57).

Bu duruma böbrek yetmezliği olan hastalarda gadoliniuma bağlı geliştiği düşünülen sistemik nefrojenik skleroz vakalarının sayısının artması da eklenince yeni gelişen sekansların bu alandaki kullanımının araştırılması gereği doğmuştur.

DAG tekniği suyun (protonlar) difüzyon hareketi ve bu hareketin çeşitli biyolojik dokular ve patolojik yapılar içindeki kısıtlanması hakkında bilgi verir. Suyun (protonlar) difüzyonunu görüntülemek üzere genellikle hızlı, tek atım ("single-shot") gradiyen eko sekans kullanılarak (1000 sn/mm^2 'lik b-değerleri) difüzyon duyarlılaştırıcı gradiyenler uygulanmalıdır. Bu çalışmada EPI-DAG sekansını b 1000 sn/mm^2 ' gradyan değeri uygulandı.

DA-MRG orta kulaktaki primer edinilmiş kolesteatoma değerlendirmesinde önemli bir rol oynayabilir. Fitzek ve ark.(45), daha sonra pozitif kolesteatoma öyküsünün saptanmış olduğu 15 hastadan 13'ünde DA-MRG' da sinyal artışı saptamışlardır. Ancak bu durum kolesteatomanın erken evrelerinde gözlenememiştir. Diğer pek çok araştırmacı da kolesteatoma olgularında DA-MRG incelemelerinde sinyal artışı bildirmişlerdir(46,63,64). DA-MRG'da kolesteatomanın artan sinyal yoğunluğunun kesin nedeni hâlâ bilinmemektedir. Bazı araştırmacılar sinyal artışına kısıtlanmış difüzyon ile T2 shine-through etkisinin neden olduğunu düşünmektedir (43,44,45). Keratin birikintisi içeren kolesterol ile dolu kolesteatoma standart T2-ağırlıklı MRI'da orta ila yüksek sinyal yoğunluğuna sahiptir ki bu da T2 shine-through etkisinin difüzyon ağırlıklı görüntülerde hiperintensiteye katkı sağlayabileceğini düşündürmektedir(43).

DA-MRG'nın duyarlılığı standart MR görüntüleme sekanslarıyla ilişkilendirildiğinde artırılabilir. Primer kolesteatomalarda DA-MRG ile doğru tanının %84 oranında olası olduğu bildirilmiştir(65).Bizim çalışmamızda patolojik olarak kolesteatom saptanmış olan 28 hastadan 26'sında DA-MRG'da belirgin difüzyon kısıtlanması izledik. Duyarlılığımız %96,Özgüllüğümüz %70 ($p<0.05$) olarak saptanmıştır(Tablo3).

Yakın geçmişte kolesteatoma değerlendirmesi için ilave iki tip difüzyon ağırlıklı sekans (non-EPI) tanımlanmıştır. Bunlar single-shot turbo spin eko (TSE) ve multi-shot hızlı spin-eko (FSE) difüzyon ağırlıklı MR taramalarıdır(58,59). Yapılan çalışmalarda non-EPI sekansların artefaktlara daha az duyarlı olabileceği ve daha ince kesit sekanslarında elde edilebileceği ileri sürülmüştür. İlk sonuçlar single-shot TSE sekanslarının görece küçük kolesteatomaları (2 mm) gelişmiş bir duyarlılık ve özgüllükle tespit edebildiğini göstermektedir(60,61). Buna karşın, EPI-DAG görüntülerinin majör sınırlılığı kafa tabanındaki önemli duyarlılık artefaktı (diğer artefaktlar arasında) oluşturmaktadır, düşük çözünürlük ve görece kalın kesitler(45,54) olarak dikkati çekmektedir ve yaklaşık 5 mm EPI-DAG'da kolesteatom tespiti açısından bir boyut sınırı oluşturmaktadır(44,51,52).Temporal kemiğin hava-kemik ara yüzündeki alan heterojnitesinin neden olduğu duyarlılık artefaktları paralel görüntüleme tekniklerinin kullanımıyla azaltılabilir(47,54).

Bunlar multishot EPI sekansları, spin-eko EPI sekansları ve flaş sekansları gibi duyarlılık artefaktlarına daha az duyarlı diğer belirleme sekansları kullanılabilir(54). 2 mm kesit kalınlığına sahip SS TSE DAG'ın görece küçük kolesteatomaları ayırt edebildiği bildirilmiştir(67,68). De Foer ve ark.(80). Orta kulak kolesteatoması olduğu şüpheli edilen 21 hastayı klinik ve/veya otoskopik olarak değerlendirmiştir. Daha önce cerrahi geçirmemiş hastalar geç post-gadolinium MRG (bir SS TSE DA sekansı dahil olmak üzere) ile incelenmiştir. Araştırmacılar, orta kulaktaki küçük kolesteatomaların tespitinde bu SS TSE DA sekansının, artefakt duyarlılığının söz konusu olmaması, görece yüksek çözünürlük ve EPI-DAG ile karşılaştırıldığında 2 mm'lik kesit kalınlığı nedeniyle yüksek bir duyarlılığa sahip olduğunu saptamıştır. SS TSE DA'nın 2 mm'lik boyut sınırlılığıyla orta kulak kolesteatomalarını tespit edebildiği çıkarımı yapılmıştır. Bu çalışmanın dezavantajı EPI-DAG sekansının kullanılması ve kolesteatom boyut ölçümü yapılamaması oldu.

Tespit edemediğimiz 2 vakanın da muhtemel küçük boyutları nedeni ile EPI DAG'de görülmediğini düşünmekteyiz. Bu çalışma sonucunda 2 hastada küçük kolesteatomalarda (0-5 mm boyutundakiler) EPI-DAG'da hiperintens bir sinyalin gözlemlenemediğini bununla birlikte daha büyük kolesteatomaların böylesi bir sinyali oluşturabileceğini ortaya koymaktadır (tablo 1). Büyük kolesteatomalara oranla küçük kolesteatomaların DA-MRI tespit/doğrulama süreçlerinden daha fazla kaçabildikleri düşünülmektedir.

Difüzyon ağırlıklı MR sekansları baş hareketi, küçük moleküler hareket ve kan pulsasyonuna bağlı beyin dokusu mikro-hareketi gibi hareketlere son derece duyarlıdır. Bu hareketler faz hatalarına, “ghosting” ve hareket artefaktlarına neden olabilir. Ancak bu hataların bazıları tarama süreleri kısaltılarak ve hasta iyi bir immobilizasyonla sürece hazırlanarak en aza indirilebilir. Koronal plandaki görüntüler kafa tabanında daha az sayıda hava-kemik artefaktı sergilemeleri nedeniyle daha üstündür. Yakın geçmişte çeşitli araştırmacılar silastik, kemik tozu ve granülasyon-hyalen dokusu varlığında minimal difüzyon kısıtlaması ile uyumlu düşük-orta yoğunluklar bildirmişlerdir(46,47). Bu çalışmada difüzyon kısıtlaması tesbit edilen 5 olgu, patolojik incelemede granülasyon-hyalin dokusu olarak bildirilmiştir. Yanlış pozitif çıkmış olguların artefakta bağlı olduğunu düşündük hiyalin dokusu ve difüzyon özellikleri ayrı bir araştırma alanı olabilir.

6. SONUÇ

Bulgularımız doğrultusunda DAG-EPI, temporal kemiğin standart MRG ve HRCT incelemeleriyle bağlantılı olarak şüpheli kolesteatoma tanısının doğrulanmasında etkili olabilir. Literatür gözden geçirildiğinde son birkaç yıl içinde, difüzyon ağırlıklı eko-planar görüntüleme kolesteatomanın tespitinde ve karakterizasyonunda giderek artan bir önem kazanmıştır. Grasnüasyon dokusu, inflamatuvar doku ve kolesterol granülomu T1, T2 ve erken post kontrast T1 ağırlıklı standart MRG sekanslarında kolaylıkla tanınabilir ancak bu sekanslarda skar dokusu ile kolesteatoma arasındaki fark belirsizdir. Sekel fibrotik doku ile kolesteatom ayrımında geç faz kontrastlı MRG çekimler uygulanmalıdır. Bu uygulama da çocuk ve böbrek yetersizliği olan hastalar için sıkıntı oluşturabilir.

DAG opere kolesteatom da cerrahi sonrasında işitme kaybı olmayan seçilmiş hastalarda gereksiz cerrahiden kaçınılmasına olanak sağlayabilmektedir. Bu görüntüleme yöntemi kolesteatoma tanısının güç olduğu hastalarda(ör, poliklinikte yeterli incelemenin yapılamadığı çocuk hastalar) rol oynayabilir. DA-EPI, BT taramasının neden olacağı radyasyona maruziyetin istenmediği bu çocuklarda primer veya rekürren kolesteatoma tanısını sağlayabilir.

DAG üzerindeki belirgin bir hiperintensite kolesteatoma açısından tanısız kabul edilir, ancak DA-EPI' nin hava- kemik ve hava- doku ara yüzlerinde artefakta daha yatkın olduğunu ve bunun distorsiyona uğramış bir görüntü oluşturup yanlış pozitif sinyallere neden olabileceği bilinmelidir. DAG daki çeşitli artefaktların kolesteatoma olarak yorumlanmaması açısından dikkatli olunmalıdır. Radyologların deneyimi arttıkça duyarlılık ve özgüllük dahada artabilecek ve yalnızca hiperintens sinyaller kolesteatoma olarak yorumlanacaktır. Bununla birlikte non-EPI sekansların artefaktlara daha az duyarlı olabileceği ve daha ince kesit sekanslarında elde

edilebileceği bilinmelidir.

Ayrıca DAG'da hiperintensitenin gözlenmemesi kolesteatoma varlığını dışlamaz. Özellikle, çapı 5 mm'den az, çok küçük kolesteatomalar DAG'da kesin biçimde tespit edilemeyebilmektedir. Küçük boyutlu kolesteatoma tanısında EPI DAG'ın duyarlılığı düşüktür, ancak diğer boyutlardaki kolesteatomalar için görece yüksektir.

DA-MRG operasyon öncesi ve sonrası takip kolesteatomalı hastalarda oldukça güvenilir, hızlı, kontrast madde kullanımı gerektirmeyen ve yüksek doğruluk oranları ile güvenilir bir şekilde kullanılabilir olmakla beraber cerrahi endikasyonu tek başına görüntüleme sürecine temellendirilmemeli, tüm klinik bulgular ve görüntüleme sonuçları bir arada ele alınmalıdır.

7. KAYNAKLAR

1. Le Bihan D, Breton E, Lallemand D, Grenier P, Cabanis E, Laval-Jeantet M: MR imaging of intravoxel incoherent motions: application to diffusion and perfusion in neurologic disorders. *Radiology* 1986; 161:401-407.
2. Le Bihan D, Turner R: Intravoxel incoherent motion imaging using spin echoes. *Magn ResonMed* 1991; 19:221-227.
3. Chien D, Kwong KK, Gress DR, Buon-anno FS, Buxton RB, Rosen BR: MR diffusion imaging of cerebral infarction in humans. *AJNR Am J Neuroradiol* 1992; 13:1097- 1105.
4. Casselman JW: Advanced sequences improve evaluation of temporal bone disease. *Diagn imaging (San Franc)* 2000;22:172-177.
5. Gaurano JL, Johariy IA: Middle ear cholesteatoma: characteristic CT findings in 64 patients. *Ann Saudi Med* 2004;24:442-447.
6. Czerny C, Turetschek K, Duman M, Imhof H: CT and MRI of the middle ear. *Radiologe* 1997;37:945
7. Som PM, Curtin HD. *Head and Neck Imaging*, 4th edition. St.Louis, Mosby Inc.,2003:1058-1071.
8. Haaga JR, Lanzieri CF, Gilkeson RC. *CT and MR Imaging of the Whole Body*,4th edition. St.Louis, Mosby Inc.,2003:495-514.
9. Burgener FA,Kormano M.*Differential Diagnosis in Computed Tomography*. New York,Thieme Medical Publishers Inc.,1996:56-68.
10. Janqueira CL,Carneioro J,Kelly RO. *Temel Histoloji*. İstanbul,Barış Kitapçılık,1998:467-473.

11. amurdanoğlu M. Temporal Kemiğin Grntlenmesi.Türk Radyoloji Dergisi, 1998;33:674-687.
12. Pabuşcu Y. Bilgisayarlı Tomografi. 23. Ulusal Radyoloji kongresi, Nuroloj Matbaacılık A.ř. Ankara,2002:52-73.
13. Weissleder R,Wittenberg J,Harisinghani MG. Primer of Diagnostic Imaging,3th edition. Philadelphia,Mosby Inc.,2003:590-597.
14. Swartz JD, Harnsberger RH. Imaging of the Temporal Bone, 3th edition. New York,Thieme Medical Publishers Inc.,1998:47-107.
15. Staubesand J. Sobotta İnsan Anatomisi Atlası. 1.Cilt, Münih, Beta Basım Yayıtım Dağıtım Aş,2001:384-395.
16. Kaya T. Temel Radyoloji Tekniği. Bursa, Güneş&Nobel,1997:173-174.
17. Tuncel E. Klinik Radyoloji,2. Baskı. Bursa, Nobel&Gneş, 2002:686-687.
18. Erişe L.Temporal Kemiğin Görüntülenmesi. Bursa, Uludağ Üniversitesi Yayınları,1999:15-21.
19. Dhnert W. Radiology Review Manual, 4th edition. Pennsylvania, Williams&Wilkins, 1999: 319-320.
20. Tuncel E. Klinik Radyoloji,2. Baskı. Bursa, Nobel&Gneş, 2002:686-687.
21. Provenzale JR, Sorensen G. Diffusion weighted MR imaging in acute stroke: Theoretic considerations and clinical applications. AJR 1999; 173: 1459-1467.
22. Gelal F, Callı C, Kitis O, Yuntan Y. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging. Nurolo Bil D 2001;18.
23. Brown MA, Richard CS. MRI Basic principles and applications. 2nd ed. New York: Wiley-Liss.1999;141-143.
24. Le Bilhan D. Diffusion and perfusion magnetic resonance imaging: Applications to functional MRI. New York: Raven press,1995;8-33.

25. Gray L, MacFall JR. Overview of diffusion imaging. MRI Clin N Am 1998; 6:125-138.
26. Turner R, Le Bihan D, Maier J, et al. Echo-planar imaging of intravoxel motion. Radiology 1990; 17:407-414.
27. Pierpaoli C, Jezzard P, Basser PJ, et al. Diffusion tensor imaging of the human brain. Radiology 1996;201:637-648.
28. Stejskal EO, Tanner JE. Use of spin echo in pulsed magnetic field gradient to study anisotropic restricted diffusion and flow. J Chem Phys 1965;43:3579-3603.
29. Castillo M, Mukherji SK. Practical applications of diffusion in acute cerebral infarction. Emerg Radiol 1997;4:249-254.
30. Grant PE. Diffusion imaging in clinical practice. In: Diagnostic Radiology Postgraduate Course. UCSF, San Francisco 1998.
31. Warach S, Gaa J, Siewart B, et al. Acute human stroke studied by whole brain echo planar diffusion-weighted magnetic resonance imaging. Ann Neurol 1995;37:231-241
32. El-Bitar MA, Choi SS, Emamian SA, Vezina LG: Congenital middle earcholesteatoma: need for early recognition - role of computed tomography scan. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 2003;67:231-235.
33. Som PM, Curtin HD. Head and Neck Imaging, 4th edition. St. Louis, Mosby Inc., 2003:1173-1198.
34. Valvassori GE, Mafee MF, Carter BL. Imaging of the Head and Neck. Stuttgart, Thieme Medical Publishers Inc., 1995:75-103.
35. Grevers G. Klinik Kılavuzu Kulak-Burun-Boğaz. İstanbul, Yüce Yayınları AŞ, 1995:138-141.
36. Ciğer E, Özkul M.D, Çukurova İ, Kaptaner S, Altar B, Uğur Ö, Tatar A, İber M, Kolesteatom Nedeniyle Ameliyat Edilen Olgularda Rekürrens

Değerlendirilmesi. Türk Otolarengoloji Arşivi, 2004;42: 152-157.

37. Eker Y, Varnalı Y, Baltaoğlu M. Konjenital Kolestomatoma. Türk Otolarengoloji Arşivi,1998;36: 126-128.
38. Keleş E, Kaygusuz İ, Karlıdağ T, Yalçın Ş, Sakallıoğlu Ö, Alpay HC. The Complications of Otitis Media: Retrospective Assessment of 51 Cases. Türk Otolarengoloji Arşivi,2004; 42: 215-219.
39. İkiz AÖ, Güneri EA, Erdağ TK, Güneri A. Kronik Otitis Media Komplikasyonları. Türk Otolarengoloji Arşivi,2001;39:182-186.
40. Paksoy M, Şanlı A, Öztürk R, Çilcan MA, Evren C. Kronik Otitis Mediyanın Kulak Zarı, İşitme Fonksiyonları ve Orta Kulak Mukozasına Etkileri. Türk Otolarengoloji Arşivi,2004;42:17-22.
41. Egeli E,Yücel Z, Yazıcı MF. Radikal Mastoidektomi Uygulanan Hastalarda Patolojik Değerlendirme.Türk Otolarengoloji Arşivi,1998;36:41-44.
42. 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;24:274-276.
43. Fitzek C, Mewes T, Fitzek S, MentzelHJ, Hunsche S, Stoeter P. Diffusion-weighted MRI of cholesteatomas in petrous bone. J Magn Reson imaging. 2002;15: 636-641.
44. 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: 261-265.
45. 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: 1461-1467.

46. Dubrulle F, Souillard R, Chechin D, Vaneecloo M, Desauty A, Vincent C. Diffusion-weighted MR imaging sequence in the detection of postoperative recurrent cholesteatoma. *Radiology*. 2006;238: 604-610.
47. 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: 1363-1368
48. Fitzek C, Mewes T, Fitzek S, Mentzel HJ, Hunsche S, Stoeter P. Diffusionweighted MRI of cholesteatomas of the petrous bone. *J Magn Reson Imaging* 2002;15: 636-41.
49. Dubrulle F, Souillard R, Chechin D, Vaneecloo FM, Desauty A, Vincent C. Diffusion-weighted MR imaging sequence in the detection of postoperative recurrent cholesteatoma. *Radiology* 2006; 238: 604-10.
50. 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 Radiology* 2006;16:1461-7.
51. 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.
52. Stasolla A, Magliulo G, Parrotto D, Luppi G, Marini M. Detection of postoperative relapsing/residual cholesteatomas with diffusionweighted echo-planar magnetic resonance imaging. *Otol Neurotol*. 2004;25: 879-884.
53. Lemmerling M, De Foer B. Imaging of cholesteatomatous and noncholesteatomatous middle ear disease. in: Lemmerling M, Kollias S, eds. *Radiology of the petrous bone*. Springer, Berlin, 2004; 31-47.
54. Huisman TA. Diffusion-weighted imaging: basic concepts and application in cerebral stroke and head trauma. *Eur Radiol*. 2003;13: 2283-2297.

55. Le Bihan D, Turner R, Douek P, Patronas N (1992) Diffusion MR imaging: clinical applications. *AJR* 159: 591-599.
56. Jeunen G, Desloovere C, Hermans R, Vandecaveye V (2008) The value of magnetic resonance imaging in the diagnosis of residual or recurrent acquired cholesteatoma after canal wall-up tympanoplasty. *Otol Neurotol* 29(1): 16-18.
57. Casselmann JW: Temporal bone and auditory pathways. *Int Diagn Course*, Davos, 2004, pp 124-129.
58. De Foer B, Vercruysse JP, Pilet B et al (2006) Single-shot, turbo spin-echo, diffusion-weighted imaging versus spin-echo planar, diffusion-weighted imaging in the detection of acquired middle ear cholesteatoma. *AJNR* 27:1480-1482.
59. Dubrulle F, Souillard R, Chechin D et al (2006) Diffusion-weighted MR imaging sequence in the detection of postoperative recurrent cholesteatoma. *Radiology* 238: 604-610.
60. De Foer B, Vercruysse JP, Bernaerts A et al (2008) Detection of postoperative residual cholesteatoma with non-echo planar diffusion-weighted magnetic resonance imaging. *Otol Neurotol* 29(4): 513-517.
61. Dhepnorrarat RC, Wood B, Rajan GP (2009) Postoperative nonecho planar diffusion-weighted magnetic resonance imaging changes after cholesteatoma surgery: implications for cholesteatoma surgery. *Otol Neurotol* 30(1): 54-58.
62. De Foer B, Vercruysse JP, Bernaerts A et al (2007) The value of single-shot turbo spin-echo diffusion-weighted MR imaging in the detection of middle ear cholesteatoma. *Neuroradiology* 49(10): 841-848.
63. Vanden Abeele D, Coen E, Parizel PM, Van de Heyning P. Can MRI replace a second look operation in cholesteatoma surgery? *Acta Otolaryngol.* 1999;119: 555-561.
64. De Foer B, Vercruysse JP, Bernaerts A, et al. The value of single-shot turbo spin-echo diffusion-weighted MR imaging in the detection of middle ear cholesteatoma. *Neuroradiology.* 2007;49: 841-848.

65. De Foer B, Vercruysse JP, Pilet B, et al. Single-shot, turbo spin-echo, diffusion-weighted imaging versus spin-echo-planar, diffusion-weighted imaging in the detection of acquired middle ear cholesteatoma. *AJNR AmJ Neuroradiol.* 2006;27: 1480-1482.
66. Jeunen G, Desloovere C, Hermans R, Vandecaveye V. The value of magnetic resonance imaging in the diagnosis of residual or recurrent acquired cholesteatoma after canal wall-up tympanoplasty. *Otol Neurotol.* 2008;28:16-18.
67. Ayache D, Williams MT, Lejeune D, Corre A. Usefulness of delayed postcontrast magnetic resonance imaging in the detection of residual cholesteatoma after canal wall-up tympanoplasty. *Latyngoscope.* 2005;115: 607-610.
68. De Foer B, Vercruysse JP, Bernaerts A, et al. Detection of postoperative residual cholesteatoma with non-echo-planar diffusion-weighted magnetic resonance imaging. *Otol Neurotol.* 2008;29: 513-517

8. ÖZGEÇMİŞ

1991 Yılında; Diyarbakır Fatih Lisesi'nden mezun oldu.

1992-1998 Yılları arasında; Dicle Üniversitesi'nde Tıp eğitimi aldı.

2007 Yılında; Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji Kliniğinde Asistan olarak ihtisasına başladı.

Halen Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesinde Asistan olarak görev yapmaktadır.