



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TÜRKİYE KAMU HASTANELERİ KURUMU
FATİH KAMU HASTANELERİ BİRLİĞİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ KULAK BURUN BOĞAZ
ve BAŞ BOYUN CERRAHİSİ KLİNİĞİ
Eğitim Sorumlusu: Prof. Dr. Özgür YİĞİT

GENİŞ BAND TİMPANOMETRİNİN KRONİK
OTİTİS MEDIA'DA KEMİKÇİK ZİNCİR
DEFEKTİNİN SAPTANMASINDAKİ ETKİNLİĞİ

Dr. Fulya SAVRAN TURANOĞLU

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Özgür YİĞİT

Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Kliniği
Tıpta Uzmanlık Tezi

İSTANBUL - 2017

ÖNSÖZ

Asistanlık eğitimim boyunca eğitimimde emeği geçen başta klinik eğitim ve idari sorumlumuz Prof. Dr. Özgür YİĞİT olmak üzere tüm İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Kliniği uzmanlarına,

Zor asistanlık süreci boyunca sıcak ve samimi bir çalışma ortamında, sevinçlerimi ve üzüntülerimi paylaştığım, arkadaşlıklarıyla bana destek olan asistan arkadaşlarıma,

Birlikte çalışma fırsatı bulduğum ameliyathanemiz ve servisimiz değerli personel ve hemşireleri ile hastanemiz Odyoloji Ünitesi çalışanlarına,

Hayatımın her safhasında, bana her konuda destek olarak bu günlere gelmemi sağlayan sevgili aileme,

Ve beni hiç yalnız bırakmayan, desteği ile yolumu aydınlatan hayat arkadaşım, eşim Artunç Kaan TURANOĞLU'na,

Sonsuz teşekkür ve saygılarımla,

Fulya SAVRAN TURANOĞLU

İstanbul, 2017

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

| | |
|--|-------------|
| ÖNSÖZ | i |
| İÇİNDEKİLER | ii |
| KISALTMALAR | iv |
| TABLO LİSTESİ | v |
| ŞEKİL LİSTESİ | vi |
| ÖZET | vii |
| ABSTRACT | viii |
| 1. GİRİŞ ve AMAÇ | 1 |
| 2. GENEL BİLGİLER | 4 |
| 2.1. KULAK ANATOMİSİ | 4 |
| 2.1.1. Dış Kulak Anatomisi | 5 |
| 2.1.2. Orta Kulak Anatomisi..... | 7 |
| 2.1.2.1. Orta Kulak Kemikçiklerinin Anatomisi | 9 |
| 2.1.3. İç Kulak Anatomisi..... | 11 |
| 2.2. İŞİTME FİZYOLOJİSİ | 13 |
| 2.2.1. Ses Fiziği..... | 13 |
| 2.2.2. İşitme Safhaları | 14 |
| 2.2.3. Normal Orta Kulakta Ses İletimi..... | 15 |
| 2.2.4. Orta Kulak Patolojilerinde Ses İletimi..... | 16 |
| 2.2.4.1. Timpanik Membran Perforasyonu | 17 |
| 2.2.4.2. Timpanik Membran, Malleus ve İnkusun Kaybı..... | 17 |
| 2.3. KRONİK SÜPÜRATİF OTİTİS MEDİA | 18 |
| 2.3.1. Tanı..... | 19 |
| 2.3.1.1. Hikaye | 19 |
| 2.3.1.2. Klinik Belirtiler | 19 |
| 2.3.1.3. Odyolojik Testler | 20 |
| 2.3.1.4. Radyolojik Görüntüleme | 20 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3.2. Kronik Otitis Mediada Kemikçik Zincir Defekti | 20 |
| 2.3.3. Kronik otitis mediada işitme kayıplarının değerlendirilmesi: | 22 |
| 2.3.4. Tedavi | 23 |
| 2.3.5. Prognostik faktörler | 24 |
| 2.4. AKUSTİK İMMİTANSMETRİ..... | 25 |
| 2.4.1. Timpanometri..... | 27 |
| 2.4.2. Geniş Band ve Multifrekans Timpanometri | 28 |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM..... | 30 |
| 3.1. GENİŞ BAND STATİK ABSORBANS ÖLÇÜMÜ | 32 |
| 3.2. İSTATİSTİKSEL ANALİZ..... | 33 |
| 4. BULGULAR..... | 34 |
| 5. TARTIŞMA | 40 |
| 6. SONUÇLAR | 46 |
| 7. KAYNAKLAR..... | 47 |

KISALTMALAR

| | |
|-------------|---|
| AICA | : anterior inferior serebellar arter |
| AOM | : akut otitis media |
| BT | : bilgisayarlı tomografi |
| daPa | : dekapaskal |
| dB | : desibel |
| DKK | : dış kulak kanalı |
| EOM | : effüzyonlu otitis media |
| ER | : enerji reflektans |
| GBA | : geniş band absorbans |
| GBR | : geniş band reflektans |
| GBT | : geniş band timpanometri |
| Hz | : hertz |
| KÇ | : kafa çiftleri |
| KOM | : kronik otitis media |
| KSOM | : kronik süpuratif otitis media |
| KZR | : kemikçik zincir rekonstrüksiyonu |
| MERI | : orta kulak risk indeksi |
| MR | : manyetik rezonans |
| OAF | : osteoklasting aktivatör faktör |
| OM | : otitis media |
| PG | : prostaglandin |
| PR | : power reflektans |
| PTH | : paratiroid hormon |
| R | : reflektans |
| R(f) | : basınç reflektans |
| SPL | : sound pressure level- ses basınç seviyesi |

TABLO LİSTESİ

| | <u>Sayfa No</u> |
|--|-----------------|
| Tablo 1: Epidemiyolojik veriler | 34 |
| Tablo 2: Gruplarda perforasyon ve işitme verileri..... | 35 |
| Tablo 3: 200-1000 Hz frekansları arasında gruplara göre GBA sonuçları..... | 37 |
| Tablo 4: 1000-3000 Hz frekansları arasında gruplara göre GBA sonuçları..... | 38 |
| Tablo 5: 3000-8000 Hz frekansları arasında gruplara göre GBA sonuçları..... | 39 |

ŞEKİL LİSTESİ

| | <u>Sayfa No</u> |
|---|-----------------|
| Şekil 1: Kulak genel özellikleri (şematik)..... | 4 |
| Şekil 2: Dış kulak anatomisi (şematik) | 5 |
| Şekil 3: Orta kulak anatomisi (şematik)..... | 7 |
| Şekil 4: a. Kemikçik zincir anatomisi..... | 10 |
| Şekil 5: İç kulak anatomisi (şematik) | 12 |
| Şekil 6: MERI (Orta Kulak Risk İndeksi) sistemi..... | 25 |
| Şekil 7: Interacoustics AT235 –Titan Geniş Band Timpanometri Modeli | 32 |
| Şekil 8: Frekanslara göre ortalama absorbands değerleri grafiği. | 36 |
| Şekil 8: Genç Türk popülasyonunda elde edilmiş cinsiyete göre normatif absorbands grafişi | 42 |

ÖZET

Geniş band timpanometri, son yıllarda orta kulak bozukluklarının değerlendirilmesinde birçok üstünlüğüyle geleneksel timpanometriye alternatif oluşturmaktadır. Ancak geniş band timpanometri ile elde edilen absorbands ölçümlerinin spesifik orta kulak hastalıklarından nasıl etkilendiğine dair yapılmış çalışma sayısı çok azdır. Kronik otitis mediada ossikuler bütünlük en net olarak operasyon sırasında saptanabilmektedir. Bu çalışmamızda, kronik süperatif otitis media sebebiyle operasyonu planlanan hastalara preoperatif dönemde yapılan geniş band timpanometri bulguları ile peroperatif kemikçik zincir durumunu kıyaslayarak, elde edilen statik absorbands verilerinin ossikuler zincir devamsızlığını saptamadaki etkinliğini araştırmayı planladık.

Çalışmaya kliniğimizde kronik otitis media tanısı konulup operasyon planlanan 38 hastanın 58 kulağı çalışmaya alındı. Timpanik membran perforasyonunun boyutu ve yeri, orta kulak mukozasının durumu, bilgisayarlı tomografi bulguları not edildi. Hastaların her iki kulağına, saf ses odyometri ve geniş band timpanometri ile statik (basıncsız) absorbands incelenmesi yapıldı. Operasyon sırasında, orta kulak mukozasının durumu, kemikçik zincir bütünlüğü ve iletimi ayrıntılı şekilde not edildi. Timpanik membran perforasyonu ve kemikçik zincir durumuna göre, 58 kulak üç gruba ayrıldı. Timpanik membranda santral perforasyonu olan ve kemikçik zinciri intakt saptanan kulaklar Grup 1 (n=26) olarak belirlendi. Timpanik membran perforasyonu ve beraberinde kemikçik zincir defekti saptanan kulaklar Grup 2 (n=12) olarak belirlendi. Timpanik membranı intakt ve doğal olan, normal sınırlarda işitmesi olan kulaklar ise Grup 3 (n=20) olarak alındı.

3462 ile 3886 Hz arasındaki 4 frekansta absorbands ölçümleri, Grup 2'de Grup 1'den anlamlı ($p < 0,05$) olarak daha düşüktü. Perforasyon boyutu ile, 841-1059 Hz arası ardışık 9 frekansta, 2311- 2997 Hz arası ardışık 10 frekansta, 5657 ve 5823 Hz frekanslarda yapılan absorbands ölçümleri arasında anlamlı ($p < 0,05$) pozitif korelasyon mevcuttu.

Sonuç olarak bu çalışmayla ilk kez dar frekans aralığında absorbands değerlerindeki anlamlı düşüşün, kronik otitis media'da kemikçik zincir defektini öngörmede değerli olduğu gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: geniş band, akustik immitans, absorbands, otitis media, ossiküler zincir

ABSTRACT

Wide band tympanometry is an alternative method to traditional tympanometry in many respects especially in the evaluation of middle ear disorders in recent years. However, there are very few studies on wide band absorbance changes in specific middle ear diseases. The most accurate data about ossicular integrity in chronic otitis media can be detected in perioperative period. In this study, we investigated the efficacy of wideband tympanometry on determining the ossicular chain defects preoperatively in patients with chronic suppurative otitis media by comparing static absorbance measurements with perioperative findings.

58 ears of 38 patients, who were scheduled for operation with diagnosis of chronic otitis media were included in the study. The size and location of tympanic membran perforations, the status of middle ear, and temporal high resolution computerized tomography findings were noted. Pure tone audiometry, wide band tympanometry static absorbance measurements were performed in all patients. Middle ear mucosal status, ossicular chain integrity and transmission were also noted during operation. 58 ears were divided into three groups according to tympanic membrane status and ossicular chain integrity. Ears with central tympanic membrane perforations and intact ossicular chain were determined as Group 1 (n=26), whereas ears with both tympanic membrane perforations and ossicular chain defects were defined as Group 2 (n=12). Group 3 (n=20) included ears with intact, healthy tympanic membrane and normal audiologic findings.

Group 2 absorbance measurements in 4 frequencies between 3462-3886 Hz were significantly lower than Group 1 ($p<0,05$). There was a significant positive correlation between perforation size and 9 consecutive frequencies between 841-1059 Hz, 10 consecutive frequencies between 2311-2997 Hz, 5657 Hz and 5823 Hz frequencies ($p<0,05$).

In conclusion, this study showed for the first time, that significant decreases in absorbance values in narrow band range may be valuable in predicting the ossicular chain defects in chronic otitis media.

Keywords: wide band, acoustic immitance, absorbance, reflectance, otitis media, ossicular chain

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kronik süperatif otitis media (KSOM) özellikle gelişmekte olan ülkelerde olmak üzere dünyada 65-330 milyon kişiyi etkilemektedir (1). Kronik enfeksiyonun orta kulakta yol açtığı ödem, timpanik membran perforasyonu ve olası kemikçik zincir defektleri 20 ile 60 desibel (dB) arasında iletim tipi işitme kaybına yol açabilmektedir (2). Ossiküler erozyon, KSOM vakalarının yaklaşık olarak üçte birini etkilemektedir (3). Kemikçik zincirdeki deformasyonlar orta kulak mekaniğini bozarak işitme kaybına yol açmaktadır. İşitme rekonstrüksiyonu cerrahisi, hastalığı eradike etmek, timpanik membran ve kemikçik zincir rekonstrüksiyonları ile işitme kaybını düzeltmeyi amaçlamaktadır. Ossiküler bütünlük en net olarak operasyon sırasında saptanabildiği için preoperatif dönemde olası kemikçik zincir defektinin oluşturabileceği revizyon cerrahi ihtimali ve başarı oranındaki düşme hastaya preoperatif dönemde detaylı bir şekilde anlatılmalıdır (4). Preoperatif dönemde kemikçik zincir patolojisi olup olmadığını belirlemek bu anlamda önem taşımaktadır. Otoskopi ve otomikroskopide perforasyon bazen kemikçik zincirin bir kısmının görülebilmesine olanak verebilir ama hiçbir zaman kesin bilgi edinemeyiz.

Preoperatif dönemde kemikçik zincir değerlendirmesinde en sık kullanılan yöntem olan bilgisayarlı tomografik (BT) inceleme yarar sağlar, fakat kemikçik zincir defektinin saptanmasındaki sensitivitesi % 73,1, spesifitesi ise % 84,8 olarak bulunmuştur (5) . Kemikçik zincir değerlendirilmesinde BT’de malleus ve inkus patolojileri kolaylıkla ayırt edilebilirken, manubrium, lentiküler proses ve stapesteki defektlerin ayırt edilmesi güç olmaktadır (6). Bu yüzden kemikçik zincir değerlendirmesinde cerrahı yönlendirebilecek invaziv olmayan tanı yöntemlerine

ihtiyaç vardır. Preoperatif kemikçik zincir defekti açısından prediktif faktörlerden biri perforasyon boyutudur. Büyük perforasyonlarda kemikçik zincir patolojilerinin daha fazla olduğu gösterilmiştir (7). Posterior kadran perforasyonlarında, yuvarlak pencere direkt olarak ses dalgalarından etkilenip faz farkını ortadan kaldırayabileceğinden, daha fazla işitme kaybı gözlenebilmektedir (8). Saf ses odyometrisi ile hava-kemik aralığının belirlenmesinin kemikçik zincir patolojilerini tahmin etmekte önemi büyüktür. Özellikle 1000-2000 Hz frekansta belirgin hava kemik aralığının olması (1000 Hz'de [$>27,5$ dB] ve 2000 Hz'de [$>17,5$ dB]) kemikçik zincir patolojisi olduğunu düşündürür (7) .

İlk olarak, Terkildsen ve ark.'nın dünyaya tanıttığı standart alçak-frekansın kullanıldığı timpanometri ise, normal orta kulak ile kemikçik zincir patolojisi bulunan orta kulağı ayırt etmekte çoğu kez başarılı olamamaktadır. Örneğin 226 Hz frekans prob ton kullanan standart timpanometriden elde edilen veriler ile normal bir orta kulak ve otoskleroz bulunan bir orta kulak ayırımı yapılamamaktadır. Alçak frekans prob ton kullanarak uygulanan timpanometrik değerlendirmelerin, bazı orta kulak problemlerinde yetersiz kaldığı ileri sürülmüştür (9,10). Özellikle orta kulak sisteminin anatomik unsurlarının her birinin ayrı ayrı katkıları toplam admitans değerini oluşturmakta ve birbirinden ayırt edilememektedir. Bu sebeple farklı bozukluklara bağlı veriler benzer timpanometrik sonuçlara sebep olmaktadır (11). Standart timpanometrinin en yetersiz kaldığı durumlardan biri de timpanik membran perforasyonu olan vakalarda ortaya çıkmaktadır. İşitme eşiklerini etkilemeyecek düzeyde bile olsa timpanik membranı etkileyen perforasyon, sklerotik plaklar ve benzeri patolojiler, ölçülen admitans değerine çok baskın şekilde yansiyacaktır. Dış kulak yoluna yerleştirilen proba en yakın timpanik membran olduğundan timpanometrik veriyi en çok timpanik membran etkileyecek, var olan diğer patolojiler ise ölçülen admitans değerine yansıyamayacaktır (12). Standart timpanometrenin bu yetersizliği nedeniyle araştırmacılar orta kulak değerlendirilmesinde kullanılacak yeni bir metot arayışına girmişlerdir (13).

Geniş band timpanometri (GBT), son yıllarda orta kulak bozukluklarının değerlendirilmesinde birçok üstünlüğüyle geleneksel timpanometriye alternatif oluşturmaktadır. Bu sistemde, tek ve hızlı bir basınç akışı ile 226 - 8000 Hz aralığında, geleneksel 226 Hz prob ton ile ölçüm yapan sistemlerin aksine, yüzlerce timpanogram bir araya getirilerek 3 boyutlu olarak görüntülenmektedir (14). GBT'de yapılan

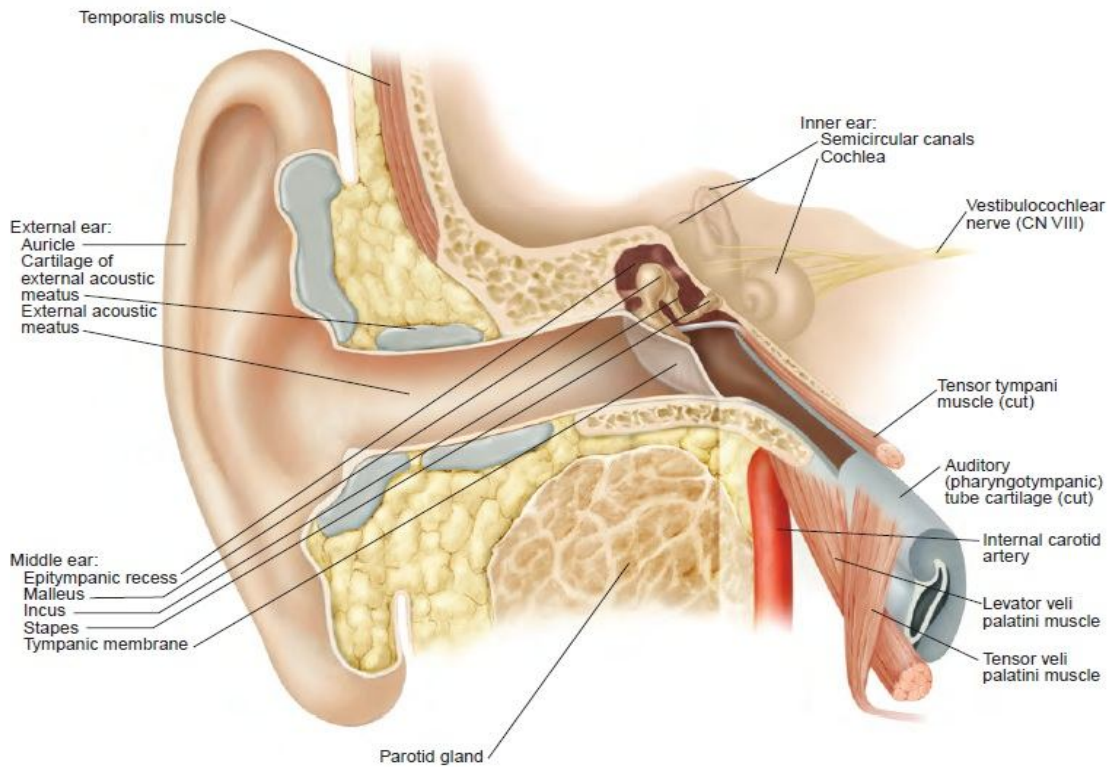
ölçümler, geleneksel ya da multifrekans timpanometriye kıyasla işitme duyarlılığı ile daha yakından ilişkilidir. Dolayısıyla orta kulak patolojilerinin belirlenmesinde daha fazla bilgi sağlar. Geleneksel timpanogramlarda, ossiküler zincir problemleri ve flaksid kulak zarlarından elde edilen yanıtlar aynıdır. GBT’de tepe basıncında absorbans ölçümü yapıldığında bu patolojilerden farklı yanıtlar elde edilir (14). Statik absorbans ölçümü yapılabilmesi sayesinde standart timpanometrinin aksine ameliyat sonrası, ventilasyon tüpü olan veya perfore timpanik membranı olan hastalarda basınçsız ölçümler yapılabilmekte ve orta kulak tarafından emilen akustik enerji ölçülebilmektedir (15). Yapılan birçok çalışmada, orta kulak patolojilerinin belirlenmesinde absorbans grafiğinin, geleneksel timpanometriye göre daha işlevsel olduğu belirtilmiştir. Absorbans grafiği ile otoskleroz, flaksid kulak zarı, ossiküler zincir bozuklukları ve semisirküler kanal dehisansı, bebeklerde ise özellikle negatif orta kulak basıncı ve orta kulak efüzyonu daha net bir şekilde belirlenebilmektedir (15, 16, 17, 18). Farklı orta kulak patolojilerinin (otoskleroz, efüzyonlu otitis media, timpanik membran perforasyonu, kemikçik zincir defekti) birlikte değerlendirilmeye çalışıldığı klinik çalışmalarda verilerin güvenilirliği vaka sayılarının oldukça kısıtlı olması sebebi ile zayıftır. Perfore bir membran varlığında zincir defektlerine dair verilerin olduğu çalışmalara ise literatürde rastlanmamıştır.

Bu araştırmanın amacı, kronik süperatif otitis media sebebiyle operasyonu planlanan hastalara preoperatif dönemde yapılan geniş band timpanometri bulguları ile temporal kemik BT incelemelerinin ve peroperatif kemikçik zincir durumunun kıyaslanarak, geniş band timpanometri ile elde edilen statik absorbans verilerinin kemikçik zincir devamsızlığının saptanmasındaki etkinliğini araştırmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. KULAK ANATOMİSİ

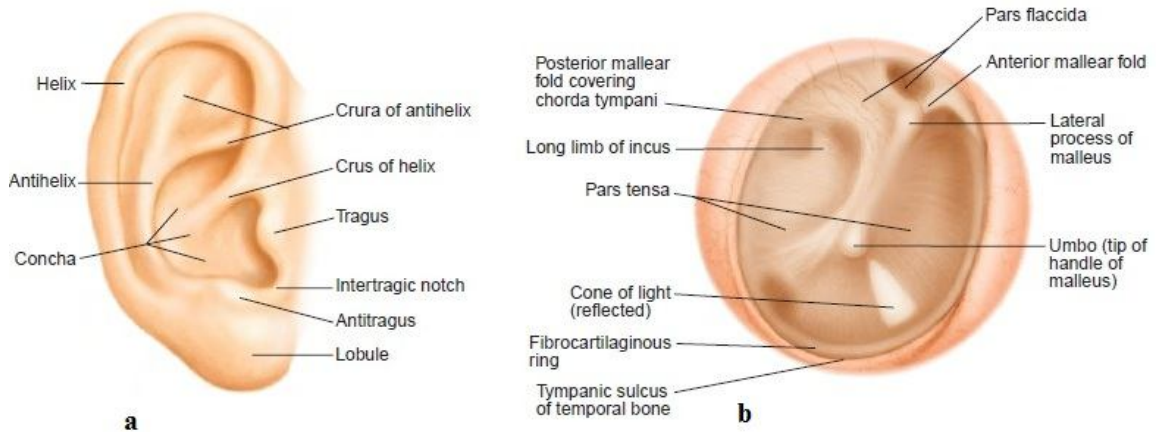
Kulak anatomik bakımdan dış kulak (aurikula ve dış kulak kanalı), orta kulak ve iç kulak şeklinde üç ana bölümde incelenmektedir (Şekil 1).



Şekil 1: Kulak genel özellikleri (şematik): Dış kulak; Orta kulak; İç kulak - Anteriordan görünüm (19).

2.1.1. Dış Kulak Anatomisi

Dış kulak aurikula, dış kulak kanalı (DKK) ve timpanik zardan oluşur (Şekil 2). Aurikula kulağın en dışta kalan parçasını oluşturur. Fibroelastik bir kartilajdan oluşmuştur. Üzeri deri ve perikondriyumla çevrilmiştir. Aurikulanın lateral yüzdeki en dışta seyreden çıkıntılı kısmına heliks adı verilir. Daha iç kısımda ise buna kabaca paralel seyreden ikinci bir çıkıntıya ise antiheliks adı verilir. Bunun hemen anteroinferior kısmında konkav, düz bir alan izlenir. Burası kavum konka adını alır. Superiorda heliksin krusu kavum konkayı simba konka adı verilen konkav bir alandan ayırır. Her iki konka parçası birden auriküler konka adını alır. Kavum konkanın kıkırdak DKK'nın kıkırdak kısmına doğru uzanır. Bu kıkırdak superiorda tam bir bütünlüğe sahip değildir. Buraya auriküler çentik veya insisura terminalis denir. Bu insisuranın aşağısında, DKK girişinde anteriorda yerleşmiş belirgin bir çıkıntı olarak tragus izlenir. Bunun posteroinferiorunda yerleşmiş antitragus bulunur. Antitragus yukarıda triangüler fossa ile sonlanır (20).



Şekil 2: Dış kulak anatomisi (şematik), a. Dış kulak- Lateralden görünüm. b. Timpanik zar- Lateralden görünüm (19).

DKK, konkal kıkırdaktan timpanik membrana kadar uzanır. Posterosuperior boyu 25 mm, anteroinferior boyu ise yaklaşık 30 mm civarındadır. Kanal mediale gittikçe anteroinferior yönde seyreder ve hafif S şeklindedir. Lateral 1/3'lük kısmı kıkırdak, medial 2/3'lük kısmı ise kemikten oluşur. Kıkırdak kısmın posterosuperiorda bütünlüğü tam değildir. Kıkırdakın ön duvarında Santorini Fissürleri denen bir yarık bulunur.

Kemik kanalın anterior ve inferior duvarları ile posterior duvarın alt kısımları timpanik halkadan meydana gelir. Dış kulak kanalı kemik kısmı orta kısmında bir istmus oluşturur. Kanalın çapı 7-9 mm arasındadır ve vertikal çapı daha büyüktür (20).

Beşinci, yedinci ve onuncu kafa çiftleri (KÇ) ve üçüncü servikal sinir aurikula ve meatusa duyuşal innervasyon sağlar. Nervus auricularis magnus, 3. servikal sinirin dalıdır ve mastoid proçes cildi, pinnanın medial ve lateral yüzlerini innerve eder. (21).

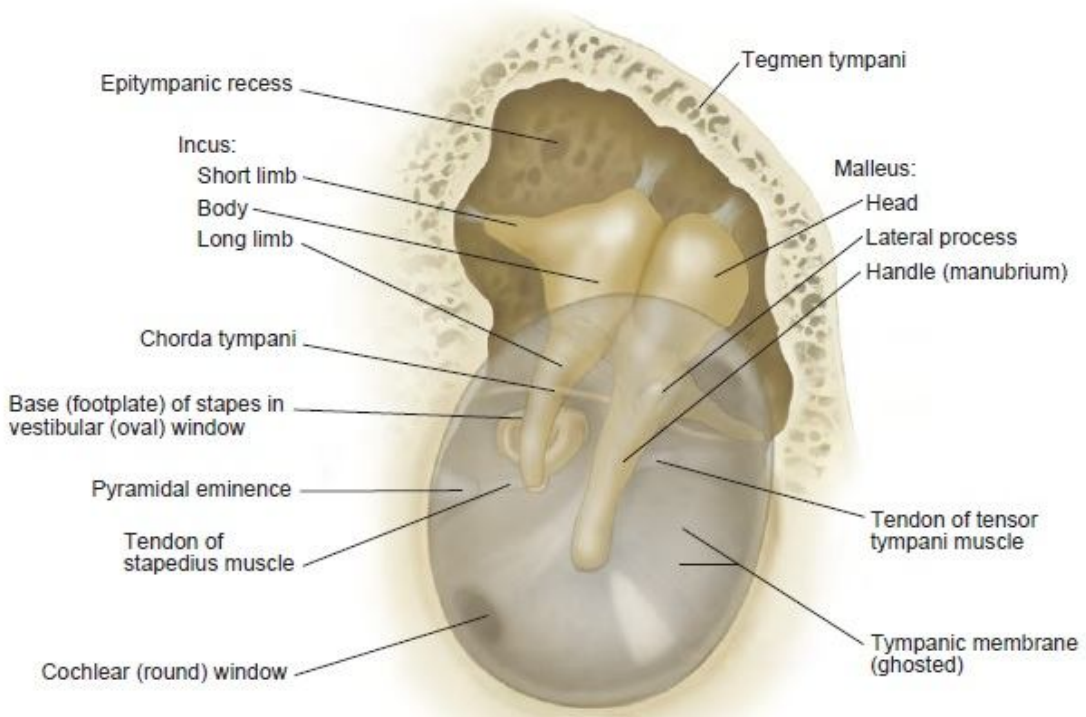
Aurikula ve DKK'nın kanlanması eksternal karotid arter sisteminden gelmektedir. Posterior aurikuler arter mastoid çıkıntının ön yüzü boyunca seyrederek mastoid kemiğin bir kısmının ve aurikulanın arteriyal beslenmesini sağlar. Oksipital arter de aurikulanın posteroinferior bölgesinin beslenmesine katkıda bulunur. Superior temporal arter ise aurikulayı anteriordan besler. Aurikulanın venleri ise arterlere eşlik ederek juguler vene drene olurlar. Aurikula ve DKK'nın lenfatik drenajı ise parotis, retroauriküler ve yüzeyel servikal lenf nodlarına olmaktadır (20).

Timpanik kemiğin en medial kısmında timpanik membranın oturduğu timpanik anulus kısmı vardır. Bu tam bir halka oluşturmaz. Üstte açıklığı mevcuttur. Buraya 'Rivinius çentiğı' ismi verilmektedir. Bu boşluk kısmı, skuamöz kemik tamamlamaktadır. Skuamöz kemiğin burayı örten parçasına skutum adı verilir. Skutum, epitimpanumun lateral duvarını oluşturur. Timpanik membran, anteroposterior çapı 8-9 mm, superoinferior çapı 9-10 mm olan oval bir yapıya sahiptir (20). Timpanik membrandaki en belirgin bölge manubrium mallei'dir. Manubriumun üst sınırını laterale doğru yönelmiş olan lateral çıkıntı (processus breves) oluşturur. Manubrium, düz bir şekilde aşağıya doğru inerek timpanik membranın tepesinde (umbo) sonlanır. Zarın koni şeklindeki yapısından dolayı, umbodan öne ve aşağı bir ışık röflesi uzanır. Timpanik membranın periferindeki fibröz lifler, kalınlaşıp birleşerek timpanik anulusu oluşturur ve bu da timpanik kemiğin sulkusuna tutunur (21). Timpanik membran üç tabakadan oluşmaktadır. Bu tabakalar skuamöz hücre tabakası, mukoza tabakası ve ikisi arasında yer alan fibröz tabakadır. Timpanik membranın malleolar plikaların yukarısında kalan ve Rivinius çentiğı tarafından sınırlanan kısmında fibröz tabaka yoktur ve burası pars flaksida (Shrapnell membranı) adını alır. Zarın malleolar plikalarının altında kalan bölümü ise pars tensa olarak adlandırılır (21).

Timpanik membranın kanlanması, lamina propria da anastomoz yapan, mukozal ve epidermal yüzeylerdeki damarlar sağlar. Timpanik membranın innervasyonunun bir bölümünü timpanik sinir ile nervus vagusun aurikuler dalı sağlar. Ayrıca mandibüler sinirin aurikulotemporal dalı duyuusal innervasyona katkıda bulunur (21).

2.1.2. Orta Kulak Anatomisi

Orta kulak, kulak zarı ile iç kulak arasına yerleşmiş bir boşluktur (Şekil 3). Ses dalgalarının iç kulağa iletilmesinde görev alır. Orta kulak boşluğu, östaki borusu ile dış ortamla ve aditus yolu ile mastoidin havalı hücreleri ile bağlantılıdır. Orta kulak boşluğunda dış kulaktan iç kulağa ses dalgalarının iletimini sağlayan malleus, inkus ve stapes denilen üç adet kemikçik vardır. Bu kemikçikler orta kulak boşluğunda kulak zarı ile iç kulağın fonksiyonel girişi olan oval pencere arasında bir köprü oluşturur. Kemikçikleri orta kulak duvarlarına bağlayan iki kas (m. tensor timpani, m. stapedius) ve dört ligament bulunur. Doğumda orta kulak gelişmesi tamamlanmıştır. Hacim olarak hemen hemen erişkindeki haline eşittir. Topografik olarak orta kulak boşluğu mezotimpanum, hipotimpanum ve epitimpanum şeklinde isimlendirilir. Kulak zarı hizasına rastlayan orta kulak boşluğuna mezotimpanum, altındaki kısma hipotimpanum, kulak zarının üstündeki kısma da epitimpanum denir (22) .



Şekil 3: Orta kulak anatomisi (şematik), Kemikçik zincir ve timpanik membran-Lateral den görünüm (19).

Orta kulak prizma gibi altı yüzey gösterir.

Tavan: Tegmen timpani tavanı oluşturur.

Taban: Bulbus vena jugularis ve vena jugularisi ile komşudur. Arkada stiloid çıkıntı ile komşudur.

Ön duvar: İnternal karotid arterin yaptığı çıkıntı, östaki borusu, tensor timpani kası bulunur.

İç duvar: Promontoryumun yaptığı çıkıntı ile iç kulakla komşuluk gösterir. Kokleanın bazal turunun yan duvarının yaptığı kabarıklık promontoryum adını alır ve bunun arka-üst tarafında mevcut çukurluğa fossula fenestra vestibuli (oval pencere) denir. Stapes tabanı bu bölgeye yerleşir. Promontoryumun arka-alt tarafında ise fossula fenestra cochlea (yuvarlak pencere) bulunur. Arka-üst kısmında ise Processus cochleariformis vardır, buradan tensor timpani kası 90 derece dönerek malleusun boynuna yapışır. Çıkıntının özelliği fallop kanala çok yakın olup fasiyal sinirin 1. ve 2. parçalarının birleşme noktasıdır.

Arka duvar: Mastoid ile ilişkilidir. Stapes kası ve tendonunun yerleştiği eminentia piramidarum bulunur. Orta kulağın gizli köşesi adı verilir. Üstte; aditus ad antrum, ortada; fallop kanalın inen parçası, arka dış ve altta promontoryuma doğru uzanan küçük bir kemik çıkıntı vardır. Buna eminentia pyramidalis denir. Buraya stapes kası tendonu yapışır. Bu çıkıntıdan kulak zarına paralel giden dik bir düzlemlerle orta kulağı ikiye ayırdığımızda içteki bölümde 3 önemli yapı vardır. Bunlar oval pencere, yuvarlak pencere ve sinüs timpanidir. Piramidal çıkıntı sinüs timpaninin dış tarafını yapar. Sinüs timpaninin alt tarafını yuvarlak pencere, üstünü subikulum, iç duvarını pontikulus yapar. Eminentianın dışında fasiyal reses denilen bir çukurluk vardır. Bu çukurun dış tarafını dış kulak yolu ve korda timpani, arka ve üstünü ise fossa inkudis sınırlar.

Dış duvar: Yukarıdan aşağıya doğru skutum, kulak zarı ve hipotimpanum diye üç kısma ayrılır (23) .

Orta kulakta yer alan timpanik kaslar:

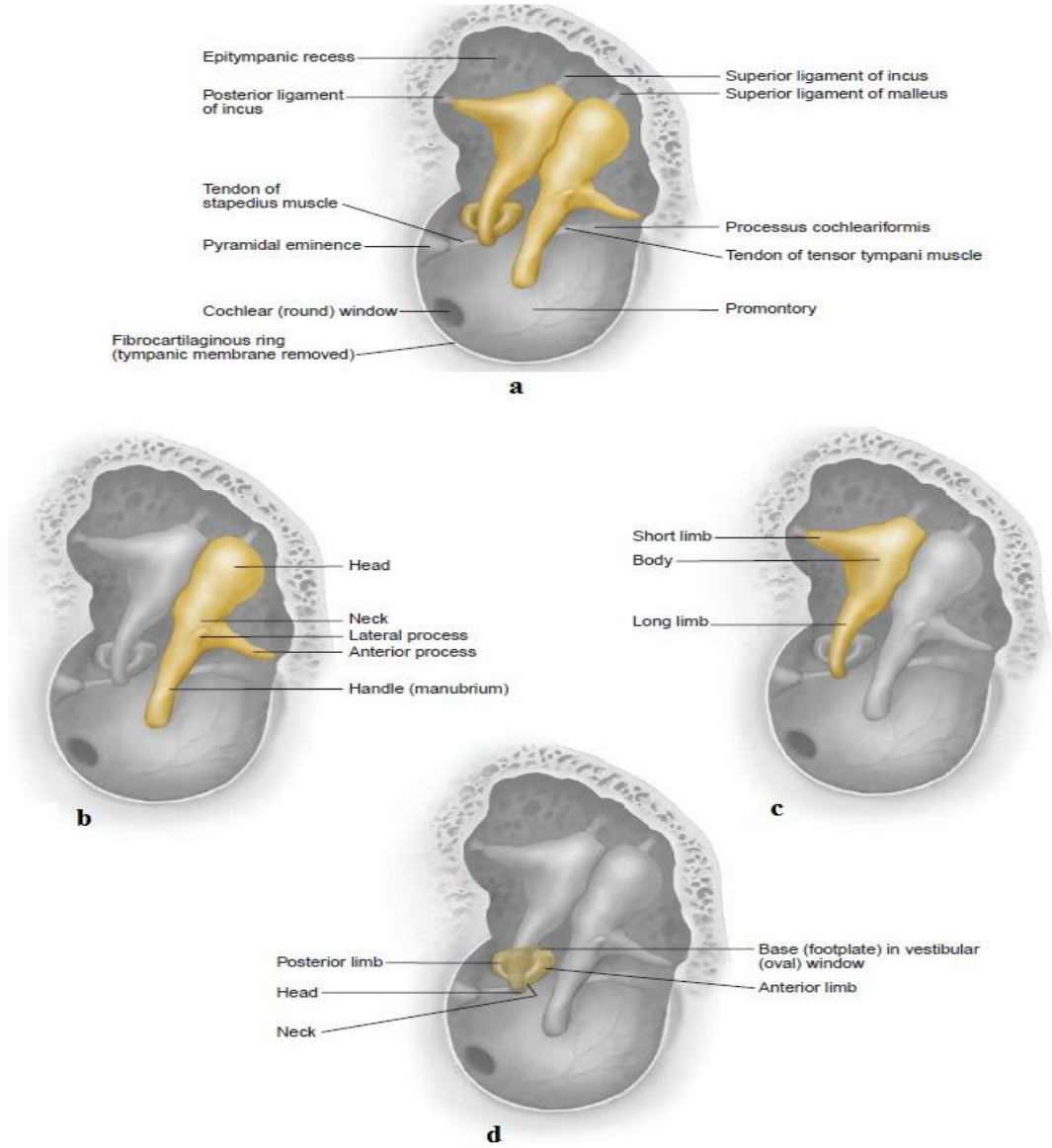
Tensor timpani kası: Orta kulak ön duvarında semikanalis muskuli tensor timpaninin duvarından başlar ve kanalın ağzındaki küçük kemik çıkıntısının çevresini dolandıktan sonra arkaya ve dışa doğru bükülür ve malleusun boynuna yapışır. Buradan sonra, içe doğru bir seyir izleyerek kokleariform süreçe ulaşır. 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 nervus mandibularisin dalı olan nervus pterygoideustan alır.

Stapedius kası: Eminentia pyramidarum içinde bulunur. Tendonu bu çıkıntının ucundaki bir delikten çıkar ve stapesin boynuna ya da başına yapışır. Kasıldığı zaman stapesin arka bacağına arkaya doğru çekerek, tabanı ön kısımda yukarı doğru kaldırır. Bu şekilde yüksek şiddetteki seslerin iç kulağa geçişini engeller. İnervasyonunu Nervus Fasiyalisten alır.

2.1.2.1. Orta Kulak Kemikçiklerinin Anatomisi

Orta kulak boşluğunda; kulak zarı ile iç kulak arasında üç tane hareketli kemikçik vardır. Bunlar dıştan içe doğru malleus, inkus ve stapeştir (Şekil 4). Bu kemikçiklerden malleus kulak zarına tutunmuştur. Zincirin sonunda yer alan kemikçik stapeştir ve fenestra vestibüli'ye tutunmuştur. İnkus ise her iki kemikçik ile eklem yapar. Hareketli olan bu kemik zincir, timpanik membrandan aldığı ses titreşimlerini fenestra vestibüli'ye aktarır.

Kemikçikler arasında inkudo-malleolar ve inkudo-stapedial olmak üzere iki eklem vardır. Ayrıca kemikçikleri orta kulak duvarlarına bağlayan iki kas ve dört ligament bulunur. Dört bağdan üçü malleusa aittir. Bunlar ön, üst ve dış malleolar ligamentler olarak adlandırılırlar. İnkusun ise tek bağı vardır. Ligamentum posterior denilen bu bağ, processus brevisi fossa inkudise bağlar. Kemikçiklere yapışan kaslar musculus tensor timpani ve musculus stapediustur.



Şekil 4: a. Kemikçik zincir anatomisi (şematik), b. Manubrium, c. İnkus, d. Stapes (19).

Malleus: Orta kulak kemikçiklerinin en büyük olanıdır. Lateralde yer alır. Yaklaşık olarak 8-9 mm uzunluğundadır. En önemli iki parçası capitulum mallei ve manubrium malleidır. Bunların arasında malleus incilir ve boyun kısmı (Collum mallei) 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 brevis/lateralistir. 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. Caput mallei yuvarlaktır, epitimpanumda bulunur ve arka-iç yüzü ile inkus eklem yapar. Malleusun boynunun hizasında arkadan korda timpani geçer.

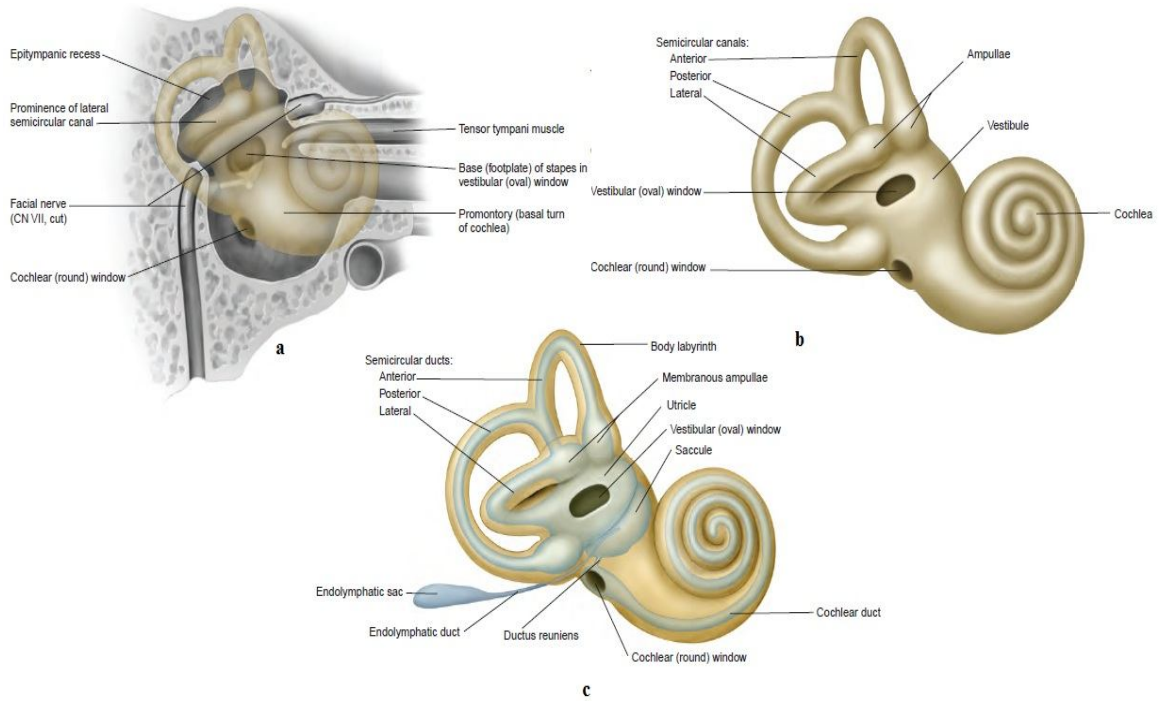
İnkus: Bir cismi (corpus incudis) ve iki uzantısı (Crus brevis ve crus longum) vardır. İnkusun gövdesi, capitulum mallei ile eklem yapar ve onun yuvarlaklığına uyan bir çukurluk gösterir. Crus brevis kısadır (5 mm). Horizontal olarak arkaya doğru gider ve fossa inkudise yerleşir. Crus brevisin ucunda 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 stapes başı ile eklem yapan bir kısım vardır.

Stapes: Ortalama 3,5 mm uzunluğunda ve 2,5 gr ağırlığındadır. Bir baş (Caput stapedis), bir boyun (Collum stapedis), iki bacak (Crus anterius, crus posterius) ve bir tabandan (Basis stapedis) oluşur. Taban oval pencereye oturur ve ligamentum annulare denilen bir bağ ile oval pencere kenarlarına sıkıca yapışır. Tabanın orta kulak yüzü düzdür. Bazan konveks olabilir. Vestibüler yüzü ise genellikle konkavdır. Ön bacağı 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 rezorpsiyonunun derecesi ile ilgilidir. Baş, processus lenticularis ile eklem yapar. Eklem hemen hemen horizontal düzlemedir. Stapesin başı bacaklarla büyük bir açı yapmadan birleşir.

2.1.3. İç Kulak Anatomisi

İç kulak işitmeye ilgili koklea ve dengeyle ilgili vestibül ve semisirküler kanalları içerir. Temporal kemiğin petröz parçasında yerleşmiş olup akuaduktus koklea ve akuaduktus vestibüli ile kafa içiyle bağlantılıdır. Orta kulak ile bağlantısı yuvarlak ve oval pencere yoluyla (Şekil 5). Oval pencere stapes tabanı ile örtülüdür. Labirent kemik ve membranöz olmak üzere iki kısma ayrılır (Şekil 5).

Kemik labirent vestibulum, semisirküler kanallar ve koklea bölümlerinden oluşur. Vestibulum yaklaşık 4mm çapında bir kavite olup dış yan duvarda fenestra vestibüli (oval pencere) ve fenestra koklea (yuvarlak pencere) bulunur. Üst ve arka duvarlarında semisirküler kanalların açıldığı delikler vardır. Akuaduktus vestibüli vestibulumun iç duvarından başlayarak arka iç yana doğru ilerler. Akuaduktus koklea skala timpaniden başlayarak petröz kemiğin alt yüzünde subaraknoidal boşluğa açılır. Bu kanal içinde ise, duktus perilenfatikus vardır (21).



Şekil 5: İç kulak anatomisi (şematik) **a.** Komşulukları **b.** Kemik labirent **c.** Membranöz labirent (19).

Koklea, koni şeklinde modiolus denilen bir yapı etrafında arkadan öne, iç 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 kokleayı iki boşluğa ayırır. Bu iki boşluk birbirleriyle modiolus tepesinde, helikotrema denilen küçük bir aralıkta birleşir. Kemik koklea kesitinde üç kompartman vardır. Üstte oval pencereye açılan skala vestibüli, altta yuvarlak pencereye açılan skala timpani, ortada ise skala media (duktus koklearis) bulunur (21).

Denge ile ilgili membranöz labirent 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. Utrikulus yakınında her kanal genişler ve ampulla adını alır. Ampullada krista ampullaris adını alan nöroepitelyal plaklar yer alır. Epitelin titreşim tüyüğü, 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 (21).

İç kulağın kanlanması anterior inferior serebellar arterin (AICA) bir dalı olan labirentin arter ile sağlanır. Kokleanın yan duvarı venleri ile spiral limbus ve apikal gangliyon hücresi venleri birleşip spiral modioler vene dökülürler (21).

2.2. İŞİTME FİZYOLOJİSİ

2.2.1. Ses Fiziği

Ses, elastik bir ortamda partiküllerin yer değiştirmesi sonucu ortaya çıkan basınç değişimi olarak tanımlanır. Titreşen bir kaynak tarafından üretilen ve hava aracılığıyla kulağa iletilen bir dalga hareketidir. Bu dalga hareketi, yayıldıkları ortam partiküllerinin art arda sıkışma ve gevşemesine neden olur. Ses, katı ortamlarda sıvıya ve sıvı ortamlarda havaya göre daha hızlı yayılır. Sesin havada ortalama hızı saniyede 340 metre iken perilenf gibi sıvılarda yaklaşık bunun 4 katı (1437 m/sn) ve kemikte yaklaşık 9 katıdır (3013 m/sn) (20).

Sesin saniyedeki titreşim sayısına sesin frekansı, tonu ya da perdesi denir. Sesin frekansı saniyedeki titreşim sayısı, Hertz (Hz) ile ifade edilir. İnsan kulağı 16–20000 Hz aralarında sesleri duyar. Sesin şiddet birimi desibeldir (dB). Bir ortamın ses dalgalarının yayılmasına gösterdiği dirence akustik direnç ya da empedans denmektedir. Empedans,

ortam moleküllerinin yoğunluğu ve esnekliği ile orantılıdır. Ses dalgaları ortam değiştirirken her iki ortamın empedansı birbirine ne kadar yakın ise yeni ortama geçen enerji miktarı da o kadar fazla olur (23) .

2.2.2. İşitme Safhaları

Çevremizde oluşan sesin insan organizması tarafından alınması, sinir sistemi tarafından işlenmesi ve beyindeki ilgili merkezlere iletilerek buralardan algılanması süreci işitme olarak tanımlanır. Tüm bu süreci oluşturan sistem ise işitme sistemidir. Bu sistemi oluşturan çeşitli parçalar, işitme sürecinin değişik işitme safhalarında görev alırlar.

Bu safhaları esas olarak dörde ayırabiliriz:

1.İletim: Sesin dış ortamdan aurikula ve DKK tarafından oluşturulan dış kulak tarafından toplanması, timpanik membran ve kemikçikler aracılığıyla korti organına iletilmesi safhasıdır.

2.Enerji dönüşümü: Korti organında, mekanik ses enerjisinin nöral enerjiye dönüştürülmesi işleminin gerçekleştirildiği safhadır. Bu işlem son derece komplike biyokimyasal olaylarla sağlanır.

3.Sinirsel kodlama ve aktarma: Korti organındaki tüylü hücrelerde ortaya çıkan enerjinin kendileriyle ilgili sinir liflerine kodlanarak aktarılması safhasıdır.

4.Sesin algılanması ve birleştirilmesi: Her bir sinir lifi ile işitme merkezine getirilen bilginin birleştirilmesi ve çözümlenmesi ile sesin karakter ve anlamının anlaşılması safhasıdır.

Kulak kepçesi konumu ve biçimi ile çevredeki sesleri toplamaya ve dış kulak kanalına yönlendirmeye yarar. Bu şekilde ses şiddetini 6 dB arttırdığı sanılmaktadır. Dış kulak yolu ses dalgalarını sadece yönlendirmez, aynı zamanda fiziki olarak çeyrek rezonatör olarak tanımlanır. Bu özellik sayesinde ses şiddetini 15–20 dB artırır. Orta kulak kendisine gelen ses titreşimlerini iç kulağa iletir. Bu ileti iki yolla olmaktadır; Ses dalgalar ya kulak zarı ve kemikçikler sisteminin titreşimi ile ya da orta kulaktaki

havanın titreşimi ile yuvarlak ve oval pencere yoluyla perilenfe aktarırlar. Bu iki iletim arasında kulak zarı ve kemikçikler sistemi 30 dB daha şiddetli iletim sağlar (24) .

2.2.3. Normal Orta Kulakta Ses İletimi

Orta kulağın temel görevi sesin düşük empedanslı havadan, yüksek empedanslı koklear sıvılara geçişi esnasında oluşacak enerji kaybını önlemektir. Empedans sesin bir ortamdan diğer ortama geçmesine karşı koyan dirençtir. Havada yol alan ses dalgası yüksek empedanslı büyük bir cisim ile karşılaştığında sesin bir bölümü geri yansırken diğer bölümü ise cismin içinde yol almaya devam eder. Her iki ortam arasındaki empedans farkı az olduğunda sesin büyük bölümü yeni ortama geçecek, empedanslar arasındaki fark fazla olduğunda ise sesin büyük bölümü geri yansıtacak ve yeni ortama geçemeyecektir. Bu sebeple oluşan kaybı engellemek için düşük empedans girişli, yüksek empedans çıkışlı bir sisteme gereksinim vardır; orta kulak temel olarak bu görevi üstlenmektedir (25).

Ses dış kulak kanalından kokleaya timpanik membran ve kemikçikler yolu ile (timpanoosiküler iletim veya kısaca kemikçik iletimi) ve direkt olarak pencerelere ulaşan ses dalgaları yolu ile (akustik iletim) olmak üzere iki şekilde iletebilir (25).

Normal bir orta kulakta sesin kokleaya iletimini kemikçik iletimi sağlamaktadır. Orta kulağın kemikçik iletimi ile sağladığı kazanç timpanik membran ile stapes arasındaki alan farkı ve kemikçik zincirinin oluşturduğu kaldıraç sisteminden sağlanmaktadır. Bu iletim sonucu stapeste oluşan basınç dış kulak kanalındaki basınca göre artar. Bu kazancın bileşenleri ayrıntıları ile aşağıda incelenmiştir (25).

Kemikçiklerin kaldıraç etkisi: Malleus ve inkus anterior malleolar ligament ile inkusun kısa kolu ve posterior inkudal ligamentten geçen ekseninde rotasyon yaparak timpanik membrandaki titreşimleri iç kulağa aktarırlar. Bu mekanizmanın kaldıraç kollarını manubrium mallei ve inkusun uzun kolu oluşturur. Kaldıraç kollarının uzunlukları manubrium mallei ve inkusun uzun kolunun uç noktalarının rotasyon eksenine uzaklığı ile belirlenir. Bekesy ve Dahnmann bu oranı 1.3/1 olarak bulmuş ve kaldıraç gücünün hesaplanmasında bu oranı aynen kullanmışlardır. Austin tarafından da desteklenen Tonndorf ve Khanna'nın hesabına göre ise timpanik membran titreşimlerinin yalnızca umboya değil tüm manubriuma aktarıldığı düşüncesinden

hareketle kaldıraç oranının hesaplanmasında malleus kolu uzunluğunun tümünün değil integralinin hesaplanması ile elde edilen 1.15 oranının kullanılması gerektiği belirtilmiştir (25).

Timpanik membranın kaldıraç etkisi: Çevrede anulusa sabit olarak tutunan timpanik membranın bir tenis neti gibi hareket ettiği ve kendisine gelen enerjiyi merkezinde bulunan manubriuma artırarak aktardığı görüşüne dayanır. Bu teori ilk olarak Helmholtz tarafından ortaya atılmış, Khanna, Tonndorf ve Austin tarafından da desteklenmiştir. Adı geçen araştırmacılara göre bu etki sesi 2 kat artırmaktadır ve kemikçiklerin kaldıraç etkisi olan 1.15 oranı ile birleşince toplam kaldıraç etkisi 2.3 kata ulaşmaktadır. Bekesy ise timpanik membranın belli bir bölümünün piston gibi hareket ettiğini düşünerek kaldıraç etkisinden yalnızca kemikçikleri sorumlu tutmuş ve timpanik membrana ait ikinci bir kaldıraç etkisini hesaplarına eklememiştir(25)..:

Alan oranı (Hidrolik etki):

Timpanik membran ve stapes tabanı arasındaki alan farklılığı nedeniyle stapes tabanındaki ses basıncı timpanik membrana göre (timpanik membran alanı / stapes tabanı alanı oranında) artmaktadır. Bekesy'nin hesabına göre timpanik membranın yalnızca santral 2/3 bölümü hareket etmektedir ve alanlar arası oran 17'dir. Tonndorf, Kanna ve Saunders'e göre ise tüm timpanik membran hareket etmektedir ve bu oran 20.8'dir(25).

2.2.4. Orta Kulak Patolojilerinde Ses İletimi

Orta kulak patolojilerinde ses iletimine yönelik yapılan araştırmalarda çoğunlukla saf ses odyometrisinde elde edilen hava ve kemik yolu eşikleri kullanılmaktadır. Ancak bu normal orta kulakta yapılan ölçümler ve hesaplamalarda bile birbirlerinden farklı sonuçlar elde edildiği göz önüne alındığında bilgilerimizin daha kısıtlı olduğu hastalıklar ile ilgili ölçümlerin sonuçlarının daha fazla değişkenlik gösterebileceğini beklemek hatalı olmayacaktır. Kobrak'ın "Empedans formülü tamamen fiziksel bir kavramdır ve bu formülün orta kulak lezyonlarına uygulanmasında mekanizmanın olduğundan çok daha basit algılanmasından kaçınılmalıdır" sözünün hatırlanması ve mevcut kısıtlılıkların bilinmesi koşulu ile günümüzde farklı patolojilerde orta kulak fonksiyonlarının ne ölçüde etkilendiğine yönelik önemli bilgilere sahip olduğumuzu söyleyebiliriz (25).

2.2.4.1. Timpanik Membran Perforasyonu

Timpanik membran perforasyonunda oluşan iletim tipi işitme kaybı 0-50 dB arasında değişkenlik gösterebilir. Perforasyon varlığında oluşan iletim tipi kayıp temelde timpanik membranın iki farklı yüzü arasındaki basınç farkının ortadan kalkmasından kaynaklanmaktadır. Bu basınç farkı timpanik membran ve kemikçikleri harekete geçiren temel güçtür ve basınç farkının azalması kemikçik iletiminin azalmasına neden olur. Perforasyona bağlı işitme kaybı en fazla düşük frekansları etkiler, işitme kaybının miktarı perforasyonun boyutu ile doğru orantılı, orta kulak ve mastoid havalanması ile ters orantılıdır. Yani tüm diğer faktörleri aynı olan iki perforasyon göz önüne alındığında timpanomastoid havalanması az olan kulakta havalanması fazla olan kulağa göre daha fazla işitme kaybı görülecektir. Orta kulak havalanmalarındaki farklılıklar nedeni ile benzer iki perforasyon arasında 20-30 dB'i bulan işitme farklılıkları görülebilmektedir. Perforasyonun yerleşiminin işitme kaybının şiddetine belirgin etkisi yoktur, farklı yerleşimlerdeki perforasyonların farklı şiddette işitme kaybına neden olduğu yönündeki klinik izlenim olasılıkla farklı kulakların farklı timpanomastoid havalanma hacmine sahip olmalarından kaynaklanmaktadır (25).

Perforasyon varlığında timpanik membranın orta kulağa geçen sesi engelleme fonksiyonu ortadan kalkar ve akustik iletimde 10-20 dB arasında artış gözlenir. Normalde akustik iletimin, kemikçik iletimine göre 60 dB daha kötü olduğu hesaba katıldığında kemikçik iletimini tamamen devre dışı bırakacak boyuttaki bir perforasyonda akustik iletimdeki artış nedeni ile en fazla 40-50 dB'lik iletim tipi işitme kaybı görülecektir. Klinik bulgular da perforasyona bağlı işitme kaybının en fazla bu düzeyde olabileceğini desteklemektedir (26).

2.2.4.2. Timpanik Membran, Malleus ve İnkusun Kaybı

Timpanik membran, malleus ve inkusun birlikte kaybı kemikçik iletimini tamamen bozacaktır. Tüm bu yapıların total kaybı sonucu timpanik membran sesin orta kulağa geçişini önleyemeyecek, akustik iletimde 10-20 dB artış olacak ve 40-50 dB düzeyinde bir iletim tipi işitme kaybı görülecektir. Bu nedenle intakt timpanik membran gerisinde kemikçik devamsızlığı olan olgularda timpanik membran perforasyonu da eklendiğinde işitmede 10-20 dB düzelme görülecektir.

2.3. KRONİK SÜPÜRATİF OTİTİS MEDIA

Kronik süpüratif otitis media (KSOM), kulak zarı perforasyonu ve dış kulak yolundan süpüratif akıntı ile seyreden otitis mediadır (OM). Tıbbi tedaviye rağmen 3 ay boyunca tedaviye yanıt vermeyen akıntılı perforasyonlardır. Ayrıca, akut otitis media (AOM) atağından sonra 6 hafta medikal tedaviye yanıt vermeden devam eden süpüratif akıntılı OM'lere de KSOM olarak kabul edilirler. Kronik süpüratif otitis medianın belli başlı üç karakteri vardır: 1) Kulak zarında perforasyon, 2) Dış kulak yolunda zaman zaman kesilen süpüratif karakterde bir akıntı, 3) Çoğunlukla iletim tipi işitme kaybı (27).

Kronik otitis mediada (KOM) klinik sınıflandırma hastalığın tubotimpanik ve attikoantral özelliklerine göre değerlendirilir(28).

I. Tubotimpanik hastalık

a) Geçici perforasyon sendromu

b) Kalıcı mukozal hastalık

ii. Tubal tip

iii. Timpanik tip

iv. Timpanomastoid tip

II. Attikoantral hastalık

Tubatimpanik: Pars tensada değişik boyutlarda perforasyon bulunur. Akıntılı ve kuru dönemlerden geçer. Akıntılı dönemlerinde pulsatil, profüz, kokusuz, mukoid veya mukopürülan akıntı izlenir. Orta kulak mukozası hiperemik ve ödemlidir. Kuru dönemlerde mukoza pembe olup az miktarda debris ve granülasyon içerebilir. İşitme kaybı miktarı perforasyonun yeri ve boyutlarına, kemikçik tahribatına ve iç kulağın etkilenmesine göre değişmekle beraber, genellikle azdır. Hastalık ilerledikçe tablo daha ağırlaşır. Orta kulak mukozasında hiperemi ve ödem artar. Kemikçikleri örten mukoza da hiperemik ve ödemlidir. Mukozal kökenli granülasyon dokusu, polipler ve kemikçik nekrozları görülebilir.(27)

Attiko-antral: Attiko-antral hastalık da denir. Bu tip otitlerde kolesteatom oluşumu siktir. Kolesteatomlar edinilmiş (akiz) ve doğumsal (konjenital) olarak meydana gelebilirler (27).

Orta kulak enfeksiyonunun kronikleşmesine yol açan çeşitli faktörler vardır (29):

1. Kronik veya tekrarlayan burun ve boğaz enfeksiyonları sonucu üstaki tûpünde parsiyel yahut tam obstrüksiyon,
2. Timpanik membrandaki kalıcı perforasyon,
3. Orta kulakta irreversible patolojinin gelişimi,
4. Orta kulağın ve mastoid boşlukların havalanmasının nedbeler, mukoza hipertrofisi, polipler, granülasyon dokusu veya timpanosklerozla kalıcı olarak obstrüksiyonu,
5. Mastoidde osteomyelit ve sekestrasyon,
6. Alerji ve vücut direncini bozan konstitüsyonel faktörler şeklinde sıralanabilir.

2.3.1. Tanı

2.3.1.1. Hikaye

İrk, genetik faktörler ve çevresel faktörler gibi risk faktörleri sorgulanmalıdır. Detaylı anamnez alınmalıdır.

2.3.1.2. Klinik Belirtiler

Kulak akıntısı: 3 aydan uzun süre devam eden kulak akıntısı mevcuttur. Kolesteatomlu durumlarda veya osteit varsa, akıntı kötü kokuludur, akıntıda kolesteatom lamellerine rastlanabilir. Sulu, kokusuz, intermittan akıntı, kolesteatomsuz mukozal hastalıkta görülür.

İşitme azlığı: KOM'da büyük çoğunlukla iletim tipi işitme azlığı vardır. Zar perforasyonu, orta kulaktaki ödem ve akıntı, granülasyon dokuları, polipler, kolesteatoma, kemikçik zincirdeki defektler ve fiksasyon işitme azlığına yol açmaktadır. Pars tensada, böbrek şeklinde santral perforasyonlarda işitme kaybı fazladır. Pars flaksida perforasyonları ve retraksiyon olgularında, kemikçik zincirde ve pars tensada sorun yoksa işitme kaybı belirgin değildir. Perforasyon ve kemikçik zincir

kopukluğunda işitme kaybı yaklaşık 38 dB, total perforasyon ve kemikçik zincir kopukluğunda işitme kaybı yaklaşık 50 dB'dir. KOM'da yüksek frekanslarda düşme ile seyreden mikst tip işitme kaybı veya bazen sensorinöral işitme kaybı da görülebilir.

Baş dönmesi, tinnitus, fasiyal paralizi ile başvuru komplikasyonları düşündürmelidir. Tüm hastalara ayrıntılı kulak burun boğaz muayenesi yapılmalıdır.

2.3.1.3. Odyolojik Testler

Öncelikle diyapozon testleri yapılır. Daha sonra odyolojik olarak kemik-hava iletimi, konuşmayı alma eşiği ve diskriminasyon skorları ölçümü yapılmalıdır.

2.3.1.4. Radyolojik Görüntüleme

KOM'un tanısı genellikle muayene ile konulur. Görüntüleme ile tamamlayıcı bilgiler alınabilir. Konvansiyonel grafiler, ince kesit BT ve manyetik rezonans (MR) görüntüleme karşısında değerini yitirmiştir. Konvansiyonel grafilerden en sık kullanılanı Schuller grafisidir. Schuller ile mastoid havalanması ve DKK ile transvers sinüs arasındaki mesafe değerlendirilebilir. Temporal kemik standart BT görüntülemesinde, DKK'de büyük harabiyet yapan nekrotizan eksternal otitler, kemik harabiyeti yaparak kafa içine yayılan KOM'lar, mastoid hücrelerin durumu, orta kulak ve temporal kemik tümörleri değerlendirilebilir. Kemikçiklerin her bir anatomik yapısı farklı planlarda optimum görüntülenmektedir. Ancak BT görüntülerinde kolesteatoma kesesi, granülasyon dokusu, mukozal ödem ve efüzyon arasında ayırımında bulunmak çok zordur. Koronal planda; skutum, prussak mesafesi, tegmen timpani, inkus ve malleusun başı, fasiyal sinirin horizontal parçası daha iyi değerlendirilir. Aksiyel kesitlerde; kemikçikler, fasiyal sinirin vertikal parçası, fasiyal reses, sinüs timpani, lateral semisirküler kanal değerlendirilebilir. MR'ın KOM'da rutin kullanımı yoktur. Fakat kontrast madde gadolinium ile kullanıldığında tümör, kan ve mukozal enflamasyon ayırt edilebilmektedir (30).

2.3.2. Kronik Otitis Mediada Kemikçik Zincir Defekti

Kemikçik zincir defekti KOM'larda sıklıkla görülür. Ancak, kolestatomlu KOM'larda görülme sıklığı, diğer KOM'lardan daha fazladır. Sade ve Halevy'nin bir çalışmasında kemik erimesi kolestatomlu KOM'ların % 95'inde saptanmıştır (28).

Tos'un yaptığı bir çalışmada ise KOM'lu vakaların sadece %37'sinde kemik zincir sağlam bulunmuştur (31) .

Bilindiği gibi, kemik dokusu, hücreler (osteosit) ve hücreler arası maddelerden oluşur. Osteositler arası maddeler ise substantia fundamentalis ile kollajen liflerden oluşmuştur. Substantia fundamentalisin içine çoğunluğu kalsiyum tuzları olan inorganik maddeler çökmüştür (30).

Kemik erimesinde iki faz vardır: ilk evre demineralizasyondur. Bu evrede kollajen liflere bağlı inorganik maddelerin açığa çıkması ve liflerin serbest kalması gerektir. İnorganik maddelerin çoğu kalsiyum tuzlarından oluştuğu için bu evreye dekalsifikasyon adı da verilmektedir. Dekalsifikasyonla kollajen liflerden oluşan organik matriks serbest kalır. İkinci evre enzimatik evredir.

Kolesteatomlarda meydana gelen kemik erimesinin tek nedeni yoktur. Bu konuda çeşitli mekanizmalar ortaya atılmıştır: i) Basınç nekrozu, ii) Kronik osteomyelit, iii) Osteoklastlarla rezorpsiyon, iv) Monositer rezorpsiyon, v) Enzimatik rezorpsiyon, vi) lokal pH değişiklikleri, vii) Vasküler proliferasyon (30). Osteoklastlar, çok çekirdekli, geniş ve koyu sitoplazmalı ve çok sayıda mitokondria içeren hücrelerdir. Deneysel kolesteatomda kemik erimesi osteoklastlarla gerçekleşir. Osteoklastlara etki yapan etmenler saptanmıştır. Bunlar paratiroid hormon (PTH) ve osteoklasting aktivatör faktör (OAF)' dür. Prostaglandin E2 (PG-E2) de osteoklastları aktive eder ve düşük dozlarda bile kemik erimesini hızlandırır. Aynı şekilde vitamin D türevlerinin de osteoklastları aktive ettiği saptanmıştır. Bununla birlikte, osteoklastların nasıl aktive oldukları bilinmemektedir. Ancak kolesteatoma yakın bölgelerde bulunmaları lokal faktörlerin etkili olduğunu düşündürmektedir. Enfekte dokular PG-E2 salgılanmasına neden olur. Bu madde de kemik erimesini direk veya indirek yolla aktive eder. Kolesteatomsuz KOM'larda ise, kemik erimesi monosit ve makrofajlar yolu ile OAF salgılanmasına bağlıdır. Lokal basınç da bazı şimik mediatörler yolu ile osteoklastları aktive etmektedir (30) .

Bütün bunları özetlersek; kemik erimesinde ilk evre demineralizasyon ya da dekalsifikasyondur. Mineraller liflerden ayrılmadan kemik erimesi mümkün değildir. Minerallerin çözülmesinden sonra organik matriks yani kollajen liflerden ibaret iskelet kalır. Bu lifler de kollajenaz ve proteaz gibi enzimlerle kolayca parçalanır ve asimile

edilir. Dekalsifikasyonda asidik ortam öncelikli koşuldur. OAF ve PG-E2 asidik ortamın sağlanmasında önemli faktörlerdir. Kollajenaz ve proteaz enzimleri ise PG-E2, aktive olmuş makrofajlar ve fibroblastlardan sağlanır. Bu da göstermektedir ki; kemik erimesi için birçok birbirini izleyen mekanizmaya ihtiyaç vardır. Şu gerçektir ki; kolesteatom kitlesi ile kemik dokusu arasında yer alan granülasyon dokusu kemik erimesinden sorumlu hücre ve enzimlerin meydana geldiği bir odaktır (30) .

2.3.3. Kronik otitis mediada işitme kayıplarının değerlendirilmesi:

KOM'da iletim tipi işitme kaybına (İTİK) neden olan orta kulak patolojilerini tek tek ele alacak olursak;

Kulak zarı perforasyonları: Pars flaksida perforasyonlarının işitmeye önemli bir etkisi olmaz. Ancak, pars tensa perforasyonları işitme kaybına neden olurlar. Perforasyonlar iki biçimde ses enerjisi iletimini engelleyebilir:

1. Perforasyon nedeni ile ses aynı anda hem oval ve hem de yuvarlak pencereye ulaşır ve perilenfe aynı yönde basınç yapar. Her iki basıncın birbirine ters yönde etkisi ile perilenfin titreşimi mümkün olmaz veya daha az titreşir. Bu durum faz farkının ortadan kalkmasına sebep olarak sağlıklı bir orta kulaktaki kazanımlardan birini ortadan kaldırarak işitme kaybına katkıda bulunur.

2. Kulak zarı yüzeyindeki eksiklik kulak zarı ile oval pencere yüzeyleri arasındaki oranı etkiler; sonuçta hidrolitik kaldıraç etkisi düşer.

Hayvan deneyleri perforasyonların özellikle alçak frekanslarda kayba neden olduğunu göstermiştir. İşitme kaybı, perforasyonun çapı ile orantılı olarak yükselir. Yuvarlak pencere karşındaki perforasyonlar, ses dalgalarının direkt olarak yuvarlak pencereye ulaşmasına neden olacakları için faz koruma etkisi bariz olarak ortadan kaldırırılar.

Perforasyon ve kemikçik zincirin kopukluğu: İkisi bir arada ise aşağı yukarı işitme kaybı 38 dB civarındadır. Austin'e göre işitme kaybının analizi şu şekildedir :

Catenary ve kemikçik kaldıraç eksikliği: 7,5 dB

Hidrolitik kaldıraç eksikliği: 26,5 dB

Faz koruma etkisinin ortadan kalkması: 5,0 dB

Toplam kayıp: 38,5 dB

Manubrium malleinin kulak zarsından ayrılmasına neden olan total perforasyonlarda kemikçik zincirine titreşimlerin geçmesi engellenmiştir. Faz koruma etkisinin ortadan kalkması bu durumda en önemli etkidir.

Total perforasyon ve kemikçik zincir kopukluğunda işitme kaybının analizi Austine'e göre şu şekildedir:

Catenary ve kemikçik kaldıraç eksikliği: 7,5 dB

Hidrolik kaldıraç eksikliği: 26,5 dB

Faz koruma etkisinin ortadan kalkması: 16,2 dB

Toplam kayıp: 50 dB

Sensörinöral işitme kaybı: Özellikle yüksek frekanslarda düşme ile seyreden mikst tip işitme kayıpları ve bazı vakalarda sensörinöral işitme kaybı görülmektedir. Bu duruma bazı toksinlerin ve ilaçların yuvarlak pencere yoluyla iç kulağa geçmesinin neden olduğu düşünülmektedir. Lökositlerin perilenfe geçmeleri, albumin gibi büyük moleküllerin yuvarlak pencere membranından geçtikleri ve seröz labirentit meydana getirdikleri ve yuvarlak pencereye komşu bazal turda lokalize inflamatuvar değişiklikler ortaya çıktığı histolojik incelemelerle saptanmıştır. Bu bulgular özellikle yüksek frekanslarda işitme kaybı ile birliktelik göstermektedir (30) .

2.3.4. Tedavi

Medikal tedavide, genel antibiyotiklerin yanında, aspirasyonla temizleme ve topikal tedavi önemli yer tutar. Bazılarında ısrarla yapılmakta olan tedavi öncesi kulak kültürünün yararı tartışmalıdır. Kronik otitis media tedavisinde topikal tedavi, genel olarak verilen antibiyotik tedavisinden daha önemli yer tutmaktadır. Çünkü kronik enfekte mukozadaki kan dolaşımının yeterli düzeyde olmadığından, verilen antibiyotiklerin etkisi de yeterli olmamaktadır. Hasta kulağa günde 3 defa 10 gün süre ile 10 damla siprofloksasin ihtiva eden kulak damlası damlatılır (30) .

Cerrahi tedavide ise, bugün KOM cerrahisinde düşünülen ve yapılan ameliyat 'Timpanoplasti'dir. İlk ortaya atıldığı yıllardan beri birçok gelişmelere sahne olmuştur.

Timpanoplastide esas prensip, önce irreverzibl patolojinin elimine edilmesi ve takiben işitme mekanizmasının, bulunan patolojiye uygun çeşitli metodların birisiyle rekonstrükte edilmesidir. Yani patolojiden tamamen temizlenmiş bir orta kulak ve mastoid elde etmek, ses iletimi (sound conduction) ve ses korunması (sound protection) sağlamak üzere orta kulağın bir greftle kapatılmasıdır. Kısaca, hastalıktan temizlenmiş bir saha, orta kulağı örten bir greft ve arada ses iletimini sağlamak üzere bir kolumella kullanılması timpanoplastinin temelini oluşturur. İşitme mekanizmasında en önemli yeri tutan kemikçik zincirin rekonstrüksiyonu son 50 yıl içinde uygulamaya başlanmış ve zaman içinde büyük bir ilerleme kaydedilmiştir (30) .

2.3.5. Prognostik faktörler

Günümüzde KOM cerrahisind başarılı sonuçlar alınmasında rol oynayan veya başarısızlık sebebi olan prognostik faktörler ile ilgili olarak çeşitli çalışmalar yapılmasına karşın tüm dünyada kabul gören bir standartizasyon bulunmamaktadır. Son zamanlarda MERI (Orta Kulak Risk İndeksi) sistemi kullanılmaya başlanmıştır (31) (Şekil 6).

İleri zincir hasarlı ya da havalanmayan orta kulaklarda postoperatif işitme sonuçları tatminkar değildir. Örneğin basit bir kemik çimentosu uygulaması ile rekonstrükte edilebilecek bir lentiküler proçes defektinde sağlanabilecek işitme kazancı ile (Austin-Kartush A) total ossiküler replasman protezi ile rekonstrükte edilecek kadar ileri zincir hasarlarında (Austin-Kartush D) elde edilecek işitme kazancı arasında ciddi fark vardır. Birinci örnekte hava-kemik aralığı neredeyse tamamen ortadan kaldırılabilirken ikinci defekt örneğinde 20-25 dB bir hava-kemik aralığı başarılı bir sonuç olarak kabul edilmelidir. En kritik anatomik yapı stapeştir. 20 dB'den düşük hava-kemik aralığının sağlanması, stapes intakt ise olguların %40-70'inde, intakt değilse %20-55'inde sağlanabilmektedir (32).

| Risk Faktörleri | Risk Değeri |
|---|-------------|
| Otore | |
| I. Kuru | 0 |
| II. Ara sıra ıslak | 1 |
| III. Devamlı ıslak | 2 |
| IV. Islak, yarı damak | 3 |
| Perforasyon | |
| I. Yok | 0 |
| II. Var | 1 |
| Kolesteatoma | |
| I. Yok | 0 |
| II. Var | 1 |
| Kemikçiklerin durumu | |
| I. M+I+S+ | 0 |
| II. M+ S+ | 1 |
| III. M+ S- | 2 |
| IV. M- S+ | 3 |
| V. M- S- | 4 |
| VI. Kemikçik eklem fiksasyonu | 2 |
| VII. Stapes fiksasyonu | 3 |
| Orta kulak: Granülasyon veya efüzyon | |
| I. Yok | 0 |
| II. Var | 1 |
| Geçirilmiş cerrahi | |
| I. Yok | 0 |
| II. Aşamalı | 1 |
| III. Revizyon | 2 |

Şekil 6: MERI (Orta Kulak Risk İndeksi) sistemi, MERI 0, Normal; MERI 1-3, hafif hastalık; MERI 4-6, ılımlı hastalık; MERI 7-12, ağır hastalık.

2.4. AKUSTİK İMMİTANSMETRİ

Akustik immitansmetri, klinik uygulamalarda kulak zarı ve orta kulağın durumunun değerlendirildiği, koklear-retrokoklear bozuklukların tanısında hatta fasiyal sinir lezyonlarının araştırılmasında kullanılan bir testtir. Hem yetişkinler hem de çocuklar için uygulanan işlemler aynıdır. Hastadan cevap almayı gerektirmeyen invaziv olmayan bir yöntemdir. Hastanın yaşı, mental durumu, test sırasında cevap verme gibi hastaya bağlı pek çok faktöre ihtiyaç duyulmaz. Yaygın klinik kullanımı vardır (33).

Saf ses odyogramlar, işitme fonksiyonunda varsa kaybın derecesini ve lezyonun yerini gösterir. Bir çeşit nicelik ve nitelik odyometrisidir. Ancak işitme sisteminde meydana gelen değişiklikler hakkında yeterli bilgi vermez. Örneğin kulak zarının durumu, kemikçikler sistemi, orta kulaktaki hava basıncı ve orta kulakta efüzyon

bulunup bulunmadığı gibi. İmpetansmetri ile sistemi bu bakımdan değerlendirme olanağı vardır (30).

Objektif bir test olan akustik immitansmetri, dış kulak yoluna akustik uyaran verilerek kulak zarının katılığının ölçülmesi sonucu orta kulak fonksiyonunun değerlendirilmesi için kullanılır. Saf ses odyometri testinde olduğu gibi hastadan yanıt beklenmez. Teste başlamadan önce otoskopik bakı yapılarak, dış kulak yolunun açık olduğundan emin olmak gerekir. Dış kulak yolunda serümen veya buşon varlığı test sonuçlarını olumsuz olarak etkilemektedir. Akıntılı kronik otitli kulaklarda testin uygulanması mümkün olmamakla birlikte, cihaza da zarar vereceği için, testten hemen önce otoskopik bakının yapılması uygundur (34).

İmmitansmetreler ve dolayısıyla timpanometrik ölçümleri yapan cihazların 5 unsuru bulunur:

1. Prob: Prob, sinyal veren bir hoparlör, yansıyan basıncı kayıt eden mikrofon ve basınç pompasından oluşmaktadır.
2. Pnömatik sistem: Basınç değişikliği sağlayan sistemdir.
3. Akustik immitans ölçüm sistemi: Kayıt edilen değerleri ölçen sistemdir.
4. Akustik refleks aktivatör sistemi: Kontralateral, ipsilateral veya ikisine birden saf ses sinyali veren sistemdir.
5. Kayıt cihazı (35) .

Dış kulak yolundan kulak zarı ve orta kulağa gelen akustik enerjiye orta kulak bir direnç gösterir. Bu dirence akustik empedans adı verilir. Akustik empedansın tersi olan akustik kompians ise kulak zarı ve orta kulağın akustik enerjiye gösterdiği geçirgenliktir. Hem direncin hem de geçirgenliğin her ikisinin de uygulandığı çoğu cihazlarda akustik immitansmetri teriminin kullanılması daha doğrudur (34).

Testin gerçekleştirilebilmesi için kulak zarının perfore olmaması gerekir. Bu nedenle otoskopik muayenenin bilinmesi önemlidir. Ancak, otoskopik değerlendirmede kulak zarındaki çok küçük perforasyonların görülemediği durumlarda bile elde edilen bulgular klinisyene önemli ipuçları verebilir. Test sırasında hastanın cevap vermesi

beklenmemekle birlikte, testin güvenilir bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için hastanın işbirliği gerekmektedir. Testle ilgili yeterince bilgilendirilen hastalar, test sırasında kıpırdamadan, yutkunmadan durabilirler. Akustik uyarana tahammül edemedikleri durumda ise teste devam edilmeyeceğini bilmeleri, test sırasında daha rahat olmalarını ve işlemlerin daha hızlı gerçekleştirilmesini sağlayacaktır. Teste öncelikle timpanometri ile başlanır. Daha sonra timpanometri testi ile bulunan orta kulak basıncında akustik refleksler kaydedilir. Gerekli durumda da refleks erime testi yapılarak işitsel yolun beyin sapına kadar olan bölgesinin değerlendirilmesi mümkün olabilmektedir (34).

2.4.1. Timpanometri

Dış kulak kanalındaki (DKK) basınç değişikliği sırasında kulak zarının akustik uyarana cevabının hareketi ölçülerek timpanogram adı verilen grafik çizdirilir. Timpanogram, kulak zarı ve orta kulakla ilgili objektif bilgi verir. DKK'ya yerleştirilen prob ile 226 Hz'de 85 dB SPL (sound pressure level-ses basınç seviyesi) şiddetinde uyarın verilir (6 aylığa kadar olan bebeklerde ise 1000 Hz prob ton ile uyarın verilir).

Aynı zamanda DKK'daki prob ile kulak zarı arasındaki hava basıncı +200 daPa'dan -400 daPa'ya değiştirilirken timpanogram çizdirilir. Dış kulak yolu basıncı ile orta kulak basıncı birbirine eşit olduğu durumda kulak zarının akustik uyarını iletmesi maksimum düzeyde olup, bu basınç bölgesinde timpanogramda tepe noktası oluşur. Tepe noktası dolaylı bir şekilde orta kulak basıncını verir. +200 daPa gibi maksimum basınç uygulanmasının etkisiyle timpanik membran ileri derecede sertleşmişken elde edilen immitans değeri C1, en yüksek immitansın belirttiği değer ise C2'dir. C2-C1 değeri, orta kulağın statik immitansının ölçüsüdür (34) . C1 noktası dış kulak yolu volümünü verir. C1 değeri çocuklarda ve yetişkinlerde farklılık göstermektedir. Çocuklarda 0,42 ml-0,97 ml, yetişkinlerde ise 0,63 ml-1,46 ml'dir. C2 orta kulak ve dış kulak yolu volümünü verir. C2-C1 ise timpanogram amplitüd değeridir.

Timpanogram değerlendirmesinde 2 önemli kriter vardır: Tepe noktasının amplitüdü ve tepe noktasının basınç değeri. Orta kulaktaki hava basıncı atmosfer basıncından farklı ise, timpanogramın tepe noktası daha negatif veya pozitif pozisyona kayar.

Jerger (1970) sınıflandırmasına göre 5 tip timpanogram vardır (36).

Tip A: Normal basınç alanında normal amplitüdle tepe veren, normal orta kulakta elde edilen timpanogram tipidir.

Tip Ad: Normal basınç alanında normalden daha yüksek amplitüdle tepe veren timpanogram tipidir. Kemikçik zinciri kopukluklarında görülür.

Tip As: Normal basınç alanında düşük amplitüdle tepe veren timpanogram tipidir. Sert veya kaim kulak zarında, kemikçik zincir hareketliliğinin azaldığı durumlarda (otoskleroz, kemikçik zincir fiksasyonu) görülür.

Tip C: -100 ile -200 daPa'da normal amplitüdle tepe veren timpanogram, orta kulakta negatif basıncı veya östaki disfonksiyonunu gösterir. -200 ve üzeri orta kulak basıncı ise effüzyonlu otitis media'da gözlenir. Sadece negatif orta kulak basıncında timpanogram keskin bir tepe yaparken, kısmi olarak sıvı varlığında yuvarlanmış bir tepe noktası gözlenir.

Tip B: Tepe noktası vermeyen düz veya yaygın tepeli düşük amplitüdlü timpanogram olup, effüzyonlu otitis media, kulak kanalının tıkanması, perfore kulak zarı, kolesteatoma ve orta kulak tümörlerinde görülür (34).

2.4.2. Geniş Band ve Multifrekans Timpanometri

Klasik 226 Hz frekans timpanometri çok yaygın olarak kullanılmasına rağmen normal orta kulakla otoskleroz gibi kemikçik zincir patolojisi bulunan orta kulağı birbirinden ayırmakta yetersiz kalabilmektedir. Efüzyonlu otitis media (EOM) tanısında sensitivitesi yüksek olmakla birlikte tecrübeli bir klinisyenin pnömotik otoskopik muayenesine göre düşük kalmaktadır. Klasik 226 Hz timpanometrenin bu yetersizlikleri araştırmacıları yeni yöntemlere yöneltmiş ve teknolojideki gelişmelerle birlikte geniş band timpanometri ve multifrekans timpanometrinin gelişmesini sağlamıştır (37).

Akustik enerjinin bir kısmı orta kulak tarafından absorbe edilirken bir kısmı dış kulak yoluna geri yansıtılır. Yansıtılan akustik enerjinin toplam verilen enerjiye oranı reflektans olarak adlandırılır. Yani reflektans akustik enerjinin orta kulaktan yansıtılan kısmı, absorbans da yansıtılmayıp iç kulağa aktarılan kısmıdır. Basınç reflektansı $R(f)$ yansıyan akustik basıncın uygulanan akustik basınca oranıdır ve karmaşık bir sayıdır.

Basınç reflektansının karesi $[R(f)]^2$, Power Reflektans (PR) veya Enerji Reflektansı (ER) olarak adlandırılır. ER, tüm akustik enerjinin absorbe edildiği 0 ile tüm enerjinin yansıtıldığı 1 arasında değişen karmaşık olmayan bir değerdir. Geniş band timpanometri (GBT), geniş band frekans aralığındaki akustik enerjinin orta kulakta alınması, absorbe edilmesi ve geçişini ölçerek orta kulak fonksiyonu hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır (37).

GBT, 1993 yılında Keefe ve ark.'nın çalışmasıyla yaygınlaşan, yetişkinlerde 10 kHz, infantlarda 20 kHz frekansa kadar farklı frekanslarda ölçüm yapabilen ayrıca 0,2-8 kHz aralığında 100 Hz frekans dilimlerinde sonuç verebilen, birçok sinüzoidal dalga ve geniş band uyarı kullanılabilen, klasik timpanometriden farklı olarak dış kulağa basınç uygulamadan da ölçüm yapabilme imkanı sunan, hızlı bir orta kulak analiz yöntemidir. Ticari olarak reflektans ölçümü yapan Middle-Ear Power Analyzer (MEPA, Hear ID, Mimosa Acoustic, Champaign, Amerika Birleşik Devletleri) ve absorbans ölçümü yapan Titan Test Platformu (Interacoustic, Assens, Danimarka) olmak üzere iki adet GBT cihazı bulunmaktadır. Absorbans ölçümleri, timpanik tepe basıncında (dinamik) veya ortam basıncında (statik /basınçsız) ölçülebilmektedir (37).

İnfantlarda, efüzyonlu otitis mediada, hipermobil timpanik membranlarda, otosklerozda, süperior semisirküler kanal dehissansında ve intrakraniyal basınç artışı durumlarında kullanımında değerli bilgiler verdiği gösterilmiştir (33). Kronik otitis mediasi olan kulaklarda kullanımı ile ilgili olarak ise, Voss ve ark.'nın kadavra çalışmasında timpanik membran perforasyonunda PR'nin düşük frekanslarda azaldığı gösterilmiştir. Küçük perforasyonda ilginç olarak en fazla değişiklik olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmada perforasyon büyüklüğünden bağımsız olarak 2,5 kHz üzeri frekanslarda perfore kulak PR'si normal timpanik membranla benzerlik göstermiştir (38).

Kemikçik zincirin devamlılık bozukluğunda, 400'den 800 Hz'ye kadar frekanslarda PR'de belirgin bir notch oluşumu gösterilmiştir, bu notch normal kulaklara göre düşük PR değerliktir. Kemikçik zincir devamlılık bozukluğu tanısında hava-kemik aralığı ile birlikte absorbans seviyesi %83 sensitivite ve %96 spesifiteye sahiptir (39).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kulak Burun Boğaz ve Baş-Boyun Cerrahisi Kliniği'ne, Mayıs 2015 ve Mayıs 2017 tarihleri arasında timpanik membran perforasyonu ile başvuran ve kronik otitis media (KOM) tanısı konulup operasyon planlanan 38 hastanın 58 kulağı çalışmaya alındı. . Çalışma etik kurul onayı İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 27.02.2015 tarihinde 609 karar numarası ile alındı. Araştırmaya katılan hasta ve gönüllülerin tamamından Helsinki Deklarasyonu'na uygun aydınlatılmış onam alındı. Otuz sekiz hastanın 19'u kadın (28 kulak) , 19'u erkekti (30 kulak). Yaş ortalamaları 34 (minimum-maksimum; 13-62) saptandı.

Kronik otitis media tanısı, en az 3 aydır timpanik membran perforasyonu olması ve aralıklı akıntı şikayeti olması ile konuldu. Hasta ve kontrol grubunun tamamına otoskopik ve mikroskopik dış kulak yolu ve timpanik membran muayenesi yapıldı. Dış kulak yoluna ait anormallik olup olmadığı, timpanik membran perforasyonun boyutu [perforasyonun en geniş çapı –milimetre (mm)] ve yeri [anterior (A), posterior (P), anterior+posterior (A+P)], orta kulak mukozasının durumu, görülebiliyorsa kemikçik zincirin durumu, enfeksiyon bulgusunun olup olmadığı not edildi.

Tüm hasta ve kontrol gruplarının temporal kemik bilgisayarlı tomografi (BT) incelemeleri mevcuttu. BT değerlendirilmesi preoperatif dönemde radyolog tarafından incelendi. Saf ses odyometrisi, AC-40 Clinical Audiometri (İnteracoustic, Middlfart, Denmark) kullanılarak, ses geçirmez bir odada TDH-39 (Telephonics, USA) kulaklıklar

kullanılarak uygulandı. 250, 500, 1000, 2000, 4000 ve 8000 Hz frekanslarda hava yolu eşikleri, 500, 1000, 2000, 4000 Hz frekanslarda ise kemik yolu eşikleri bakıldı. Hava ve kemik yolu eşikleri ortalamaları alındı ve her hastanın hava–kemik aralığı hesaplandı. Tüm hastaların her iki kulağına (perfore ve intakt) geniş band timpanometri ile statik (basıncısız) absorbans incelemesi yapıldı. Operasyon sırasında, orta kulak mukozasının durumu, malleus, inkus ve stapesin durumu, kemikçik iletiminin durumu, kolesteatom, granülasyon, polip, sklerotik plak bulunup bulunmadığı ayrıntılı şekilde not edildi. 12 yaş altı ve 65 yaş üstü olan, mikroskopik muayenesinde orta kulakta akıntısı, granülasyon ve kolestatom dokusu olan, BT incelemelerinde orta kulak kavitesinde, attikte veya mastoid kavitede yumuşak doku dansitesi olan, kemikçik zincir etrafında skleroz gözlenen, operasyon sırasında polip, granülasyon dokusu, kolestatom veya skleroz saptanan, saf ses odyometri incelemesinde 60 dB üzerinde işitme kaybı olan, daha önce kulak ve mastoid bölge cerrahisi geçirmiş, dış kulak yolu anomalisi olan, attik perforasyonu olan, belirgin dış kulak yolu ve attik bölgesi kemik defekti olan ve operasyon yapılamayacak olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Kemikçik defekti saptanan 12 hastanın, 9 tanesinde inkus uzun kolu ve /veya lentiküler proçes erozyonu sebebiyle kemikçik hareket iletimi gözlenmemekteydi. Bir hastada sadece stapes başı ve cruslar erode saptanmışken, kalan 2 hastada hem inkus uzun kolu hem de stapes başı erode idi.

Operasyon sonrası bulgular ve odyoloji değerlendirme sonrası çalışma kriterlerine uyan 38 hastanın toplam 58 kulağı çalışmaya dâhil edildi. Kulaklar üç gruba ayrıldı. Timpanik membranda santral perforasyonu olan, operasyon sırasında kemikçik zinciri intakt ve hareketli saptanan, orta kulak mukozası doğal olan 26 kulak, Grup 1 (Perfore grup) olarak belirlendi. Timpanik membranda perforasyonu olan, operasyon sırasında kemikçik hareket iletimine engel olan kemikçik zincir defekti saptanan (inkus uzun kolu erozyonu, stapes başı, lentikuler proçes erozyonu, inkus ve stapeste erozyon vb.) , orta kulak mukozasında ve kemikçik zincir çevresinde ek patoloji saptanmayan 12 kulak, Grup 2 (Perfore+Kemikçik defektli grup) olarak belirlendi. Perforasyon saptanmayan ve yapılmış olan BT incelemelerinde bu kulakta mastoid ve orta kulakta patoloji şüphesi ve kemikçik zincir defekti olmayan, saf ses odyometri incelemesinde <10 dB hava-kemik aralığı olan, eşikleri normal sınırlar içinde olan (hava yolu 25 dB HL'den iyi) 20 kulak, Grup 3 (Kontrol grubu) olarak alındı.

3.1. GENİŞ BAND STATİK ABSORBANS ÖLÇÜMÜ

Ortam basıncında (statik) geniş band absorbands ölçümü, PC tabanlı bir geniş band timpanometri araştırma sistemi [Interacoustics AT235 (Titan GBT Modeli) , 2013, Danimarka] ile yürütülmüştür (Şekil 7). Üretici, PC'de kurulu bir CardDeluxe ses kartı (Digital Audio Labs) ile koordinasyona izin verecek şekilde Interacoustics AT235 timpanometrenin ürün yazılımını değiştirdi. Sistem, ReflWin yazılımı (Sürüm 3.2.1, Yapı 2.904) ile kontrol edildi. Özel bir prob, prob sinyalleri üreten bir dönüştürücü ve akustik yanıtları kaydetmek için bir mikrofon içermektedir.

Geniş band timpanometri cihazı tek bir ölçüm ile 226 Hz ile 8000 Hz arasındaki frekans aralığında orta kulağı test eder. Ölçümde kullanılan prob tonu, frekans spektrumu 226 Hz ile 8000 Hz aralığında stabil çıkışa sahip dar band klik olarak tasarlanmıştır. Yetişkinlerde 100 dB peSPL şiddetinde, 0-6 ay aralığındaki yenidoğanlarda 96 dB peSPL şiddetinde saniyede 21 klik uyarını gönderilerek uygulanır. Frekans düzlemini “X” eksenini olarak referans alırsak, “Y” eksenini absorbands olarak ifade edilir. Bu düzlemde 226 Hz ile 8000 Hz frekansları arasında orta kulağın absorbandsını % olarak görmek mümkün oldu. Enerji absorbands sonuçları, 1’den (tüm ses enerjisi orta kulak tarafından absorbe edilmiş), 0’a (tüm ses enerjisi orta kulak tarafından yansıtılmış) değişmektedir.



Şekil 7: Interacoustics AT235 –Titan Geniş Band Timpanometri Modeli

3.2. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

İstatistiksel değerlendirmeler ‘SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 22,0 for Windows’ paket programı kullanılarak yapıldı. Verilerin tanımlayıcı istatistiklerinde ortalama, standart sapma, medyan, en düşük, en yüksek, frekans ve oran değerleri kullanılmıştır. Değişkenlerin dağılımı Kolmogorov Smirnov testi ile ölçüldü. Nicel bağımsız verilerin analizinde ANOVA (Tukey test), Kruskal-Wallis, Mann-Whitney U test kullanıldı. Korelasyon analizinde Spearman korelasyon analizi kullanıldı. Deęerlendirilen parametreler için $p < 0,05$ olması anlamlı olarak kabul edildi.



4. BULGULAR

Tüm grup değerlendirildiğinde ortalama yaş 33 olarak saptandı (min 13-max 62). Çalışma kriterlerine sahip olan 58 kulağın; 30'u sağ iken, 28'i sol idi. Grup 1 ve Grup 2'de perforasyon yerleri değerlendirildiğinde; anterior kadranda perforasyonu olan 12 vaka varken, posterior kadranda perforasyonu olan 7 vaka, hem anterior hem de posterior kadranlı tutan perforasyonu olan vaka sayısı ise 19 olarak saptandı.(Tablo 1)

Tablo 1: Perforasyon yeri: A (anterior kadranda), P (posterior kadranda),A+P (anterior ve posterior kadranlı tutan. GAP (saf ses odometriğinde ortalama hava-kemik aralığı).

| | | Min-Mak | Medyan | Ort.±s.s./n-% |
|--------------------|-------|-------------|--------|---------------|
| Yaş | | 13.0 - 62.0 | 33.0 | 34.1 ± 13.1 |
| Cinsiyet | Erkek | | | 30 51.7% |
| | Kadın | | | 28 48.3% |
| Taraf | Sağ | | | 30 51.7% |
| | Sol | | | 28 48.3% |
| Perforasyon Yeri | A | | | 12 31.6% |
| | P | | | 7 18.4% |
| | A+P | | | 19 50.0% |
| Perforasyon Boyutu | | 3.0 - 7.0 | 6.0 | 5.7 ± 1.5 |
| GAP | | 0.0 - 52.0 | 21.0 | 22.1 ± 12.5 |

Grup 1 (yalnızca perfore olan grup), Grup 2 (perfore+kemikçik zincir defektli grup) ve Grup 3 (intakt timpanik membranı olan kontrol grubu)'de hastaların yaşları, cinsiyet dağılımı, taraf dağılımı anlamlı ($p > 0,05$) farklılık göstermemiştir. Grup 1 ve Grup 2'de perforasyon yeri, perforasyon boyutu anlamlı ($p > 0,05$) farklılık göstermemiştir (Tablo 2).

Grup 1 ve Grup 2 de saf ses odyometri hava yolu eşikleri, grup 3 den anlamlı ($p < 0,05$) olarak daha yüksekti. Grup 2’de hava yolu eşikleri beklendiği üzere Grup 1’den anlamlı ($p < 0,05$) olarak daha yüksekti. Grup 1 ve Grup 2’de saf ses odyometri kemik yolu eşikleri grup 3’ten anlamlı ($p < 0,05$) olarak daha yüksekti. Grup 1 ve Grup 2 arasında kemik yolu eşikleri anlamlı ($p > 0,05$) farklılık göstermemiştir. Grup 1 ve Grup 2’de saf ses ortalamalarında hava-kemik aralığı değeri grup 3’den anlamlı ($p < 0,05$) olarak daha yüksekti. Grup 2’de hava-kemik aralığı değeri grup 1’den anlamlı ($p < 0,05$) olarak daha yüksekti. (Tablo 2)

Tablo 2: Perforasyon yeri: A(anterior kadran), P (posterior kadran), A+P (anterior ve posterior kadranı tutan. GAP (saf ses odyometride ortalama hava-kemik aralığı).

| | | Grup 1 | | Grup 2 | | Grup 3 | | p |
|--------------------|-------|---------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|--------------------------------|
| | | Ort.±s.s./n-% | Me | Ort.±s.s./n- | Me | Ort.±s.s./n- | Me | |
| Yaş | | 33.3 ± 13.2 | 34.0 | 35.6 ± 15.8 | 33.0 | 34.2 ± 11.8 | 32.5 | 0.887 ^k |
| Cinsiyet | Erkek | 12 | 46.2% | 7 | 58.3% | 11 | 61.1% | 0.734 ^{x²} |
| | Kadın | 14 | 53.8% | 5 | 41.7% | 9 | 50.0% | |
| Taraf | Sağ | 9 | 34.6% | 8 | 66.7% | 13 | 72.2% | 0.063 ^{x²} |
| | Sol | 17 | 65.4% | 4 | 33.3% | 7 | 38.9% | |
| Perforasyon Yeri | A | 9 | 34.6% | 3 | 25.0% | | | 0.272 ^{x²} |
| | P | 3 | 11.5% | 4 | 33.3% | | | |
| | A+P | 14 | 53.8% | 5 | 41.7% | | | |
| Perforasyon Boyutu | | 5.7 ± 1.6 | 7.0 | 5.8 ± 1.1 | 6.0 | | | 0.714 ^m |
| Hava Yolu | | 40.5 ± 11.6 | 39.0 | 52.9 ± 14.1 | 55.0 | 14.5 ± 6.2 | 12.5 | 0.000 ^k |
| Kemik You | | 14.1 ± 8.3 | 13.0 | 18.9 ± 10.7 | 17.5 | 5.3 ± 5.3 | 5.0 | 0.000 ^k |
| GAP | | 26.4 ± 7.1 | 26.0 | 34.0 ± 12.2 | 36.0 | 9.3 ± 5.1 | 10.0 | 0.000 ^k |

^AANOVA / ^KKruskal-wallis (Mann-witney u test) / ^{x²}Ki-kare test

Grup 1, Grup 2, Grup 3’de geniş band absorbands (GBA) ölçümleri değerlendirildiğinde 226 ile 1000 Hz frekansları arasındaki 35 frekansta elde edilen ölçümlerde anlamlı ($p > 0.05$) fark saptanmamıştır (Tablo 3).

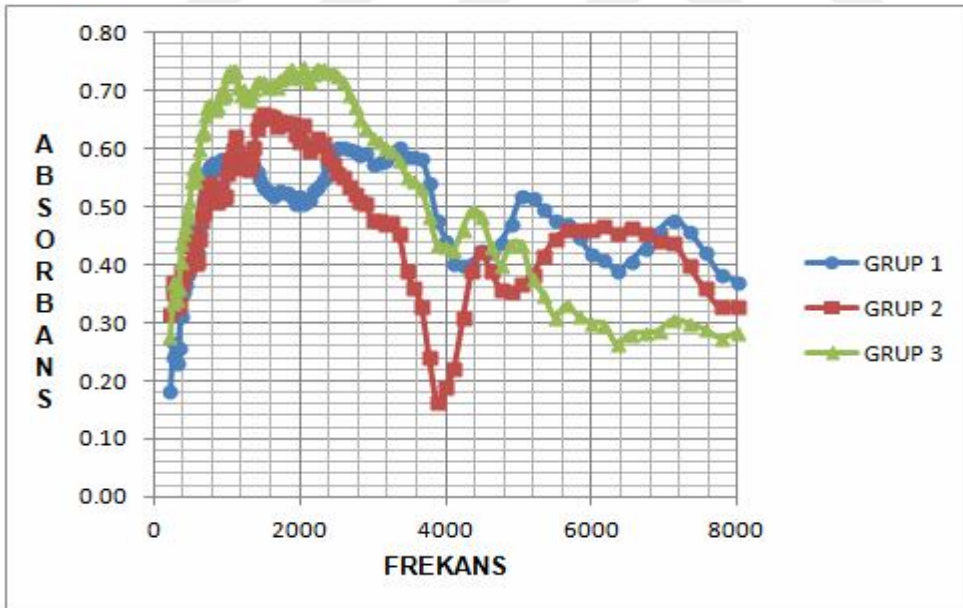
Grup 1, Grup 2, Grup 3’de 1029 ile 2997 Hz frekansları arasındaki 30 frekansta yapılan GBA ölçümleri arasında anlamlı ($p > 0.05$) farklılık gözlenmemiştir (Tablo 4). Grup 1’de 1888 ile 2311 Hz frekansları arasındaki 8 frekansta GBA ölçümleri, Grup 3’ten anlamlı ($p < 0,05$) olarak daha düşüktü. 1888 ile 2311 Hz frekansları arasındaki 8 frekansta yapılan GBA ölçümleri Grup 2 ve Grup 3 arasında anlamlı ($p > 0,05$) farklılık göstermemiştir (Tablo 4).

Grup 2’de 3462 ile 3886 frekansları arasındaki 4 frekansta yapılan GBA ölçümleri Grup 1’den anlamlı ($p < 0,05$) olarak daha düşük ölçülmüştür. Grup 1’de 3462 ile 3886 frekansları arasındaki 4 frekansta ise yapılan GBA ölçümleri Grup 1 ve Grup 3 arasında anlamlı ($p > 0,05$) farklılık göstermemiştir (Tablo 5).

Perforasyon boyutu ile, 841-1059 Hz arası ardışık 9 frekansta, 2311- 2997 Hz arası ardışık 10 frekansta, 5657 ve 5823 Hz frekanslarda yapılan GBA ölçümleri arasında anlamlı ($p < 0,05$) pozitif korelasyon mevcuttu.

Grup 2’de BT incelemeleri ile peroperatif kemikçik zincir durumu kıyaslandığında, BT bulguları ile 12 hastanın sadece 3’ünde (%25) defektin varlığı tespit edilebilmiş olup, diğer hastalarda kemikçik zincir defekt saptanamamıştır.

Grup 1, Grup 2 ve Grup 3’de frekanslara göre ortalama absorbans değerleri eğrisi grafikte gösterilmiştir (Şekil 8).



Şekil 8: Frekanslara göre ortalama absorbans değerleri grafiği. Grup 1 (Perfore grup), Grup 2 (Perfore+Kemikçik zincir defektli grup), Grup 3 (İntakt zar-Kontrol grubu). Absorbans; birimi %, 0-1 arasında, Frekans; birimi Hertz (Hz), 226-8000 Hz arasındadır.

Tablo 3: 200-1000 Hz frekansları arasında gruplara göre GBA sonuçları.

| | Grup I | | Grup II | | Grup III | | p |
|--------------------------------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|--------------------|
| | Ort.±s.s. | Med | Ort.±s.s. | Med | Ort.±s.s. | Med | |
| <i>Frekans 200-1000</i> | | | | | | | |
| 226 | 0.18 ± 0.13 | 0.13 | 0.32 ± 0.33 | 0.14 | 0.28 ± 0.24 | 0.22 | 0.290 ^K |
| 257 | 0.24 ± 0.12 | 0.22 | 0.36 ± 0.32 | 0.21 | 0.34 ± 0.24 | 0.27 | 0.358 ^K |
| 281 | 0.27 ± 0.12 | 0.25 | 0.37 ± 0.30 | 0.24 | 0.37 ± 0.24 | 0.33 | 0.320 ^K |
| 297 | 0.25 ± 0.12 | 0.24 | 0.35 ± 0.30 | 0.21 | 0.36 ± 0.24 | 0.31 | 0.277 ^K |
| 324 | 0.23 ± 0.12 | 0.22 | 0.33 ± 0.29 | 0.21 | 0.34 ± 0.24 | 0.28 | 0.266 ^K |
| 343 | 0.26 ± 0.12 | 0.24 | 0.33 ± 0.29 | 0.21 | 0.36 ± 0.24 | 0.31 | 0.342 ^K |
| 364 | 0.31 ± 0.13 | 0.31 | 0.37 ± 0.27 | 0.25 | 0.41 ± 0.23 | 0.36 | 0.408 ^K |
| 386 | 0.35 ± 0.13 | 0.34 | 0.39 ± 0.27 | 0.29 | 0.44 ± 0.23 | 0.39 | 0.393 ^K |
| 408 | 0.35 ± 0.14 | 0.35 | 0.39 ± 0.26 | 0.29 | 0.45 ± 0.23 | 0.41 | 0.316 ^K |
| 433 | 0.37 ± 0.14 | 0.36 | 0.39 ± 0.25 | 0.31 | 0.47 ± 0.23 | 0.42 | 0.345 ^K |
| 459 | 0.38 ± 0.15 | 0.38 | 0.40 ± 0.25 | 0.34 | 0.48 ± 0.24 | 0.43 | 0.392 ^K |
| 472 | 0.39 ± 0.16 | 0.37 | 0.40 ± 0.24 | 0.34 | 0.49 ± 0.24 | 0.44 | 0.318 ^K |
| 500 | 0.40 ± 0.17 | 0.39 | 0.40 ± 0.25 | 0.35 | 0.51 ± 0.24 | 0.45 | 0.300 ^K |
| 515 | 0.44 ± 0.17 | 0.41 | 0.43 ± 0.25 | 0.39 | 0.54 ± 0.25 | 0.50 | 0.283 ^K |
| 545 | 0.47 ± 0.18 | 0.43 | 0.45 ± 0.25 | 0.42 | 0.57 ± 0.25 | 0.52 | 0.314 ^K |
| 561 | 0.46 ± 0.19 | 0.42 | 0.44 ± 0.25 | 0.40 | 0.56 ± 0.26 | 0.51 | 0.315 ^K |
| 578 | 0.42 ± 0.20 | 0.38 | 0.40 ± 0.27 | 0.34 | 0.54 ± 0.28 | 0.48 | 0.210 ^K |
| 595 | 0.42 ± 0.21 | 0.38 | 0.41 ± 0.28 | 0.34 | 0.56 ± 0.29 | 0.49 | 0.144 ^K |
| 630 | 0.46 ± 0.20 | 0.41 | 0.44 ± 0.28 | 0.41 | 0.60 ± 0.28 | 0.54 | 0.123 ^K |
| 648 | 0.49 ± 0.20 | 0.45 | 0.48 ± 0.28 | 0.46 | 0.63 ± 0.27 | 0.59 | 0.146 ^K |
| 667 | 0.50 ± 0.21 | 0.45 | 0.49 ± 0.28 | 0.48 | 0.63 ± 0.26 | 0.61 | 0.177 ^K |
| 687 | 0.51 ± 0.22 | 0.45 | 0.49 ± 0.29 | 0.50 | 0.63 ± 0.25 | 0.63 | 0.167 ^K |
| 707 | 0.54 ± 0.21 | 0.48 | 0.52 ± 0.28 | 0.55 | 0.66 ± 0.24 | 0.68 | 0.180 ^K |
| 728 | 0.56 ± 0.21 | 0.52 | 0.54 ± 0.27 | 0.58 | 0.68 ± 0.22 | 0.70 | 0.209 ^K |
| 749 | 0.57 ± 0.22 | 0.53 | 0.54 ± 0.27 | 0.59 | 0.68 ± 0.22 | 0.69 | 0.224 ^K |
| 771 | 0.57 ± 0.22 | 0.53 | 0.53 ± 0.27 | 0.58 | 0.68 ± 0.22 | 0.68 | 0.186 ^K |
| 794 | 0.58 ± 0.23 | 0.52 | 0.52 ± 0.27 | 0.58 | 0.67 ± 0.22 | 0.69 | 0.157 ^K |
| 817 | 0.58 ± 0.23 | 0.52 | 0.52 ± 0.27 | 0.58 | 0.67 ± 0.21 | 0.70 | 0.154 ^K |
| 841 | 0.57 ± 0.24 | 0.51 | 0.51 ± 0.28 | 0.57 | 0.67 ± 0.22 | 0.71 | 0.145 ^K |
| 866 | 0.57 ± 0.25 | 0.50 | 0.51 ± 0.28 | 0.58 | 0.68 ± 0.22 | 0.73 | 0.137 ^K |
| 891 | 0.57 ± 0.24 | 0.50 | 0.52 ± 0.27 | 0.60 | 0.69 ± 0.22 | 0.77 | 0.116 ^K |
| 917 | 0.58 ± 0.24 | 0.52 | 0.54 ± 0.28 | 0.61 | 0.70 ± 0.21 | 0.80 | 0.149 ^K |
| 944 | 0.58 ± 0.25 | 0.52 | 0.52 ± 0.29 | 0.57 | 0.69 ± 0.22 | 0.80 | 0.154 ^K |
| 972 | 0.57 ± 0.25 | 0.52 | 0.52 ± 0.29 | 0.58 | 0.70 ± 0.23 | 0.81 | 0.110 ^K |
| 1000 | 0.58 ± 0.24 | 0.54 | 0.56 ± 0.27 | 0.62 | 0.73 ± 0.22 | 0.84 | 0.081 ^K |

^K Kruskal-wallis

Tablo 4: 1000-3000 Hz frekansları arasında gruplara göre GBA sonuçları.

| | Grup I | | Grup II | | Grup III | | p |
|---------------------------------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|---------------------------|
| | Ort.±s.s. | Med | Ort.±s.s. | Med | Ort.±s.s. | Med | |
| <i>Frekans 1000-3000</i> | | | | | | | |
| 1029 | 0.59 ± 0.23 | 0.56 | 0.58 ± 0.26 | 0.64 | 0.74 ± 0.21 | 0.81 | 0.070 ^K |
| 1059 | 0.59 ± 0.23 | 0.56 | 0.58 ± 0.27 | 0.64 | 0.73 ± 0.21 | 0.79 | 0.086 ^K |
| 1091 | 0.58 ± 0.23 | 0.56 | 0.60 ± 0.27 | 0.65 | 0.74 ± 0.21 | 0.78 | 0.067 ^K |
| 1122 | 0.57 ± 0.23 | 0.58 | 0.62 ± 0.26 | 0.67 | 0.74 ± 0.21 | 0.79 | 0.071 ^K |
| 1155 | 0.58 ± 0.23 | 0.61 | 0.60 ± 0.30 | 0.66 | 0.71 ± 0.20 | 0.75 | 0.213 ^K |
| 1189 | 0.58 ± 0.25 | 0.60 | 0.57 ± 0.34 | 0.66 | 0.70 ± 0.20 | 0.73 | 0.319 ^K |
| 1224 | 0.58 ± 0.24 | 0.59 | 0.58 ± 0.32 | 0.69 | 0.70 ± 0.20 | 0.74 | 0.200 ^K |
| 1260 | 0.57 ± 0.26 | 0.60 | 0.57 ± 0.35 | 0.71 | 0.69 ± 0.20 | 0.74 | 0.369 ^K |
| 1297 | 0.58 ± 0.27 | 0.60 | 0.57 ± 0.38 | 0.74 | 0.68 ± 0.20 | 0.75 | 0.515 ^K |
| 1335 | 0.58 ± 0.27 | 0.58 | 0.58 ± 0.36 | 0.76 | 0.70 ± 0.20 | 0.77 | 0.407 ^K |
| 1374 | 0.57 ± 0.27 | 0.57 | 0.60 ± 0.35 | 0.78 | 0.70 ± 0.20 | 0.80 | 0.332 ^K |
| 1414 | 0.56 ± 0.27 | 0.53 | 0.64 ± 0.32 | 0.76 | 0.72 ± 0.20 | 0.84 | 0.221 ^K |
| 1456 | 0.55 ± 0.27 | 0.50 | 0.65 ± 0.32 | 0.74 | 0.72 ± 0.21 | 0.81 | 0.140 ^K |
| 1498 | 0.54 ± 0.27 | 0.49 | 0.66 ± 0.32 | 0.78 | 0.72 ± 0.22 | 0.79 | 0.079 ^K |
| 1542 | 0.53 ± 0.27 | 0.50 | 0.65 ± 0.35 | 0.79 | 0.71 ± 0.22 | 0.77 | 0.096 ^K |
| 1587 | 0.53 ± 0.28 | 0.50 | 0.66 ± 0.35 | 0.80 | 0.71 ± 0.22 | 0.76 | 0.091 ^K |
| 1634 | 0.52 ± 0.28 | 0.49 | 0.66 ± 0.34 | 0.80 | 0.71 ± 0.23 | 0.77 | 0.105 ^K |
| 1682 | 0.53 ± 0.28 | 0.50 | 0.64 ± 0.34 | 0.77 | 0.71 ± 0.22 | 0.75 | 0.124 ^K |
| 1731 | 0.53 ± 0.27 | 0.51 | 0.65 ± 0.31 | 0.77 | 0.72 ± 0.22 | 0.76 | 0.107 ^K |
| 1782 | 0.53 ± 0.27 | 0.51 | 0.64 ± 0.30 | 0.78 | 0.72 ± 0.22 | 0.76 | 0.101 ^K |
| 1834 | 0.53 ± 0.26 | 0.50 | 0.65 ± 0.28 | 0.75 | 0.73 ± 0.21 | 0.76 | 0.055 ^K |
| 1888 | 0.52 ± 0.26 | 0.47 | 0.65 ± 0.26 | 0.69 | 0.74 ± 0.21 | 0.78 | 0.034 ^K |
| 1943 | 0.51 ± 0.27 | 0.45 | 0.63 ± 0.26 | 0.62 | 0.73 ± 0.22 | 0.76 | 0.028 ^K |
| 2000 | 0.52 ± 0.27 | 0.45 | 0.61 ± 0.28 | 0.60 | 0.72 ± 0.21 | 0.76 | 0.041 ^K |
| 2059 | 0.51 ± 0.27 | 0.42 | 0.64 ± 0.26 | 0.63 | 0.74 ± 0.20 | 0.80 | 0.016 ^K |
| 2119 | 0.51 ± 0.27 | 0.42 | 0.60 ± 0.29 | 0.63 | 0.72 ± 0.21 | 0.77 | 0.043 ^K |
| 2181 | 0.53 ± 0.26 | 0.47 | 0.61 ± 0.28 | 0.65 | 0.73 ± 0.20 | 0.79 | 0.026 ^K |
| 2245 | 0.54 ± 0.26 | 0.50 | 0.62 ± 0.28 | 0.66 | 0.74 ± 0.20 | 0.79 | 0.020 ^K |
| 2311 | 0.55 ± 0.25 | 0.52 | 0.61 ± 0.28 | 0.66 | 0.74 ± 0.21 | 0.78 | 0.035 ^K |
| 2378 | 0.57 ± 0.25 | 0.58 | 0.59 ± 0.28 | 0.63 | 0.73 ± 0.21 | 0.78 | 0.089 ^K |
| 2448 | 0.60 ± 0.26 | 0.61 | 0.57 ± 0.28 | 0.61 | 0.73 ± 0.22 | 0.79 | 0.115 ^K |
| 2520 | 0.61 ± 0.25 | 0.62 | 0.56 ± 0.28 | 0.59 | 0.73 ± 0.23 | 0.79 | 0.148 ^K |
| 2594 | 0.60 ± 0.25 | 0.66 | 0.55 ± 0.27 | 0.59 | 0.72 ± 0.23 | 0.79 | 0.148 ^K |
| 2670 | 0.60 ± 0.24 | 0.64 | 0.53 ± 0.27 | 0.59 | 0.69 ± 0.23 | 0.77 | 0.173 ^K |
| 2748 | 0.60 ± 0.24 | 0.64 | 0.52 ± 0.27 | 0.58 | 0.68 ± 0.22 | 0.71 | 0.237 ^K |
| 2828 | 0.59 ± 0.24 | 0.63 | 0.51 ± 0.26 | 0.55 | 0.65 ± 0.22 | 0.64 | 0.350 ^K |
| 2911 | 0.60 ± 0.22 | 0.60 | 0.51 ± 0.25 | 0.55 | 0.64 ± 0.21 | 0.62 | 0.332 ^K |
| 2997 | 0.58 ± 0.22 | 0.57 | 0.48 ± 0.23 | 0.52 | 0.62 ± 0.22 | 0.64 | 0.263 ^K |

^K Kruskal-wallis (Mann-whitney u test)

Tablo 5: 3000-8000 Hz frekansları arasında gruplara göre GBA sonuçları.

| | Grup I | | Grup II | | Grup III | | p |
|---------------------------------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|---------------------------|
| | Ort.±s.s. | Med | Ort.±s.s. | Med | Ort.±s.s. | Med | |
| <i>Frekans 3000-8000</i> | | | | | | | |
| 3084 | 0.58 ± 0.22 | 0.56 | 0.48 ± 0.22 | 0.50 | 0.61 ± 0.22 | 0.63 | 0.272 ^K |
| 3175 | 0.58 ± 0.22 | 0.55 | 0.47 ± 0.22 | 0.49 | 0.60 ± 0.22 | 0.61 | 0.307 ^K |
| 3268 | 0.59 ± 0.22 | 0.58 | 0.47 ± 0.23 | 0.50 | 0.60 ± 0.22 | 0.61 | 0.307 ^K |
| 3364 | 0.61 ± 0.21 | 0.59 | 0.45 ± 0.23 | 0.45 | 0.58 ± 0.21 | 0.58 | 0.161 ^K |
| 3462 | 0.59 ± 0.24 | 0.62 | 0.39 ± 0.23 | 0.33 | 0.55 ± 0.22 | 0.57 | 0.034 ^K |
| 3564 | 0.59 ± 0.24 | 0.62 | 0.36 ± 0.23 | 0.28 | 0.55 ± 0.23 | 0.58 | 0.021 ^K |
| 3668 | 0.58 ± 0.24 | 0.59 | 0.33 ± 0.24 | 0.25 | 0.53 ± 0.23 | 0.54 | 0.010 ^K |
| 3776 | 0.54 ± 0.26 | 0.47 | 0.24 ± 0.29 | 0.19 | 0.48 ± 0.26 | 0.47 | 0.012 ^K |
| 3886 | 0.48 ± 0.31 | 0.44 | 0.16 ± 0.36 | 0.16 | 0.43 ± 0.31 | 0.42 | 0.049 ^K |
| 4000 | 0.44 ± 0.33 | 0.47 | 0.19 ± 0.35 | 0.18 | 0.43 ± 0.33 | 0.42 | 0.083 ^K |
| 4117 | 0.40 ± 0.33 | 0.45 | 0.22 ± 0.32 | 0.20 | 0.43 ± 0.33 | 0.43 | 0.237 ^K |
| 4238 | 0.40 ± 0.29 | 0.42 | 0.31 ± 0.27 | 0.28 | 0.46 ± 0.31 | 0.47 | 0.300 ^K |
| 4362 | 0.40 ± 0.25 | 0.38 | 0.39 ± 0.25 | 0.31 | 0.49 ± 0.29 | 0.59 | 0.526 ^K |
| 4490 | 0.43 ± 0.25 | 0.39 | 0.42 ± 0.25 | 0.40 | 0.48 ± 0.29 | 0.52 | 0.733 ^K |
| 4621 | 0.42 ± 0.28 | 0.41 | 0.39 ± 0.27 | 0.36 | 0.43 ± 0.31 | 0.42 | 0.890 ^K |
| 4757 | 0.44 ± 0.30 | 0.40 | 0.36 ± 0.30 | 0.30 | 0.40 ± 0.33 | 0.46 | 0.659 ^K |
| 4896 | 0.47 ± 0.27 | 0.42 | 0.35 ± 0.33 | 0.29 | 0.44 ± 0.32 | 0.46 | 0.471 ^K |
| 5040 | 0.52 ± 0.26 | 0.47 | 0.37 ± 0.38 | 0.27 | 0.44 ± 0.32 | 0.41 | 0.335 ^K |
| 5187 | 0.52 ± 0.25 | 0.48 | 0.38 ± 0.41 | 0.37 | 0.38 ± 0.31 | 0.38 | 0.277 ^K |
| 5339 | 0.50 ± 0.26 | 0.47 | 0.42 ± 0.44 | 0.46 | 0.35 ± 0.30 | 0.37 | 0.269 ^K |
| 5496 | 0.48 ± 0.28 | 0.49 | 0.45 ± 0.43 | 0.47 | 0.31 ± 0.31 | 0.31 | 0.144 ^K |
| 5657 | 0.47 ± 0.28 | 0.51 | 0.46 ± 0.41 | 0.49 | 0.33 ± 0.29 | 0.33 | 0.222 ^K |
| 5823 | 0.45 ± 0.28 | 0.50 | 0.46 ± 0.36 | 0.50 | 0.31 ± 0.30 | 0.33 | 0.169 ^K |
| 5993 | 0.42 ± 0.26 | 0.51 | 0.46 ± 0.32 | 0.42 | 0.30 ± 0.30 | 0.32 | 0.231 ^K |
| 6169 | 0.41 ± 0.26 | 0.44 | 0.47 ± 0.30 | 0.38 | 0.30 ± 0.31 | 0.31 | 0.245 ^K |
| 6350 | 0.39 ± 0.27 | 0.43 | 0.45 ± 0.33 | 0.47 | 0.26 ± 0.34 | 0.25 | 0.239 ^K |
| 6536 | 0.41 ± 0.27 | 0.44 | 0.47 ± 0.34 | 0.52 | 0.28 ± 0.33 | 0.26 | 0.189 ^K |
| 6727 | 0.43 ± 0.27 | 0.49 | 0.45 ± 0.34 | 0.55 | 0.28 ± 0.31 | 0.27 | 0.159 ^K |
| 6924 | 0.46 ± 0.28 | 0.50 | 0.44 ± 0.34 | 0.53 | 0.29 ± 0.29 | 0.27 | 0.114 ^K |
| 7127 | 0.48 ± 0.28 | 0.47 | 0.44 ± 0.31 | 0.50 | 0.31 ± 0.26 | 0.30 | 0.133 ^K |
| 7336 | 0.46 ± 0.26 | 0.45 | 0.40 ± 0.29 | 0.42 | 0.30 ± 0.24 | 0.29 | 0.159 ^K |
| 7551 | 0.42 ± 0.24 | 0.43 | 0.36 ± 0.27 | 0.34 | 0.29 ± 0.24 | 0.27 | 0.203 ^K |
| 7772 | 0.38 ± 0.25 | 0.41 | 0.33 ± 0.24 | 0.28 | 0.27 ± 0.24 | 0.22 | 0.378 ^K |
| 8000 | 0.37 ± 0.28 | 0.37 | 0.33 ± 0.22 | 0.30 | 0.28 ± 0.23 | 0.22 | 0.447 ^K |

^K Kruskal-wallis (Mann-whitney u test)

5. TARTIŞMA

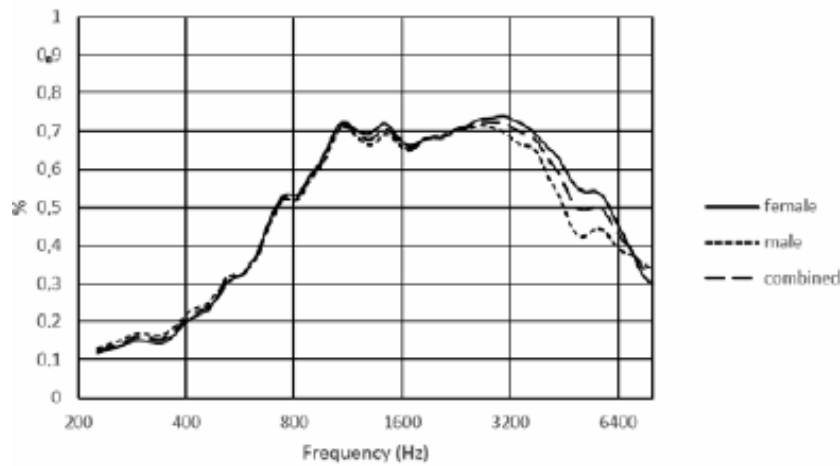
Voss ve Allen, insan kulak kanalında geniş band timpanometri (GBT), admittans ve reflektansı ölçebilecek teknik için ilk çalışmaları gerçekleştirmişlerdir (40). GBT ölçümlerinin orta kulak hastalıklarına ve orta kulak gelişiminin etkilerine karşı tek frekans timpanometriye göre daha duyarlı olabileceği öne sürülmüştür (16,41). Geniş band akustik immitans, geniş band reflektans (GBR) ve geniş band absorbans (GBA) ölçümlerini içerir. GBR, reflektansın yani yansıyan gücün, toplam güce oranıdır (40). '1-GBR' olarak da tariflenen GBA, 0,2-8 kHz arasında bir frekans aralığını kapsayan bir geniş band uyarı (bir klik veya cıvıltı gibi) kullanarak orta kulak tarafından emilen ses enerjisinin oranını temsil eder. GBA sonuçları, 1'den, yani tüm enerjinin orta kulak tarafından absorbe edildiği durum, 0'a, yani tüm enerjinin orta kulak tarafından yansıtıldığı duruma kadar değişir (42). İlk çalışmalar, tek frekans ve multifrekans admittans timpanogramlarından elde edilen reflektans verisinin analizlerine odaklanmıştır (43). Daha sonraki çalışmalarda, yorumlama kolaylığı için basınç ve frekansın bir fonksiyonu olarak absorbans ($\text{absorbans}=1 - \text{reflektans}$) eğrileri çizilmiştir. Absorbans morfolojik olarak pik yapması ile geleneksel timpanometriye benzer özellikler göstermektedir (44). Reflektans ölçümündeki teknolojik kısıtlamalar ve analiziyle ilgili net olmayan veriler sebebiyle birçok çalışmada geniş band absorbans üzerine yoğunlaşmaktadır (45). Biz de çalışmamızda bu bilgilerden yola çıkarak GBA verilerini kullanmayı tercih ettik.

Yaygın kullanılan ve tek bir prob-ton frekansı (220/226Hz) ile gerçekleştirilen timpanometrik prosedür, tek bir immitans unsurunun akustik admitansı (Ya) ölçmesini içerir. Başlangıçta 220Hz kullanılırken, 226Hz prob-ton kullanan timpanometri daha sonraları yaygınlaşmıştır. Terkildsen ve Sott Nielson'un (1960), 220 Hz prob-ton'u herhangi bir bilimsel veriye dayanmadan tesadüfen seçtiklerini söylemeleri bu kullanımı değiştirmemiştir (12). Özellikle yüksek frekans seçilmeme sebebi ise mikrofon düzensizliklerini engellemek, ölçüm sırasında akustik refleks oluşumunu engellemek amaçlıdır (46). Klasik timpanometriye ile kıyaslırsak, GBT, hızlı bir işlemdir ve dış kulak kanalındaki probun yeri, çocuklarda ve erişkinlerde, özellikle yüksek frekanslarda orta kulakların değerlendirilmesinde konvansiyonel tek tonlu 226 Hz timpanometri kadar kritik değildir (15,17). Dahası, iletim tipi işitme kaybında geleneksel timpanometriye oranla daha duyarlı olduğu görülmektedir. Timpanik membran perforasyonları (15), farklı etnik gruplar (47), efüzyon veya orta kulak basıncına bağlı anormal orta kulak rahatsızlıkları (18) ve farklı yaş grupları (48) da orta kulak patolojisi olmayan normal işitme kontrol gruplarına göre farklı reflektans ve absorban paternleri sergiler. Araştırmacılar ve klinisyenler GBT'nin orta kulak fonksiyonunu incelemek ve orta kulak hastalıklarının teşhisi için bir araç olarak kullanılabileceğini kanıtlamaya çalışmaktadırlar. Prosedür değişkenlerinin etkilerini tanımlamak, klinik normları oluşturmak, geçerliliği ve güvenilirliği belirlemek vb. için ek araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Timpanoplasti planlanan hastalarda cerrahi hazırlık sürecinde odyolojik inceleme ve BT incelemeleri hastalığın orta kulak ve iç kulaktaki etkilerini görmek için önemlidir. Temporal kemik BT incelemeleriyle cerrahi başarıyı etkileyebilecek olası kemikçik zincir patolojileri ve hastalığın orta kulaktaki yaygınlığı değerlendirilmektedir. Kemikçik zincir patolojisinin olmadığı hasta popülasyonunda yapılan timpanoplastilerde diğer orta kulak risk faktörleri bulunsa dahi cerrahinin uzun dönem başarısı %90'lara ulaşırken, kemikçik zincir patolojisi varlığında bu oranın düştüğü gösterilmiştir (49) . Biz timpanoplasti planladığımız hastalarda operasyon öncesi BT değerlendirmeyi önemli bulmaktayız. O'Reilly ve arkadaşları BT'de vakalarının % 50'sinde ossikuler zincirin intakt olduğunu gösterebilmişlerdir (6). Thukral ve ark.'ları ise yüksek çözünürlüklü BT'de ossikuler erozyonun tespitinde sensitiviteyi % 80,65 ve spesifiteyi ise % 46,67 olarak bulmuşlardır (50). Spesifitedeki

bu düşük oran Keskin ve ark.'ları tarafından da benzer olarak gösterilmiştir (51). BT görüntülemelerde inkus en çok erode tespit edilen kemiktir, onu stapes ve malleus takip etmektedir (52). Ossikuler sistem değerlendirilmesinde BT'de malleus ve inkus patolojileri kolaylıkla ayırt edilebilirken, manubrium, lentiküler proçes ve stapesteki defektlerin ayırt edilmesi güç olmaktadır (6). Stapes süperstrüktürünün değerlendirilmesinde üç boyutlu görüntülemeler daha fazla katkı sağlayabilir (53). Çalışmamızda ise tüm hastaların BT incelemeleri mevcuttu ve ossiküler devamsızlığı saptamada % 25 başarı saptanmıştır. Radyolojik değerlendirme öncesi radyoloğun hastanın kliniği ile ilgili iyi bilgilendirilmesi ve otolaringolojist ile birlikte değerlendirme yapılması preoperatif BT değerlendirmesinde başarıyı arttırabilir. Bu sebeplerden ötürü, BT değerlendirmenin yanı sıra yapılabilecek ek objektif testler cerrahın güvenini arttıracaktır.

Bir ses dalgası dış kulak kanalına verildiğinde, ses enerjisinin bir kısmı normal orta kulak ve koklea tarafından absorbe edilir. Ancak orta kulak mükemmel bir iletici değildir ve ses enerjisinin bir kısmı kulak kanalına geri yansır. GBT ölçütlerine ilişkin normatif veriler, akustik enerjinin düşük frekanslarda en az absorbe edildiğini, orta frekanslarda en yüksek absorpsiyon oranına sahip bölgeler olduğunu ve yüksek frekanslarda orta derecede absorpsiyon olduğunu göstermektedir (47, 54). GBA, şekil 8'de görüldüğü gibi, genellikle % 90 normatif aralıkla ilişkili olarak, olaydaki enerjinin (0'dan 1,0'e kadar) yansıdığı bir grafik olarak ifade edilir (55). Bu aralığın dışında kalan yansıtma değerleri, potansiyel bir orta kulak bozukluğunun bir göstergesidir.



Şekil 9: Genç Türk popülasyonunda elde edilmiş cinsiyete göre normatif absorpsiyon grafiği (55).

GBT, tepe basıncında ve ortam basıncında absorbands değerlendirilmesi yapılabilmektedir (14). Perfore timpanik membranda çalıştığımız için çalışmamızda ortam basıncında absorbands verilerini değerlendirebildik. Şimdiye kadar reflektans ölçümleri, insan orta kulak fonksiyonunun bazı özelliklerini karakterize etmek için kullanılmıştır. Ancak reflektans ölçümlerinin spesifik orta kulak hastalıklarından nasıl etkilendiğine dair yapılmış çalışma sayısı oldukça azdır. Örneğin, düşük frekanslarda aşırı yüksek reflektans oranı, effüzyonlu otitis media veya otoskleroz gibi artmış rijitliği gösterirken (56), düşük frekanslarda aşırı düşük reflektans, kemikçik zincir devamsızlığını gösterir (57). Feeney ve ark.'ları iki ossiküler devamsızlık vakasında (bir canlı kulak ve bir kadavra kulağı) ER modelleri bildirmiştir. Her iki durumda da, düşük frekanslarda (<1 kHz) ER değeri keskin bir düşüş göstermiştir (15). Ossiküler devamsızlık durumunda enerji orta kulakta absorbe olacak fakat kokleaya transfer edilemeyecektir ve orta kulak katılığında azalma olacaktır. Orta kulak katılığında azalmanın etkisi kadavralar ile yapılan bir çalışmada araştırılmış, inkusun uzun koluna ait 2 mm'lik bir bölümünün çıkarılmasıyla, 561 ve 841 Hz arasındaki reflektans paterninde önemli bir çentik ortaya çıkmıştır. Bu çentik hasarın cerrahi onarımı üzerine kaybolmuştur (58). Voss ve ark.'ları dört kadavra temporal kemiği içinde ER paternlerini ölçmüşlerdir. Bu kemiklerde insudostapedial eklem disartikülasyonu cerrahi olarak simüle edilmiş ve 1200 Hz'nin altında ER'de büyük bir azalma bildirmişlerdir (59). Timpanik membran perforasyonu olan vakada 841 Hz frekans altında yüksek frekanslara göre belirgin düşük enerji reflektans değerleri elde edilmiştir (15). Kadavrada yapılmış başka bir çalışmada ise, inkudostapeial ekleme oluşturulan disartikülasyonun 1000 Hz'nin altında bir frekansta reflektansta keskin bir düşüşe yol açtığı görülmüştür (38). Ancak bu kadavra çalışmalarının tamamı, intakt bir membranda meydana getirilen zincir defektleri ile ilişkilidir. Perfore bir membran varlığında zincir defektlerine dair verilerin olduğu çalışmalara ise literatürde rastlanmamıştır.

Farklı orta kulak patolojilerinin (otoskleroz, effüzyonlu otitis media, timpanik membran perforasyonu, kemikçik zincir defekti) birlikte değerlendirilmeye çalışıldığı klinik çalışmalarda verilerin güvenilirliği vaka sayılarının oldukça kısıtlı olması sebebi ile zayıftır. Bu anlamda bizim çalışmamız, spesifik bir orta kulak patolojisine (membran perforasyonu ve kemikçik zincir defekti) sahip daha fazla sayıda hastanın dahil edildiği homojen gruplarda yapılmış olduğundan tasarım açısından diğer çalışmalardan

üstündür. Çalışmamızda ossikuler devamsızlığı olan KOM'lu hastalarda GBA verileri kullanarak, 3462 ile 3886 frekansları arasındaki 4 frekansta belirgin düşük GBA değerlerinin bir çentik oluşturduğunu, bu durumun kemikçik zinciri sağlam olan grupta ise saptanmadığını gördük. Timpanik membran perforasyonu olup kemikçik zinciri sağlam olan grupta, 1888 ile 2311 Hz frekansları arasındaki 8 frekansta GBA ölçümleri intakt membranı olan kontrol grubundan ise anlamlı olarak daha düşüktü. Timpanik membran perforasyonun bu etkisini daha düşük frekanslarda beklemekle beraber, perforasyonun etkisininin bu frekanslarda absorbanı düşürerek çentik oluşturduğunu saptadık. Çalışmamızı planlarken operasyon sırasından kolestatom, granülasyon ve sklerozu olan hastaları kemikçik sistemine etkileri olacağı için çalışma dışı bırakmıştık. Böylelikle sadece timpanik membran perforasyonu ve kemikçik zincir defekti olan saf bir grup elde edebildik fakat kemikçik zincir problemleri kolesteatomlu kronik otitis mediada görüldüğünden hasta sayımız azalmış oldu. Grupların sayısı artırılarak veya çok merkezli çalışmalar yapılarak bu anlamda daha değerli veriler elde edilebilir.

Timpanik membran perforasyonu ile indüklenen değişikliklerin işitme kaybına yansması nispeten azdır. Timpanik membran ve ossiküler zincir sistem mekanizmasının, en azından timpanik membranın bir çeyrek boyuta kadar olan perforasyonlar için yalnızca az miktarda etkilendiği gösterilmektedir. Bu nedenle, perfore kulaklarda timpanik membran alanındaki azalmalar ya da membran hareketinin malleusa iletilmesindeki değişiklikler gibi perforasyon ile indüklenen fiziksel değişikliklerin, birincil işitme kaybı mekanizmalarından olmadığı bildirilmiştir (60). Voss ve ark.'ları yaptıkları bir çalışmada iletimde perforasyondan kaynaklanan değişiklikler, yapılan ölçümlerde net bir frekans bağımlılığı göstermiş olup; iletim değişiklikleri ile ilgili en belirgin etki düşük frekanslarda saptanmıştır ve 2000 Hz'nin üstünde tipik olarak 10 dB'nin altında bulmuşlardır (61). Voss ve ark.'larının yaptığı diğer bir kadavra çalışmasında, perforasyon ile birlikte tüm frekanslarda reflektansın azaldığı, en belirgin düşüşün ise 2000 Hz'nin altındaki frekanslarda görüldüğü ve bu etkinin de en fazla küçük boyutlarda oluşturulmuş perforasyonlarda (0,5 mm) olduğu gösterilmiştir. Perforasyon boyutu arttırıldıkça, düşük frekanslarda reflektans, sistematik olarak reflektans için normatif değere doğru yaklaşmıştır. 1000 Hz'den daha düşük frekanslarda, reflektans her zaman normatif değerden biraz daha düşük kalmış ve yaklaşık 1000 Hz üzerindeki tepkiler daha az sistematik olurken, reflektans yine de orada da normatif değerinin altında

saptanmıştır (38) . Bizim çalışmamızda da belli frekanslarda perforasyon boyutundaki artışın absorbandsı anlamlı düzeyde artırdığını gördük.

Literatürde, yaşlılığa bağlı dış kulak ve orta kulakta oluşan bazı değişiklikler gösterilmiştir. Dış kulak yolu kartilajinöz kanalın daralması (62) ve timpanik mebran ve ossikuler zincirde katılığının artması bu etkilerden bazılarıdır (63). Çalışmamızda gruplar arası cinsiyet ve yaş dağılımı homojen olmakla birlikte, çalışmamızın eksik yönlerinden biri, verileri cinsiyete, yaşa ve vücut kitlesine göre değerlendirememiş olmamızdır. Geniş band absorbandsında genç erişkinlerde, ileri yaşlara göre daha yüksek olduğu gösterilmiştir (61). 1000 Hz frekans altında erkeklerde absorbands daha yüksek saptanırken, yüksek frekanslarda kadınlarda daha yüksek saptanmıştır (60). Cinsiyete göre değişen absorbands değerlerinin vücut kitlesi değişimine bağlı olabileceği de bildirilmiştir (47). Etnik faktörlerde değişkenler arasındadır; Asyalıların, Kafkaslara göre daha düşük pik basıncına, daha dar kulak kanalına, daha geniş timpanik kaviteye sahip olduğu gösterilmiştir (47). Dolayısıyla bu faktörler yapılan ölçümlerde hastaların kıyaslanmasındaki karıştırıcı faktörler olarak karşımıza çıkabilmektedir.

Bu çalışma, ilk kez kemikçik zincir defekti olan kronik otitis media vakalarında belirli frekans aralığında absorbands değerlerinde anlamlı düşüşün saptanmış olması preoperatif zincir bütünlüğünü değerlendirmede geniş band timpanometrik incelemenin umut vaadedici olduğunu göstermiştir. Geniş band absorbands değerlerinin yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi, orta kulak hacmi gibi faktörlere göre değişiklik gösterebiliyor oluşu aynı hastada farklı orta kulak patolojileri yaratılarak yapılacak ölçümlerin daha değerli bilgiler verebileceğini düşündürmektedir. Bunun için aynı hastada basamak basamak farklı orta kulak patolojilerinin yaratılarak ölçümlerin yapıldığı kadavra çalışmalarının literatüre değerli katkıları olacağını düşünmekteyiz. Bununla birlikte daha fazla sayıda hastanın dâhil edildiği klinik çalışmalara ihtiyaç olmakla birlikte GBT ölçümleri ile elde edilebilen çok miktarda veriyle, yüksek duyarlılık ve özgüllük ile orta kulak testleri geliştirmek için çalışmamızın katkısı olacağını düşünmekteyiz.

6. SONUÇLAR

Hali hazırda literatürde membran perforasyonu olan hastalarda kemikçik zincir defekti varlığını tahmin etmede geniş band timpanometri analizlerinin kullanılıp kullanılmayacağına dair veriler bulunmamaktadır. Çalışmamız literatürdeki bu veri eksikliğini dolduran ilk çalışma olup, ilk veriler dar bir frekans aralığında, orta frekanslara denk gelen absorbans değerlerindeki anlamlı düşüşün, kemikçik zincir defektini ön görmede değerli olabileceğini göstermiştir. Bu umut verici ön sonuçların daha ayrıntılı araştırılması için ek çalışmalara ihtiyaç vardır.

7. KAYNAKLAR

1. Monasta L, Ronfani L, Marchetti F, Montico M., Vecchi Brumatti L, Bavcar A, Grasso D, Barbiero C, Tamburlini G. Burden of disease caused by otitis media: systematic review and global estimates. PLoS One. 2012;7(4):e36226.
2. Varshney S, Nangia A, Bist SS, Singh RK, Gupta N, Bhagat S. Ossicular chain status in chronic suppurative otitis media in adults. Indian J Otolaryngol Head Neck Surg 62, 2010, 421–426.
3. Haidar H, Sheikh R, Larem A, Elsaadi A, Abdulkarim H, Ashkanani S, Alqahtani A ve ark. Ossicular chain erosion in chronic suppurative otitis media. Otolaryngology 2015; 5: 203.
4. Rashid Sheikh, Hassan Haidar, Hassanin Abdulkarim, Waqar Aslam, Aisha Larem, Ali Alsaadi, Abdulsalam Alqahtani. Preoperative Predictors in Chronic Suppurative Otitis Media for Ossicular Chain Discontinuity: A Cross-Sectional Study. Audiol Neurotol 2016; 21: 231–236.
5. Gül A, Akdağ M, Kınış V, Yılmaz B, Şengül E, Teke M, Meriç F. Radiologic and surgical findings in chronic suppurative otitis media, the journal of craniofacial surgery, J Craniofac Surg. 2014 Nov;25 (6): 2027-9.
6. O'Reilly BJ, Cheverton I, Wylie C ve ark. The value of CT scanning in chronic suppurative otitis media. J Laryngol Oto 1991;105:990-994.
7. Jeng FC, Tsai MH, Brown CJ: Relationship of preoperative findings and ossicular discontinuity in chronic otitis media. Otol Neurotol 2003; 24: 29–32.
8. Vaidya, S, Sharma, J. K. & Singh, G. Study of outcome of tympanoplasties in relation to size and site of tympanic membrane perforation. Indian J Otolaryngol Head Neck Surg 2014; 66; 341–346.

9. Terkildsen K, Thomson K. The Influence of Pressure Variations on the Impedance of the Human Ear Drum, *Journal of Laryngology and Otology*, 1959; 73; 409-418.
10. Lilly D. *Modern developments in audiology*, New York: Academic Press, 1973; 345-360.
11. Margolis RH, Van Camp KJ, Wilso RH, Creten WL. Multifrequency Tympanometry in Normal Ear. *J Audiology*, 1985; 24; 44-53.
12. Hunter LL, Sanford CA. Tympanometry and Wideband Acoustic Imittance. Ed: Katz J. *Handbook of Clinical Audiology*, 7th Edition. Philadelphia: Wolters Kluwer Health, Williams & Wilkins, 2015; 156-161.
13. Shahnaz N. & Linda P. Standard and Multifrequency Tympanometry in Normal and Otosclerotic Ears, *Ear Hear*, 1997;18; 326-341.
14. Hunter LL, Shahnaz N. *Acoustic Immittance Measures: Basic and Advanced Practice*. Plural Publishing. Chapter 7. Wideband Reflectance Principles. 2013; 97-110.
15. Feeney MP, Grant IL, Marryott LP. Wideband energy reflectance measurements in adults with middle-ear disorders, *J. Speech Lang. Hear Res.* 2003;46; 901-911.
16. Sanford CA, Feeney MP. Effects of maturation on tympanometric wideband acoustic transfer functions in human infants. *J Acoust Soc Am*, 2008; 124; 2106–2122.
17. Keefe DH, Gorga MP, Neely ST, Zhao F, Vohr BR. Ear-canal acoustic admittance and reflectance measurements in human neonates: II. Predictions of middle-ear dysfunction and sensorineural hearing loss, *J. Acoust. Soc. Am.*, 2003;113; 407-422.
18. Beers AN, Shahnaz N, Westerberg BD, Kozak FK. Reflectance in normal caucasian and chinese school-aged children and in children with otitis media with effusion, *Ear Hear* 2010; 31; 221-233.
19. Pansky B, Gest T. Ear, *Lippincott's Concise Illustrated Anatomy: Head and Neck Volume 3*. Lippincott William and Wilkins, China, 2014:218-231.
20. Asım A, Ed: Çelik O. *Otoloji ve Nörootoloji, Kulağın ve Kafa Tabanının Cerrahi Anatomisi*, Cilt 1, Elit Ofset Matbaacılık, İstanbul, 2013; 25-40.
21. Francis HW. *Anatomy of the temporal bone, external ear and middle ear*. Ed: Flint PW, Haughey B, Lund VJ ve ark. *Cummings Otolaryngology Head & Neck Surgery*. 6th International Edition, Cilt 2, Elsevier Saunders, Canada, 2015; 1977-1986.

22. Akyıldız N. Temporal Kemik ve İşitme Organının Anatomisi, Orta kulak anatomisi. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi. Cilt 1. Bilimsel Tıp Yayınevi, Ankara, 1998;22-61.
23. Brenda L, Lonsbury-Martin, Martin GK, Luebke AE. İşitme ve vestibüler sistemlerin fizyolojisi. Ed: Ballenger JJ, Snow JB,; Çev ed. Senocak D, Ballenger Otolaringoloji Baş-Boyun Cerrahisi. 15. baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 1996; 879–929.
24. PJ. A. Physiology of the auditory system, 2. ed. St. Louis Missouri: Mosby Year Book Inc; 1993; 218-231.
25. İkiz Ö, Ed: Çelik O. Otoloji ve Nörootoloji, Ses Fiziği ve Orta Kulak Mekanığı, Cilt 1, Elit Ofset Matbaacılık, İstanbul, 2013; 25-40.
26. Merchant SN, Rosowski JJ. Auditory physiology. In: Glasscock III ME, Gulya AJ, editors. Glasscock-Shambaugh Surgery of the Ear. 5th ed. Hamilton, Ontario: BC Becker; 2002:59-82.
27. Sütbeyaz Y. Otitis Media'da Tarifler, Terminoloji, Sınıflandırma. Türkiye Klinikleri J Surg Med Sci 2005; 1(7); 9-14.
28. Çelik O. Kronik otitis media. Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi. Turgut Yayıncılık 1. Basım İstanbul, 2002;160-194.
29. Hoşal İN. Ed: Çelik O. Kronik Otitis Media, Otoloji ve Nörootoloji, Cilt 1, Elit Ofset Matbaacılık, İstanbul, 2013; 255-284.
30. Akyıldız N. Kronik Otitis Media. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi; Cilt I; 1998:337-353.
31. Bora F. Ed: Devranoğlu İ. Dış ve Orta Kulak Cerrahisi, Kronik süperatif otitis media, Deomed, İstanbul,2011 ; 76-85
32. Çelik O, Ed: Çelik O. Otoloji ve Nörootoloji, Kemikçik Zincir Rekonstrüksiyonu, Cilt 1, Elit Ofset Matbaacılık, İstanbul, 2013; 345-379.
33. Tos M. Pathology of the ossicular chain in various chronic middle ear diseases. J. Laryngol Otol 93; 769-780.
34. Belgin E. İmmittansmetrik Değerlendirme Yöntemleri. Temel odyoloji, Güneş Kitabevi, Ankara, 2015; 105-112.
35. Stach BA. Clinical Audiology: An Introduction, New York: Delmar, 2010;313-331.
36. Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry, Arch Otolaryngol. 1970 Oct; 92(4):311-24.
37. Kökten N, Eğilmez O.K, Geniş Band ve Multifrekans Timpanometri, Türkiye Klinikleri J E.N.T.-Special Topics 2015;8(2).

38. Voss SE, Merchant GR, Horton NJ. Effects of middle- ear disorders on power reflectance measured in cadaveric ear canals. *Ear Hear* 2012;33(2):195-208
39. Nakajima HH, Pisano DV, Roosli C, Hamade MA, Merchant GR, Mahfoud L, et al. Comparison of ear canal reflectance and umbo velocity in patients with conductive hearing loss: a preliminary study. *Ear Hear* 2012; 33(1); 35-43.
40. Voss SE, & Allen JB. Measurement of acoustic impedance and reflectance in the human ear canal. *J Acoust Soc Am*, 95; 372–384.
41. Margolis RH, Saly GL, Keefe DH. Wideband reflectance tympanometry in normal adults. *J Acoust Soc Am*, 1999; 106; 265–280.
42. Feeney MP, Sanford CA In J. Kei, & F. Zhao (Eds.), *Application of wideband acoustic transfer functions to the assessment of the infant ear. Assessing Middle Ear Function in Infants* San Diego, CA: Plural Publishing. 2012; 131–161.
43. Keefe DH, Levi E. Maturation of the middle and external ears: Acoustic power-based responses and reflectance tympanometry. *Ear Hear*, 1996; 17; 361–373.
44. Liu YW, Sanford CA, Ellison JC et al. Wideband absorbance tympanometry using pressure sweeps: System development and results on adults with normal hearing. *J Acoust Soc Am*, 2008; 124; 3708–3719.
45. Sanford CA, Hunter LL, Feeney MP, Nakajima HH. Wideband acoustic immittance: tympanometric measures. *Ear Hear*. 2013; 34 Suppl 1; 65S-71S.
46. Martin F.N. *Principles of Audiology: A Study Guide*, Maryland: University Park Press, 1984; 3.
47. Shahnaz N, Bork K. Wideband reflectance norms for Caucasian and Chinese young adults, *Ear Hear* 2006; 27; 774-788.
48. Feeney MP, Sanford CA. Age effects in the human middle ear: wideband acoustical Measures, *J. Acoust. Soc. Am*. 2004;116; 3546-3558.
49. Hosny S, El-Anwar M, Abd-Elhady M, Khazbak A, El Feky A: Outcomes of myringoplasty in wet and dry ears. *Int Adv Otol* 2014; 10: 256–259.
50. Thukral CL, Singh A, Singh S, Sood AS, Singh K. Role of High Resolution Computed Tomography in Evaluation of Pathologies of Temporal Bone. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2015; 9; TC07-TC10
51. Keskin S, Çetin H, Tore HG. The correlation of temporal bone CT with surgery findings in evaluation of chronic inflammatory diseases of the middle ear. *Eur J Gen Med*. 2011; 8(1); 24-30.
52. Majeed J, Reddy LS. Role of CT Mastoids in the Diagnosis and Surgical Management of Chronic Inflammatory Ear Diseases. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2017 Mar; 69(1); 113-120.

53. Pandey AK, Bapuraj JR, Gupta AK, Khandelwa N. Is there a role for virtual otoscopy in the preoperative assessment of the ossicular chain in chronic suppurative otitis media? Comparison of HRCT and virtual otoscopy with surgical findings. *Eur Radiol* 2009; 19; 1408–1416 .
54. Margolis RH, Paul S, Saly GL, Schachern PA, Keefe DH. Wideband reflectance tympanometry in chinchillas and human. *J Acoust Soc Am*. 2001; 110; 1453-1464.
55. Polat Z, Baş B, Hayır D, Bulut E, Ataş A. Wideband Tympanometry Normative Data for Turkish Young Adult Population. *J Int Adv Otol*. 2015; 11(2); 157-62.
56. Shahnaz N, Longridge N, Bell D. Wideband energy reflectance patterns in preoperative and post-operative otosclerotic ears. *Int J Audiol*. 2009; 48(5); 240-7.
57. Allen JB, Jeng PS, Levitt H. Evaluation of human middle ear function via an acoustic power assessment. *J Rehabil Res Dev*. 2005;42(4 Suppl 2); 63-78.
58. Feeney MP, Grant IL, Mills DM. Wideband energy reflectance measurements of ossicular chain discontinuity and repair in human temporal bone. *Ear Hear*. 2009; 30(4): 391-400.
59. Voss SE, Horton NJ, Woodbury RR, Sheffield KN. Sources of variability in reflectance measurements on normal cadaver ears. *Ear Hear*. 2008 Aug; 29(4): 651-65.
60. Voss SE, Rosowski JJ, Merchant SN, Peake WT. How do tympanic-membrane perforations affect human middle-ear sound transmission? *Acta Otolaryngol*. 2001; 121(2): 169-73.
61. Voss SE, Rosowski JJ, Merchant SN, Peake WT. *J Acoust Soc Am*. Middle-ear function with tympanic-membrane perforations.I. Measurements and mechanisms. 2001; 110(3 Pt 1): 1432-44.
62. Randolph LJ, Schow RL. Threshold inaccuracies in an elderly clinical population: Ear canal collapse as a possible cause. *Journal of Speech and Hearing Research*, 1983; 26; 54–58.
63. Etholm B, Belal A. Senile changes in the middle ear joints. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, 1974;83; 49–54
64. Mazlan R, Kei J, Ya CL, Yusof WN, Saim L, Zhao F. Age and Gender Effects on Wideband Absorbance in Adults With Normal Outer and Middle Ear Function. *J Speech Lang Hear Res*. 2015; 58(4); 1377-86.