

T.C.
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI VE BAŞ-BOYUN
CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

PREMATÜRE DOĞUM ÖYKÜSÜ OLAN 1-5 YAŞ ARASI
ÇOCUKLARDA İŞİTME FONKSİYONUNUN
DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Raşit UZUN

TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Yrd. Doç. Dr. Duygu ERDEM

ZONGULDAK

2017

T.C.
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI VE BAŞ-BOYUN
CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

PREMATÜRE DOĞUM ÖYKÜSÜ OLAN 1-5 YAŞ ARASI
ÇOCUKLARDA İŞİTME FONKSİYONUNUN
DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Raşit UZUN

TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Yrd. Doç. Dr. Duygu ERDEM

ZONGULDAK

2017

TEZ ONAY TUTANAĞI

Tezin Teslim Edildiği Üniversite/Fakülte: Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi

Tez Başlığı : Prematüre Doğum Öyküsü Olan 1-5 Yaş Arası Çocuklarda İşitme Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi

Tez Yazarı : Arş. Gör. Dr. Raşit UZUN

Tez Savunma Tarihi : 03/05/2017

Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr. Duygu ERDEM

Doç.Dr. Aykut Erdem DİNÇ
Jüri Başkanı

Yrd.Doç.Dr. Duygu ERDEM

Prof. Dr. Yavuz Fuat YILMAZ

UYGUNDUR

03/05/2017

ÖNSÖZ

*Eğitimim boyunca her zaman yakın ilgi ve desteğini gördüğüm hocam
Yrd.Doç.Dr.Duygu Erdem'e*

*Bilgi ve becerilerini benden esirgemeyerek asistanlık eğitimime katkıda
bulunan değerli hocalarım Doç.Dr. Aykut Erdem Dinç'e ve Yrd.Doç.Dr. Sultan Şevik
Eliçora'ya*

*Birlikte acı, tatlı hatıralarla dolu günler geçirdiğim ve çok sevdiğim asistan
arkadaşlarıma*

*Onlarla çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum klinik hemşirelerimize,
sekreterlerimize, personelimize ve diğer tüm hastane çalışanlarımıza,*

Beni bugünlere getiren aileme,

*Bana desteğini hiçbir zaman esirgemeyen canım eşim'e ve minik kızım'a
teşekkürü borç bilirim...*

Dr. Raşit UZUN
Zonguldak, 2017

ÖZET

Raşit Uzun, Prematüre Doğum Öyküsü Olan 1-5 Yaş Arası Çocuklarda İşitme Fonksiyonunun Değerlendirilmesi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz Hastalıkları – Baş ve Boyun Cerrahisi Tezi, Zonguldak, 2017.

Prematüre doğum öyküsü, çocuklarda işitme kaybı risk faktörleri arasında gösterilmektedir. Yeni doğan döneminde prematüre çocukların işitmeleri ile ilgili birçok çalışma yapılmasına rağmen, bu çocukların daha ileri yaşlarda işitmelerini değerlendiren çalışmalar son derece nadirdir. Biz yaptığımız bu prospektif çalışmamızda prematüre doğum öyküsü olan 1-5 yaş arası çocuklarda işitmeyi ve orta kulak fonksiyonlarını değerlendirdik.

Bu çalışma 01.01.2016-01.01.2017 tarihleri arasında Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kulak Burun Boğaz polikliniğine başvuran hastalarda yapıldı. Çalışma 1-5 yaş arası prematüre doğan ve aynı yaş aralığında term doğan çocuklar olmak üzere iki gruptan oluşmaktaydı. Prematüre doğum öyküsü olan (<37 hafta) 80 hasta ile term doğum öyküsü olan (≥ 37 hafta) 80 hasta çalışmaya dahil edildi. Prematüre grubun 49'u erkek 31'i kız idi. Doğum haftaları 24 ile 36 hafta (ort. 32+6) arasında değişmekte idi. Kontrol grubunun ise 41'i kız 39'u erkek idi. Her iki grupta da aktif üst solunum yolu enfeksiyonu olanlar, aktif akut otit ve seröz otiti olan hastalar, kronik otitis mediası olan hastalar, daha önce herhangi bir nedenden dolayı kulak cerrahisi geçiren hastalar, daha öncesinde kafa travması geçirmiş hastalar, psikiyatrik ya da nörolojik hastalığı olanlar, intrakraniyal ve işitme yollarıyla ilgili maligniteye sahip olan hastalar ve başka bir kronik enflamatuar veya enfeksiyöz hastalığı olanlar çalışma dışı bırakıldı. Akut otiti olan hastalar uygun süre tedavi ile orta kulağın normale dönmesi sonrası çalışmaya dahil edildi.

Her iki gruba da rutin kulak burun boğaz muayeneleri yapıldıktan sonra Geçici Uyarılmış Otoakustik Emisyon (TEOAE) testi yapılarak SNR (sinyal gürültü oranı) değerleri karşılaştırıldı. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi. P değeri 0,05'in altında olanlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Prematüre doğum öyküsü olan çocukların SNR değerleri 2000 kHz'de düşük saptandı. Diğer frekanslarda farklılık bulunmadı. Bu çalışma prematüre doğum öyküsü olan çocuklarda işitmenin etkilenebileceğini kanıtlamaktadır. Prematüre doğan çocuklarda işitmenin değerlendirilmesi için daha kapsamlı çalışmalara ve tüm dünyada ve

Ülkemizde yenidoğan işitme tarama programının prematüre doğan ve diğer risk grubu olan çocuklar iin ilerleyen yaşlarda da takip edilmesi amacıyla ayrı bir zorunlu tarama programı oluşturulması kanaatindeyiz.

Anahtar Kelimeler: Prematürite, otoakustik emisyon, sinyal gürültü oranı



ABSTRACT

Raşit Uzun, An evaluation of auditory functions among prematurely born children aged 1-5 years, Zonguldak Bülent Ecevit University School of Medicine, Otorhinolaryngology and Head and Neck Surgery Thesis, Zonguldak, 2017.

A history of premature birth is implicated among the risk factors of auditory loss in children. Although several studies have investigated the auditory functions of prematurely born children during their infancy, auditory functions of these children at older ages were examined in a very limited number of studies. In this prospective study, we aimed to evaluate the auditory and middle-ear functions of prematurely born children aged between 1 to 5 years.

The study was carried out on patients who were referred to the Ear Nose and Throat polyclinics of Bulent Ecevit University Medical Faculty Hospital between 01 Jan 2016 and 01 Jan 2017. The study consisted of two groups, including either prematurely or term born children aged between 1 to 5 years. In total, 80 patients with a history of premature birth (<37 weeks) and 80 patients who were born at the term (≥ 37 weeks) were included in this study. Of the prematurely born group, 49 were boys and 31 were girls. The week of birth varied between 24 to 36 weeks (mean. 32+6). There were 41 girls and 39 boys in the control group. Patients with an active upper respiratory system infection, patients with active acute otitis or serous otitis, patients with chronic otitis media, patients who previously underwent ear surgery due to any reason, patients with a history of head trauma, those with a psychiatric or neurological disorder, patients with intracranial or auditory-tract related malignancies, and patients with any other chronic inflammatory or infectious diseases were excluded from the study. Patients with acute otitis were included in the study after normalization of the middle-ear upon appropriate length of treatment.

Both groups underwent routine ear nose and throat examinations, and the signal-to-noise ratios (SNR) obtained by transiently evoked otoacoustic emission (TEOAE) test were compared between the two groups. The findings were assessed by statistical methods. A *p* value of less than 0.05 was considered statistically significant.

The SNR of prematurely born children was found to be lower at 2000 kHz. No significant difference was noted at the other frequencies. The present study provides evidence that auditory functions may be affected in prematurely born children. We believe that more comprehensive studies should be performed to evaluate the auditory

functions of prematurely born children, and mandatory screening programs should be established globally as well as in our country in order to ensure monitoring of prematurely born children and those in other risk groups with regards to their auditory functions at older ages.

Key Words: Prematurity, auto-acoustic emission, signal-to-noise ratio.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
ŞEKİL DİZİNİ	xi
TABLO DİZİNİ	xii
1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kulak Anatomisi.....	3
2.1.1. Dış Kulak	3
2.1.2. Orta kulak	5
2.1.3. İç Kulak.....	7
2.2. İşitme Fizyolojisi	18
2.2.1. Kulak ve işitme gelişimi	18
2.2.2. Sesin kokleaya iletimi	19
2.2.3. Koklea içinde ses iletimi.....	20
2.3. Otoakustik Emisyon (OAE)	23
2.3.1. Otoakustik Emisyon Hakkında Genel Bilgi	23
2.3.2. Otoakustik Emisyonların Sınıflandırılması	26
2.3.2.1. Spontan Otoakustik Emisyonlar (SOAE).....	28
2.3.2.2. Uyarılmış Otoakustik Emisyonlar	28
2.3.3. Otoakustik Emisyon (OAE) Ve Kontralateral Supresyon (KLS).....	31
2.4. İşitme Kaybı	33
2.4.1. İletim Tipi İşitme Kaybı	33
2.4.2. Sensörinöral Tip İşitme Kaybı.....	34
2.4.3. Mikst Tip İşitme Kaybı.....	34
2.4.4. Santral Tip İşitme Kaybı.....	34
2.4.5. Fonksiyonel (Organik olmayan, Psikojenik) Tip İşitme Kaybı.....	35
2.4.6. İşitme kaybının şiddetine göre derecelendirilmesi ve lisana etkileri:.....	35
2.4.7. İşitme Kaybı Risk Faktörleri.....	36

2.5. Prematürite ve Yenidoğan Tarama Testleri.....	38
2.5.1. Sağlıklı yenidoğanda tarama protokolleri.....	39
3. GEREÇ VE YÖNTEM	41
3.1. Çalışma.....	41
3.2. Anlık Uyarılmış Otoakustik Emisyon Testi (TEOAE)	41
3.3. İstatistiksel Analiz	42
4. BULGULAR.....	43
5. TARTIŞMA	46
6. SONUÇ	51
7. KAYNAKLAR	52
8. EKLER.....	61
Ek 1: Etik Kurul Onayı	61
Ek 2: Danışman Hoca Değişikliği Etik Kurul Onayı.....	62

SİMGELER VE KISALTMALAR

AVCN	: Anteroventral koklear nükleus
BERA	: Beyin sapı odyometrisi
DKY	: Dış Kulak Yolu
DN	: Dorsal nükleus
DPOAE	: Distorsiyon Ürünleri Otoakustik Emisyon
DTH	: Dış tüylü hücre
İTH	: İç tüylü hücre
KLS	: Kontralateral Supresyon
OAE	: Otoakustik emisyon
PVCN	: Posteroventral nükleus
SFOAE	: Stimulus Frekansı Otoakustik Emisyon
SNR	: Sinyal Gürültü Oranı
SOAE	: Spontan Otoakustik Emisyonlar
TEOAE	: Anlık Uyarılmış Otoakustik Emisyon
TM	: Timpanik membran
UNHS	: Evrensel Yenidoğan İşitme Taraması
VN	: Ventral nükleus

ŞEKİL DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1: Kulak yapıları koronal kesit.....	3
Şekil 2: İç kulak yapıları	7
Şekil 3: Kemik ve membranöz labirent.....	8
Şekil 4: Koklea.....	10
Şekil 5: Korti organı.....	13
Şekil 6: Korti organı mikroskopik görüntüsü.	14
Şekil 7: Stereosilyalar	16
Şekil 8: İç ve dış titretilmiş tüylü hücreler ve stereosilyalarının elektronmikroskopik görünümü.....	17
Şekil 9: Kokleanın radial kesitinin mikroskopik görüntüsü.....	21
Şekil 10: Ses iletiminin dış, orta ve iç kulak boyunca işitme sinirine iletilmesi.....	22
Şekil 11: Otoakustik emisyon testi örneği (TEOAE).....	27
Şekil 12: Distorsiyon ürünü otoakustik emisyonların oluşumunun şematik gösterimi.....	31

TABLO DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1: Otoakustik Emisyonun Avantajları	24
Tablo 2: Yenidoğan ve süt çocuklarında işitme kaybı için 2000 yılı risk kriterleri	37
Tablo 3: İşitme kaybı için yeni risk kriterleri (JCIH) – 2007.....	38
Tablo 4: Gruplardaki hasta sayıları ve yüzdeleri	43
Tablo 5: Gruplardaki hastaların yaş özellikleri	43
Tablo 6: Prematüre grubun özellikleri.....	44
Tablo 7: Gruplarda SNR değerlerinin karşılaştırılması.....	45

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Çocuklar doğdukları zaman konuşma dışındaki (gülme, ağlama, göz kontağı, vs.) becerileri sayesinde dış dünya ile ilişki kurmaya çalışırlar. Bunlara yaklaşık bir yaşından sonra konuşma eklenir. Ancak bunun olabilmesi için çocuğun normal sınırlar içinde işitmeye sahip olması gerekmektedir (1). Gerek anne-babalar, gerekse hekimler yaşamın birinci yılında ileri derece işitme kaybı olan bebeği tanımada yeterince başarılı olamamaktadır (2).

Türkiye'de işitme engelli çocuklar genellikle 2,5-4 yaş arasında fark edilmektedir. Ülkemizde tahminen her bin bebekten 1 veya 2'si ileri derece işitme kaybı ile doğmakta 3-4 yaş grubunda geçirilen hastalıklar, kazalar, travmalar sonucu bu oran %0,6 ya çıkmaktadır (3).

İşitme algısının normal olması sağlıklı dil gelişimi açısından önemlidir. Duyma kusuru olan bebeklerin 4-8 aylar arasında yapılan ses oyunları döneminde normallerden ayrıldığı, daha az sessiz harf kullandıkları ve 4-18 aylar içinde ses üretimindeki yaratıcılığın giderek azaldığı dikkati çekmektedir (4).

Dil öğrenmek için uygun fırsatlar olmadığında işitme kaybı olan bu çocuklar iletişim, kavrama, okuma ve sosyoemosyonel gelişimde işiten yaşlılarının gerisinde kalacaktır. Bu nedenle sağırılık ya da duyma problemini tanımlamak için 1. aydan geç olmamak kaydıyla tüm infantların işitme taraması yapılmalıdır. Yenidoğan işitme taramasında OAE (otoakustik emisyon) ve ABR (işitsel beyin sapı odyometrisi) testleri kullanılmaktadır. Taramayı geçemeyenler üçüncü aydan önce kapsamlı odyolojik değerlendirmeden geçmelidirler. İşitme kaybı tanımlanmış bebekler 6. aydan önce sağlık ve eğitim uzmanlarınca uygun rehabilitasyon programına alınmalıdırlar. Önceki işitme testi sonuçlarından bağımsız olarak risk faktörü olan veya olmayan tüm bebekler 2. aydan itibaren sağlıklı çocuk kontrolleri sırasında iletişim, gelişim gözlemine tabi tutulmalıdırlar. Yapılan bir çalışmada işitme kaybı olup, ilk 1 yılda izlem ve tedavisi yapılan çocuklar 5 yaşında değerlendirildiğinde normal sınırlarda lisan gelişimi gösterdiği rapor edilmiştir (5).

Otoakustik emisyon (OAE) afferent nöral entegresyondan bağımsız olarak prenöral seviyede koklea titretilen tüylü hücrelerinde üretilen düşük şiddetli, nonlineer akustik sinyallerdir. OAE'ların varlığı normal şekilde çalışan iç kulağın genel anatomik ve fizyolojik yapısını doğrular. Bu baziller membran, korti organı, stria vaskularis hareketlerine bağlı endolenfin ve dış saçlı hücre sisteminin sağlığını gösterir (6).

Prematüre doğum öyküsü, çocuklarda işitme kaybı risk faktörleri arasında gösterilmektedir. Yenidoğan döneminde prematüre çocukların işitmeleri ile ilgili çalışmalar yapılmasına rağmen bu çocukların daha ileri yaşlarda işitmelerini değerlendiren çalışmalar son derece nadirdir.

Bu çalışmamızda prematüre doğum öyküsü olan ileri yaş çocuklarda işitmenin ve orta kulak fonksiyonlarının Anlık Uyarılmış Otoakustik Emisyon (TEOAE) testi ile aydınlatılması amaçlanmaktadır.

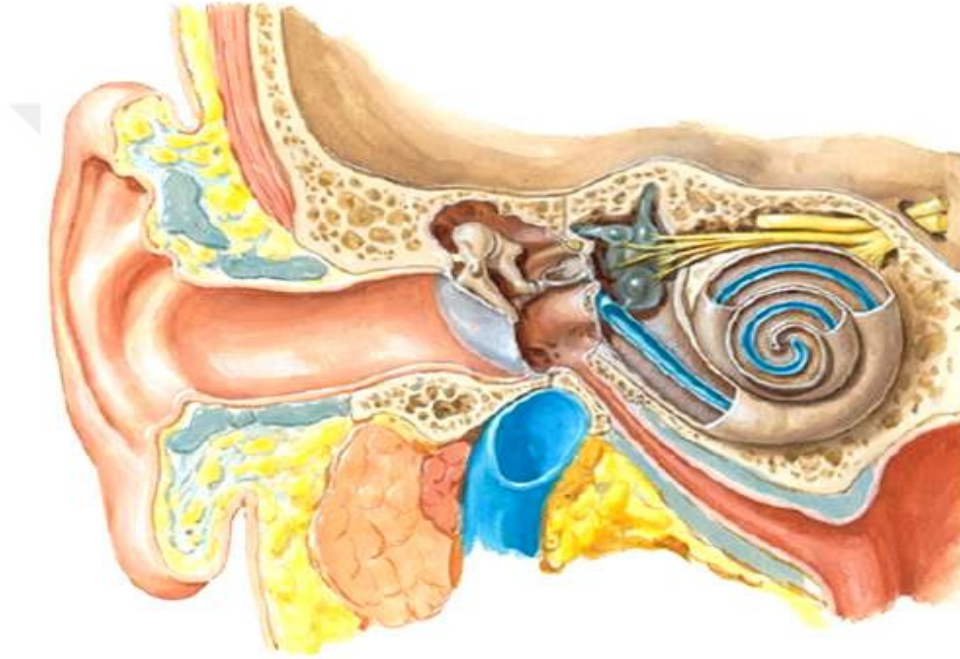


2.GENEL BİLGİLER

2.1. Kulak Anatomisi

Kulak işitme ve denge fonksiyonlarının periferik organı olup, temporal kemik içine yerleşmiştir. (Şekil 1). Görevleri ve yapı bakımından birbirinden farklı üç parçadan oluşur;

a-Dış kulak, b- Orta kulak, c- İç kulak



Şekil 1:Kulak yapıları koronal kesit

2.1.1. Dış Kulak

Dış kulak üç kısma ayrılarak incelenir; Kulak sayvanı (auricula), dış kulak yolu (meatus acusticus externus), kulak zarı (timpanik membran-TM).

Kulak sayvanı, perikondrium ve deri ile örtülmüş ince elastik kartilajdan oluşan bir yapıdır. Kulak sayvanı; deri, dış kulak yolu kıkırdağı, kas ve bağlar aracılığı ile kafatasına yapışmıştır. Kulak sayvanının beslenmesi a. temporalis superficialis ve a. auricularis posterior tarafından sağlanır. Venler ise arterlere eşlik ederek, v. jugularise dökülürler. Lenfatik akımı preauriküler, retroauriküler ve infraauriküler lenf düğümlerine dökülür. Kulak sayvanının ön yüzünün duyarlılığını, V. kranial sinirin n.

auriculatemporalis dalı sağlar. Diğer bölgeleri VII. Kranial sinir ve 2-3. servikal sinirler inerve eder (6).

DKY'nun uzunluğu, kulak zarının oblik yerleşmesi nedeniyle, arka duvarda yaklaşık 25 mm, ön alt duvarda 31 mm'dir. DKY, kıkırdak ve kemik olmak üzere iki parçadan oluşur. DKY'nun 1/3 dış kısmını kıkırdak, 2/3 iç kısmını kemik yapı oluşturur. Çocuklarda timpanik kemik henüz tam gelişmediği için DKY'nun kıkırdak kısmı daha uzundur. DKY'nu örten deride ter, yağ ve serümen bezleri vardır. Kemik kısmı örten deri ise oldukça ince olup periostun üzerini örter ve bu kısım kıl, yağ ve serümen bezleri içermez. Kıkırdak kısmın ön duvarında iki adet santorini fissürleri bulunur (7,8).

DKY'nun beslenmesi eksternal karotid arterin a. auricularis posterior dalı ve a. temporalis superficialis dalı tarafından sağlanır. Venöz drenajı; v. maxillaris ve v. jugularis externa aracılığı ile plexus pterygoideus'a olur. Lenfatikleri anterior, posterior ve inferiorauriküler lenf nodlarıdır. İnervasyonunu V. kranial sinir sağlar. Ayrıca VII., IX., X. kranial sinirler ve üçüncü servikal sinir de dal vermektedir. X. kranial sinirden gelen dal Arnold siniri adını alır ve bu sinir DKY'nun temizlenmesi sırasında öksürük refleksine neden olabilir (9,10,11).

Kulak zarı, DKY'nun sonunda yer alan ve orta kulak boşluğunu DKY'dan ayıran bir perdedir. Vertikal uzunluğu 9–10 mm, horizontal uzunluğu 8–9 mm ve ortalama kalınlığı ise 0,074 mm'dir. Dış yüzde DKY derisinin devamı olan kutanöz tabaka, iç yüzde orta kulak mukozasının devamı olan mukozal tabaka ve arada fibröz tabakadan oluşur. Kulak zarı sulcus timpanicus içine Gerlach halkası denen anulus fibrosus ile tespit edilmiştir. Anulus üstte tam değildir. Anterior ve posterior malleolar ligamanlarla devam eder. Kulak zarının bu ligamanların üstünde kalan gevşek kısmına pars flaccida (Schrapnell zar), alttaki gergin kısmına da pars tensa adı verilir. Pars tensa kulak zarının büyük kısmını oluşturur ve ses dalgaları ile titreşen kısımdır. Pars tensa'da bulunan fibröz tabaka, pars flaccida da yoktur. Pars tensa, kan damarları bakımından fakirdir. Bu yüzden dış etkilere olan dayanıklılığı daha azdır. Pars flaccida da sinirler ve zengin bir kapiller ağ bulunur. Pars tensa'nın medial yüzü orta kulak boşluğu ile komşu olup, buna karşılık pars flaccida'nın attik bölge ile komşuluğu vardır. Pars tensa'nın orta kısmında, yukarıdan aşağı doğru uzanan malleusun manibrium mallei parçası bulunur. Kulak zarının en çukur noktasına umbo denir (6,9,12).

Kulak zarı a. maxillaris interna'nın dalı olan a. auricularis profundus dalı ile beslenir. Membranın dış kısmı V. IX. ve X. kranial sinirler tarafından, iç kısmı ise VII. ve IX. kranial sinirler tarafından innerve olur (6).

2.1.2. Orta kulak

Orta kulak, kulak zarı ile kemik labirent arasında bulunan, östaki borusu aracılığı ile dış ortamla, aditus yolu ile mastoidin havalı boşlukları ile bağlantısı olan, müköz membranlarla örtülü bir alandır. Ortalama hacmi 0,5 cm³ kadardır.

Orta kulak boşluğunun 6 duvarı vardır (6,13);

1-Üst duvar (Tegmen tympani): Epiteimpanumun tavanını oluşturur ve orta kranial fossa ile komşudur.

2-Alt duvar: Hipotimpanumun tabanını oluşturur. Juguler bulbus ve juguler ven ile komşudur. Ayrıca arka kısmında stiloid çıkıntı ile komşuluğu vardır.

3-Arka duvar: Mastoid ile ilişkilidir. Arka kısmında ayrıca stapes kası ve stapes tendonunun yapıştığı eminentia pyramidalis, facial sinirin ikinci parçası ile çok yakın komşuluk gösterir ve hemen lateralinden chorda tympani siniri orta kulak boşluğuna girer. Eminentia pyramidalis ile sinüs tympani arasında recessus facialis vardır. Eminentia pyramidalis medialinde sinüs tympani bulunur. Recessus facialis'in arka üstünü sınırlayan fossa incudis içerisinde inkus kısa kolu yer alır.

4-Ön duvar: Karotis internanın yaptığı çıkıntı ile östaki borusu ve tensör timpani kası bulunur. Karotis interna, %2 vakada çıplak olarak orta kulak mukozası altından çıkar. Bu varyasyona ek olarak %20 vakada kemik duvar çok ince olabilir.

5-İç duvar: Promontoryumun yaptığı çıkıntı aracılığı ile iç kulakla komşuluk gösterir. Promontoryum üzerinde membrana tympani secundaria ile kaplı yuvarlak pencere ve stapes tabanının yerleştiği oval pencere vardır.

6-Dış duvar: Yukarıdan aşağı doğru scutum, kulak zarı ve hipotimpanum olmak üzere üç kısma ayrılır.

Orta kulak boşluğunda üç tane hareketli kemikçik vardır. Malleus, inkus ve stapes. Kemikçikler orta kulak boşluğunun üst ve arka kısmına yerleşmişlerdir ve bu boşluğa bağlarla tutunurlar (6).

Malleus: İçlerinden en büyük olanıdır. Dışta yer alır. Kulak zarı ile ilişkide olup; baş, boyun, manibrium, anterior ve lateral proçesden oluşur. Fetal hayatın 4. ayında gelişmeye başlar ve 6. ayda kemikleşmeyi tamamlar. Malleusun başı inkusun

korpusu ile sinoviyal eklem yapar. Tensor timpani kası tendonu malleusun boynuna ve manibriumu yapıdır. Bu kas manibriumu mediale çekerek timpanik membranı içe doğru çeker.

İnkus: Malleus ile stapes arasında lokalizedir. Fetal hayatın 4. ayında gelişmeye başlar ve 6. ayında kemikleşmesini tamamlar. İncus posterior ligament ile fossa inkudise, süperior ligament ile epitimpanik resese tespit edilir. İncus korpus, kısa ve uzun proçeslerden oluşur. İncus korpusu, malleus başı ile eklem yapar. Uzun proçesin ucunda processus lentikularis denen ve stapes başı ile sinoviyal eklem yapan bir kısım bulunur. Kısa kolu fossa inkudise yerleşir.

Stapes: Baş, iki krus ve tabandan oluşur. Tabanın alanı 3.2 mm²'dir ve yüzeyi düz veya hafifçe konkav olup ligamentum annulare ile fenestra vestibüliye tespit edilir. Fetal hayatın 4. ayında kemikleşmeye başlar, 6. ayında kemikleşmesi tamamlanır. Arka bacağın üstüne stapes kası tendonu yapıdır. Stapedio vestibüler eklem basit fibröz bir eklemdir (6).

Eustachi borusu: Nazofarinks ile cavum timpaniyi birleştiren 3-4 cm uzunluğunda bir tüptür. Uzunluğu yenidoğanda 17-18 mm, yetişkinde 31-38 mm kadardır. Üst 1/3 kısmı kemik, alt 2/3 kısmı kıkırdaktır. Eustachi tüpü hafif "S" şeklindedir. Kartilaj kısmındaki mukoza yüksek psödostratifiye silindirik solunum epiteli ile döşelidir. Kemik kısmındaki mukoza kartilaj kısmındaki epitele benzer. Tek fark biraz daha kısadır. Bebeklerde tuba erişkinlere göre daha kısa ve geniştir, aynı zamanda daha horizontal seyir gösterir. Tubanın kemik kanalının üstünde semikanalis tensor timpani, iç tarafa karotid kanalın lateral yüzü, altta juguler fossa ile komşuluk gösterir. Kemik kanal timpanik ağızında en geniştir. Gittikçe daralır ve en dar yeri isthmus bölümüdür. İsthmustan sonra kıkırdak bölümü nazofarinkse kadar genişleyerek ilerler. Tuba üstaki normalde kapalı durur. Ancak çiğneme, yutma veya hapşırma sırasında açılır. Nazofarinksteki ağzının açılmasında en fazla rolü tensör veli palatini kası oynar. Tuba ağzının kapanışı pasif olarak gerçekleşir (6).

Tuba üstakinin başlıca 3 fonksiyonu vardır:

1.Ventilasyon: Nazofarinksdeki havanın orta kulağa geçişine izin vererek orta kulağın ventilasyonu ve kulak zarının her iki tarafındaki hava basıncının eşit olmasını sağlar.

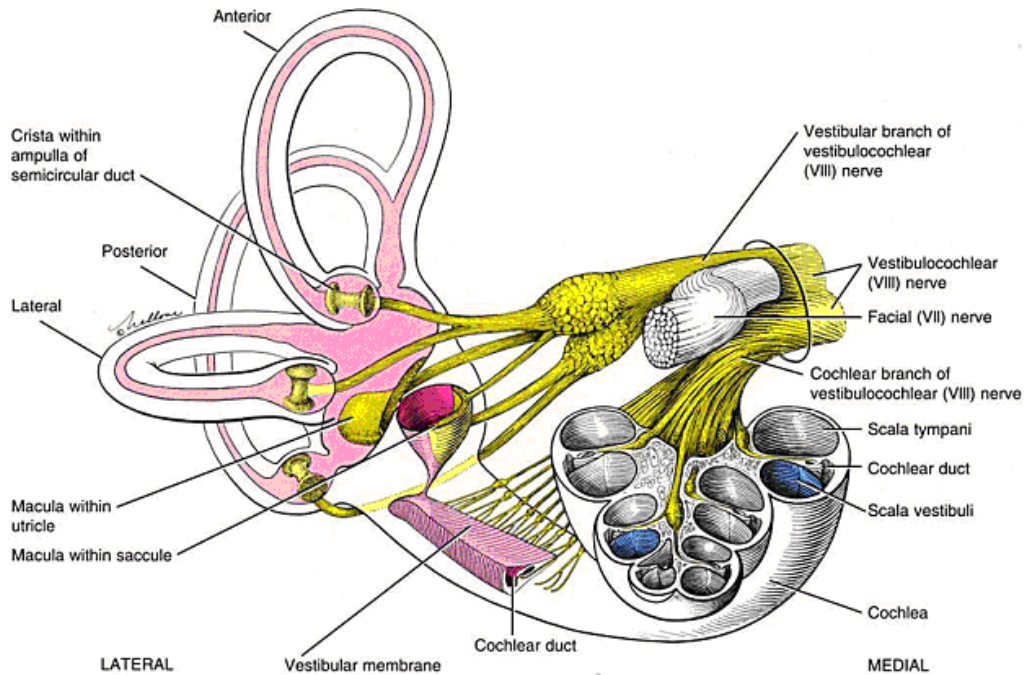
2.Temizleme: Orta kulaktaki sekresyonların mukosilier aktivite ile nazofarinkse atılmasını sağlar.

3.Koruma: Nazofarinksdeki bakterilerin orta kulağa geçişine engel olur (6).

Orta kulağın kanlanması hem internal hem de eksternal karotid arterden sağlanır. Kulak zarı, malleus, inkus ve kavitenin ön bölümüne a. maxilaris interna'nın dalı olan a. tympanica anterior, arka bölgeye ve mastoid hava hücrelerine a. auricularis posterior'un dalı olan a. stylomastoidea'dan gelir. İnternal karotid arterin bir dalı olan a. carotico tympanica ön duvarın, a. meningia media'dan ayrılan a. petrosus superficialis dalı ise fasiyal sinirin ve genikülat ganglionun kanlanmasını sağlar. A. temporalis superficialis, a. stylomastoidea ile pleksus oluşturarak inkudostapedial ekleme gider. Venöz drenajı; sinüs lateralis, bulbus jugulare, sinüs petrosus superior, plexus pterygoideus ve v. meningea media ile sağlanır. Sempatik ve duyu sinirleri n. glossofaringeus'un dalı n. tympanicus (Jacobson siniri) ve n. carotico tympanicus'tur. Lenfatik damarları, retrofarengeal lenf nodları ve parotis içindeki lenf nodlarıdır (11,14).

2.1.3. İç Kulak

İç kulak, işitme ve denge ile ilgili reseptörlerin bulunduğu kısımdır ve temporal kemiğin petröz bölümünde yerleşmiştir (15,16). İşitme ve denge organlarını barındırır. Yuvarlak ve oval pencere yoluyla orta kulak ile bağlantılı olup koklear ve vestibüler akuaduktuslar yoluyla kafa içi yapıları ile bağlantılıdır. Kemik (osseöz) ve zar (membranöz) labirent olmak üzere iki kısımdan oluşur (Şekil 2) (6,8).



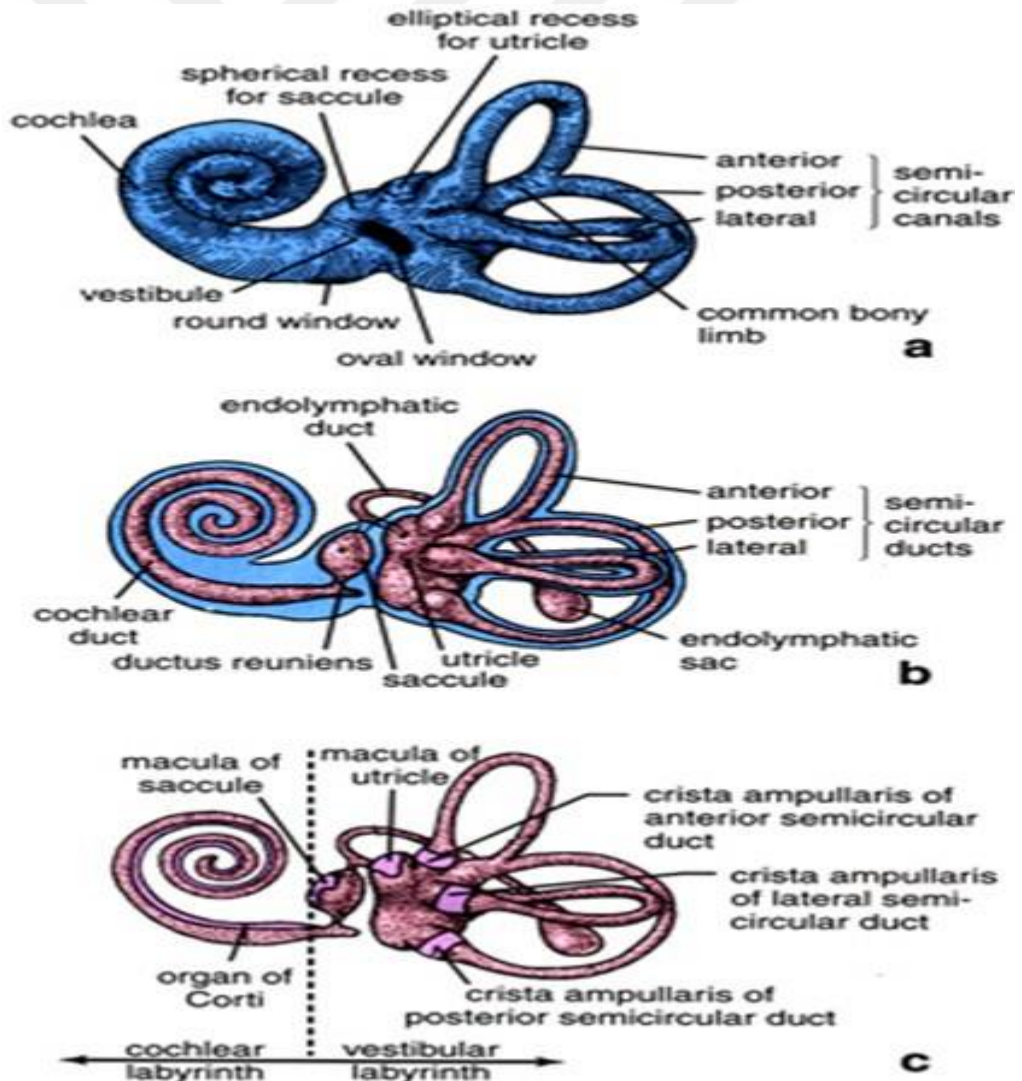
Şekil 2: İç kulak yapıları

Kemik (osseöz) labirent: Kemik labirenti otik kapsül adı verilen sert kompakt kemik dokusu oluşturur. Zar labirent bunun içinde yer almaktadır. Aralarında perilenf adı verilen sıvı bulunur (7,17).

Kemik labirent şu kısımlardan oluşur:

1. Vestibulum
2. Kemik semisirküler kanallar
3. Koklea
4. Aquaduktus vestibuli
5. Aquaduktus koklea

Zar (membranöz) labirent: Zar labirent kemik labirentin içinde aynı şekli alır. Zar labirent kemik labirenti tamamen doldurmaz. Onun ancak 1/3 kısmını doldurur (Şekil 3).



Şekil 3: Kemik ve membranöz labirent

Zar labirent şu kısımlardan oluşur:

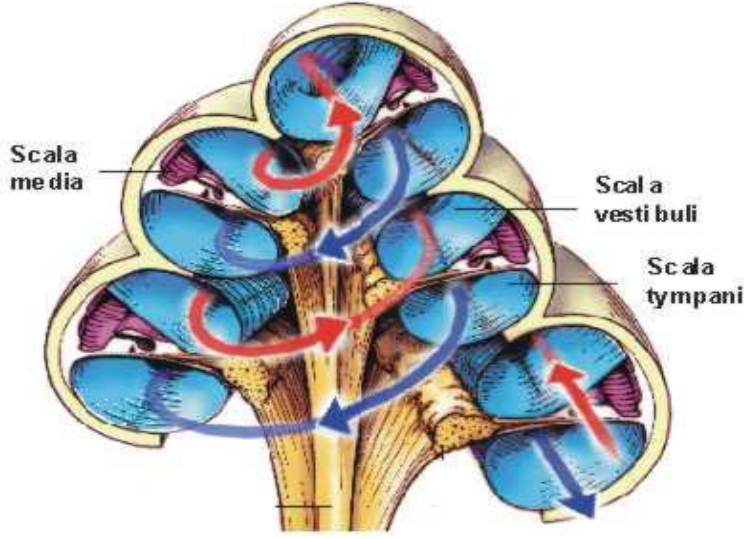
1. Utrikulus
2. Sakkulus
3. Duktus semisirkularis
4. Duktus endolenfatikus
5. Duktus perilenfatikus
6. Duktus koklearis
7. Korti organı

Kemik (osseöz) labirent

Vestibulum: Yaklaşık 4 mm çapında düzensiz ovoid bir kavitedir. Dış yan duvarı yuvarlak ve oval pencere aracılığıyla timpanik kaviteye; ön duvar kokleaya komşudur. Üst ve arka duvarda semisirküler kanallarla birleşir. İç yan duvarda ise ön alta sakkulus'un yerleştiği sferikal resess, arka üstte ise utrikulus'un yerleştiği eliptikal resess bulunur (7,18).

Kemik semisirküler kanallar: Superior, posterior ve lateral olmak üzere üç adet semisirküler kanal uzayın üç ayrı düzlemine yerleşmiştir. Her biri yaklaşık olarak bir dairenin 2/3'ü kadar olan bu kanallar vestibulum'a açılır (7,18).

Koklea: İç kulağın ön kısmında bulunan ve şekli salyangoza benzeyen kemik bir tüptür. (Şekil 7). Modiolus, kanalis spiralis koklea ve lamina spiralis ossea'dan oluşur. Modiolus, kokleanın eksenini oluşturur. Modiolus içindeki ince kanallardan koklear damarlar ve VIII. kranial sinirin lifleri geçer. Bu kanalcıkların hepsi modiolusun spiral bir şekilde olmasından dolayı modiolusun spiral kanalı adı da verilen Rosenthall kanalına açılırlar. Bu kanalın içinde ganglion spirale de denilen Korti ganglionu bulunur. Kanalis spiralis koklea, modiolusun çevresini iki buçuk defa spiral olarak dolanan kemik bir yoldur. Bu yol, vestibulun ön alt kısmından başlar ve zirve veya kupula adı verilen kapalı bir uçla sonlanır. Lamina spiralis ossea, modiolustan uzanan kemik bir laminadır. Baziler membran adı verilen fibröz bir tabaka ile devam eder ve karşı duvara ulaşarak kanalis spiralis kokleayı ikiye böler. Vestibulum açılan üst parçaya skala vestibuli, fenestra koklea aracılığıyla kavum timpaniye açılan alt parçaya skala timpani denir. İki skala; kokleanın tepesinde helikotrema denilen delikle birleşir. Lamina spiralis ossea'nın serbest kenarı ile kanalis spiralis kokleanın dış yan duvarı arasındaki baziller membranın üzerinde, korti organı (organum spirale) adı verilen işitme organı bulunur (7,18) (Şekil 4).



Şekil 4: Koklea

Aquaduktus vestibuli: Vestibulumun iç yan duvarından başlayıp petröz kemiğin fossa subarkuata denilen çukurunda sonlanır. Bu kanalın içinde zar labirente ait duktus endolenfatikus ve onun ucunda sakkus endolenfatikus vardır (7,18,19).

Zar (membranöz) labirent

Utrikulus: Vestibulumun iç yan duvarındaki eliptikal reseste bulunur. İç yan duvarında makula utrikuli adı verilen kısmında denge hücreleri bulunur ve buradan n. utrikularis baslar. Utrikulusta duktus semisirkularis'lerin açıldığı beş ve duktus utrikulosakkularis'in açıldığı bir adet delik bulunur (7,18)

Sakkulus: Vestibulumun iç yan duvarındaki sferikal reseste bulunur. Bunun da iç yan duvarında makula sakkuli adı verilen kısımda denge hücreleri vardır ve buradan n. sakkularis baslar. Sakkulusta bir tane duktus utrikulosakularis'e ait, bir tane de sakkulusu duktuskoklearis'e bağlayan duktus reuniense ait iki delik vardır (7,18).

Duktus semisirkularis: Kemik semisirkuler kanalların içerisinde bulunurlar. Ancak kemik kanalların 1/5 kalınlığındadır. Diğer 4/5'lik kısmı perilemf ile doludur. Membranöz kanalların ampullaları içerisinde krista ampullaris adı verilen kabarık bölgelerde duyu epiteli mevcuttur. Buralardan n. ampullaris anterior, n. ampullaris posterior ve n. ampullaris lateralis baslar. Her üç n. ampullaris daha sonra n. utrikularis ve n. sakkularis ile birleşerek n. vestibularis'i oluşturur (7,18).

Duktus endolenfatikus: Duktus utrikulosakkularis adlı borucuktan doğar. Aquaduktus vestibuli adlı kemik kanal içinde ilerler. Fossa subarkuata'daki sakkus endolenfatikus adlı şişlikte dura mater altında sonlanır (7,18).

Duktus perilenfatikus: Aquaduktus koklea içerisinde bulunur ve skala timpani ile subaraknoid boşluğu birleştirir. İçinde perilenf bulunur (7,18).

Duktus koklearis: İki ucu kapalı üç yüzlü bir boru şeklinde olan duktus koklearisin tepesinde bulunan kör ucuna çekum kupulare, taban kısmındaki kör ucuna ise çekum vestibulare denir. Çekum vestibulare'ye yakın bölümünden çıkan duktus reuniens aracılığıyla sakkulusa bağlanır. Duktus koklearis koklear kesitlerde üç duvarlı bir yapı olarak görülür.

a. Reissner membranı (membrana vestibularis): Duktus koklearisin üst duvarını oluşturur. Skala vestibuli ve skala mediyayı (duktus koklearis) birbirinden ayırır.

b. Ligamentum spirale koklea: Duktus koklearisin dış duvarını oluşturur. Lamina bazillarisin tutunduğu yerdeki çıkıntılı kenarına krista bazillaris; hemen yukarıdaki oluğa sulkus spiralis eksternus; bu oluşumu yukarıdan sınırlayan çıkıntıya prominenta spiralis denir. Dış duvar iç yüzünde stria vaskularis denilen damardan çok zengin bir tabaka mevcuttur.

c. Korti organı (organum spirale): Duktus koklearin içinde ve alt duvarını oluşturan lamina bazalisin iç üst bölümü üzerine oturur. Çekum kupulaya kadar uzanır (7,18).

İç Kulağın Damarları: Labirentin arter, çoğunlukla a. cerebelli anterior inferior'dan ayrılır ve labirenti kanlandırır. Labirentin arter, basiller arterden hatta doğrudan vertebral arterden de çıkabilir. İç kulak kanalına VIII. kranial sinirle birlikte girer ve iki ana dala ayrılır. A. vestibularis anterior ve a. cochlearis communis. Bu dallardan, vestibülü ve kokleayı besleyecek olan dalcıklar çıkar; a. vestibulocochlearis ve a. cochlearis (20,21,22).

Vestibulokoklear ve koklear arter, koklear kanalın lateral duvarında stria vaskularis ve spiral laminada kapiller ağ oluşturarak sonlanır. Koklear arter apekse doğru ilerlerken spiral modiolar arter adını alır. Bu arter bir end arterdir ve obstrüksiyonları sağlığa yol açabilmesinden dolayı önemlidir (20).

Spiral modiolar arterden arterioller ayrılarak kapiller dallar verirler ve koklear beslenmeyi temin ederler. Kokleada damar sistemi, segmental düzene sahiptir. Spiral kapiller sistem, sarmal yapısı nedeni ile anastomozlara olanak tanır. Özellikle bazal kıvrımda anastomozlar sıktır ve kapiller alana geçebilecek şantlar mevcuttur (21).

İç kulağın venöz dönüşü arterlerle birlikte seyreden yandaş venlerin birleşmesi yolu ile olusan v. labirentika ile olur. Bu da sinüs petrosus superior ve inferior, sinüs transversus ve v. jugularis interna'ya dökülür. Lenfatik sistem endolenf ve perilenf olarak kabul edilir. Bunlarda beyin omurilik sıvısına (BOS) dökülürler (18,23).

İç kulak sinirleri: Bipolar afferent sinirlerin hücre gövdeleri Rosenthal kanalındaki spiral ganglionu oluşturur. 2 tip nöron vardır. Tip 1 nöronlar myelinlidir, tüm popülasyonun %95'ini oluşturur ve iç saçlı hücrelere dağılırlar. Tip 2 nöronlar myelinsizdir, toplamın %5'ini oluştururlar ve dış saçlı hücrelere dağılırlar. Lifler kendi myelin tabakalarını kaybettikleri yer olan habenula perforata yoluyla kemik spiral laminadan corti organına geçerler. Dış saç hücreleri için olan lifler, Deiters hücreleri arasındaki üç grup içerisinde olan spiral ve baziller membran boyunca kortinin tüneline geçerler. Terminal dallar spiral liflerden kaynaklanırlar ve çok sayıda dış saç hücrelerini innerve ederler. Bunun tersine her bir iç saç hücresi çok sayıda tip1 lifler ile innerve edilirler. Tüm sinir sonlanmaları kadeh şeklinde ve vezikülsüzdür. Granülsüz sonları ile birlikte bu afferent liflere ilaveten granüle olmuş birçok sonlanımlar hem dış saç hücreleri ile hem de afferent liflerin terminal sonlanımları ile kontakt yapacak şekilde gözlenmiştir. Bu granüle olmuş sonlar Rasmussen'nin olivokoklear demetindeki beyin kökünden kaynaklanan efferent liflerdir. Hücre gövdeleri süperior olivary kompleks içerisinde yerleşmiştir. Lifler inferior vestibuler sinir ile birlikte ilk olarak beyin kökünde ilerler fakat vestibulokoklear anastamoz şeklinde kokleaya girerler. İntraganglionik spiral demetlerde lifler, internal spinal demetler ile iç saç hücrelerini innerve eden afferent liflere dağılırlar. Alternatif olarak lifler korti tüneline ortasından geçerler ve iç saç hücrelerinin gövdelerine dağılırlar. Bu liflerin baskılayıcı olduğu sanılır (20).

İç Kulak Histolojisi

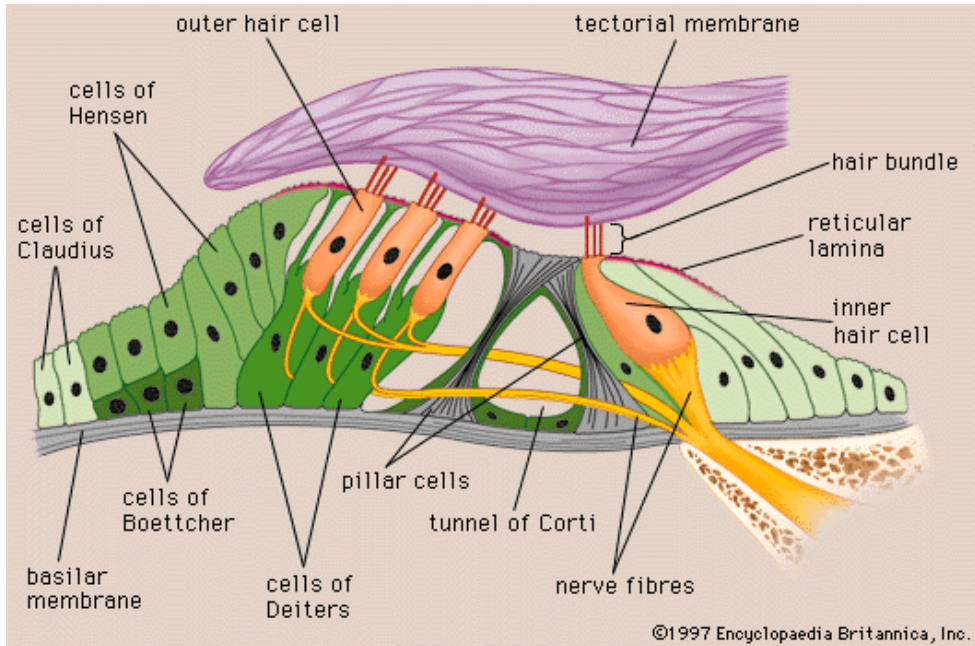
Koklea: Kokleanın en önemli ve duysal reseptör hücrelerinin lokalize olduğu yer olan duktus koklearis 3 bölüme ayrılır;

Reissner membranı: Skala vestibuli ve skala mediyayı birbirinden ayıran birer sıra hücrenin arasına yerleşmiş ince bir bazal laminadan yapılmıştır. Endolenfe bakan hücreler küboid yapıda olup apikal mikrovilluslar içerirler. Perilenfe bakan hücreler ise gevşek biçimde birbirlerine bağlı skuamöz yapıya sahiptir.

Lateral duvar: Duktus koklearisin yan ve dış duvarının yapar. En dışta çoğunluğu tip 1 fibroblast benzeri hücrelerden oluşmuş spiral ligament bulunur. Spiral ligamentin iç tarafında ise çok katlı yassı epitelden stria vaskülaris bulunur. Stria vaskülaris endolenfteki yüksek potasyum, düşük sodyum iyon potansiyelini sağlayan marjinal hücreler; fagositoz yeteneği olan intermediate hücreler; epitel ve endotelin bazal membranının birleşmesinden oluşan ve molekül geçişine izin vermeyen bazal hücrelerden oluşur. Stria vasküaris ile bazal membran arasında iyon ileten enzimler içeren çok sayıdaki tip 2 fibroblast hücrelerinden oluşmuş spiral prominens bulunur.

Baziller membran: Bağ dokusundan oluşan bir membrandır. Membran boyunca genişlik bazal turdan başlayarak apikale doğru artar. Baziller membran hareketlerinin frekansa özel olması, frekans analizi ve ses şiddetinin alınabilmesi, bu sayede olmaktadır. Baziller membranın dış tarafında endolenfle temas eden kübik küçük mikrovilluslu hücrelerden oluşan ve büyük moleküllerin geçişine izin vermeyen Cladius hücreleri; Cladius hücreleri taban kısmı ile baziller membran arasına yerleşmiş, tek katlı küboid hücrelerden oluşan, fibronektin üreten ve karbonik anhidraz içerdiğinden dolayı iyon ve sıvı trasportunda etkili olan Boettcher hücreleri bulunur (22).

Korti organı: Baziller membran ve perilenfteki mekanik titreşimleri sinir liflerini uyaran elektrik akımlarına dönüştürür. Korti organı baziller membran, üzerine dayanmış destek hücreleri, spiral seklinde dizilmiş çeşitli duyuşal hücreler ve bunların üzerini örten tektorial membrandan oluşur (Şekil 5).

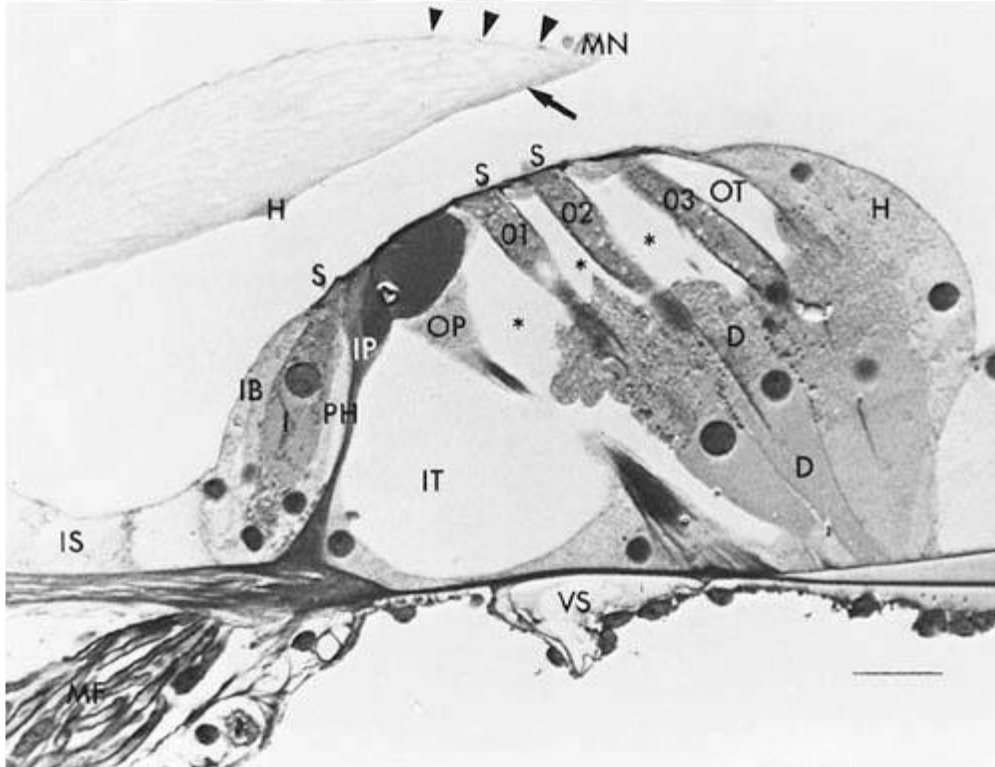


Şekil 5: Korti organı

1. Destek Hücreler (Şekil 6)

Hensen hücreleri: Korti organının yan sınırını oluşturur. Koklea apeksine doğru uzunlukları artar. Çekirdekleri sitoplazmanın üst kısmında bulunur. Birkaç dizi halindedirler. Hensen hücreleri ile dış titrek tüylü hücreler arasında dış korti tüneli bulunur (6,22).

Deiters hücreleri: Dış tüylü hücrelerin destekleyici hücreleridir. Baziller membrana bağlıdır. Dış titrek tüylü hücrelerin çevresini sararlar. Sadece tabanda açıktır ve buradan da efferent ve afferent sinir lifleri dış titrek tüylü hücrelere ulaşırlar. Dış titrek tüylü hücreler ve Deiters hücreleri ve parmakçı çıkıntılarla retiküler membranın oluşmasına katkıda bulunurlar. Dış tüylü hücrelerle Deiters hücrelerinin parmakçı çıkıntıları arasında sıvı dolu boşluğa Nuel boşluğu adı verilir (6,22).



Şekil 6: Korti organı mikroskopik görüntüsü

Yukardaki şekilde; Fotomikrografta korti organının radyal kesisi ve içerdiği hücreler görülüyor. Hensen hücreleri (H), Corti'nin dış tüneli (OT), Deiters hücreleri (D), Nuel Boşluğu (yıldızlar), üç sıra dış titrek tüylü hücre (O3, O2, O1), dış sütun hücreleri (OP), Corti'nin iç tüneli (IT), iç sütun hücreleri (IP), iç titrek tüylü hücre (I), tüylü hücre stereociliaları (S), iç parmakçı hücreler (PH), ve iç sınır hücreleri (IB).

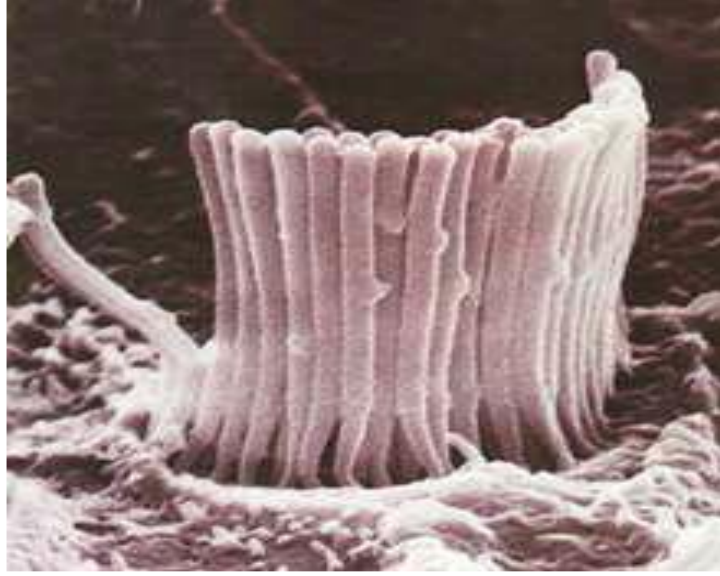
Ayrıca iç sulkus hücreleri (IS), myelinli sinir lifleri (MF), vasa spirale (VS), tektoryal membran ve Hensen şeriti (H), Hardesty membranı (ok), marjinal net (MN), ve cover net (okbaşları).

Sütun hücreleri (pillar hücreler): Dış ve iç olmak üzere iki tip pillar hücre vardır. Retiküler laminanın bazı kısımları ile korti tünelinin oluşmasına katkıda bulunurlar. Destek hücrelerinin tabanları geniş ve çekirdekleri yuvarlaktır. Aktin filamanlar ve mikrotübüllerden oluşurlar. Hücrelerin apikal uzantısı dikdörtgen biçiminde sonlanır ve retiküler laminanın oluşmasına yardım eder. Ayrıca iç korti tünelinin oluşmasında katkıları vardır. Pillar hücrelerin parmaksı çıkıntıları, hem dış titrete tüylerin ve hem de iç titrete tüylü hücrelerin yan sınırlarını yapar (6,22).

İç sınır ve falangeal (parksı) hücreler: İç titrete tüylü hücrelerle, iç sulkus hücrelerini birbirinden ayırır. İç sınır hücreleri korti organının en medial kenarını yaparlar ve membrana tektoria hücreleri ile devam ederler. İç falangeal hücreler, dış tarafta dış titrete tüylü hücreleri birbirinden ayırırken iç tarafta iç titrete tüylü hücrelerle iç sulkus hücrelerinin arasına yerleşir. Tabanda iç falangeal hücreler, iç titrete tüylü hücrelerle birlikte myelinsiz sinir liflerini çevrelerler (6,22).

2. Duyusal Hücreler

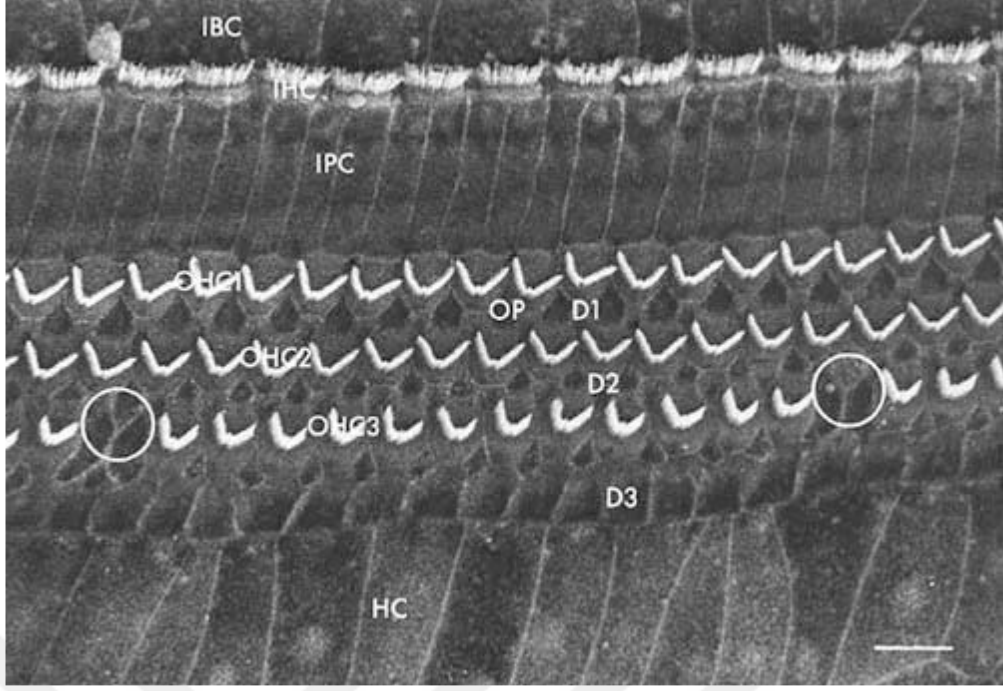
Stereosilia: Bunlara sensoriyal hücreler de denir. İç ve dış saçlı hücreler, hücre iletimi için önemli olan apikal stereosilia içerirler (Şekil 6 ve 7). Uzunlukları tabandan tepeye doğru ve içten dışa doğru gittikçe artar. İç saçlı hücre stereosiliası, küp şeklindeki dış saçlı hücre stereosiliasından aşağı yukarı iki kat kalındır. Stereosiliası gerçek silia olmayıp saçlı hücrelerin kutikuler tabakasından uzanan, uzun ve sert mikrovilluslardır. Stereosilialar yatay ve dikey bağlantılarla birbirlerine bağlanmışlardır. Stereosiliaların rijit yapısı, içerisindeki polarize aktin filamentlerinin aksiyel olarak bulunmasına bağlıdır. Olgun koklear saçlı hücreler, vestibüler saçlı hücrelerin aksine kinosilium içermezler. Dış saçlı hücrelerin stereosiliaları "V" veya "W" şeklinde dizilmişlerdir. Saçlı hücrelerin apikal yüzeyleri altı ya da yedi stereosilia tabakası içerir.



Şekil 7: Stereosilyalar

Dış saçlı hücreler: Korti organı içinde, apikal ya da bazal uçlardan Deiters hücrelerine ve bunların parmaksı çıkıntılarına bağlanır. İnsanda ortalama 13400 dış saçlı hücre vardır. Dış saçlı hücreler retikuler lamina içinde medialden laterale doğru dizilmişlerdir. Hücre uzunluğu apekse doğru artar ve 14 mikrondan 55 mikrona ulaşır. Saç hücrelerinin apikal yüzündeki parmaksı uzantılara stereosilia denir. En uzun dış saç hücrenin stereosiliası, tektorial membranın alt yüzüne bağlanır. İç plazma membranı boyunca Hensen cisimcikleri içeren yüzey altı sisternalar vardır. Bu sisternaların dış saç hücrelerinin hareketleriyle ilgili olabileceği düşünülmektedir. Deiters hücrelerinin uzantıları dış saç hücrelerinin dış ve yan tarafına bağlanır. Dış saç hücrelerinin taban sonlarında, birkaç küçük afferent sinir ucu ve 10 adet geniş vezikül dolu efferent sinir ucu vardır (22) (Şekil 8).

İç saçlı hücreler: Vestibüler saçlı hücrelere benzerler. Bu hücreler destek hücrelerinin sıkıca sardığı yassı görümlü tek tabaka oluştururlar. İç saçlı hücrelerin taban kısmında birçok sinaptik sinir sonlanması görülür (6,22).



Şekil 8: İç ve dış titrek tüylü hücreler ve stereosilyalarının elektronmikroskopik görünümü

Yukardaki şekilde; Deiters Hücreleri (D1,D2,D3), Hensen Hücreleri (HC), İç Sıra Hücreler (IBC), İç Titrek Tüylü Hücreler (IHC), İç Parmaksı Hücreler (IPC) ve koklear skar bölgeleri görülmektedir (Çemberler).

3. İç Sulkus: Dış kenarında spiral limbus, iç kenarında korti organı ve yukarıda tektorial membran ile sınırlı üstü açık spiral bir kanaldır. İç sulkus hücreleri Cladius hücrelerine benzerler. Hücrelerin üst yüzeylerinde mikrovilliler vardır ve hücre arası flamanları ile birbirlerine sıkıca bağlanmışlardır (6,22).

4. Spiral Limbus: Kemik spiral laminanın iç kenarında bulunan damarsal konnektif doku tabakasıdır. En iç kenarına Reissner membranı tutunur. Dış kenarını, iç sulkus hücrelerinin yaptığı Huschke dişi diye adlandırılan sivri bir çıkıntı oluşturur. Spiral limbusun endolenfatik yüzü tektorial membranın limbal bölümü diye adlandırılan ince ekstrasellüler matriksle örtülüdür. Spiral limbus; bağ dokusu fibroblast benzeri hücreler, damarsal elementler ve ekstrasellüler filamentler içerir (22).

5. Tektorial Membran: Spiral limbus, iç sulkus ve korti organının üzerini örten hücresiz, ekstrasellüler bir matrikstir. Temelde fibröz materyalden yapılmış ve endolenfle ıslanmış görülür. Altı bölüme ayrılır: limbal tabaka, fibröz matriks, marjinal bant, ağısı örtü, Hensen çubuğu ve Hardesty membranı. Tektorial membran korti organı seviyesinde dış saçlı hücreleri örter (22).

6. Kemiksi spiral lamina: Modiolustan baziler membranın iç kenarına kadar uzanan ince, spiral bir kemik tabakadır. Spiral laminanın içi korti organına giriş çıkış yapabilen sinir liflerinin myelinizasyonlarını kaybedip korti organına girdikleri yerdeki, habenulae perforata denilen kanallarla delinir (22).

İç Kulak Fizyolojisi

İç kulak sıvıları: İç kulak sıvıları perilenf, endolenf ve kortilenf olmak üzere üç çeşittir. Perilenf BOS'tan kaynaklanmaktadır. Kimyasal olarak ekstrasellüler sıvıyı andırır, Na⁺ dan zengin (Na⁺ 140mEq/L), K⁺ dan fakirdir. (K⁺ 5,5-6,25mEq/L). Endolenf yapımında stria vaskularis rol alır. K⁺ dan zengin (K⁺ 140-160mEq/L), Na⁺ dan fakirdir. (Na⁺⁺ 12-16 mEq/L).

Kortilenf korti tüneli ve Nuel bosluklarında bulunur. BOS'tan kemiksi spiral laminanın kanalcıkları içinde seyreden akustik sinirin lifleri boyunca gelir. Endolenfin yüksek K⁺ içeriği nöral iletiyi engelleyeceği için korti tünelinin içinden geçen dış saçlı hücrelerin lifleri kimyasal olarak perilenfe benzeyen kortilenf ile sarılmıştır (24,25).

2.2. İşitme Fizyolojisi

2.2.1. Kulak ve işitme gelişimi

Fetusta bütün duyu organları prenatal dönemde gelişmeye başlar ve genellikle dokunsal, vestibüler, kimyasal, işitsel ve görsel gelişim şeklinde bir sıra izler. Prenatal ve erken postnatal dönemde duysal sistemlerin kısmen immatür olması, sonraki algısal ve davranışsal gelişim açısından önemli olabilir. Dolayısıyla duysal organlardaki yetersizlik, aşılması gereken bir eksiklik değil, normal duysal ve algısal öğrenme için gerekli olan adaptif bir özelliktir (26).

Gelişim basamaklarının bir sonucu olarak normal şartlarda erken gelişen işitme duyusu, görmeye kıyasla daha fonksiyonel hale gelir. Bu nedenle, bebeğin algısal organizasyonunun gelişmesi açısından işitsel uyarıların tipi ve zamanı önem kazanır. Prematüre bebekler, normalde filtreden geçmiş seslerle ve düzenli vestibüler uyarılarla karşılaşmaları gereken bir dönemde aşırı miktarda işitsel uyarı ve azalmış vestibüler uyarı ile karşı karşıya kalırlar. Bunların sonuçları günümüzde tam olarak bilinmese de,

çalışmalar, organizmanın algısal ve davranışsal gelişiminde bazı etkileri olabileceğini ortaya koymuştur (26).

Fetüste ilk gelişen kısım iç kulaktır. Tüylü hücrelerin gelişimi gebeliğin 10-12. haftalarında olurken, dış tüylü hücreler ve 8.sinirdeki sinapslar 22.hafta civarında gelişir. İç kulak, erişkindeki şekil ve büyüklüğüne 20-22. haftalarda ulaşır. Yenidoğanda, mastoid antrum hemen hemen erişkindeki büyüklüğüne erişmiştir. Ancak içinde hiçbir mastoid hücresi yoktur. Orta kulak, puberte boyunca büyümeye devam eder. Dış kulak da puberteye kadar büyümeye devam eder (26).

Orta kulak, dış kulak yolundaki düşük impedansı, iç kulaktaki yüksek impedansa dönüştürür. Kulak zarı doğumdan başlayarak bazı değişikliklere uğrar. Yenidoğan dönemi boyunca kulak zarının, stapes tabanına olan oranı artar. Kulak zarının eğiminde ve titreşim paterninde meydana gelen değişiklikler de iç kulağın fonksiyonlarını etkiler. Miadında doğmuş bebeğinde ilk 4 ayda, kulak zarının renk, şeffaflık ve hareketliliği de değişir (26).

Çocuklarda ortaya çıkan kalıcı sağırlığın büyük kısmı koklear fonksiyon bozukluğuna bağlıdır. Koklea 20. gebelik haftasında fonksiyon görebilecek yapıdadır ancak biyokimyasal ve metabolik değişiklikler daha sonrada devam eder. Normal bir işitme için, özellikle dış tüylü hücrelerin fonksiyonel bütünlüğünün sağlanması önemlidir. İnsanlarda işitme en erken gebeliğin 18. haftasında başlamakla beraber olgunlaşması yaklaşık 28. hafta civarında olur (26).

2.2.2. Sesin kokleaya iletimi

İşitme, başın çevresinde oluşan ses dalgalarının dış kulak, orta kulak ve iç kulak aracılığı ile beyin sapından geçip korteksteki işitme merkezi tarafından algılanmasıdır. Auricula ve dış kulak yolu sesin iletilmesinde pasif rol oynar. Auricula ses dalgalarının toplanmasında, dış kulak yolunda bu dalgaların timpanik membrana iletilmesinde rol oynar (27).

Orta kulak, dış kulak yolundaki hava boşluğunda bulunan ses enerjisinin, kokleadaki sıvı ortama ulaşmasını sağlar. Hava ortamın akustik impedansı, sıvı ortamdakine göre çok düşüktür. Akustik impedans, ses basıncının, ortamdaki moleküllerin hareket hızına oranıdır. Moleküllerin yavaş hareket ediyor olması akustik impedansın yüksek olmasını sağlar. Bir ortamdaki moleküller ses basıncıyla ne kadar yavaş hareket ediyorsa ses iletimi o kadar kötü olur. Yani akustik impedans yüksek ise

ses iletimi azdır. Akustik impedansı düşük olan hava ortamından, akustik impedansı yüksek olan sıvı ortamına geçen sesin şiddeti azalır. Orta kulak, dış kulak yolundan iç kulağa geçen ses dalgalarında enerji azalmasını önlemek amacıyla impedans denkleştirme görevi üstlenir (27).

Orta kulakta iki tane kas vardır. Bunlar manibrium malleinin üst kısmına tutunan ve n. trigeminus tarafından innerve olan m.tensor timpani ve stapesin arka kısmına tutunup n. fasialis tarafından innerve olan m.stapedius'tur. Bu kaslar tek taraflı ses stimülasyonu olduğunda bile bilateral olarak kasılırlar. M.tensor timpani' nin orta kulak fizyolojisindeki yeri tam olarak belirlenememiştir. M.stapedius'un kasılması kemikçiklerde sertleşmeye neden olarak özellikle düşük frekanslarda ses iletimini azaltır. Bu, iç kulağı ses iletimine karşı koruma etkisi yapar. Ancak yüksek frekansları yeterince etkileyememesi ve ses stimulusu ile kasın kasılması arasında 35-150 ms gibi uzun sayılan bir latens süresinin olması bu etkinin gücünü azaltmaktadır. M.tensor timpani'ninde benzer bir etkisi olduğu düşünülmektedir (27).

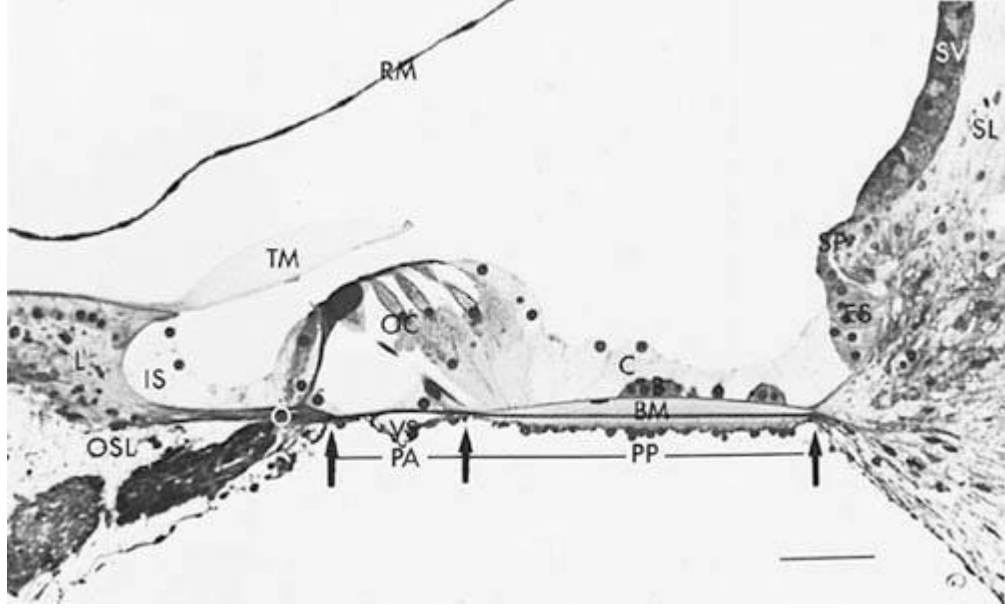
2.2.3. Koklea içinde ses iletimi

Koklea, temporal kemik içinde yer alan bezelye iriliğinde bir organdır. Yaklaşık 2.5 tur yapan, sarmal şekilli bir organ olan koklea; rulosu açıldığında 34 mm uzunluğundadır. Koklea, sıvı dolu üç kanaldan oluşur;

1.Scala vestibuli: Bu kanalın tabanındaki oval pencere (fenestra vestibuli) yardımıyla, stapes kemiği sesi kokleaya iletilir.

2.Scala timpani: Kokleanın apexinde, helicotrema denilen küçük bir delik vasıtasıyla scala vestibuli ile bağlantı kurar. Tabanda, bu kanal yuvarlak pencere (fenestra koklea) ile sona erer. Hem scala vestibuli hem de scala timpani, potasyum içeriği düşük bir ekstrasellüler sıvı niteliğindeki perilenf ile doludur.

3.Scala media: Bu boşluk diğer iki kanal arasında yer alır; ama iki membran yardımıyla onlardan ayrılır. İçinde potasyum seviyesi yüksek endolenf bulunur (Şekil 9) (28).

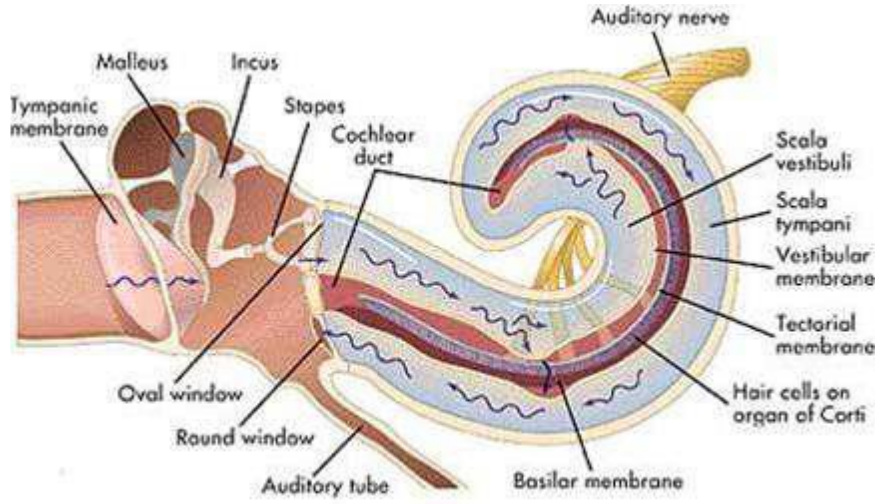


Şekil 9: Kokleanın radial kesitinin mikroskopik görüntüsü

Yukardaki şekilde; Kokleanın radial kesitinde Reissner membranı (RM), spiral ligament (SL), stria vaskularis (SV), spiral prominence (SP), external sulcus (ES), basiller membran (BM), pars arcuata (PA), parspectinata (PP), Boettcher hücreleri (B), Claudius hücreleri (C), Corti organı (OC), tektoryal membrane (TM), iç sulkus hücreleri (IS), spiral limbus (L), habenula perforata (çember), ve osseous spiral lamina (OSL).

Stapesteki hareket, iç kulakta scala vestibuli içindeki perilenfte titreşime neden olur. Ses enerjisi ile stapesin scala vestibüliye doğru hareketi, perilenfte bir dalgalanma hareketi oluşturur. Bu dalgalanma, scala vestibuli ile scala timpaninin birleştiği helicotrema adı verilen bölgeye ilerlerken scala vestibuli ile scala timpani arasında basınç farkı oluşturur (faz farkı) (27).

Dalgalanma hareketi, scala vestibuliden scala timpaniye iletilir ve yuvarlak pencereyi örten membranda orta kulağa doğru bombeleşme yapar. Orta kulaktaki ses titreşimlerinin direk yuvarlak pencereye doğru giden kısmı bu bombeleşmeye kısmen engel olur. Ancak hem ses basıncının kemikçikler aracılığı ile scala vestibuliye ulaştırılması hem de yuvarlak pencereyi örten zarın oval pencereye göre esneklik farkı scala vestibuli ile scala timpani arasındaki basınç farkını oluşturur. Bu basınç farkı, corti organını içeren basiler membranda, pencerelerin olduğu taraftan (tabandan), helicotremaya (apekse) doğru dalga hareketine neden olur. Bu mekanik hareket corti organı tarafından elektriksel stimulusa çevrilir ve akustik nöronların dentritleri uyarılır (Şekil 10) (27).



Şekil 10: Ses iletiminin dış, orta ve iç kulak boyunca işitme sinirine iletilmesi

Basiler membranda tabandan (basalden), apekse doğru olan dalgaların amplitüdü bir noktada maximuma ulaşır ve daha sonra yavaşça söner. Her frekanstaki ses stimulusu, basiler membranın değişik bölgesinde maksimum amplitüde yol açar. Yüksek frekanslı sesler basal kısma yakın bölgede, alçak frekanslı seslerde apekse yakın bölgede maksimum amplitüd oluşturur. Yani kokleanın basal kısımları daha çok yüksek frekanslı seslere, apekse yakın kısımları da daha çok alçak frekanslı seslere duyarlıdır (27).

Corti organında oluşan elektriksel aktivite, modiulus içinde bulunan corti ganglionundaki sinir hücrelerinin dendritleri tarafından algılanır. Bu sinir hücrelerinin aksonları N.cochlearis adını alarak bu elektriksel aktiviteyi beyin sapına götürürler (27).

N.cochlearis pontstaki koklear nükleuslarda sonlanır. Koklear nükleuslar ventral nükleus (VN) ve dorsal nükleus (DN) olmak üzere iki gruptur. Ventral nükleuslarda, anteroventral koklear nükleus (AVCN) ve posteroventral nükleus (PVCN) olarak ikiye ayrılır. Düşük frekanslı sesler ile oluşan uyarı VN de yüksek frekanslı sesler ile oluşan uyarı ise daha çok DN da sonlanırlar. Yani basal kısımlardan gelen lifler DN da, apekten gelen lifler ise VN de sonlanırlar (27).

Daha üst beyin sapı işitme yolları kompleks bir yapıdır. VN ve DN de bulunan işitme yollarının ikinci nöronları değişik yollar izleyebilirler. VN den kaynaklanan lifler ile DN den kaynaklanan liflerin çoğu beyin sapının karşı tarafına geçerek Corpus Trapezoideumu oluştururlar. Karşı tarafa geçen lifler yukarı doğru ilerken lateral lemniscus'u oluştururlar. DN den çıkıp çapraz yapmayan lifler ipsilateral lateral lemniscusa katılırlar. Lateral lemniscustaki lifler superior oliver kompleks ve inferior

colliculus'a giderler. İnförior colliculustan çıkan liflerde medial geniculat nükleus aracılığı ile kortekste bulunan işitme merkezine giderler (27).

İşitme merkezi temporal loptaki Heschl girusunda bulunmaktadır. İşitme yollarının bu merkezi yapıları arasında direk bağlantılarda bulunmaktadır. Süperior oliver kompleks, 5, 6 ve 7. kranial sinirlerin nükleusları ve medial longitudinal fasciculusla bağlantı kurar. Bu bağlantı işitsel uyarıların oluşturduğu refleks cevapları açıklar (27).

2.3. Otoakustik Emisyon (OAE)

2.3.1. Otoakustik Emisyon Hakkında Genel Bilgi

19. yüzyılda Von Helmholtz ile başlayan, 20. yüzyılın ilk yarısında George Von Bekesy, 1948'de Thomas Gold'un koklea üzerine yaptıkları çalışmalara son noktayı 1978 yılında Kemp, insan kulağına yerleştirdiği mikrofonlar yardımı ile doğrudan doğruya iç kulak kaynaklı meydana gelen akustik sinyallerin var olduğunu göstererek koymuştur (6,29). Bu son araştırmalar otoakustik emisyonların son yıllarda odyolojik testler arasında yerini almasına olanak vermiştir (30).

Koklea, stapes tabanının hareketi ile aktive olan hidromekanik bir sistemdir (30). Kokleanın akustik uyarı ile uyarılması ile harekete geçen koklear sıvı, uyarının frekansına uyan bölgede bazal membranda titreşimler oluşturur. Bazal membran titreşimi ile dış tüylü hücre (DTH)'ler aktivasyona uğrarlar (31). Kemp'e göre koklear amplifikatör kavramını ilk olarak Thomas Gold ortaya atmıştır (32). Koklear amplifikatör alçak ve orta şiddet düzeylerinde sesin oluşturduğu pasif titreşimi arttırmak için metabolik enerjiyi kullanır. Bu enerji kokleanın dinamik ranjı, frekans seçiciliği ve normal işitme duyarlılığından sorumludur. Brownell, DTH'lerinin elektromotil özellikleri vasıtasıyla, elektrik uyarılar karşısında boylarında değişim yaparak koklear amplifikatöre enerji sağladıklarını ifade etmiştir (33).

OAE'ler klik uyarı ya da benzer anlık uyarılarla meydana gelebileceği gibi hiçbir uyarı olmaksızın da saptanabilir. Kemp, sensorinöral işitme kayıplılarda otoakustik emisyonların saptanamadığını göstermiştir. Ototoksik ilaç kullananlarda ve gürültüye maruz kalanlarda da bu sinyaller alınmaz. Tüm bu veriler anlık sinyallerin kaynağının koklea olduğunu ve kokleanın sağlamlığı ile yakından ilişkili olduğunu göstermektedir (6). OAE'lerin avantajları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Otoakustik emisyonun avantajları

1. İnvaziv olmayan bir yöntemdir. Genellikle test sırasında sedasyon gerektirmez.
2. Hastanın genel durumundan bağımsız olup çevresel faktörlerden etkilenmez.
3. Çocuk ve mental retarde hastalarda rahatlıkla uygulanabilir.
4. Objektif bir test yöntemi olduğundan güvenilirliği yüksektir.
5. Spesifik bir test yöntemidir. DTH işlevi hakkında bilgi verir.
6. Test süresi kısa olduğundan geniş hasta grupları taranabilir.

OAE'ler koklea tarafından üretilen düşük şiddetteki seslerdir. Bunlar kokleadan geriye doğru orta kulak ve timpanik membranı geçer ve dış kulak yoluna konan bir mikrofonla saptanabilir. "Koklear amplifikasyon sistemi" ve DTH'ler ile ilişkilidir. DTH'lerin hücre iskeletinde aktif olarak frekans selektivitesini sağlayan kontraktıl proteinler vardır (34). Muhtemelen DTH'lerin kas benzeri boy değişiklikleri, onun elektrik polarizasyon derecesini değiştirmektedir. DTH'lerin motil aktivitesi baziler membran vibrasyonunu amplifiye edebilir (35).

OAE ölçümleri yapılırken probun dış kulak yoluna doğru yerleştirildiğinden emin olmak gerekir. Aksi takdirde dış ortam gürültüsü OAE ölçümüne karışabilir. Probon alıcı ve iletici kısımları kulak zarının tam karşısında olmalı, probe dış kulak yolu duvarına dayanmamalıdır (36).

İç kulağın ses ile uyarılması sonucu membranöz kokleada ilerleyen bir dalga oluştuğu gözlenmiştir. İlerleyen dalganın koklea boyunca hareket ederken vibrasyon amplitüdü değişmektedir. Von Bekesy, çalışmalarında yüksek frekanslı seslerin uyarımı ile ortaya çıkan dalganın zirvesini bazal kıvrım civarında, düşük frekanslı seslerin uyarımı ile oluşan ilerleyen dalganın zirvesini ise apikal kıvrımda yaptığını göstermiştir (37). Dalga amplitüdü dereceli olarak bir pik yapmakta ve daha sonra da apekse doğru ilerlerken hızla azalmaktadır. Bazalda dalga hızla iletilmekte, ancak apikale doğru ilerlerken hızı azalmaktadır. Buna bağlı olarak apekte zirve yapan dalgaların uyarımı daha geç olmaktadır (38).

Johnstone ve Patuzzi çalışmalarında kokleanın iki özelliğinden bahsetmişlerdir:

1- Hassas frekansiyel seçicilik ve ilerleyen dalganın hareketinin aktif olarak amplifiye edilmesi: Karakteristik frekansın, yani uyarılması gereken nörofibrilin her iki yanında cevap oluşturabilmek için şiddetin birden yükselmesidir (37).

2- Non-linear cevap özelliği: Uyarı şiddetlerindeki artışlar sonucunda basiler membranda oluşan hareket artışları paralel olmamaktadır. Düşük şiddetlerden farklı olarak yüksek şiddetlere karşı oluşan cevap non-linear olmaktadır. Yani uyarı şiddetinin 10 kat arttırılması basiler membran hareketini 10 kat arttırmamaktadır (31). Böylece basiler membran tarafında frekans analizi yapılan akustik enerji, korti organı tarafından biyoelektrik enerjiye çevrilir. Corti organı, basiler membrandaki titreşimleri sinirsel enerjiye dönüştüren reseptör organdır ve tüylü hücreler ses dalgalarının mekanik enerjisini biyoelektrik enerjiye çevirir. Kokleada meydana gelen bu elektrofizyolojik değişiklikler için stria vaskularis, endolenf, perilenf ve transformasyon işleminin gerçekleştiği tüylü hücreler adeta bir batarya vazifesi görür (6) .

Ses alıcıları ile sinyali analiz eden nöronların arasında noktası noktasına gerçekleşen ilişkiye “tonotopi” denilir. Her koklear nöronun tercih ettiği bir frekans vardır. Yani kendine özgü frekanstaki akustik uyarıya cevap verir (6).

Sensöriyel hücrelerin her birinin taban bölümünden sinir fibrilleri çıkar. Bu sinir lifleri kümeler oluşturarak habenula perforata yolu ile kemik spiral laminaya gider ve modiolus'ta bulunan işitme ganglionunda sonlanırlar (1.nöron). Spiral gangliondan çıkan sinir lifleri nervus koklearisi oluştururlar. Bu iç kulak yolunda nervus vestibularis ile birlikte VIII. kafa çiftini oluşturur ve pontobulber olukta beyin sapına girerek koklear nukleuslarda sonlanırlar (6).

Nervus koklearis yaklaşık 30.000 fibrilden oluşmaktadır. Bunların çoğu afferent lifler, çok az kısmı efferent liflerdir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda fibrillerin %90-95'inin İTH'leri innerve ettiği görülmüş ve bunlara “Tip-I” veya “radial fibriller” denmiştir. Kalan %5-10'luk kısım ise DTH'leri innerve etmektedir ve bunlara “Tip-II” veya “dış spiral fibriller” denmektedir. Tek tek sinir fibrilleri üzerinde yapılan çalışmalarda, sinir fibrillerinin yapılan ayar eğrilerinde (*tuning curves*), her bir fibrilin karakteristik bir frekansa sahip olduğu ortaya konmuştur. Böylece düşük frekansa sahip lifler kokleanın apikal bölgesinde, yüksek frekansa sahip olanlar bazal bölgesinde tüylü hücreleri innerve eder. İşitsel sinir liflerinin ayar eğrileri özellikle çarpıcı olarak aynı amplitüddeki bazal membranın mekanik ayar eğrileri ile benzerlik gösterir (6).

Merkezi sinir sistemi içinde çıkıcı sinir fibrilleri tonotopik organizasyon gösterir, sadece iletimle değil analiz ile de görevlidirler. Bir kulağa gelen uyarı kontralateral yol baskın olmakla beraber, her iki tarafa iletilebilmektedir. Yapılan pekçok çalışmada gösterilmiştir ki; OAE'lerin üretilmesi normal koklear fonksiyonu gerektirmektedir.

OAE'lerin kokleadaki keskin frekans seçiciliği, yüksek sensitivite fonksiyonlarının bir yansımasıdır (6).

OAE'lerin oluşum mekanizmaları hala kesinleşmemiştir. Ancak oluşumunda dış tüylü hücrelerin (DTH) önemli rolleri olduğuna dair önemli kanıtlar mevcuttur. Koklear sinirdeki afferent nöronların çoğuyla iç tüylü hücrelerin (İTH) ilişkili olduğu ortaya konmuştur. DTH'ler ise bunun tersine kokleaya gelen efferent sistemin büyük kısmı ile ilişki içindedir. Bu da işitme sistemindeki hassas eşik sensitivitesi, keskin frekans rezolusyonu ve ayar eğrilerinden sorumludur (35).

DTH'lerin, kokleadaki ilerleyen dalga hareketine katkıda bulunarak amplifikatör görevi yaptığı bilinmektedir. Böylece, DTH'ler kokleanın frekans seçiciliğinde aktif rol oynarlar. Amplifikasyonun miktarı lineer değildir ve gelen sinyalin düzeyine bağlıdır. Bu olay prestin ile açıklanmaktadır. DTH'lerin aktif mekanik hareketlerinin kaybı, eşik sensitivitesi ve frekans seçiciliğindeki azalma ile sonuçlanır. DTH'ler tahrip edilirse ayar eğrisi (*tuning curve*) değişir, koklea tonotopik frekans özelliğini kaybeder, eşikte 40 dB kadar bir artış olur. 30 dB'yi geçmeyen koklear işitme kayıplarında da bazen OAE yanıtı elde edilebilmektedir (6).

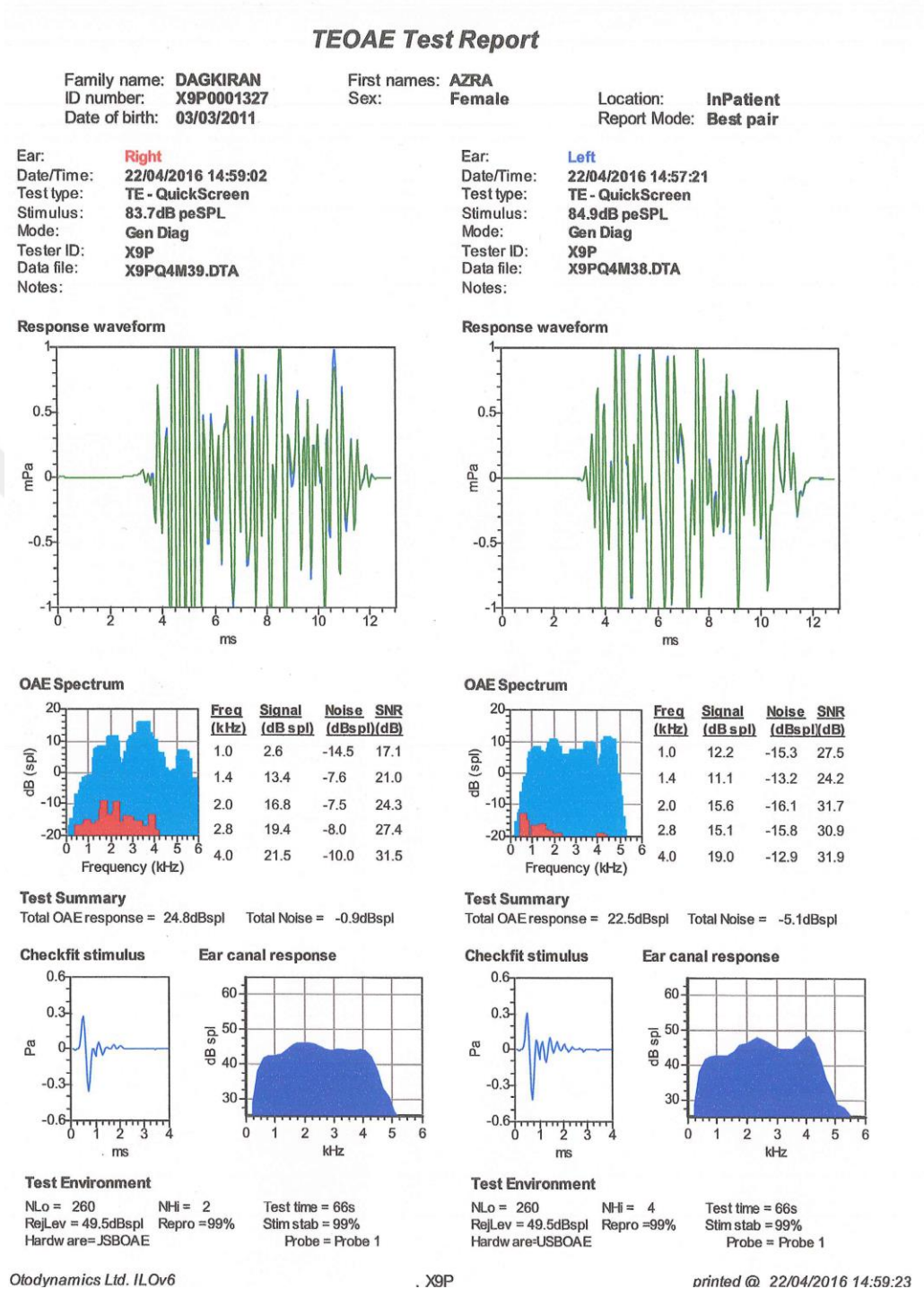
2.3.2. Otoakustik Emisyonların Sınıflandırılması

İlk kez 1978'de Kemp tarafından tanımlanan OAE'ler fizyolojik olarak canlı ve aktif koklea tarafından üretilen, orta kulaktan geçerek dış kulak kanalında kaydedilebilen seslerdir (39,40). OAE'ler, dış tüylü hücreler düzeyinde koklea fonksiyonlarını anlamaya yarayan objektif ve noninvaziv testlerdir.

OAE'ler uyaran kullanılıp kullanılmamasına göre ikiye ayrılırlar. Uyaran kullanıldığında beliren emisyonla 'uyarılmış otoakustik emisyon', uyarana gerek duyulmadan kaydedilene ise 'spontan otoakustik emisyon' denir. Anlık uyarılarla uyarılmış otoakustik dışında ayrıca spesifik frekanslardaki yanıtların kaydedilmesi olanağını sağlayan 'distorsiyon ürünü otoakustik emisyon' yöntemi de mevcuttur (24).

Uyarılmış OAE'nin elde edilmesi için, çeşitli uyarılar kullanılmış olmakla birlikte, klinik uygulamada daha çok klik uyarı tercih edilmektedir. Bunun nedeni; klik uyarının, DTH'lerin eş zamanlı olarak uyarılması sayesinde yaklaşık 750 Hz ile 5000 Hz aralığındaki yanıtların aralıksız olarak ve 1-2 dakika gibi kısa bir sürede kaydedilme olanağını sunmasıdır (41).

Şekil 11’de klik uyararı kullanılarak normal işitme ile uyumlu olarak elde edilmiş uyarılmış otoakustik emisyon yanıt ekranı görülmektedir.



Şekil 11: Otoakustik emisyon testi örneği (TEOAE)

2.3.2.1. Spontan Otoakustik Emisyonlar (SOAE)

Akustik stimulasyon yokluğunda saptanan emisyonlardır. Bu sesler düşük Őiddette dar band sinyallerdir. Talmadge ve arkadaşları, SOAE'lerin sağlıklı kulakların % 72'sinde var olduğunu belirtmişlerdir (42). Penner, SOAE'lerin prevalansını erkeklerde % 62, bayanlarda ise % 83 olarak tespit etmişlerdir (43). SOAE'ler ototoksik ilaçlardan ve gürültüden etkilenmekte, aynı zamanda yaşı ilerledikçe görülme sıklığı ve amplitüdü düşmektedir. Normal toplumda belirli bir oranda saptanabildiği için koklear fonksiyonun göstergesi olamamaktadır (44). Ancak SOAE'nin varlığı, emisyonun görüldüğü frekans bölgesinde işitmenin normal sınırlarda olduğunu düşündürür. SOAE dış kulak yoluna konulan bir mikrofon ile elde edilir. Kanaldaki ses ortalaması alınır. Kişinin bir veya her iki kulağında saptanabilir. Her iki kulakta saptanırsa aynı frekansta olması şart değildir. Nedeni bilinmemekle birlikte SOAE'ler sağ kulakta daha sık saptanmaktadır. Ayrıca kadınlarda görülme sıklığı erkeklerin iki katı kadardır (45) .

SOAE'ler sık olarak 800-2500 Hz de rastlanırlar (1000- 2000 en sık). Bununla birlikte Ruggero, Rich ve Freyman 1983 de 7529 Hz de SOAEs kayıt etmişlerdir (46). SOAE'ların en sık kayıtları 10 dB SPL nin altıdır, amplitüdüleri çok değişkendir ve tüm bu özellikleri sebebi ile klinik kullanımları çok yararlı değildir (47,48)

2.3.2.2. Uyarılmış Otoakustik Emisyonlar

Burada emisyonun oluşabilmesi için değişik şekillerde akustik stimuluslar verilmektedir. Üç tipte olduğu kabul edilmektedir (6);

- Anlık Uyarılmış Otoakustik Emisyon (TEOAE)
- Stimulus Frekanslı Otoakustik Emisyon (SFOAE)
- Distorsiyon Ürünleri Otoakustik Emisyon (DPOAE)

Anlık Uyarılmış Otoakustik Emisyonlar (Transient Evoked OAE, TEOAE)

Bu emisyonlar klik veya tone burst gibi kısa akustik uyarılar sonrası, zaman averajlama yöntemi ile ortaya çıkan frekansa özel cevaplardır. Uyarının özelliği ise anlık olmasıdır. Diğer OAE'lerde olduğu gibi uyarandan belirli bir latans süresi sonrasında ortaya çıkmaktadır. Kısa süreli akustik uyarıyı takiben 4-20 ms içinde kaydedilen emisyonlardır (49).

Bu emisyon türü klinik kullanımda kendini kanıtlamış ve ticari olarak ölçümlerin yapılabileceği cihazların piyasada bulunduğu bir gruptur. Hemen hemen normal koklear fonksiyonlara sahip tüm kulaklarda mevcuttur. Ancak bireyler arasında amplitüd ve frekans farklılıkları içerir (49,50). 30 dB'in üzerindeki kayıplarda tespit edilemediği bildirilmiştir (49,51,52). En sık 700-4000 Hz frekans aralığında izlenir. Bu ölçümlerde dikkate alınması gereken bir nokta vardır ki o da sensörinöral işitme kayıplarından etkilenmesidir:

0-10 dB kayıpta TEOAEs % 100
10-20 dB kayıpta TEOAEs % 99
20-30 dB kayıpta TEOAEs % 11
30-35 dB kayıpta TEOAEs % 8
40 dB üstünde % 0 saptanır (50).

Ayrıca göz önüne alınması gereken bir noktada 3500 Hz den sonra emisyonun elde edilmesi azalmaya başlar. TEOAE dış saçlı hücre fonksiyonlarını değerlendirmede elektrokokleografi (EcoG), beyin sapı odyometrisi (BERA) ve konvansiyonel odyometriye göre daha değerlidir (53).

İşitmesi bazı frekanslarda normal bazı frekanslarda normal olmayan olgularda yapılan TEOAE ölçümlerinde, emisyonlar normal ve normale yakın olan frekanslarda saptanmaktadır. İşitmesi normal olan yenidoğan ve çocuklarda ise daha yüksek amplitüde TEOAE kaydedilir. Ancak amplitüd ve frekans dağılım farkları vardır. Spesifik olarak infant TEOAE'lerinde amplitüdüler daha büyüktür. İnfantlarda elde edilen emisyonlar erişkinlerde elde edilenden 10 dB daha şiddetlidir (54).

TEOAE testinde 80 ile 86 dB şiddetinde alterna polaritede klik uyarın kullanılarak kayıt alınır. Genellikle artefak seviyesinin 45 dB'nin üzerinde olması durumunda cihaz otomatik olarak veri toplamayı durdurur. Test edilebilirliğinin %75 ve üzerinde olması, uyarın sayısının 1000'e ulaşması ve 1000, 1414, 2000, 2828 ve 4000 Hz merkez frekanslarından en az üç bantta sinyal gürültü oranının (SNR) 3 dB ve üstünde elde edilmesi pozitif, en az üç frekans bandında 3 dB'in altında saptanması, negatif olarak değerlendirilmektedir (55).

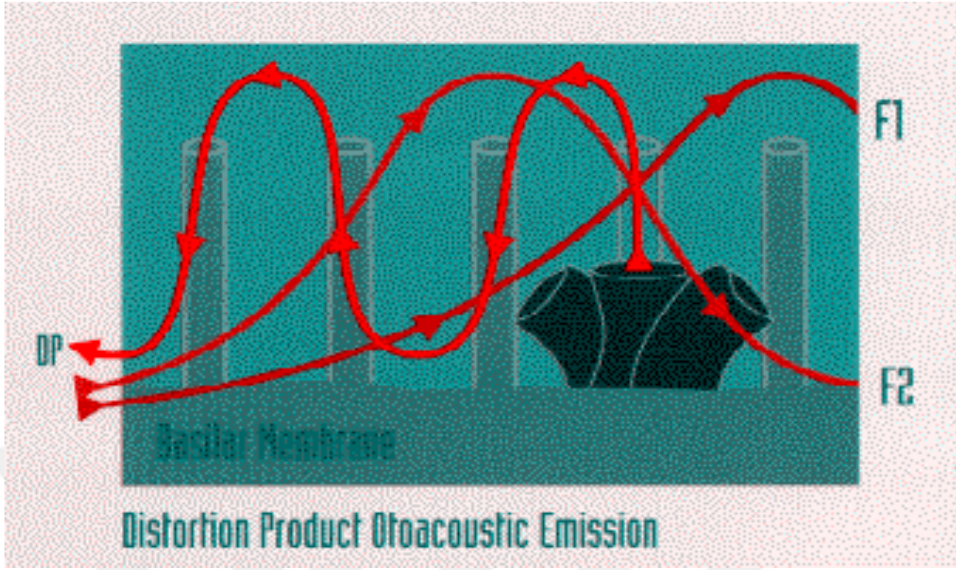
Stimulus Frekanslı Otoakustik Emisyonlar (SFOAE)

Stimulus frekanslı otoakustik emisyonlar, kokleada, düşük seviyedeki sabit tonlarla sürekli akustik stimülasyon (kontinü-tonal stimülasyon) ile uyaran frekansında elde edilen akustik enerjileri tanımlar. Yanıtlar, stimülasyon şiddeti ile nonlineer olarak artmaktadır. Bu ismi Kemp ve Churn 1980 yılında ortaya koymuşlardır. Scloth ve Zwicker ise 1982 ve 1984 yıllarında 'senkronize uyarılmış OAE' terimini kullanmışlardır (56). SFOAE, TEOAE ile ortak koklear orijini taşır. Teknik zorluklardan dolayı klinik kullanımı kısıtlıdır.

Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyonlar (DPOAE)

Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyonlar iki ayrı frekanstaki pür ton seslerin aralarında belirli bir oranda frekans farkı olan f_1 ve f_2 frekanslarında, L_1 ve L_2 şiddetinde olan iki stimülasyon, kokleaya aynı anda sunulduğunda bir veya daha fazla frekanslarda akustik enerji yayılımı meydana gelir. Bu akustik enerji yayılımına "Distorsiyon Ürünü Otoakustik Emisyon" denir (57). Normal işitmesi olan insanların %90'ında saptanırlar (58). TEOAE'nin aksine 40 dB'den daha fazla sensörinöral işitme kaybı olan hastalarda da saptanabilirler (51,52,59). DPOAE'ler ototoksik ilaçlar, akustik travma gibi iç kulağı zedeleyen durumlarda diğer otoakustik emisyon türlerine göre daha geç ve daha zor etkilenirler (57,60). Aslında von Helmholtz ve von Bekesy gibi daha önceki araştırmacılar insan odituar sisteminde distorsiyonu tanımlamışlardı. 1967'de Goldstein bunun orta kulak değil iç kulağın bir özelliği olduğunu gösterdi. DPOAE da f_1 ve f_2 olarak adlandırılan iki pür ton uyaran eş zamanlı olarak uygulanır. Bu iki uyarana karşı olarak gelen emisyon cevabı matematiksel olarak ilişkilidir. Bu ilişki $2f_1-f_2$ olarak özetlenebilir. İnsan kulağında en belirgin DPOAE'lerin $2f_1-f_2$ frekansında oluştuğu gözlenmiştir (61,62). DPOAE normal koklear çalışma şartlarında iki ton uyarınının kokleada farklı iki ilerleyen dalga oluşturmasına ve bunların üst üste bindiği koklea bölgelerinde otoakustik emisyonlar ortaya çıkmasına bağlıdır (Şekil 12). Bu özellik DPOAE'nin kokleadan frekansa özgü bilgi vermesini sağlar (63). DPOAE normal çalışma şartlarında oluştuğundan ve patolojik koklear bölgeler test edildiğinde azalmış veya kaybolmuş olduklarından, yani frekansa özgü olduklarından direkt klinik uygulama alanı bulurlar.

Bununla birlikte DPOAE ile işitme kaybının derecesi ve odyometrik konfigürasyon ile ilgili tahminde bulunulabilir (64,65).



Şekil 12:Distorsiyon ürünü otoakustik emisyonların oluşumunun şematik gösterimi

DPOAE ölçümlerinde TEOAE ölçümlerinden farklı bir prop kullanılır. İki ufak hoparlör (her iki uyaran için ayrı ayrı) ve bir mikrofon bulunur. Her iki uyarının şiddeti 60 dB üstündedir. DPOAE presinaptik işitme fonksiyonunun değerlendirilmesinde non-invasiv, hızlı ve ucuz bir ölçüm yöntemidir (66). Ayrıca DPOAE'lerin değişkenliği günler ve haftalar sonra yapılan ölçümlerle araştırılmış ve 5 ila 9 dB arasında farklılık olabileceği görülmüştür (67).

Yenidoğanlardaki DPOAE amplitüdüleri erişkinlerden daha yüksektir ve yenidoğanlarda DPOAE amplitüdüleri frekansa bağlı olarak 3 ila 10 dB arasında değişiklikler gösterebilmektedir (68).

2.3.3. Otoakustik Emisyon (OAE) Ve Kontralateral Supresyon (KLS)

Galambos ve diğer araştırmacılar efferent sistemin, beyin sapı düzeyindeki elektriksel stimülasyonun ya da kontralateral akustik stimülasyonun supresyona neden olduğunu göstermişlerdir.

OAE'nin supresyonunda kontralateral sinyal, düşük seviyelerde verilmektedir. Verilen sinyal seviyesi, test edilen kulağa geçecek ve stapedial refleksi arkını çalıştıracak şiddet düzeyinin üstünde olmamalıdır. Kontralateral sinyal verilerek

yapılan efferent sistemin uyarılmasının karakteristik etkisi DTH'lerin supresyonudur ve elde edilen OAE amplitüdünde azalma olarak saptanır (69).

Yapılan çalışmalar geniş bantlı fon gürültüsünde koklear efferent sistemin karışık sinyallerinin ayrılabilmesi yani sinyal gürültü oranını düzeltmek için işlev görebilir görüşünü desteklemektedir (70). Medial olivokoklear demetin uyarılma etkilerinin en son ve beklenmeyen yönleri; koklea tarafından mekanik olarak üretilen ve dış kulak yolu kanalından kayıt edilen OAE amplitüdünün düşmesidir. İpsilateral olarak kayıt edilen OAE'lerde geniş bant gürültülü kontralateral akustik uyarının etkisini inceleyen birçok araştırmacıya göre klik ile uyarılmış OAE'lerde ve 2f1-f2 distorsiyon ürünü OAE'lerde küçük azalmalar olduğu bilinmektedir. OAE'lerde kontralateral uyarılmanın etkisi, koklear efferent sistemin DTH mikromekaniğinin değişimine katıldığı görüşünü desteklemektedir (71). Şu anki ortak görüş, aktif transdüksiyon sürecinin, DTH'lerin efferent innervasyonu yolu ile olduğu şeklindedir. Ayrıca diğer deneysel sonuçlar olivokoklear sistemin akustik travmaya karşı korumaya yardımcı olabileceğini düşündürmektedir (72).

Bu gün için klinikte uygulamaya giren otoakustik emisyon türleri TEOAE ve DPOAE'dir. Bunların kullanıldığı yerleri kısaca şu şekilde özetleyebiliriz;

1. İşitme kaybı taramaları

- a- Yeni doğan, süt çocuğu ve çocuklarda tarama
- b- Erişkinler
- c- Davranış odyometrisinde zor karar verilen olgularda ve psikojenik işitme kayıplarında

2. Koklea fonksiyonunun monitörizasyonunda

- a- İlaç kullanımı (aminoglikozidler, diüretikler, antineoplastik ajanlar)
- b- Akustik travma (iş yeri hekimliği)
- c- Dejeneratif süreçler
- d- İntraoperatif uyanma

3. Odyolojik ayırıcı tanı:

- a- Koklea lezyonları (topodiagnostik)
- b- Kokleomekanik tinnitus

2.4. İşitme Kaybı

2.4.1. İletim Tipi İşitme Kaybı

Auriküla, dış kulak kanalı, timpanik membran ile orta kulak kavitesini, kemikçikleri veya kaslarını tutan patolojiler, kokleaya erişen seslerin şiddetinde azalmayla birlikte iletim tipi işitme kaybına neden olmaktadır.

Okul öncesi dönemde en yaygın olarak görülen işitme kaybıdır. İletim tipi işitme kayıplarında saf ses ortalaması genellikle 60 desibeli geçmez. Diğer bir deyişle, salt iletim tipi patolojisine bağlı olarak ileri derecede işitme kaybı oluşmaz. İletim tipi patolojilerinin çoğu edinseldir, doğumsal köken oldukça nadirdir (kemikçik anomalisi veya dış kulak yolu atrezisi gibi) (54).

Konjenital olan işitme kayıpları izole orta kulak anomalileri, orta kulak ve pina anomalileri, kraniofasial ve iskelet sistemi anomalileri ile birlikte ortaya çıkan orta kulak anomalileri ve atrezilerdir. Genellikle dominant karakter taşıyan bu tür bozukluklar kulağın ses transfer sistemini bozar. İç kulağa gereği gibi iletilemeyen ses ile işitme kayıplarını oluşturur. Tedavi genellikle cerrahidir. Orta kulak bu yöntemle normal fonksiyon görmezse işitme cihazıyla birlikte işitme sağlanabilir (73).

Sonradan kazanılmış iletim tipi işitme kayıpları, östaki disfonksiyonları, orta kulak efüzyonları, akut otitler, kronik otit kemikçik zincir patolojileri, timpanoskleroz, tümörlere bağlı oluşur. Lezyonun yeri ve derecesine göre değişik düzeylerde işitme kaybına rastlanır. Östaki borusunun disfonksiyonu sonucu orta kulakta meydana gelen 100 mm su değerinde basınç değişikliği bile 6 desibel işitme kaybına neden olur. Çocuklarda çok sık rastlanan sekretuar otitlerin ortaya çıkardığı iletim tipi işitme kayıpları genelde hafif orta derece arasında değişir. Uzun süre özellikle lisan gelişim döneminde bu kayıpla karşı karşıya kalan bir çocuğun lisan gelişimi engellenir (73).

Yapılan bir çalışmada devamlı sekretuar otit geçiren ve işitme kaybı olan bir çocuğun IQ düzeyi 94,5 iken normal işitmeye sahip olan çocukta gelişimsel IQ 104,5 bulunmuştur. Bu nedenle işitme kaybı olan ve tedavisi uzun sürecek olgularda işitmeyi sağlayabilmek için mutlaka işitme cihazı önerilir. İletim tipi işitme kayıplarına medikal veya cerrahi yaklaşımla çözüm bulunabilir. Tamamen giderilmese de işitme cihazıyla büyük ölçüde düzeltilir. İç kulak, işitme yolları ve korteks sağlam olduğu için işitmesi sağlanan bu kişilerin algılama ve ayırt etme problemleri yoktur (73).

2.4.2. Sensörinöral Tip İşitme Kaybı

Kokleada ve / veya koklear sinir ve işitme yollarındaki patolojilere bağlıdır. Prenatal (genetik kökenli koklear anomaliler, maternal rubella, toksoplazmozis), perinatal (doğum travması, anoksi, hiperbilirubinemi) ve postnatal patolojiler (ototoksik ilaç kullanımı, febril konvülsiyon, menenjit ve viral enfeksiyonlar) bu tip işitme kaybına neden olabilmektedir (54).

Sensörinöral işitme kayıpları progresif olabildikleri gibi ani işitme kayıpları olarak karşımıza çıkabilir. Bu tip işitme kayıplarında koklea, orta kulaktan gelen sesi işitme sinirine aynı ses özelliğinde taşıyamamakta, bu nedenle işitme kadar algılama da bozulmaktadır (73).

Sensörinöral işitme kaybının sensöriyel kökenli mi, yoksa nöral kökenli mi olduğunu salt saf odyometrisi verileriyle belirlemek genellikle zor olduğundan, her iki organın patolojisi birlikte bulunsun ya da bulunmasın, bu tip işitme kayıpları genel olarak “sensörinöral” olarak tanımlanır. Objektif testler yardımıyla altta yatan sensöriyel veya nöral patolojilerin ayrımının yapılması olasıdır (54).

2.4.3. Mikst Tip İşitme Kaybı

İletim ve sensörinöral işitme kaybına neden olan patolojilerin aynı kulakta bir arada bulunması halinde mikst tip işitme kaybından söz edilir. Kronik seroz otitis mediada ve koklear otosklerozda bu tip işitme kaybına rastlanmaktadır (54).

2.4.4. Santral Tip İşitme Kaybı

İşitsel sinir sistemini ve özellikle korteks bölümünü tutan patolojilerle birlikte ortaya çıkan konuşmayı anlama zorluğudur. Çaprazlaşan ve çaprazlaşmayan işitsel afferent yollardan dolayı, ünilateral santral patolojilerde saf ses eşiklerinde belirgin bir etkilenme beklenmez (54).

Retrokoklear patolojilerin bir kısmında, saf ses odyometrisinde normal sonuç elde edilmesine karşın, sadece ileri konuşma testlerinde patolojik bulguya erişilmesi söz konusu olabilmektedir (6).

2.4.5. Fonksiyonel (Organik olmayan, Psikojenik) Tip İşitme Kaybı

İstemli veya psişik kökenli olabilir. İşitme kaybı yakınması olan hastaya usulüne uygun yapılan subjektif ve objektif işitme ölçüm yöntemleriyle işitme kaybı olmadığı veya yakınmayı açıklayacak düzeyde bir patoloji bulunmadığı halde, hastanın kendisinde işitme kaybı olduğuna inandığı veya çevresini inandırmaya çalıştığı durumlardır (54).

2.4.6. İşitme kaybının şiddetine göre derecelendirilmesi ve lisana etkileri:

İşitme kaybı dereceleri:

American Speech and Hearing Association (ASHA) kriterlerine göre belirlenen işitme kaybı dereceleri aşağıdaki gibidir (74):

- 0-15 desibel: Normal işitme
- 16-40 desibel: Çok hafif derecede işitme kaybı
- 41-55 desibel: Hafif derecede işitme kaybı
- 56-70 desibel: Orta derecede işitme kaybı
- 71-90 desibel: İleri derecede işitme kaybı
- 91 desibel ve üstü.: Çok ileri derecede işitme kaybı

İşitme kaybı derecelerine göre yaşanan problemler:

- Çok hafif derecede işitme kaybı: 1,5 metre mesafeden ve hafif sesle konuşmayı anlamada problem vardır.
- Hafif derece işitme kaybı: Karşılıklı konuşmada zorluk yaşarlar, kelime haznesi kısıtlıdır, konuşma bozukluğu vardır.
- Orta derecede işitme kaybı: Konuşmaları anlayabilmeleri için konuşma sesinin şiddetli olması gerekir. Yetersiz lisan ve anlama becerisi vardır.
- İleri derecede işitme kaybı: Sadece şiddetli sesleri duyarlar. Çevre seslerinin tanınması, konuşma ve lisan problemleri vardır. Eğer kayıp bir yaşından önce oluşmuşsa, konuşma ve lisan gelişimi görülmez.
- Çok ileri derecede işitme kaybı: Görme ve dokunma kılavuz duyu olarak kullanılır. Konuşma, lisan bozukluğu vardır. Eğer işitme kaybı prelingual dönemde oluşmuşsa, lisan gelişimi görülmez (74).

2.4.7. İşitme Kaybı Risk Faktörleri

Yenidoğan işitme birliği komitesi (JCIH) 1982'de işitme taramasında yüksek riskli yenidoğanların saptanması ve üç aydan önce odyometrik taramanın yapılması gerektiğini belirtmiştir (75). Daha sonraki çalışmalarda işitme kaybı olan bebeklerin yalnızca %50'sinde risk etmeninin olduğunun görülmesi üzerine JCIH 1994'de görüşünü yalnızca risk taşıyan değil, tüm yenidoğanlara işitme taraması yapılması şeklinde bildirmiştir (76).

İşitme kaybı için risk faktörleri (JCIH)-1994

1. Ailede çocukluk çağında sensörinöral işitme kaybı öyküsü
2. Sitomegalovirüs, rubella, sifiliz, herpes ve toxoplazmozis gibi prenatal enfeksiyonlar
3. Pina ve kanalını kapsayan kraniofasiyal anomaliler
4. Doğum ağırlığının 1500 gramın altında olması
5. Kan değişimi gerektirecek düzeyde hiperbilirubinemi
6. Ototoxik ilaçlar (tekrarlayan dozlarda ve loop diüretikleriyle birlikte aminoglikozitlerin kullanımı, diğer ilaçlar)
7. Bakteriyel menenjit
8. Apgar skorunun 1. dakika 0-4 veya 5. dakika 0-6 olması
9. Beş gün veya fazla mekanik ventilasyonda kalma
10. İşitme kaybı ile seyreden sendromların stigmalarının bulunması

JCIH tarafından 2000 yılında işitme kaybı risk faktörleri yeniden sınıflandırıldı. Bu sınıflandırmada yenidoğan dönemi ve gecikmiş / kazanılmış tip işitme kaybı risk faktörleri ikiye ayrılarak yeniden düzenlenmiştir (Tablo 2) (77).

Tablo 2:Yenidoğan ve süt çocuklarında işitme kaybı için 2000 yılı risk kriterleri

<p>Yenidoğan dönemi işitme kaybı risk faktörleri (0-28 gün)</p> <ol style="list-style-type: none">1.YDYBÜ de 48 saat veya daha fazla kalmayı gerektiren hastalık ve durumlar2.İşitme kaybı bulunduğu bilinen sendromların stigmaları veya diğer bulguları olanlar3.Ailesinde kalıcı çocukluk çağı işitme kaybı bulunanlar4. Kafa ve yüz anomalileri5. İntrauterin enfeksiyonlar (CMV, herpes, rubella, toxoplazma) <p>Yenidoğan dönemi sonrası işitme kaybı risk faktörleri (29 gün – 2 yaş)</p> <ol style="list-style-type: none">1.İşitme, konuşma, dil ve gelişme yeteneği yönünden ebeveyn veya bakıcı endişesi2.Ailede kalıcı işitme kaybı hikayesi3.Sensörinöral veya ileti tipi işitme kaybı yapan veya östaki borusu disfonksiyonu ile seyreden sendromların stigmaları veya diğer bulguları olanlar4.Menenjit gibi sensörinöral işitme kaybı ile seyreden postnatal enfeksiyonlar5.İntrauterin enfeksiyonlar (rubella, sifiliz, toxoplazma, CMV).6.Neonatal göstergeler: kan değişimi düzeyini aşan hiperbilirübinemi, mekanik ventilasyon gerektiren persistan pulmoner hipertansiyon ve ECMO gerektiren durumlar7.Nörofibratozis, osteopetrozis, Usler sendromları gibi ilerleyici işitme kaybıyla seyreden sendromlar8.Nörodejeneratif hastalıklar (Hunter sendromu gibi) veya sensöri-motor nöropatiler (Friedreich ataksisi ve Charcot Marie Tooth gibi)9. Kafa travmaları10.Tekrarlayan veya en az üç aydır süren persistan efüzyonlu otitis media

JICH 2007 yılında yeni bir bildiri yayınlamıştır. 2007 durum raporunda ise 2000 yılındaki rapordan farklı olarak tek bir risk belirteçleri listesi bulunmaktadır (Tablo 3) (78). Bunun nedeni konjenital / neonatal işitme kaybıyla gecikmiş / kazanılmış tip veya ilerleyici işitme kaybı ile ilişkili bu belirteçler arasında belirli çakışmalar söz konusudur.

Tablo 3: İşitme kaybı için yeni risk kriterleri (JCIH) – 2007

Çocukluktaki ilerleyici, geç tipte kalıcı konjenital işitme kaybı ile ilişkili risk faktörleri;

1. Bakıcı kaygısı * (işitme,konuşma, dil ve gelişimsel gecikme açıdan)
 - 2.Kalıcı çocukluk işitme kaybı aile öyküsü *
 - 3.YDYBÜ'de 5 günden fazla kalma veya aşağıdakilerden herhangi birinin varlığı
ECMO *
Yardımcı solunum
Ototoksik ilaç (gentamisin ,tobramisin)veya loop diüretikleri (furosemid)
Kan değişimi gereken hiperbilirubinemi
 - 4.İntrauterin enfeksiyonlar (CMV*, rubella, sifiliz, toxoplazma)
 - 5.Kulak kanalı , kulak memesi ve kanatları ,temporal kemik anomalilerini içeren kraniofasial anomaliler
 - 6.Sensörinöral veya ileti tipi işitme kaybı yapan sendromların bulgularının bulunması
 - 7.Nörofibratozis, osteopetrozis, Usler sendromu, ve daha nadir görülen Waardenburg, Alpert, Pendred , Jervell ve Langer-Nielsen sendromları gibi işitme kaybı (progresif, geç başlangıçlı) ile ilişkili sendromlar *
 - 8.Nörodejeneratif bozukluklar *(Hunter sendromu gibi)veya sensöri-motor nöropatiler (Friedrich ataxisi ve Charcot Marie Tooth sendromu gibi)
 - 9.Bakteriyel ve viral (HSV, varicella gibi) menenjit gibi sensöriyal işitme kaybıyla ilişkili kan kültürü pozitif postnatal enfeksiyonlar *
 10. Hastanede yatışı gerektirecek özellikle bazal kafatası / temporal kemik kırıkları*
 - 11.Kemoterapi
- * ile işaretli maddeler geç tipte işitme kaybı için daha anlamlıdır.

2.5. Prematürite ve Yenidoğan Tarama Testleri

Otuzyedinci gestasyon haftasını tamamlamadan doğan bebekler prematüre olarak kabul edilir (90). Gestasyonel 32. haftayı tamamlamadan doğan bebekler ise aşırı prematüre olarak kabul edilmektedir. Ayrıca doğum ağırlığına göre de 2500 gramın (gr) altında olan bebekler düşük doğum ağırlıklı, 1500 gr'ın altında doğanlar çok düşük doğum ağırlıklı, 1000 gr'ın altında doğanlar ise ileri derecede düşük doğum ağırlıklı bebek olarak adlandırılır. Prematüre doğumlar tüm canlı doğumların yaklaşık olarak

% 8.2'sini oluşturmaktadır. Ancak aşırı prematüre ya da çok düşük doğum ağırlıklı bebeklerin doğum sıklığı daha düşüktür (90,91).

Fizyolojik ölçütler yenidoğanın işitme kaybı tespiti için kullanılmalıdır. Bu gibi ölçütleri OAE ve otomatize ABR testi içerir. Hem OAE hem otomatize ABR teknolojileri nöral işitsel fonksiyonun altında yatan fizyolojik aktivitenin non invaziv kayıtlarını sağlar ve her ikisi de yenidoğanlarda kolaylıkla uygulanabilir (78).

İki ölçüt arasında önemli farklılıklar vardır. OAE ölçütleri kulak kanalından akustik stimuluslara verilen koklear cevapları kaydeden hassas bir probun kullanılmasıyla toplanır. Böylece, OAE koklear dış tüylü hücrelere uzanarak periferal işitsel sistemi yansıtır. ABR ölçümleri ise kokleada işitme sinirinde ve kulaklık aracılığıyla dağıtılan akustik stimuluslara verilen cevapta önemli rolü olan beyin kökünden nöral aktiviteyi kaydeden yüzeysel elektrotlarla toplanır. Otomatize ABR periferal işitme sistemini, 8. sinir ve beyin kökü işitme yolunun durumunu yansıtır (78).

Hem OAE hem ABR tarama teknolojileri duysal işitme kaybını bulmaya yarar; her ikisinde dış ve orta kulak disfonksiyonundan etkilenir. Bunun sonucu olarak dış ve orta kulak geçici bozuklukları normal koklear ve / veya nöral fonksiyon varlığında 'başarısız' tarama testi olarak sonuçlanabilir. OAE'lar koklea içinde üretildiğinden OAE teknolojisi nöral (8. sinir veya işitme beyin kökü yolu) bozukluğu saptamak için kullanılamaz. Eşlik eden disfonksiyon olmaksızın işitsel nöral iletim bozuklukları veya işitsel nöropati OAE testiyle saptanamamaktadır (78).

Yenidoğan işitme tarama testlerinden geçen bazı infantlar daha sonra kalıcı işitme kaybı gösterebilir. Bu kayıp gecikmiş tip işitme kaybını yansıtırsa da, hem ABR hem OAE tarama teknolojileri bazı işitme kayıplarını atlayacaktır (hafif veya izole sıklıkta bölgesel kayıplar). Bu nedenle gecikmiş işitsel ve/veya iletim becerilerini sahip infantlar işitme taraması sonuçlarına bakılmaksızın odyolojik değerlendirmeden geçirilmelidir (78).

2.5.1. Sağlıklı yenidoğanda tarama protokolleri

Bir çok sağlıklı bebek tarama protokollerinde tek işitme tarama testi ile işitme taraması yapılır ve eğer gerekirse hastaneden çıkma zamanından geç olmamak kaydıyla her seferinde aynı teknoloji ile test tekrarlanabilir (78).

Bazı programlar ise tarama teknolojilerinin kombinasyonunu (iki basamaklı protokol) hasta taburculuğu sonrası takip sorununu ve taburculuktaki başarısızlık oranını azaltmak için kullanır. Bu yaklaşımda bir OAE testini geçemeyen fakat otomatize ABR testini geçen infant taramadan geçmiş kabul edilir. ABR testinde kalan infantlar OAE testi ile yeniden taranamamalıdır ve geçememiş olarak kabul edilmelidir. Böyle bebekler işitsel nöropati açısından riskli infantlardır (78).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Çalışma

Bu çalışma prematüre doğan 1-5 yaş arası çocuklarda işitme fonksiyonlarını değerlendirmek amacıyla 01.01.2016 – 01.01.2017 tarihleri arasında Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Uygulama ve Araştırma Hastanesi'nde prospektif randomize klinik çalışma olarak 160 hasta üzerinde tek merkezde gerçekleştirildi.

Çalışmanın yapılabilmesi için T.C. Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan 30.12.2015 tarihli, 2015/14 toplantı numarası ile etik kurul onayı alındı. Çalışmaya katılan tüm çocukların ebeveynlerinden aydınlatılmış onam ile gerekli bilgiler verildi ve izinleri alındı. Sonrasında veri toplama aşamasına geçildi.

Çalışmaya katılan prematüre gruba rutin kulak burun boğaz muayenesi yapıldıktan sonra çalışmaya katılmasına engel bir sorunu olmayan hastalara işitme testi yapıldı. Teste uyum sorunu olan küçük çocuklar uyutulduktan sonra test yapıldı. Kontrol grubuna da aynı şekilde kulak burun boğaz muayenesi ve işitme testi uygulandı. Yapılan testlerdeki Sinyal Gürültü Oranı (SNR) değerleri 1000, 1414, 2000, 2828 ve 4000 kHz frekanslarında her iki kulak içinde ayrı ayrı kaydedilerek değerlendirildi.

Her iki grupta da aktif üst solunum yolu enfeksiyonu olanlar, aktif akut otit ve seröz otiti olan hastalar, kronik otitis mediası olan hastalar, daha önce herhangi bir nedenden dolayı kulak cerrahisi geçiren hastalar, kafa travması geçirmiş hastalar, psikiyatrik ya da nörolojik hastalığı olanlar, intrakraniyal ve işitme yollarıyla ilgili maligniteye sahip olan hastalar ve başka bir kronik enflamatuar veya enfeksiyöz hastalığı olanlar çalışma dışı bırakıldı. Akut otiti olan hastalar uygun süre tedavi ile orta kulağın normale dönmesi sonrası çalışmaya dahil edildi.

3.2. Anlık Uyarılmış Otoakustik Emisyon Testi (TEOAE)

Bu testler, bir dizüstü bilgisayardaki Echoport Plus ILOv6 programı (Otodinamikler Ltd.) ile eşleştirilmiş olan TEOAEs Echoport Plus Analizörü (Otodinamikler Ltd. Hatfield, İngiltere) tarafından kaydedilen, ses uygulanan bir kabinde gerçekleşti. Bir adet UGS TEOAE probu (Otodinamikler Ltd.) ve 4-20 ms'de bir ses veren bir prop kullanıldı. Tüm testlerde tıklama, 60-65dB arasındaki pik ses basınç seviyesinde (SPL)

yapıldı ve her iki kulak için toplamda 260 tarama kaydedildi. Yapılan testlerdeki SNR değerleri 1000, 1414, 2000, 2828 ve 4000 kHz frekanslarında her iki kulak içinde ayrı ayrı kaydedilerek değerlendirildi. Bu beş merkez frekanslarından en az üç bantta sinyal gürültü oranının (SNR) 3 dB ve üstünde elde edilmesi pozitif, en az üç frekans bandında 3 dB'in altında saptanması negatif olarak değerlendirildi.

3.3. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirme SPSS 19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) programı kullanılarak yapıldı. Sayısal değişkenlerin normal dağılıma uygunlukları Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Sayısal değişkenler için tanımlayıcı istatistikler aritmetik ortalama±standart sapma ve ortanca (minimum-maksimum), sözel yapıdaki veriler için sayı ve yüzde olarak ifade edildi. Sayısal değişkenler bakımından iki grubun karşılaştırılmasında parametrik test varsayımları sağlandığında iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi, sağlanmadığında ise Mann-Whitney U testi kullanıldı. Sözel yapıdaki değişkenler bakımından gruplar arasındaki farklılıklar Ki-kare testi ile incelendi ve tüm değerlendirmeler için $p < 0.05$ değeri anlamlı kabul edildi.

4.BULGULAR

Çalışmamıza katılan 160 hastanın 72'si (%45) kız çocuk iken, 88 hasta (%55) erkek çocuklardan oluşmaktaydı. Grupların cinsiyet açısından özelliklerine bakıldığında ise prematüre grupta 80 hastanın 31'i (%38,8) kız, 49'u (%61,3) ise erkek hastalardan oluşmaktaydı. Kontrol grubunda ise 80 hastanın 41'i (%51,2) kız, 39'u (%48,8) ise erkek hastalardan oluşmaktaydı. Gruplar arasında cinsiyet açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuyordu ($p=0.112$) (Tablo 4).

Tablo 4: Gruplardaki hasta sayıları ve yüzdeleri

Grup	Kız	Erkek	Total
Prematüre hasta sayısı	31 (% 38,8)	49 (% 61,3)	80 (% 100)
Term hasta sayısı	41 (% 51,2)	39 (% 48,8)	80 (% 100)
Total hasta sayısı	72 (% 45)	88 (% 55)	160 (100)

Çalışmamıza katılan gruplar yaş açısından incelendiğinde minimum yaş 1 iken maximum yaş 5 idi. Prematüre gruptaki ortalama yaş 4,03 iken, term gruptaki ortalama yaş 3,7 idi. Gruplar bu açıdan karşılaştırıldığında iki grup arasında yaş açısından istatistiksel bir fark bulunmuyordu ($p=0.069$) (Tablo 5).

Tablo 5: Gruplardaki hastaların yaş özellikleri

Grup	N	Ortalama \pm ss	Minimum	Maksimum	Medyan
Prematüre	80	4,03 \pm 1,043	2	5	4,00
Term	80	3,70 \pm 1,141	2	5	4,00
Total	80	3,86 \pm 1,102	2	5	4,00

Prematüre gruptaki çocukların ortalama doğum haftası (32,6 hf) idi. Ortalama doğum kilosu 2260 gr, ortalama yoğun bakımda kalış süresi ise 13,34 gündü (tablo 6). Prematüre gruptaki 80 çocuğun %17,5'u ikizdi.

Tablo 6: Prematüre grubun özellikleri

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	St. Sapma
Doğum haftası	80	24	36	32,61	2,983
Doğum kilosu	80	785	3900	2260,06	596,475
Yb süre	80	0	120	13,34	22,930

Çalışmamıza katılan her iki gruba da TEOAE testi yapılarak, yapılan testlerdeki SNR değerleri 1000, 1414, 2000, 2828 ve 4000 kHz frekanslarında her iki kulak içinde ayrı ayrı kaydedilerek değerlendirildi ve istatistiksel olarak hesaplandı (Tablo 7).

1000 kHz frekansta term grubun SNR değerleri ortalama 7,2 (-12,7 – 37,2) iken, prematüre grubun SNR değerleri ortalama 6,4 (-19,8 – 32,2) idi. İstatistiksel olarak her iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmadı (p=0.643).

1414 kHz frekansta term grubun SNR değerleri ortalama 13,7 ± 6,6 iken, prematüre grubun SNR değerleri ortalama 12,3 ± 7,3 idi. İstatistiksel olarak bu frekansta da her iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmadı (p= 0.079).

2000 kHz frekansta ise term grubun SNR değerleri ortalama 18,6 ± 6,1 iken, prematüre grubun SNR değerleri ortalama 16.4 ± 6.7 idi. 2000 kHz frekansta gruplar arasındaki fark anlamlı bulundu (p=0.002). Prematüre doğum öyküsü olan çocuklarda SNR değerleri daha düşük tespit edildi.

2828 kHz frekansta term grubun SNR değerleri ortalama 18,9 ± 6,1 iken, prematüre grubun SNR değerleri ortalama 17,9 ± 6,1 idi. İstatistiksel olarak bu frekansta da her iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmadı (p=0,169).

4000 kHz frekansta term grubun SNR değerleri ortalama 17 ± 6,4 iken, prematüre grubun SNR değerleri ortalama 15,7 ± 7 idi. İstatistiksel olarak bu frekansta da her iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmadı (p=0,085).

Tablo 7: Gruplarda SNR değerlerinin karşılaştırılması

	Normal n = 160	Prematüre n = 160	p
1 kHz	7.2 (-12.7 - 37.2)	6.4 (-19.8 – 32.2)	0.643
1.4 kHz	13.7 ± 6.6	12.3 ± 7.3	0.079
2 kHz	18.6 ± 6.1	16.4 ± 6.7	0.002
2.8 kHz	18.9 ± 6.1	17.9 ± 6.1	0.169
4 kHz	17 ± 6.4	15.7 ± 7	0.085



5. TARTIŞMA

Otoakustik emisyon (OAE) afferent nöral entegresyondan bağımsız olarak prenöral seviyede koklea dış titrekle tüylü hücrelerinde üretilen düşük şiddetli, nonlineer akustik sinyallerdir (6). Hastaların kulağına takılan probalar ile kulağa gitgide artan frekanslarda uyarı verilerek koklea tarafından üretilen bu sinyaller dış kulak yoluna konulan hassas mikrofonlar ile kaydedilebilir. Korti organında dış titrekle tüylü hücrelerin yaptığı hareketler mekanik ses enerjisi oluşturmada, bu enerji orta kulak ve timpanik membranın vibratuar cevapları ile akustik enerjiye dönüşmektedir (79). OAE'ların varlığı normal şekilde çalışan iç kulağın genel anatomik ve fizyolojik yapısını doğrular. Bu baziller mebran, korti organı, stria vaskularis hareketlerine bağlı endolenfin ve dış titrekle tüylü hücrelerin sağlığını gösterir. OAE'lar bu sistemler zarar gördüğünde baskılanır (80,81).

OAE'lar koklear mikrofonik potansiyellere benzerler ve afferent nöral sistemden bağımsız olarak nöral cevapla bağlantıları yoktur. Vestibülokoklear sinirin kesilerek iletimin iptal edildiği çalışmalarda işitsel beyin sapı uyarılı cevapları ortadan kalktığı halde dış titrekle tüylü hücrelerden sağlıklı OAE kayıtları elde edilebilmiştir (82,83). Bununla birlikte efferent nöral sistem uyarılarak OAE üretiminde değişiklik yapmak mümkündür. Bu değişiklik genellikle amplitüdlerin azalması şeklinde olmaktadır. Ancak OAE'ların oluşmaları için efferent nöral sistemin varlığı şart değildir (84,85).

Konjenital işitme kaybı oranı her 1000 canlı doğumda 1 olarak değerlendirilmektedir. Bununla beraber Amerika'daki ulusal tarama programı göstermektedir ki işitme kaybı yeni doğanlarda her 1000 canlı doğumda 2 ya da 3'tür (92). Ülkemizde tahminen her bin bebekten 1 veya 2'si ileri derece işitme kaybı ile doğmaktadır (3). Prematüre doğan çocuklar gibi riskli yenidoğanlarda bu oran 10 kata kadar artmaktadır (92).

Prematüre bebeklerde OAE'ler 26. haftadan sonra alınabilmekle beraber, kokleadaki dış tüylü hücrelerin gelişiminin 29. haftada tamamlanması nedeniyle 29 haftalık bebeklerde daha sağlıklı sonuçlar elde edilmektedir (97). Hollanda'da prematüre bebeklerle yapılan bir çalışmada, test yapıldığı sıradaki düzeltilmiş yaşın geçme oranları üzerine güçlü bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan çalışmada 30 hafta +3 gün düzeltilmiş yaşa sahip yenidoğanın %80, 31 hafta +2 gün düzeltilmiş yaşın olanın %90, 34 hafta düzeltilmiş yaşın olanında %100 oranında testten

geçtiği bulunmuştur (98). Yapılan çalışmalarda bu hastalarda prematüritenin yanı sıra literatürle uyumlu olarak düşük doğum ağırlığı, solunum sistemi hastalıkları, intrakraniyal kanama geçirme gibi işitme kaybı ile ilişkili ek faktörlerin bulunması testten geçememelerini etkilemektedir (99).

Bizde yaptığımız çalışmamızda prematüre doğan 80 çocukla, term doğan 80 çocuğun işitmelerini değerlendirdik. Bu amaçla OAE testini kullandık ve 5 ayrı frekansda emisyon cevaplarını karşılaştırdık. Literatürde belirtirdiği gibi prematüre doğan hasta grubunda düşük doğum ağırlığı, yoğun bakımda yatma öyküsü, intrakraniyal kanama ve başka kronik sorunlar bulunmaktaydı ve bunların çocukların testlerde emisyon cevaplarını etkilediğini düşündük.

Klinik kullanımda OAE ölçümleri invaziv olmaması, ağrısız olması, anestezi gerektirmemesi, hastanın genel durumundan bağımsız olup çocuk ve mental retarde hastalara rahatlıkla uygulanabilmesi, objektif bir test olması, hassas bir ölçüm olması, sonucun kesin olması, test süresinin kısa olması ve geniş hasta gruplarının taranabilmesi gibi avantajları nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir. Özellikle yenidoğanlarda koklear fonksiyonları değerlendirmede faydalıdır (6, 88, 89). Testin klinik kullanımda etkin ve kolay uygulanabilir bir test olmasına rağmen çocukların OAE testi yapılırken sessiz ve hareketsiz durması ve daha küçük yaşlardaki çocukların uyuması gerekliliği çalışmamızda bizi zorladı.

Ülkemizde yapılan Eras Z ve ark. larının yaptığı çalışmada; Türkiye’de 32 hafta altında olan ve/veya 1500 gr altında doğum kilosu olan hastalarda işitme kaybı için risk faktörleri değerlendirilmiş ve sepsis, mekanik ventilasyon, loop diüretiği kullanma, patent duktur arteiozus ligasyanu geçiren ve retinopati nedeni ile opere edilen hastalarda işitme kaybı ihtimalinin arttığı gösterilmiştir (104).

Alessandra SP. ve ark. larının yaptığı bir diğer çalışmada prematüre doğum öyküsü olan okul çağındaki 16 çocuk incelemiş ve kontrol grubu ile karşılaştırılmış. Çocuklara OAE kontralateral supresyon testi yapılmış prematüre doğum öyküsü olan çocuklarda kontrol grubuna göre emisyon sonuçlarının daha baskılı olduğu gözlenmiş ve bu sonucun çocukların okul başarısını da etkilediği savunulmuştur (100).

Prematüre doğan çocukların işitmelerini yenidoğan döneminde değerlendiren birçok çalışma olmasına rağmen bu çocukların ilerleyen yaşlarda işitmelerini değerlendiren çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Literatürde prematüre doğum öyküsü olan ileri yaşlardaki çocuklarda yapılan çalışmalar özellikle okul çağındaki çocuklar üzerinde yapılmıştır. Bizim yaptığımız çalışmada ise prematüre grubumuz

1 ile 5 yaş arasındaki çocuklardan oluşmaktaydı. İşitmenin çocukların okul başarısını ve bilişsel öğrenme sürecini etkilediği göz önüne alındığında yaptığımız çalışma okul öncesi bu çocukların işitmelerini değerlendirmede yararlı olabilir ve okul başarısına katkı sağlayabilir.

OAE'ların üretim yeri dış titreşim tüylü hücrelerdir. Ototoxik ilaçlar, hipoksi ve akustik travma ile dış titreşim tüylü hücrelerin tahribi otoakustik emisyonların üretimini engelleyecektir. OAE'ların elde edilebilmeleri için sağlıklı bir orta kulak yapısı gereklidir. Sağlıklı bir orta kulak yapısında bile kokleadan yansıyan enerjinin yaklaşık 12 dB kayba uğradığı bilinmektedir (51). Orta kulaktaki negatif ve pozitif basınç değişikliklerinde OAE amplitüd ve dalga tekrarlanabilirliği (reproduksibilite) oranlarında belirgin değişiklikler meydana gelir. Bu sebeple herhangi bir nedenle OAE ölçümü yapılırken orta kulağın durumu mutlaka değerlendirilmelidir (49,86,87). Biz de çalışmamıza başlarken çocuklara işitme testi yapmadan önce rutin kulak burun boğaz muayenelerini yaparak orta kulağın durumunu otoskopik muayene ile değerlendirdik. Dış kulak yolunda buşonu olan, akut ve kronik otit tespit edilen, timpanik membran retraksiyonu olan, daha önceden kulak cerrahisi geçiren, aktif üst solunum yolu enfeksiyonu olan, daha öncesinde kafa travması geçiren, psikiyatrik ya da nörolojik hastalığı olanlar, intrakraniyal ve işitme yollarıyla ilgili maligniteye sahip olan hastalar ve başka bir kronik enflamatuar veya enfeksiyöz hastalığı olan hastaları çalışma dışı bıraktık. Akut otiti olan hastaları uygun süre tedavi ile orta kulağın normale dönmesi sonrası çalışmamamıza dahil ettik.

Orta ve ileri derecede işitme kaybı olan çocukların konuşma gelişimi, dil gelişimi yanında akademik, sosyal ve duygusal gelişiminde belirgin bozukluklar meydana gelmektedir (93). İşitme kaybı bulunan ve ilk altı ayda tespit edilmiş ve derhal uygun müdahalede bulunmuş çocuklar kelime bilgisi gelişiminde sonradan tespit edilen işitme kayıplı çocuklara göre anlamlı derecede daha iyi sonuç göstermişlerdir (94). Sağır veya işitmede zorluk çeken yenidoğan infantların 6 aydan önce tespiti ve müdahalesi yapıldığında, okul ilişkili ölçütlerde (kelime, artikülasyon, sosyal denge/ayar, davranış ve anlaşılabilirlik) 20 ile 40 persentile varan artışlar olduğu gözlemlenmiştir (95). Ayrıca yenidoğan işitme taramasının, işitme kaybı olan infantların tanımlanması ve tedavi edilme yaşını düşürülebildiği gösterilmiştir (96).

Gestasyonel yaş ve düşük doğum ağırlığının yanı sıra, fetal yaşamdaki komplikasyonların türü ve şiddeti, işitme kaybı ve diğer neonatal morbiditeler için risk faktörü teşkil etmektedir. İşitme bozukluğu, işitsel işleme bozukluklarının yanı sıra

periferik işitme sistemi ile ilişkili olabilir. İşitsel işleme bozukluğu, konuşma bozukluğu ve kompleks şeyleri anlayabilmede yetersizlik arasında ilişki olduğu halde, temporal işleme defisitleri ile birlikte mevcut olan okuma ve öğrenme yetersizliği olan birçok çocukta komorbidite yaygındır (105).

Prematüre doğum işitme yollarının matürasyonunu etkilediğinden çocuklarda öğrenme güçlüğüne neden olmakta, öğrenme süreci ile ilgili becerilerini ve işitsel oyunlardaki rollerini olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle duyuşal defisit veya bozuklukların erken teşhis edilmesi gerekmektedir. İşitsel işleme bozuklukları için risk altındaki çocukların erken tanınması, zamanında başvurmuş ve seçilmiş olmaları en uygun yaklaşımı sağlar (100).

Yapılan birçok çalışmada öğrenme güçlüğüne preterm çocuklarda term çocuklara göre daha yaygın olduğunu göstermektedir. Preterm infantların artan sağ kalımı ile, duyuşal, idrak edebilme ve üretkenlik potansiyellerini tam olarak geliştiremeyen çocukların fazlalığı bu çocukların aileleri ile olan ilişkilerinde sorun teşkil etmektedir. Nörodavranışsal defisitler için risk faktörleri, beyaz cevher hasarı, özellikle preventriküler lökomalazi, düşük gestasyonel yaş, düşük doğum ağırlığı ve kronik akciğer hastalığı gibi belirteçler sayılabilir (101,102,103).

İşitsel işleme bozukluğu olan çocuklar objektif olarak değerlendirmeyi geliştirmeyi hedefleyen çalışmalar, davranışsal testler için tamamlayıcı olarak elektrofizyolojik parametrelerin kullanımına odaklanmış durumdadır. TEOAE, işitsel işleme aktiviteleri ile bağlantılı olarak göz önünde bulundurulduğunda erken diagnostik parametre olarak umut verici gözükmektedir (106,107). Bizde yaptığımız çalışmada TEOAE testini kullandık. Prematüre doğum öyküsü olan, test yapılmasına engel teşkil edecek bir problemi olmayan çocuklara test yaparak SNR değerlerini kaydettik. 5 ayrı frekansta ölçümler yaparak bu değerleri term doğum olan çocuklarla karşılaştırdık. Sadece 2.0 kHz de prematüre çocuklarda SNR değerlerinde kontrol grubundaki çocuklara göre emisyon sonuçlarında düşüklük tespit edildi. Diğer frekanslarda anlamlı fark bulunmadı. Çalışmamızın zayıf yönlerinden bir tanesi çocukların yaşlarının küçük olması sebebiyle odimetri testi kullanamamızdı. Yine literatürde işitmeyi değerlendirme açısından daha etkin olan TEOAE kontralateral süpresyon testini elimizdeki teknik şartların yetersizliği nedeniyle kullanamadık.

Geç ve ilerleyici işitme kaybı veya her ikisi için bilinen risk faktörü olan infantlar, 3 yaşına gelinceye kadar periyodik odyometrik takipleri yapılmalıdır. Periodisite ve yeniden değerlendirme sayısı her durumun şiddetine dayanarak

öngörülebilir. İşitme kaybı için risk faktörü varlığını ortaya çıkaran yenidoğan işitme taraması yapılan çocuklar için, 24-30 aylıkken en az bir randevu izlemi önerilir (*JCIH, 2007*). Bizde ülkemizde ulusal işitme taramasında prematüre doğan ve işitme için diğer risk faktörlerine sahip çocuklar için ilerleyen yaşlarda da takip edilmesi amacıyla ayrı bir zorunlu tarama programı oluşturulması kanaatindeyiz. Ayrıca bu çocukların sık takip edilip okul çağına geldiklerinde yaptığımız çalışma ile karşılaştırılması için odimetri testi kullanılarak yapılacak daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.



6. SONUÇ

Prematüritenin işitme üzerine olan etkilerini özellikle yeni doğan döneminde araştıran birçok çalışma yapılmış ve işitme üzerine etkileri ortaya konmuştur. Biz yaptığımız bu çalışmamızda prematüre doğum öyküsü olan 1-5 yaş aralığındaki çocukların işitmelerini yapmış olduğumuz Otoakustik emisyon (OAE) testi ile değerlendirdik. 5 ayrı frekansta yaptığımız testlerde prematüre grubun Sinyal Gürültü Oranı (SNR) değerleri 2000 kHz'de düşük saptandı. Bunun sebebinin prematüre doğum ve beraberinde getirmiş olduğu riskler sebebiyle işitsel sistemin tam gelişmemesine bağlı olabileceğini düşündük. Bizde ülkemizde ulusal işitme taramasında prematüre doğan ve işitme için diğer risk faktörlerine sahip çocuklar için ilerleyen yaşlarda da takip edilmesi amacıyla ayrı bir zorunlu tarama programı oluşturulması kanaatindeyiz. Çalışmamızın etkinliğinin kanıtlanması için bu çocukların sık takip edilip okul çağına geldiklerinde yaptığımız çalışma ile karşılaştırılması için odyometri testi kullanılarak yapılacak daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

7.KAYNAKLAR

- 1- Rapin I. Children with hearing impairment In: Swaiman K (eds) PediatricNeurology. 2nd edition. St. Louis, Missouri: Mosby; 1994. 1153-1168.
- 2- Chu K, Elimian A, Barbera J, Ogburn P, et al. Antecedents of new born hearing loss. ObstetGynecol 2003; 101: 584-588.
- 3- T.C. Başbakanlık Özürlüler İdaresi-Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı. Ulusal Yenidoğan İşitme Projesi; 2005 URL:<http://www.ozida.gov.tr/projeler/isitmetaramasi.htm>
- 4- Karacan E. Çocuklarda dil gelişimini etkileyen faktörler. Sürekli tıp eğitim dergisi 2000;9 (7): 19-26.
- 5- Year 2007 Positionstatement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. Joint Committee on Infant Hearing. Pediatrics 2007; 120: 898-921.
- 6- Akyıldız N. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi. Cilt 1. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi; 2002
- 7- Austin DF. Kulak anatomisi. In Ballenger JJ, Snow JB, editors. Hafız G. çev. ed. Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2000. p. 838-57.
- 8- Karasalihoglu AR. Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi. 3. baskı. Ankara: Güneş Kitabevi; 2003.
- 9- Aslan A, Belgin E. Kulak anatomisi ve işitme fizyolojisi. Koç C, editör. Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş-Boyun Cerrahisinde. Ankara: Güneş Tıp Kitabevi; 2004. p. 45-71
- 10- Chang KW, Vohr BR, Norton SJ, Lekas MD. External and middle ear status related to mevoled otoacoustic emission in neonates. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1993; 119: 276-82
- 11- Duckert LG. Anatomy of the skull base, temporal bone, external ear and middle ear. In Cummings CW, Fredrickson JM, Harker LA, Krause CJ, Richardson MA, Schuller DE, editors. Otolaryngology Head & Neck Surgery. 3rd ed. St Louis: Mosby-year Book; 1998. p. 2533-46.
- 12- Janfaza P, Nadol JB. Temporal kemik. In Janfaza P, Nadol JB, Gala R, Fabian RL, Montgomery WW, editors, Cansız H, çev. ed. Bas Boyun Cerrahi Anatomisi. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2002. p. 420-79

- 13- Kalkanis JG, Whitworth C, Rybak LP. Vitamin E reduced cisplatin ototoxicity. *Laryngoscope* 2004; 114(3):538-542
- 14- Lafreniere D, Smurzynski J, Jung MS, Leonard G, Kim DO. Otoacoustic emissions in full-term newborns at risk for hearing loss. *Laryngoscope* 1993; 103: 1334-41.
- 15- Akalın HE. Aminoglikozidler. *Antibiyotik bülteni*. 1992; 2:3-9.
- 16- Erdem T. Otoakustik emisyonların klinikte kullanım alanları (Çeşitli tiplerde işitme kaybı gösteren veya işitme taraması yapılan 166 olgunun 287 kulağı üzerinde yapılan çalışma). *Uzmanlık Tezi*. İzmir, 1998.
- 17- Sha S, Schacht J. Salicylate Attenuates Gentamicin-Induced Ototoxicity. *Lab Invers* 1999; 79: 807-13.
- 18- Arıncı K, Elhan A. *Anatomi*. cilt 1, Ankara. Güneş Kitapevi; 1997, s752-811
- 19- Ömür M, Dadas B. *Klinik Baş ve Boyun Anatomisi*. 1.cilt. İstanbul: Ulusal Tıp Kitapevi; 1996
- 20- Donaldson JA. The ear: adult anatomy. In: *Surgical Anatomy of the Temporal Bone*. Donaldson JA, Duckert LG, Lambert PM, Rubel EW, editors. New York: Raven Press; 1992. p. 143-75.
- 21- Ickleys OJ. Physiology of the ear. In Wright D, editor. *Scott-Brown's Otolaryngology*. 5th ed. London: Butterworths – Heinemann; 1998. p. 47-80.
- 22- Santi PA, Mancini P. Cochlear anatomy and central auditory pathways. In Cummings CW, Fredrickson JM, Harker LA, Krause CJ, Richardson MA, Schuller DE, editors. *Otolaryngology Head & Neck Surgery*. 3rd ed. St. Louis: Mosby-Year Book; 1998. p. 2803-26.
- 23- Lee KJ. *Anatomy of the ear*. *Essential Otolaryngology*. Connecticut: Appleton&Lange Company; 1999
- 24- Dirckx JJ, Daemers K, Somers T, Offeciers FE, Govaerts PJ. Numerical assessment of TOAE screening results: currently used criteria and their effect on TOAE prevalence figures. *Acta Otolarygol* 1996; 116: 672-79.
- 25- Lawrence M. Introduction to inner ear (Fluid) physiology. In Paparella MM, Shumrick DA, Gluckman JL, Meyerhof WL, editors. *Otolaryngology*. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders Company; 1991. p. 199-217.
- 26- Ovalı F. Fetus ve yenidoğanda işitme: Temel kavramlar ve perspektifler. *Türkiye Klinikleri J Pediatr* 2005;14: 138-149.

- 27- akır N. Otolaringoloji, Baş ve Boyun Cerrahisi. "Kulak hastalıkları". 2. baskı, İstanbul: Nobel Tıp Kitap evleri, 1999: 12-14.
- 28- Keith R.W. Klinik Testler. Otolaringoloji Temel Bilgiler ed: Kaleli . 1.baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitap evleri, 2003: 13-27.
- 29- Hall JW. Handbook of Otoacoustic Emissions, Singular Publishing Group, Thomson Learning, 2000; 2-269.
- 30- Kemp DT. Otoacoustic Emissions in Perspective, Otoacoustic Emissions: Clinical Applications (Robinette MS, Glatke TJ Ed.), Thieme, New York, 1997; 1-21.
- 31- Seikel AJ, King DW, Drumright DG. Anatomy and Physiology for Speech, Language and Hearing, Singular Publishing Group, London, 1997 : 548-564.
- 32- Kemp DT. Otoacoustic emissions, their origin in cochlear function and use, British Medical Bulletin, 2002; 63: 223-42.
- 33- Lind, O. Transient-Evoked Otoacoustic Emissions and Contralateral Suppression in Patients With Unilateral Tinnitus. Scadinavian Audiology 1996, 25: 167-172.
- 34- Kim, DD.: Active and non linear cochlear biomechanics and the role of outhaircell subsystem in the mammalian auditory system. Hear Res,1986; 22:105-114.
- 35- Brownell WE, Charles RB, Bertrand D, De Ribaupierre Y. Evoked mechanical responses of isolated cochlear outer hair cells, Science, 1985; 227, 194-6.
- 36- Probst R, Lonsbury-Martin B, Martin G. A Review of Otoacoustic Emissions, J Acoust Soc Am, 1991;89, 2027-2065.
- 37- Johnstone, BM., Patuzzi, R., Yates, GK.: Basilar membrane measurements and travelling wave. Hear Res, 1986; 22:147-153.
- 38- Grewe, TS., Danhauer, JL., Danhauer, KJ., Thornton, AR.: Clinical use of otoacoustic emissions in children with autism. Int J Pediatr Otolaryngol, 1996; 30:123-132.
- 39- Bilgen V., Erdem T., Bilgen C., Cenki A., Hakkı A.: Grltye bağlı koklear frajilite değerlendirilmesinde Otoakustik Emisyon ve Bekesy odyometrisinin yeri. 24. Trk Otolaringoloji ve Baş-Boyun Cerrahisi Ulusal Kongresi, 1997.
- 40- Smurzynski, J., Kim, DO.: Distortion product and click-evoked otoacoustic emissions of normally-hearing adults. Hear Res, 1992; 58:2, 227-240.
- 41- Browning, GG., Swan, IR., Gatehause, S.: The doubtful value of tympanometry in the diagnosisof otosklerosis. J Laryngol Otol, 1985; 99: 545-7.

- 42- Penner, M.J. Two-Tone Forward Masking Patterns and Tinnitus. *Journal of Speech and Hearing Research* 1980; 26: 263–267.
- 43- Penner MJ. Linking Spontaneous Otoacoustic Emissions and Tinnitus. *British Journal of Audiology* 1992; 26: 115–123.
- 44- Özturan, O., Oysu, C.: Influence of spontaneous otoacoustic emissions on distortion product otoacoustic emission amplitudes. *Hear Res*, 1999, 244: 129-136.
- 45- Penner, MJ., Burns, EM.: The dissociation of SOAEs and tinnitus. *J. Speech Hear Res*, 1987; 30:396-403.
- 46- Ruggero MA, Nich NC, Freyman R. Spontaneous and impulsively evoked otoacoustic emissions: indicators of cochlear pathology? *Hear Res*. 1983 Jun;10(3):283-300.
- 47- McCoy MJ, Franklin D, Lonsbury-Martin BL, Martin GK. Evoked Otoacoustic Emissions Test-Retest Reliability. *ASHA* 1990; 32: 156pp
- 48- Mcfadden D, Plattsmier HS. Aspirin Abolishes Spontaneous Otoacoustic Emissions *Journal of Acoustic Society of America*. 1984; 76: 443-448
- 49- Campbell KCM, Durrant J. Audiological Monitoring for Ototoxicity. *The Otolaryngologic Clinics of North America*. 1993; 26(5):903-917
- 50- Probst R, Harris FP, Hauser R. Clinical Monitoring Using Otoacoustic Emissions. *British Journal of Audiology*. 1993; 27:85-90
- 51- Probst R, Lonsbury BL, Martin M, Martin GK. A Review of Otoacoustic Emissions. *Jou. Acous. Som*. 1991; 89: 2027-2067
- 52- Norton SJ. Cochlear Function and Otoacoustic Emissions. *Semin Hear*. 1992; 13: 1-14
- 53- Hotz MA., Harris FP., Probst R. Otoacoustic Emissions: An Approach for Monitoring Aminoglycoside-ototoxicity. *Laryngoscope* 1994; 104: 1130-1134
- 54- Çelik, O.(ed.) Özlüoğlu L., Ataş A.: *Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi*, Turgut Yayıncılık, İstanbul, 2002
- 55- Brownell WE, Outer Hair Cell Electromotility and Otoacoustic Emissions, *Ear and Hearing* 1990; 11(2), 82-91.
- 56- Özturan, O., Lew, H., Jerger, J.: Otoakustik emisyonlar ve klinik uygulamaları. *KBB İhtisas Dergisi*, 1994; 2 (2):194-205.

- 57- Martin GK, Lonsbury-Martin BL, Probst R. Spontaneous Otoacoustic Emissions in a Non-Human Primate. I. Basic Features and Relations to other Emissions. *Hear. Res.* 1988; 33: 49-68
- 58- Khovels R, Freeman S, Sohmer H. Transient Evoked Otoacoustic Emissions Can Be Recorded in the Rats. *Hearing Research.* 1996; 97:120-126
- 59- Moulin A, Bera JC, Collet L. Distortion Product Otoacoustic Emissions and Sensorineural Hearing Loss. *Audiology* 1994; 33: 305-326
- 60- Lonsbury-Martin BL, Whitehead ML, Henley CM. Differential Effects of Sodium Salicylate on the Distinct Classes of otoacoustic Emissions in Rabbit and in Monkey. *Ass. Res. Otolaryngol. Abst.* 1991; 14: 67.
- 61- Harris FP, Lonsbury-Martin BL, Stegner BB, Coats AC, Martin GK. Acoustic Distortion Products in Humans: Systemic Changes in Amplitudes as a Function of f2/f1 Ratio. *Journal of Acoustic Society of America.* 1989; 85: 220-229
- 62- Lonsbury-Martin BL, Harris FP, Stagner BB, Hawkins MD, Martin GK. Distortion Product Otoacoustic Emissions in Humans. I. Basis Properties in Normally Hearing subjects. *Ann Otol. Rhinol. Laryngol.* 1990; Suppl 147: 3-13
- 63- Brown AM, McDowell B, Forge A. Acoustic Distortion Products can be Used to Monitor the Effects of Chronic Gentamycin Treatment. *Hear. Res.* 1989; 42:143-156
- 64- Lonsbury-Martin BL, Martin GK. The Clinical Utility of Distortion Product Otoacoustic Emissions. *Ear Hear.* 1990; 11: 144-154
- 65- Martin GK, Ohlms LA, Franklin DJ. Distortion Product Otoacoustic Emissions in Humans. III. Influence of Sensorineural Hearing Loss. *Ann. Otol Rhinol Laryngol (suppl)* 1990; 147: 3-42
- 66- Kimberley BP. Applications of Distortion-Product Emissions to an Otological Practice. *Laryngoscope*, 109:1908-1918, 1999
- 67- McCoy MJ, Franklin D, Lonsbury-Martin BL, Martin GK. Evoked Otoacoustic Emissions Test-Retest Reliability. *ASHA* 1990; 32: 156pp
- 68- Banfils P, Ava P, Francis M, Troteux J, Norey P. Distortion Product Otoacoustic Emissions in Neonates. Normative Data. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1992; 112: 739-744
- 69- Hall JW. *Handbook of Otoacoustic Emissions*, Singular Publishing Group, Thomson Learning, 2000; 2-269.

- 70- Winslow RL, Sachs MB. Effects of Electrical Stimulation of the Crossed Olivocochlear Bundle on Auditory Nerve Responses to Tones in Noise, *J Neurophysiol*, 1987; 57: 1002.
- 71- Ballenger JJ, Snow JB. *Otolaringoloji, Baş ve Boyun Cerrahisi*, (Şenocak D, Kaleli Ç. Ed.), Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul. 2000; 879-929.
- 72- Cody AR, Johnstone BM. Temporary Threshold Shift Modified by Binaural Acoustic Stimulation, *Hear Res*, 1982, 6: 199.
- 73- Belgin E. İşitme kayıpları. *Pediyatrik Kulak Burun Hastalıklarında*. ed: Akyol MU. 1. baskı. Ankara: Güneş Kitapevi, 2003: 31-34.
- 74- T.C.Başbakanlık Özürlüler İdaresi-Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı. Özürlülük Eğitimi- Yenidoğan İşitme Taraması Eğitim Kitabı; 2005: URL: <http://www.ozida.gov.tr/egitim /yit/medya.htm>
- 75- Joint Committee on Infant Hearing. American Academy of Pediatrics Position Statement. *Pediatrics*. 1982; 70: 496-497.
- 76- Joint Committee on Infant Hearing. 1994 Position Statement. *Otolaryngol. Head Neck Surg*. 1995;113: 191-196.
- 77- Year 2000 Position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. Joint Committee on Infant Hearing. *Pediatrics* 2000; 106: 798-817.
- 78- Year 2007 Position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. Joint Committee on Infant Hearing. *Pediatrics* 2007; 120: 898-921.
- 79- Kunt T, Tekeş T. Otoakustik emisyonlar ve klinik uygulamaları. *Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 1996;2: 74-78.
- 80- Brenda L Lonsbury-Martin, Coats AC. Ballenger JJ. Diseases of the noise, throat, ear, hearing and neck. "Physiology of the auditory and vestibular systems". Lea and Febiger, 1991: 948-1005.
- 81- Rahko T, Kumpulainen P, Ihlainen H, Ojala E, et al. A new analysis method for the evaluation of transient evoked otoacoustic emissions. *Acta Otolaryngol* 1997; 529: 66-68.
- 82- Lafreniere D, Smurzynski J, Jung M. Otoacoustic Emissions in Full-Term Newborns at Risk for Hearing Loss. *Laryngoscope*. 1993; 103:1334-1341

- 83- Ohmls LA, Lonsbury-Martin BL, Martin GK. Acoustic Distortion Products: Separation of Sensory from Neural Dysfunction in Sensorineural Hearing Loss in Human Beings and Rabbits. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 1991; 104: 159-174
- 84- Lonsbury BL, Martin GK Otoacoustic Emissions. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000 11:361-366
- 85- Tavartkiladze GA, Frolenkov GI, Kruglov AV, Artamasov SV. Ipsilateral suppression effects on transient evoked otoacoustic emission. *Br J Audiol.* 1994 Aug-Oct;28(4-5):193-204
- 86- Owens JJ, Mccoy MJ, Lonsbury-Martin BL, Martin GK. Otoacoustic emissions in children with normal ears, middle ear dysfunction, and ventilating tubes. *Am J Otol.* 1993 Jan;14(1):34-40
- 87- Richter B, Hauser R, Lohle E. Dependence of distortion product emission amplitude on primary-tone stimulus levels during middle-ear pressure changes. *Acta Otolaryngol.* 1994 May;114(3):278-84.
- 88- Apaydın F, Ege Y, Günhan Ö, Bilgen V. Otoakustik emisyonlarda ilk uygulamalarımız. *Türk Otolaringoloji Arsivi* 1995; 33: 267–72.
- 89- Fabiani M. Evoked Otoacoustic Emissions in the study of adult sensorineural hearing loss. *Br J Audiol* 1993; 27: 131–37.
- 90- Antonia M. Jousen, Thomas W. Gardner, Bernd Kirchhof, Stephen J. Ryan. Retinal Vasculer Disease. C. Jandek, M.H. Foerster. *Clinical Course and Treatment* 2007;20:403.
- 91- Rubaltelli DM, Hirose T. Retinopathy of prematurity update. *Int Ophthalmol Clin* 2008; 48: 225.92- Wrightson A. Universal newborn hearing screening. *American Family Physician.* 2007;75 (9):1349-1352.
- 93- Carney AE, Moeller MP. Treatment efficacy: hearing loss in children. *J Speech Lang Hear Res.* 1998;41 :S61 –S84.
- 94- Mayne A, Yoshanaga-Itano C, Sedey AL, Carey A. Expressive vocabulary development of infants and toddlers who are deaf or hard of hearing. *Volta Rev.* 1998;100 :1 –52.
- 95- Yoshinaga-Itano C, Coulter D, Thomson V. The Colorado Newborn Hearing Screening Project: effects on speech and language development for children with hearing loss. *J Perinatol.* 2000;20(8 pt 2) :S132 –S137.

- 96- Thornton AR, Kimm L, Kennedy CR. Methodological factors involved in neonatal screening using transient evoked otoacoustic emissions and automated auditory brainstem response testing. *Hear Res* 2003; 182: 65-76.
- 97- Eshraghi A, Francois M, Narcy P. Evolution of transient evoked otoacoustic emissions in preterm newborns: a preliminary study. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1996;37:121-127.
- 98- Van Straaten HL, Tibosch CH, Dorrepaal C, Dekker FW et al. Efficacy of auditory brainstem response hearing screening in very preterm newborns. *J Pediatr* 2001;138(5):674-678.
- 99- Korres S, Nikolopoulos TP, Komkotou V, Balatsouras D, et al. Newborn hearing screening: effectiveness, importance of high-risk factors and characteristics of infants in the neonatal intensive care unit and well-baby nursery. *Otol Neurotol* 2005;26(6):1186
- 100- Alessandra SD, Stefanie M, Mariana de Souza P, Paulo P School-Age Outcomes in Preterm Children Born with Risk Factors for Hearing Loss: Contralateral Suppression of Transient Evoked Otoacoustic Emissions. *Audiol Neurotol Extra* 2012;2:1–8
- 101- Lorenz JM: The outcome of extreme prematurity. *Semin Perinatol* 2001; 25: 348–359.
- 102- Adams-Chapman I, Stoll BJ: Neonatal infection and long-term neurodevelopmental outcome in the preterm infant. *Curr Opin Infect Dis* 2006; 19: 290–297.
- 103- Stahlmann N, Rapp M, Herting E, Thyen U: Outcome of extremely premature infants at early school age: health-related quality of life and neurosensory, cognitive, and behavioral outcomes in a population based sample in northern Germany. *Neuropediatrics* 2009; 40: 112–119.
- 104- Postnatal risk factors associated with hearing loss among high-risk preterm infants: tertiary center results from Turkey Eras Z, Konukseven O, Aksoy HT, Canpolat FE, Genç A, Sakrucu ED, Develioğlu O, Dilmen U. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2014 Jun;271(6):1485-90. doi: 10.1007/s00405-013-2653-3. Epub 2013 Aug 6.
- 105- Bailey PJ, Snowling MJ: Auditory processing and the development of language and literacy. *Br Med Bull* 2002; 63: 135–146.

- 106- Durante AS, Carvalho RMM: Contralateral suppression of otoacoustic emissions in neonates. *Int J Audiol* 2002; 41: 211–215.
- 107- Burguetti FA, Carvalho RM: Efferent auditory system: its effect on auditory processing. *Braz J Otorhinolaryngology* 2008; 74: 737–745.



8.EKLER

Ek 1: Etik Kurul Onayı



T.C.
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı

TOPLANTI TARİHİ : 30/12/2015
TOPLANTI NO : 2015/14

KARARLAR :

- 9- Tıp Fakültesi Kulak- Burun ve Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanlığı'nın 2015-149-30/12 Protokol no'lu "Prematüre Doğum Öyküsü Olan 1-5 Yaş- Arası Çocuklarda İşitme Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi" konulu çalışmasının Etik Kurul İlkelerine uygun olduğuna,

Oy birliği ile karar verilmiştir.

A S L I G İ B İ D İ R

Doç. Dr. Gürnar ÖZBAKİŞ DENGİZ
B.E.Ü. Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanı

Ek 2: Danışman Hoca Değişikliği Etik Kurul Onayı



**T.C.
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı**

TOPLANTI TARİHİ : 14/12/2016
TOPLANTI NO : 2016/13

KARARLAR :

- 2- Tıp Fakültesi Kulak Burun ve Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanlığı'nın 2015-149-30/12 Protokol no'lu "Prematüre Doğum Öyküsü Olan 1-5 Yaş- Arası Çocuklarda İşitme Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi" konulu çalışmasının sorumlu araştırmacısının Yrd. Doç. Dr. Duygu ERDEM olarak değiştirilmesinin uygunluğuna,

Oy birliği ile karar verilmiştir.

A S L I G İ B İ D İ R

Doç. Dr. Günnur ÖZBAKIŞ DENGİZ
B.E.Ü. Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanı