

T.C
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
KULAK BURUN BOĞAZ
ANABİLİM DALI

Tez Yöneticisi
Prof.Dr. Ahmet R. KARASALİHOĞLU

İŞİTME KAYBI İÇİN YÜKSEK RİSKLİ YENİ DOĞANLARDA
BEYİN SAPI UYARILI CEVAP ODYOMETRİSİ (BERA) ve
TRANSİENT EVOKED OTOAKUSTİK EMİSYON (TEOAE)'UN
KARŞILASTIRILMASI

86603

(Uzmanlık Tezi)

Dr. Abdullah TAŞ

86603

Edirne-1999

T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
GENEL BİLGİLER.....	2
Kulak Anatomisi.....	2
İşitme Fizyolojisi.....	11
Çocuklarda İşitme Kayıpları.....	16
Otoakustik Emisyonlar	18
Beyin Sapı Uyarılı Cevap Odyometrisi.....	21
YÖNTEM VE GEREÇLER.....	28
BULGULAR.....	32
TARTIŞMA.....	40
SONUÇLAR.....	45
ÖZET(Türkçe ve İngilizce).....	47
KAYNAKLAR.....	51

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince en iyi şekilde yetişmem için büyük emek harcayan ve tezimin her aşamasında en büyük destek, ilgi ve yardımını gördüğüm çok değerli hocam Prof.Dr. Ahmet R. KARASALİHOĞLU'na;

Asistanlığım süresince her aşamada destek, ilgi ve yardımlarını gördüğüm değerli hocalarım Doç.Dr. Muhsin KOTEN, Doç.Dr. Mustafa Kemal ADALI, Yrd.Doç.Dr. Cem UZUN'a,

Birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum değerli arkadaşlarım; Uz.Dr. Ayhan YILDIRIM, Uz.Dr. Oğuz B. ŞAHİN, Uz.Dr. Nezh KÜRKCÜ, Uz.Dr. Serhan ÖZEL, Uz.Dr. Recep YAĞIZ, Dr. Murat KÜÇÜKUĞURLUOĞLU, Dr. Fikri ÇİÇEK, Dr.Nurkan İNAN, Dr. Çetin YILDIRIM, Dr. Selis GÜVEN'e;

Tez çalışmam süresince testlerin yapılmasında uzun bir emek harcayan ve bana destek olan Uz.Ody.Dr. Memduha DEVREN'e ayrıca Uz.Ody.Dr. İnci ADALI'ya, Odyoloji Laboratuar çalışanlarına ve K.B.B Anabilim Dalı tüm çalışanlarına,

İstatistiki değerlendirmede yardımcı olan Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı A.B.D. Öğretim Üyesi Yard. Doç. Dr. Galip EKUKLU' ya teşekkür ederim.

GİRİŞ VE AMAÇ

Toplumda orta ve ileri derecede işitme kaybı oranı her 1000 canlı doğumda 1-2 dir(1,2). Bu oran yüksek riskli yeni doğanlarda %2-5 oranına yükselir(3). Bir işitme kaybının erken tanı ve rehabilitasyonu işitme bozukluğu olan çocuklarda konuşma ve dil becerilerinin gelişmesi için çok önemlidir(4). Burada ilk ayların önemi daha büyüktür, zira normal dil gelişimi bu dönemde hızlıdır. Gecikmiş tanı ve tedavinin sonuçlarını toplum ve bireyin kendisi birlikte taşırlar. Genellikle işitme kayıplı bireyin meslek, eğitim ve dil bilgisi yetersizliğine rağmen sözel ifadeye dayalı olmayan IQ testlerinde ölçümler normal seviyede değerlendirilmiştir. Erken teşhis ve eğitimin ideal mekanizması başlıca üç tanedir;

- 1-Erken hasta identifikasyonu
- 2-Güvenilir kantitatif işitme testleri
- 3-Uygun eğitim programları(5).

Son yıllardaki çalışmalar yeni doğanda işitmenin değerlendirilmesinde tarama metotlarını bulmaya yöneliktir. Bu amaçla Crib-o-gram, Brainstem Evoked Response Audiometry (BERA) ve Otoakustik Emisyonlar (OAE) kullanılmıştır(6).

Bizim çalışmamızda amacımız işitme kaybı için yüksek risk grubunda bulunan yeni doğanlarda, işitme bozukluğunun saptanmasında, güvenilir, hızlı, objektif bir yöntem olan BERA(1) ile hızlı, göreceli olarak kolay, noninvaziv, objektif bir yöntem olan Transient Evoked Otoacoustic Emission (TEOAE) nun(7) tarama testi olarak kullanılmasında birbirleriyle karşılaştırmaktır.

GENEL BİLGİLER

KULAK ANATOMİSİ:

Kulak, her biri farklı yapısal ve fonksiyonel özelliklere sahip, üç kısımdan oluşur: **a-** Dış kulak, **b-** Orta kulak, **c-** İç kulak(8,9).

Dış kulak (*Auris externa*):

Kulak kepçesi (*Auricula*) ve dış kulak yolu (*Meatus acusticus externus*) olmak üzere iki kısımdan oluşur(8).

Kulak kepçesi (*Auricula*); başın yan tarafında yaprak şeklinde bir çıkıntıdan ibarettir. Deri ve perikondrium ile örtülü ince elastik bir kıkırdaktan meydana gelmiştir. Kulak kepçesi başa, deri, dış kulak yolu kıkırdağı, kas ve bağlarla yapışır(9-11). Kulak kepçesinin arterleri; *A.temporalis superficialis* ile *A.occipitalis posterior*'dan gelir. Venler arterleri izler. Lenfatikler *preauricular*, *retroauricular* ve *infraauricular* lenf düğümlerine dökülür(8-10). Kulak kepçesinin ön yüzünün duyarlılığını V. kranial sinirin aurikulotemporal dalı sağlar. Ayrıca VII. kranial sinirden kavum konka, konka, heliksin bir bölümü ve kulak arkasının alt kısmına duyu dalları gelir. Servikal ikinci ve üçüncü sinirler ise kulak kepçesinin büyük bir bölgesinin hissiyetini verirler(10).

Dış kulak yolu (*meatus acusticus externus*); konkadan kulak zarına kadar olan uzunluğu içine alır(10,11). Hafif "S" şeklinde oblik yerleşim gösteren dış kulak yolunun arka-üst duvar uzunluğu 25mm iken, ön-alt duvar 31mm dir(9,10). Dış kulak yolunun 1/3 dış kısmını fibroelastik bir yapı oluşturur, 2/3 iç kısmı ise kemiksel yapıdadır. Kıkırdak parça dış yanda ve arkada kemik kısım iç yanda ve önde bulunur(8-12). Dış kulak yolu kıkırdak kısmını örten deride ter,

yağ ve serümen bezleri vardır. Kemik kısmı örten deri ise oldukça ince olup hemen periostun üzerini örter; kıl, yağ ve serümen bezleri içermez(8,10,12-14). Çocuklarda temporal kemik gelişimini henüz tamamlanmadığı için kıkırdak kısmı daha uzundur(9,10). Dış kulak yolu kıkırdağı arka-üst duvarı açık bir boru şeklindedir. Kıkırdak bölümün ön duvarında iki adet Santorini fissürleri bulunur. Kemik kısmın antero-inferior bölümünde Huschke deliği yer alır(8,9,11).

Dış kulak yolu arterleri; a.auricularis posterior, a.temporalis superficialis ve a.auricularis profunda'dır. Venöz drenaj, maksiller ve eksternal juguler venler ile plexus pterygoideus'a olur. Lenfatikler, anterior, posterior ve inferior aurikuler lenf nodlarıdır. Duyusal inervasyon inferior ve posterior bölümlerinde n.vagusun aurikuler dalı(Arnold's), anterior ve superior bölümlerinde ise n.mandibularisin aurikulo-temporal dalı ile olur(9).

Orta kulak (Auris media):

Kulak zarı ile kemik labirent arasında bulunan ve müköz membranla örtülü bir alandır. Vertikal ve anterosuperior çapları 15mm, mediolateral derinliği üstte 6mm iken umbo seviyesinde 2mm' ye iner(9).

Orta kulak boşluğu (**cavum tympani**) önde tuba auditiva (eustachii) ile nazofarenkse açılmakta, arkada aditus ad antrum yolu ile mastoid antrum ve hücreleriyle devam etmektedir. Orta kulak boşluğu topografik olarak kulak zarına göre üç kısıma ayrılır. Mezotympanum kulak zarı düzeyine rastlayan, epitympanum kulak zarının üstünde kalan ve hipotympanum ise kulak zarının altında kalan orta kulak boşluğu bölümüdür(8,10).

Orta kulak boşluğunun 6 duvarı vardır.

1- Üst duvar (**Tegmen tympani**): Bu duvar epitympanumun tavanını oluşturur. Timpanik kaviteyi orta kranial fossadan ayırır.

2- Alt duvar: Hypotympanumun döşemesini oluşturur. Bulbus vena juguli ve a.carotis ile komşudur.

3- Ön duvar: Posteroinferior'da canalis caroticus'un dikine parçası, üstte tensor tympani kasını içinde bulunduran yarım kemik kanal ve hemen altında ise eustachii borusunun timpanik orifisi bulunur.

4- Arka duvar: Orta kulak ile mastoid arasındaki duvardır. Üst parçasını aditus ad antrum yapar. Eminentia pyramidalis burada yer alır. Eminentia

piramidalis içinde m.stapedius bulunur. Bu fasyal sinirin ikinci parçası ile çok yakın komşuluk gösterir. Piramidal eminensin lateralinden korda timpani orta kulak boşluğuna girer. Piramidal eminens ile korda timpani arasında “facial recess” vardır. Piramidal eminensin medialinde sinüs timpani bulunur. Fasyal resesin arka üstünü sınırlayan fossa incudis içerisinde inkusun kısa kolu yer alır.

5- İç duvar: Orta kulağı iç kulaktan ayırır. Epitympanum kısmında horizontal ve vertikal semisirküler kanal ile fasyal sinirin geçtiği Fallop kanalı vardır. Mezotympanumdaki iç duvarda ise fasyal sinirin hemen altından başlayan ve kokleanın birinci turuna rastlayan promontorium ve labirent pencereleri bulunur. Promontoriumun arka-üst tarafında yuvarlak pencere (**fossula fenestra cochlea**) bulunur. Oval pencere stapes kemiği tabanı ile yuvarlak pencere ise ikinci kulak zarı (**membrana tympani secundaria**) adını alan bir zarla örtülüdür. Promontoriumun orta kısmının yüzeyinde damar ve sinirden oluşmuş bir ağ (**plexus tympanicus**) bulunur(8-10,14,15).

6- Dış duvar: Bu duvarı kulak zarı ile scutum yapar. Scutum epitimpanumda insisura timpanikusu üstten kapatan skuamöz kemiğin uzantısıdır. Kulak zarı timpanik kemiğin sulkus timpanikusu içine Gerlach halkası adı verilen anulus fibrozis ile tespit edilmiştir(9,10,14,15). Anulus üstte tam değildir. Anterior ve posterior malleolar ligamentlerle devam eder. Kulak zarının bu ligamentler üzerinde kalan gevşek kısmına pars flaccida (schrappnell zar), alttaki gergin kismada pars tensa adı verilir. Kulak zarı oval,yarı geçirgen ve sedef renklidir. Vertikal uzunluğu 9-10 mm horizontal uzunluğu 8-9 mm kalınlığı 0.1 mm'dir(8-11,13,16). Kulak zarının pars tensa parçasında ortada yukarıdan aşağı doğru uzanan malleusun kulak zarı içerisinde yer alan parçası olan manibrium mallei bulunur. Manibrium malleinin bitimindeki nokta şeklindeki görüntüye umbo denir(10,14). Umbodan başlayarak öne ve aşağı doğru membrana timpaninin kenarına kadar ilerleyen üçgen görünüşteki aydınlık alana politzer üçgeni adı verilir(16). Kulak zarının pars tensa bölümü üç tabakadan yapılmıştır. Dışta dış kulak yolu derisi, iç yüzde orta kulak mukozası ve bunların arasında fibröz tabaka vardır(8-10,14). Kulak zarının pars flaccida bölümünde fibröz tabaka yoktur(8).

Orta kulak boşluğunda kulak zarı ile iç kulak zarı arasında yer alan üç tane hareketli kemikçik vardır. Malleus, incus ve stapes(8-11,14). Kemikçikler manibrium mallei aracılığıyla kulak zarına ve ligamentum annulare ile oval pencereye bağlanmışlardır. Kemikçikler arasında incudo-malleolar ve incudo-stapedial olmak üzere iki eklem vardır. Ayrıca kemikçikleri orta kulak duvarına bağlayan iki kas ve dört ligament bulunur. Dört bağın üçü malleusa, biri incusa aittir. Kemikçiklere yapışan kaslar m.tensor tympani ve m.stapedius dur(10,14,16).

Orta kulağın kanlanması hem internal hemde eksternal karotisten sağlanır. Kulak zarı, malleus, incus ve kavitenin ön bölümüne internal maksiller arterin dalı olan anterior tympanik arter, arka bölgeye ve mastoid hava hücrelerine posterior auricular arterden çıkan stylomastoid arter gelir. İnternal karotis arterin bir dalı olan caroticotympanic dal ön duvarın, middle meningeal arterden ayrılan superficial petrosal arterde fasyal sinirin kanlanmasını sağlar. Superficial temporal arter stylomastoid arter ile bir pleksus oluşturarak incudo-stapedial eklem gider(9). Venöz drenaj superior petrozal sinüs ve pterygoid plexus ile dir. Sempatik ve duyu sinirleri n.glossofaringeus'un dalı n.tympanicus ve n.caroticotympanicus'tur(8,9,16).

İç kulak (Auris interna):

İç kulak, işitme ve denge ile ilgili reseptörlerin bulunduğu kısımdır ve temporal kemiğin petröz bölümünde yerleşmiştir(8-10). Yuvarlak ve oval pencereler yolu ile orta kulakla, cochlear ve vestibüler aquaductus yolu ile kafa içine bağlantılıdır(8,10). İç kulak, kemik (periotik) ve zar (otik) labirent olmak üzere iki kısımdan oluşur(8,15).

Kemik labirent; vestibül, semisirküler kanallar ve kokleadan oluşur. Vestibül 4mm çapında irregüler oval bir boşluktur. Timpanik kavitenin medialinde yer alır. Fossula fenestra cochlea ve fossula fenestra vestibüli aracılığı ile timpanik kaviteyle iletişim kurar(8-10,14,15).

Vestibülün arka ve yukarısında üç semisirküler kanal (superior, posterior, lateral) yerleşmiştir. Her biri yaklaşık 2/3 lik bir daire oluşturur. Herbir kanalın bir ucunda ampulla olarak adlandırılan ve vestibüler duyu epiteli içeren genişlemeler mevcuttur(15).

Kemik koklea, vestibülün antero-inferiorunda bulunur. Koklea, taban çapı 9mm, yüksekliği 5mm olan koniye benzer bir yapıdır. Koklea modiulus olarak bilinen santral bir aks etrafında yaklaşık 2.5 dönüş yapar. Modiulus içerisinde koklear damarlar ve VIII. Kranial sinirin koklear dalı yer alır. Koklear kanal modiulus etrafında dönen kemik spiral lamina ile bölünerek scala tympani ve scala vestibüli oluşur(9). Scala vestibüli oval pencere membranında başlar ve koklear apekse uzanır. Scala tympani bazalde uzanır ve yuvarlak pencere membranında sonlanır. Bu iki bölüm perilemf içerir ve kokleanın apeksinde helicotrema aracılığı ile birleşir(15,17,18).

Membranöz labirent; pars superior (vestibüler labirent), endolenfatik saccus ve ductus, pars inferior (koklea)' dan oluşur(8,17). Zar labirent şekil bakımından kendisini her taraftan saran kemik labirenti aynen taklit eder. Yalnız kemik labirente oranla daha küçüktür. Onun ancak 1/3 kısmını işgal eder zar ve kemik labirent arasında kalan aralıklar perilemf ile dolmuştur(8,10).

Pars superior (vestibüler labirent); sacculus, utriculus ve semisirculer kanalları kapsar(8,17). Utrikül ve sakkül kemik labirentin vestibül kısmı içinde bulunan ve her biri macula adıyla anılan nöro-epitelyal plağa sahip organlardır(8,9,14,17).

Utrikül ve sakkül'den çıkan kanallar (ductus utricularis ve ductus saccularis) Y harfi şeklinde birbirleriyle birleşip ductus endolenfaticus'u oluştururlar. Bu kanalda saccus endolenfaticus'ta sonlanır(8,14,17).

Pars inferior (koklea); kemik kokleanın transvers kesitinde üç kompartman vardır. Bu bölmeler yukarıdan aşağıya doğru sırasıyla scala vestibüli, scala media ve scala tympani'dir(8,17).

Ductus cochlearis (scala media); membranöz labirentin bu parçası kemik kokleanın spiral kanalını tüm uzunluğunca takip eder. Vestibülün koklear recess'inden koklea apeksine kadar uzanır(9). Ductus cochlearis üçgen biçimindedir. Duktusun tabanını kemik spiral lamina ve baziler membran, lateral duvarını spiral ligament üzerinde bulunan stria vascularis, üst duvarını Reissner's membranı oluşturur(14,15,18). Reissner's membranı içte spiral limbun modiolar tarafına, dışta ise stria vascularis'in üst köşesindeki spiral ligamana bağlıdır. Scala media ve scala vestibüli'yi birbirinden ayırır. Baziler membran, kemik spiral laminanın lateral kenarından spiral ligaman içine kadar uzanır.

İnsanda spiral uzunluğu yaklaşık 31.5mm dir. Genişliği bazal turdan başlayarak apikale doğru artar. Kalınlığı pars arcuata ve pars pectinata diye iki tabakadan oluşur. Baziler membranın uzunluğu boyunca, kalınlığı ve genişliğindeki değişiklikler membranın frekans spesifik maksimum vibrasyonlar ve travelling wave oluşumundan sorumludur(10,18). Baziler membranın dış tarafında Claudius ve Boettcher hücreleri bulunur. Bundan sonra corti organı başlar(10).

Corti organı:

Baziler membran üzerinde yerleşmiş ses enerjisine hassas duyuşal reseptörler ve destek hücreleri corti organını oluşturur(9). Corti organı bir çok yapıdan oluşur. Bunlar dıştan içe doğru; Hensen hücreleri, dış corti tüneli, dış saçlı hücre dizisi, Deiters hücreleri, Nuel aralıkları, dış sütun (pillar) hücreleri, iç saçlı hücreler, iç parmaklı hücreler ve iç sınır hücreleri şeklinde sıralanır. Retiküler lamina denilen sert tabaka corti organı destek hücrelerinin apikal uzantıları ve duyu hücrelerinden oluşur(10,14,18). Corti organı'nın destek hücreleri içinde Hensen hücreleri, Deiters hücreleri ve pillar hücreler bulunur(15,18). Corti organı'nın duyu hücreleri tek sıra iç saçlı hücreler ve 3 ila 5 sıra halindeki dış saçlı hücrelerden meydana gelir. Hem iç hemde dış saçlı hücrelerin apikal kısmında sterosilyalar bulunur(9,17,18). Sterosilya aktinden yapılmış bir borudur ve cuticular plate içine girmiştir. Sterosilyaların uzunlukları bazal turdan apikale gittikçe artar. Ayrıca içten dışa doğru uzunlukları artar. Dış saçlı hücre sterosilyaları V yada W şeklinde dizili olup, her bir hücrede 6 veya 7 dizi sterosilya vardır. Dış saçlı hücrelerin en uzun sterosilyaları tectorial membranın alt yüzüne bağlanır. İç saçlı hücre sterosilyaları, 3 yada 4 sterosilya dizisiyle hafifçe eğilmiş bir demet oluştururlar. Tectorial membranla doğrudan ilişki kurmazlar(10,15,18).

Dış saçlı hücreler, silindirik yapıdadır. İnsanda yaklaşık 13400 dış saçlı hücre vardır(10,15). İç saçlı hücrelerin sayıları 3500 dür(9,14,15). Dış ve iç saçlı hücreler mekanik (akustik) enerjinin, elektriksel (nöral) enerjiye transdüksiyonunda major rol oynar. Her iki hücre morfolojik olarak ve nöral invazyon yönünden belirgin farklılık gösterir(10,12). İç ve dış saçlı hücreler hem afferent hemde efferent sinir lifleri alırlar. Afferent sinir liflerinin %90-95'i iç saçlı hücrelerle sinaps yapar. Bunlar Tip I nöron olarak adlandırılır. Her bir iç saçlı hücre yaklaşık 15-20 TipI nöron tarafından inerve edilir. Dış saçlı hücreler

geri kalan %5-10 tarafından inerve edilir. Bunlara TipII nöron denir. Her bir TipII nöron yaklaşık 10 dış saçlı hücreyi inerve eder. TipI'ler myelinli liflerdir. TipII nöronlar ise myelinsizdirler. TipI myelinli lifler bipolardır. Spiral gangliondaki hücrelerden çıkan dendritleri, iç saçlı hücrelere giderken aksonlar superior olivary complex'e ulaşırlar. TipII nöronlar ise monopolar liflerdir(9,10,12,18). Kokleanın afferent inervasyon paternine ek olarak ipsi ve kontrilateral superior olivary complex'den kaynaklanan yaklaşık 1800 efferent lif kokleaya ulaşır(10,12). İç ve dış saçlı hücreleri inerve eden sinir lifleri, spiral ganglionda yerleşmiştir. Myelinli afferent ve efferent sinir lifleri lamina spiralis ossea'ya radyal biçimde geçerler ve spiral laminayı terk ederken myelin kılıflarını kaybederler. Kemikteki habenula perforata denilen deliklerden çıkarak corti organına girerler(9,10,18).

İç kulağın kan akımını a.auditiva interna (labirentin arter) sağlar. Labirentin arter genellikle anterior inferior cerebellar arter'den kaynaklanır. Ancak, direk olarak baziler arterden hatta vertebral arterden kaynaklanabilir(8,13,15,17). İç kulak yoluna girdikten sonra anterior vestibüler arter ve common cochlear arterlere ayrılır. Common cochlear arter, cochlear arter ve vestibülocochlear arterlere ayrılır. Anterior vestibüler arter, vestibüler sinir, utrikül ve semisirküler kanalların bir kısmını besler. Vestibülocochlear arter; saccul, semisirküler kanalların büyük kısmı ve kokleanın bazal kıvrımını besler. Cochlear arterde kokleanın kalan kısmını besler(15).

Santral İşitme Yollarının Anatomisi:

VIII. kranial sinir bir kaç daldan oluşur: superior vestibüler sinir, sakküler sinir, posterior vestibüler sinir ve koklear sinir. Bu sinirler otik kapsülü değişik kanallardan geçerek iç kulak yoluna girerler ve burada n.fasyalis ve n.intermedius ile birlikte seyrederek(10,18).

Koklear sinir, iç kulak yolunda porus acusticus'da vestibüler sinirin sakküler dalı ile birleşir. Sakküler sinirin dalı koklear sinirin longitudinal fissürüne girer. Buna vestibülo-cochlear anastomoz denir. Koklear ve vestibüler sinirin konumları iç kulak yolu dibinden ponto-serebellar köşeye kadar sürekli değişir. Her iki sinir başlangıç noktalarına göre 90 derecelik bir dönüş yaparlar. Koklear sinir iç kulak yolu dibinde ön ve altta bulunurken beyin sapına girişte vestibüler sinirin arka ve dışında kalır(10).

VIII. kranial sinir beyin sapına girmeden hemen önce iki parçaya ayrılır ve daha sonra ponto-medüller kavşaktan içeri girer. Koklear siniri vestibüler sinirden serebellar pedikül ayırır. Her bir lif inen ve çıkan olmak üzere ikiye ayrılır. İnen dallar postero-ventral ve dorsal koklear çekirdeklere, çıkan lifler ise antero-ventral çekirdeğe dal verir(10,18). Koklear sinirin 35000 fibrilinden yaklaşık %90'ı genişçaplı nöronlardan oluşur ve corti organı'ndaki dış saçlı hücrelerden orijin alır. Küçük çaplı nöronlar ise iç saçlı hücrelerden kaynaklanır(19).

Vestibüler lifler ise restiform cisimciğin altından geçerek trapezoid cisimciğe varır ve burada arkaya kıvrılır, beyin sapına ilerler(10).

Koklear nükleuslar ve Akustik Strialar:

Koklear nükleuslar, bütün işitme sinir lifleri için zorunlu ve ilk snapsı oluşturur(18,20). Koklear nükleuslar; dorsal koklear nükleus ve ventral koklear nükleus olmak üzere iki büyük alt gruba ayrılır. Ventral koklear nükleuslar'da kendi içinde yapısal olarak antero-ventral koklear nükleus ve postero-ventral koklear nükleus olarak iki parçaya ayrılır. Antero-ventral nükleusda kendi içinde ön ve arka diye ikiye ayrılır(10,18).

Koklear nükleusdaki liflerin dağılımı tonotopik dağılım gösterir. Yani kokleanın bazal bölgesinden gelen yüksek frekanslı lifler dorsal, apeksden gelen düşük frekanslı lifler ventral dağılım gösterir(10,20). Koklear nükleusdaki hücreler yapılarına göre beş değişik biçime sahiptir: sferik hücreler, globüler bushy (çalı) hücreleri, multipolar hücreler, oktopus (ahtapot) hücreleri ve granüler hücreler. Antero-ventral koklear nükleus esas olarak çalı tipi hücrelerden oluşur. Bunlar nükleusun önünde sferik, arkasında globüler biçimdedir. Multipolar hücreler ventral koklear nükleus'un santral kısmında yerleşmiş hücrelerin çoğunu oluşturur. Posterior ventral koklear nükleus ise ahtapot hücrelerden oluşur(18). Her hücrenin en hassas olduğu tek bir frekans vardır, buna karakteristik frekans denir(10).

Akustik sinir ile koklear nükleuslar arasındaki bağlantı sadece ipsilateraldir. Buna karşın bu nükleuslar ile daha üst seviyedeki nöral yapılar arasındaki bağlantı ipsi ve kontrlateraldir(19).

Hücrelerden çıkan aksonlar; Ventral akustik stria (trapezoid), intermediate akustik stria (Helde striası) ve dorsal akustik stria (monakow striası) olmak üzere üç demet oluşturur(10,18,20).

Ventral akustik stria; medullayı geçerek superior lateral olive, superior medial olive, trapezoid cismin medial nükleusu ve inferior kollikulus'ta sonlanır. Intermediate akustik stria ; genellikle ahtapot hücrelerden çıkar ve hem aynı taraf hemde karşı tarafta olmak üzere trapezoid cisim'de, superior lateral olive'de ve oliva bölgesinde sonlanır. Dorsal akustik stria; burdan çıkan lifler, lateral leminiskus ve inferior kollikulus'un santral nükleusunda sonlanır(18).

Superior Olivary Kompleks ve Olivo-koklear Demet:

Superior olivary kompleks (SOK); ponsun gri cevherinin hemen arkasında ve ponsun alt kısmında yerleşmiştir. Birkaç nükleustan oluşmuştur: superior olive'nin medial nükleusu, superior olive'nin lateral nükleusu, trapezoid cismin medial nükleusu ve periolivary nükleus. İnsanlarda superior medial nükleuslar iridir ve lateral nükleus ise kalıntı şeklindedir. Superior olivenin medial nükleusu bipolar nöronlardan yapılmıştır. Buna karşılık lateral nükleus ise multipolar nöronlardan oluşur. SOK, lateral leminiskus ve inferior kollikulus'a çıkan lifler gönderir. SOK'un inisi lifleri ise corti organının titrek tüylü hücrelerine gider(10,18). Bu kompleksin bir fonksiyonuda çaprazlaşan olivo-koklear bant ile kendine gelen tüm sinir ve tek fibril akımını inhibe etmektedir. Böylelikle uyarının şiddetini düşürerek gürültüye karşı tolerans sağlar. İnsanı stapes kası dışında gürültüden koruyan ikinci mekanizma budur(21).

Olivo-koklear demet; iç ve dış olmak üzere iki demetten oluşur. İç demet myelinli liflerden, dış demet ise myelinsiz liflerden oluşur(18).

Lateral Lemniskus:

Lateral leminiskus en önemli çıkan yoldur. Beyin sapının yan tarafında bulunur. Koklear nükleus'ları ve SOK'i inferior kollikulusa bağlar(18). Ventral, dorsal ve intermediate olmak üzere üç nükleusu vardır(10,20). Koklea'dan gelen pes frekanslar lateral leminiskus'un dorsal nükleusuna, yüksek frekanslar ise ventral nükleusuna gider(18,21). Lateral leminiskusun efferent projeksiyonu inferior kollikulusun santral kısmıdır(10).

Inferior Kollikulus:

İki taraflıdır ve mezensefalonda bulunur. Çıkan işitme lifleri için belli başlı konağı oluşturur ve akustik bilgileri hazırlar(10,18). Santral,eksternal ve dorsal korteks olmak üzere üç hücre grubundan oluşur. Santral olanı en belirgindir. Inferior kollikulus'un başlıca projeksiyonu medial genikulat cisimciktedir(20).

Medial Genikulat Cisim:

Talamusta bulunur ve lateral genikulat cismin iç tarafına yerleşmiştir. Burası inferior kollikulus ile işitme korteksi arasında çıkan liflerin konak yaptığı bir ara istasyondur(10). Medial genikulat cisim, ön, iç ve arka olmak üzere üç parçaya bölünmüştür(18,20).

İşitme Korteksi:

İşitme korteksi, primer işitme korteksi ve ilişkili sahalar olmak üzere iki kısma ayrılır. Primer işitme korteksi; Brodmann sahası adını alır ve 41 ve 42 diye numaralandırılmıştır. Temporal lobun üst kısmında yerleşmiştir, spesifik ve nonspesifik ilişkili sahalarla çevrelenmiştir.

İlişkili sahalar; primer korteksi frontal ve temporoparietal bölgeye bağlar. İşitme kompleksi belli başlı üç inen lif verir. Bunlar talamus'a, orta beyin'e ve pons'a giderler. Her kortikal bölge medial genikulat cisme afferent lifler gönderir. Ayrıca primer işitme kompleksi hem ipsilateral hemde bilateral olarak inferior kollikulusun perisantral nükleusu ile bağlantı kurar(10,18).

İŞİTME FİZYOLOJİSİ:

Aurikulanın topladığı ses enerjisinin, kulağın çeşitli bölümlerinde değişikliklere uğradıktan sonra, aksiyon potansiyelleri halinde beyine gönderilip burada ses halinde algılanması olayına işitme denir. İşitme, işitme sistemi (**auditory sistem**) adı verilen geniş bir bölgeyi ilgilendirir(8). Dış, orta ve iç kulak ile merkezi işitme yolları ve işitme merkezi bu sistemin parçalarıdır(10). İşitme organı fonksiyonel bakımdan iki kısımda incelenir:

1- İletim aygıtı

2- Persepsiyon aygıtı

Bunlardan iletim aygıtı; dış kulak ve orta kulak, persepsiyon aygıtı ise iç kulak işitme siniri ve onun santral bağlantıları ile işitme merkezinden oluşur(8).

İşitmenin olabilmesi için, ilk olarak ses dalgalarının atmosferden corti organına iletilmesi gerekir (=iletim-kondüksiyon). Bu mekanik bir olaydır ve sesin bizzat kendi enerjisi ile sağlanır. İkinci olarak corti organı'nda, ses enerjisi biokimyasal olaylar ile sinir enerjisi haline dönüştürülür (=dönüşüm-transdüksiyon). Üçüncü olarak iç ve dış titreşim tüylerinde meydana gelen elektrikli akım kendisi ile ilişkili sinir liflerini uyarır. Bu şekilde sinir enerjisi frekans ve şiddetine göre corti organında kodlanmış olur (=neural coding-relay). Son olarakta tek tek gelen bu sinir iletimleri işitme merkezinde birleştirilir ve çözülür.

Ses dalgasının corti organına iletilmesi sürecinde başın ve vücudun engelleyici, kulak kepçesi, dış kulak yolu ve orta kulağın yönlendirici etkileri vardır(10).

İşitme fonksiyonu ses dalgalarının dış kulak yoluna girmesi ile başlar. Dış kulak yolu ses dalgalarını sıkıştırır ve gergin olan kulak zarına iletir. Hava yolu denilen bu sisteme karşılık kafa kemikleride titreşimleri iç kulağa kadar ulaştırabilmektedir. Buna kemik yolu denilmektedir. Normal bir kulakta hava yolu ile işitme kemik yolu ile işitmeden ortalama iki kat fazladır(8).

Dış kulak yolu fizyolojisi:

Kulak kepçesi, konumu ve biçimi ile çevredeki sesleri toplamaya, yönlendirmeye yarar. Konka ise megafon görevi yapar ve ses dalgalarını dış kulak yolunda yoğunlaştırır. Bu şekilde ses dalgalarının şiddetini 6 dB arttırdığı sanılmaktadır. Dış kulak yolu ses dalgalarını sadece yönlendirmez aynı zamanda şiddetlendirir. Dış kulak yolunun girişi ve kanalın kendisi akustik rezonatör gibi rol oynar ve sonuçta kulak zarındaki ses basıncını etkiler. Ses dalgalarının atmosferde yayılması ile dış kulak yolundaki yayılması karşılaştırıldığında yetişkin bir insanda sesin şiddetinin arttığı ve bu artışın 1000-8000 Hz frekansları arasında olduğu saptanmıştır. Normal yetişkinde bu şiddet artışı 3500-4000 Hz frekansındaki en yüksek değere erişmektedir. 3500 Hz frekansındaki ses dalgası dış kulak yolunda yaklaşık 15-20 dB kuvvetlenmektedir(10,12,20,22). Dış kulak yolunun işitmedeki bir görevinde havayı vücut sıcaklığına getirmesidir(10).

Orta kulak fizyolojisi:

Orta kulak ses enerjisini dış kulak yolundaki hava ortamından kokleadaki sıvıya iletim rolünü üstlenir(12,23). Ses dalgaları ortam değiştirirken hava ve

perilene arasındaki rezistans farkından dolayı yaklaşık 30 dB kayba uğrar. Orta kulağın görevi ortam değiştirmekten meydana gelen bu kaybı karşılamak yani sesin şiddetini 30 dB arttırmaktır(10,23). Orta kulak burada transduser gibi rol oynayarak impedans adaptasyonu sağlar ve koklear sıvılara geçen akustik enerjiyi amplifiye olur(20,23).

Orta kulak sesin şiddetini üç mekanizma ile artırır(10):

- 1-Kulak zarının tahtarevalli yükseltici etkisi (catenary lever)
- 2-Kemikçik sisteminin yükseltici etkisi (ossiculer lever)
- 3-Kulak zarı ve stapes yüzeyleri arasındaki büyüklük farkı (hidrolik lever).

Kulak zarı ses alıcısı ve transformatördür. Kulak zarının titreşim bakımından kemik anulus ve manibrium mallei olmak üzere iki sabit noktası vardır. Kulak zarı kemiğe sıkı bir şekilde yapıştığı için anulusta titreşmez, ancak ince olan orta kısımda titreşir. Bu şekilde ses enerjisi kısmen hareketli manibriumu büyüterek geçer. Buna "Catenary lever" denilmektedir. Sonuçta dış kulak yolunda kulak zarına gelen ses enerjisi kemikçik sistemine amplifiye edilerek ulaştırılır(10). Kemik zincirinin manivelası malleus başı ile lentiküler çıkıntı arasındadır. Bu sistemin yükseltici etkisi umbo ve processus brevis arasındaki doğru ile incus'un uzun kolunun birbirine oranından ortaya çıkmaktadır. Bu şekilde kemikçik sisteminin yükseltici etkisi 1.3/1 olarak hesaplanmıştır. Bu yaklaşık 2.5 dB'lik artış sağlar(8,10,12). Orta kulağın amplifikatör etkisinde en önemli rol hidrolik mekanizmaya aittir. Bu mekanizma kulak zarı ile stapes tabanı arasındaki yüzey alan farkından kaynaklanmaktadır. Kulak zarının titreşime katılan bölümü 55mm^2 , oval pencere membranının yüzölçümü $3.2\text{-}3.5\text{mm}^2$ dir. Bunun ikisinin arasındaki oran 17/1 dir. Bu yaklaşık 25 dB'lik bir artışa neden olur(8).

Orta kulak kaslarının ses iletimini etkilediği aşikardır, ancak hala bu etkinin derecesi ve ayrıntıları tam olarak bilinmemektedir(12). M.stapedius ve m.tensor tympani'nin kontraksiyonları şiddetli sesleri söndürme (attenuation) etkisi ile iç kulak yapılarını koruyucu etkiye sahiptir(22,23).

Orta kulak, genel olarak bakıldığında sesleri iç kulağa geçiren pasif bir mekanik sistemdir. Orta kulak mekanik bakımdan lineer özelliklere sahiptir. Yani sesin şiddeti yükselince iç kulağa iletilen enerji miktarında yükselir. Orta kulağın

bu görevine transfer fonksiyonu adı verilir. Alçak frekanslar için lineer özellikler değişmese bile yüksek frekanslarda kulak zarı titreşimleri düzensiz bir hal alır ve şiddet yükselmesi ile paralel olmayan bir enerji iç kulağa iletilir(12,23).

İç kulak fizyolojisi:

Kemik zinciri ile iletilen ses, kokleadaki iç kulak sıvısına oval pencere yoluyla girer. Normal koşullarda kulak zarı ve kemikçik sistemi ile oval pencereye ulaşan ses enerjisi hem hızlı hemde yukarıda bahsedilen üç sistemin yükseltici etkisinden dolayı, hava yoluyla yuvarlak pencereye ulaşan ses enerjisinden fazladır. Pencereleere ulaşan iki ayrı ses dalgası arasında iletim hızının farklı olması yüzünden faz farkı ortaya çıkar. Bu faz farkı sonucu, ses dalgalarının perilenfe geçmesi ile perilenf hareketlenir ve baziler membranda titreşimler meydana gelir(8,10). Bu titreşimler bazal turdan başlayarak apikal tura kadar uzanır. Bekesy bu harekete gezinen dalga (Travelling Wave) adını vermiştir.

Bazal turda baziler membran daha gergindir ve baziler membran genişliği arttıkça gerginlik giderek azalır. Bu fark nedeniyle ses dalgası bazal turdan apikal tura kadar gezinen dalga ile götürülmüş olur. Bekesy'nin ortaya koyduğu diğer bir noktada, baziler membran amplitüdlerinin her yerde aynı olmadığıdır. Baziler membran amplitüdü sesin frekansına göre değişiklik gösterir. Genellikle yüksek frekanslı seslerde baziler membran amplitüdüleri bazal turda en yüksek seviyededir. Buna karşılık alçak frekanslarda baziler membran amplitüdü apikal turda en yüksek seviyeye erişir(8,10,12,23). Bu yüzden yüksek frekanslı seslerde gezinen dalga bazal turda kalır, fakat alçak frekanslı seslerde bazal turdan başlayarak apikal tura kadar devam eder(10,12). Orta kulaktaki lineer özelliklerin aksine baziler membrandaki titreşim amplitüdüleri nonlineerdir. Yani şiddetin artması ile amplitüd aynı oranda artmaz ve bu özellik yüksek frekanslarda daha belirgindir(23).

Corti organının iç ve dış titreşim tüylü hücreleri mekanik (akustik) enerjinin elektriksel (nöral) enerjiye transdüksiyonunda major bir rol oynar. Transdüksiyon olayının meydana gelişinde titreşim tüy ve sterosilia kompleksinin rolü olduğu herkes tarafından kabul edilmektedir. Sterosilia'ların tepelerinde spesifik olmayan iyon kanalları vardır. Bu kanallar sterosilyaların hareketleri ile açılır veya

kapanırlar. Baziler membran hareketleri ile sterosilyalar hareket eder ve iyon kanalları hareketin yönüne göre açılır veya kapanırlar.

Endolenfde +80 mv'luk bir endolenfatik potansiyel vardır. Buna karşılık titrete tüylü hücrelerin içinde ise negatif elektriki yük bulunur. Bu yük iç titrete tüylü hücrelerde -45 mv, dış titrete tüylü hücrelerde ise -70 mv'dur. Bu fark nedeni ile hücre içine doğru K^+ iyonları akımı ortaya çıkar ve bir takım kimyasal transmitterler aracılığı ile K^+ akımı bir elektrikselle polarizasyon ortaya çıkarır. Sonuçta, baziler membran hareketleri elektriki akıma dönüşmüş olur ve kendileri ile ilişkili olan afferent sinir liflerine bu elektriki potansiyel aktarılır. Sinir lifleri ile hücreler arasında spesifik bir nörotransmitter olup olmadığı henüz bilinmemektedir. Sinir lifleri ilgili oldukları titrete tüylü hücrelerin özelliklerini aynen yansıtırlar. Karakteristik frekansı ve nonlineer özellikler, aynen sinir liflerindedir görülür. Bu şekilde sinir enerjisi frekans ve şiddetine göre corti organında kodlanmış olur(12,20). Bu enerjide sinir impulsları doğurarak sesin VIII. sinir lifleriyle merkeze iletilmesine sebep olur. Ses uyarınları taşıdıkları frekanslara göre beyinde değişik yerlerde sonlanır. Yüksek tonlar işitme merkezinin derinliklerinde düşük tonlar ise yüzeylelerinde sonlanır(8).

Santral işitme yollarının fizyolojisi:

Spiral gangliondaki sinir hücrelerinin aksonları koklear nükleus seviyesinde sonlanır. Bunların her birinin nükleus içinde sonlandığı hücreler farklıdır. Koklear nükleus içinde beş ayrı hücre tipi vardır. Bunlar hem dış görünüşleri hemde fizyolojik görevleri bakımından birbirlerinden farklıdır. Uyarınları başlamasına ve kesilmesine, frekans değişikliklerine duyarlı hücreler ayrıdır. Koklear nükleustan çıkan liflerin çoğu beyin sapında çaprazlaşarak karşı taraf SOK'ne giderler, az miktarda lif ise ipsilateral SOK'ne ulaşır(10,12).

SOK, assending işitme sisteminin ilk merkezi olarak kabul edilir. SOK üstündeki işitselle çekirdekler her kulaktan inhibisyon ve eksitasyon yapan lifler alırlar. Genellikle karşı kulaktan gelen lifler eksitasyon yaparken aynı kulaktan gelen lifler inhibisyon yapmaktadır. Medial SOK dış titrete tüylerde biten çaprazlaşan efferent liflerin başlangıç yeridir. Lateral SOK çaprazlaşmadan iç titrete tüylerle giden liflerin başladığı yerdir(12).

Inferior kollikulus son derece karışık bir nükleustur. İçerisinde 18 belli başlı hücre tipi ve işitme bakımından özel görevi olan beş ayrı bölge vardır. Bu

çekirdeğin işitme davranışları ile ilgili olduğu sanılmaktadır. Talamusun medial genikulat cisimciği inferior kollikulusa bazı lifler göndermektedir. Ancak bunların görevi bilinmemektedir(10,12).

İşitme merkezi temporal lobtaki Sylvian yarığında yerleşmiştir. Merkezin yanında birkaç tali merkez daha vardır. Baziler membrandaki gibi buradada her frekans için özel bölge vardır ve bunlar silindirik bir tarzda yerleşmişlerdir. Silindirin içindeki hücreler karakteristiktir, frekans için spesifiktir. Diğer bir silindirde ise şiddet kodlanmaktadır. Bir başka silindir uyarı karşısında inhibisyon etkisi gösterirken bir diğeri uyarıya karşı eksitasyon etkisi gösterirler. Medial genikulat ganglion işitme merkezine lifler gönderir ve aynı yerden başka lifler alır. İşitme merkezi bilateral olarak tahribata uğrarsa geniş işitme bozuklukları ortaya çıkar, buna kortikal sağırılık denir. Birçok işitme fonksiyonu bundan zarar görür(12). İşitme merkezinde pes ve tiz seslerin alındığı yerler ayrılaşmıştır. Yani işitme merkezi tıpkı koklea gibi özel bir tonotopisite göstermektedir. Koklear nükleuslarda bir elektrotla bazı bölgeler uyarılırsa buna uyan karakteristik frekansta olan lifler kasılır. Bu bütün nükleuslar için geçerlidir ve işitme merkezinde de aynı şeyler görülür(10).

ÇOCUKLARDA İŞİTME KAYIPLARI:

Yeni doğanda önemli işitme kaybı veya sağırılık oranı 1000 canlı doğumda 1-2 dir(1,5,24). Bu oran işitme kaybı için yüksek riskli yeni doğanlarda %2-5'e çıkar(1,3). Erken çocuklukta meydana gelen veya doğumda oluşan orta dereceden ağır dereceye kadar olan bilateral işitme kayıplarının yaklaşık yarısı genetik faktörlerle ilişkilidir, bunların 1/3'ü sendromlar şeklinde görülür. Herediter dominant geçiş yaklaşık %10, herediter negatif geçiş %40 ve sekse bağlı geçiş %1-2'dir. Geri kalan %10-20'si konjenital enfeksiyon sonrası, %10-15'i asfiksi, hiperbilürubinemi, respiratuar distres gibi perinatal komplikasyon veya prematürüite sonucu oluşurken geri kalan %30'unda risk faktörü saptanmamıştır(1). Yapılan başka bir çalışmada prelingual işitme kayıplı çocukların sadece %50'sinde risk faktörü saptanmıştır(7).

İşitme kaybının erken tanı ve tedavisi çocuğun dil gelişimi açısından önemlidir(5). İşitme bozukluğu için yüksek risk taşıyan yeni doğanların

belirlenmesi için “*Joint Comite on Infant Hearing*” risk kriterleri listesi geliştirmiştir(25).

- 1-Ailede konjenital veya erken başlamış sensorinöral işitme kaybı hikayesi
- 2-Sensorinöral işitme kaybına neden olan konjenital enfeksiyon (TORCH)
- 3-İşitme kaybı ile ilişkili kraniofasyal anomaliler
- 4-Doğum ağırlığının 1500 gr’dan düşük olması
- 5-Kan transfüzyonu gerektiren seviyede hiperbilirubinemi
- 6-Ototoksik ilaç kullanımı; özellikle aminoglikozit grubu antibiotikler
- 7-Bakterial menenjit
- 8-Düşük apgar skoru (0-3/5dak.)
- 9-Asfiksi
- 10- Uzun süren mekanik ventilasyon
- 11-Sensorinöral işitme kaybı ile ilişkili bulgular veya sendromlar

İşitme kayıplarının oluşum evrelerine göre sınıflandırılması :

- 1- Prenatal nedenler
- 2- Perinatal nedenler
- 3- Postnatal nedenler
- 4- Nedeni bilinmeyenler şeklinde sınıflandırılabilir

Prenatal nedenler; konjenital kraniofasyal anomaliler, dış kulak, orta kulak ve iç kulakla ilgili anomaliler, sendromlar, TORCH grubu enfeksiyonlar.

Perinatal nedenler; prematürelilik, anoksi, hemolitik hastalık, hiperbilirubinemi, Rh uyumsuzluğu, ABO uyumsuzluğu veya diğer indirek bilirubin seviyesini yükselten nedenler, kernikterus(8).

Postnatal nedenler; enfeksiyonlar(otitis media, kabakulak, kızamık, menenjit, viral labirentit), ototoksik ilaç kullanımı, otoimmün sensorinöral işitme kayıpları, travma, VIII. sinir tümörleri, ani işitme kayıpları(26).

Diğer bir işitme kaybı sınıflaması; **Dünya Sağlık Teşkilatı İşitme Kaybı Sınıflaması**’dır(27). Buna göre:

Sınıf	Ortalama	İşitme kaybı
A	<25dB	Olağan işitme
B	26-55 dB	Hafif yada orta derecede işitme kaybı
C	56-90 dB	Orta ciddi ve Ciddi işitme kaybı
D	91 dB>	İleri işitme kaybı
E	Tek frekansta işitme kaybı olan ve işitme ortalaması olağan sınırlarda olan olgular.	

OTOAKUSTİK EMİSYON (OAE):

Koklea tarafından üretilmiş seslerin varlığı ve bu seslerin dış kulak yolundan ölçülebilirliğini 1978 yılında David Kemp göstermiştir(28). Son dekada memeli iç kulağının biofizikini anlamakda dramatik değişiklikler olmuştur. Mekanik ses vibrasyonlarını nöral enerjiye çeviren kokleanın pasif organ kavramı yerini dış saçlı hücrelerin mükemmel elektromotilite kapasitesine sahip bulunduğu keşfedilmesi ile yeni hipotezlere terk etmiştir(29). OAE'lar normal yada normale yakın işitmesi olan tüm kulaklarda kayıt edilebilir(28). Elektromotilite kokleanın ses üretme kabiliyetinden sorumlu olarak görülmektedir(28-30). OAE'lar prenöral bir olay olup, stapes tabanı ile afferent koklear sinir liflerinin sinapları arasında meydana gelir(31).

OAE üretiminin gerçek biyolojik temeli bilinmemesine rağmen genel olarak dış saçlı hücrelerin yaptığı hareketlerin mekanik bir enerji oluşturduğu ve bu enerjinin orta kulağın vibratuar cevapları ile akustik enerjiye dönüştürüldüğü kabul edilir(32). İnfant ve çocuklarda periferik işitme fonksiyonunun araştırılmasında OAE kullanılabileceğini Johnsen bildirmiştir(33). OAE ölçümü hızlı, non invaziv, kişinin aktif katılımını gerektirmeyen objektif bir testtir. Yüksek spesifite ve sensitivitesi, kokleanın durumunu bildirmesi önemli avantajıdır(34-36).

OAE'lar genel olarak iki sınıfta tanımlanmaktadır(30,37).

- 1- Spontan OAE (SOAE)
- 2- Uyarılmış OAE (EOAE)

Spontan OAE'lar; dışardan akustik stimülasyon olmadan kendiliğinden oluşan tonal düşük seviyede emisyon cevaplarıdır. Normal olarak işiten kulakların %40-60'ında bulunmaktadır(30,32,35). 20 dB SPL (Sound Pressure Level) civarında saf tonlardır(38). SOAE en yüksek insidansı 1-2 kHz arasındadır. Bu orta kulağın ters iletim fonksiyonunun en etkili olarak 1-2 kHz arasında olmasına bağlanabilir(39).

Uyarılmış OAE'lar; uygulanan akustik stimulus tipine göre üç kategoride sınıflandırılmıştır(30,32,35):

- 1- Stimulus Frekans OAE (SFOAE)
- 2- Transient Evoked OAE (TEOAE)
- 3- Distortion Product OAE (DPOAE)

Stimulus Frekans OAE (SFOAE): SFOAE'lar ilk kez 1980 yılında tanımlanmışlardır(31,39). Bu emisyonlar uzun süreli tonal stimuluslarla elde edilir. Frekans spesifikdir ancak devamlılık gösterdiği için teknik olarak güçlük çıkarmaktadır. Akustik stimulusu cevaplardan ayırmada güçlük vardır(30,32).

Transient Evoked OAE (TEOAE): Kısa klik yada tone pip gibi akustik stimuluslarla elde edilir. 0.5-6 kHz frekansları arasında orta yoğunlukta geniş bant klik ses kullanılmaktadır(30,32). Stimulus şiddeti rutin 80 dB SPL olarak kullanılır ve 260 adet stimulus yeterlidir. Sinyallerin incelenmesinde nonlinear metod için yazılımlar kullanılmaktadır. Böylece akustik prob ve dış kulak yolunun lineer cevabı iptal edilmektedir. Sadece nonlinear cevaplar dikkate alınmaktadır(30). TEOAE'da yayılım aktivitesinin latansı > 2.5 msn ve iki averajlanmış cevabın tekrarlanabilirliği (reproductibility index) gibi kriterler kullanılmaktadır(32). TEOAE 60 yaş altında işitmesi normal olan hemen hemen bütün kulaklarda tespit edilirken 60 yaş üzerinde bu oran %35'e düşmektedir. Bu azalma sadece yaşa bağlı değil kişinin işitme düzeyi ile de ilgilidir(31,39).

Yeni doğan İşitme Taramasında Kullanımı: Bu ilk kez Johnsen tarafından 1983'de uygulanmıştır(33). Hem prematürelere hemde yenidoğan'larda erişkinlerden daha kuvvetli emisyonlar gösterilmiştir(34,40). Yenidoğan ve

pediatrik popülasyonda OAE ölçümünün uygulanması sadece tarama metodu olarak değerli değil, aynı zamanda kokleadaki frekans spesifik alanların fonksiyonu hakkında önemli bilgi verebilir(41). Yenidoğanda elde edilen emisyonlar erişkinlerden elde edilen emisyonlardan yaklaşık 10dB daha kuvvetlidir. Yenidoğanda iyi bir cevap elde edilmesi için ilk 24-48 saatlerden sonra testin yapılması önerilmiştir. Bu sırada orta kulak boşluğundaki sıvıların drene olduğu söylenmektedir. Ancak bu otoskopik olarak kanıtlanamamıştır(40). Minör sensorinöral işitme kaybı olan kulakta emisyonlar sıklıkla azalmıştır. İşitme eşiği 30 dB in üzerindeyse OAE elde edilemez(33). Normal periferik işitme fonksiyonlu yenidoğanların taranmasında uygulanım alanı en çok gelecek vaadedendir(36).

TEOAE ölçümleriyle ilgili olarak, değerlendirme kapsamında tutulan başlıca parametreler şunlardır: Waveform corralation (dalga form uyumu), weighted response level (ağırlıklı yanıt düzeyi), Corrected response level (düzeltilmiş yanıt düzeyi), Rhode Island Criteria (Pass=sinyal to noise ratio), Bandwidht signal to noise ratio (bant genişlik sinyal/gürültü oranı) (42).

Distortion Product OAE (DPOAE): Farklı seviyede ve frekansta iki akustik stimulusun simultane olarak verilmesi ile kokleadaki dış saçlı hücrelerde ortaya çıkan emisyon cevaplarıdır(32,43). Memeli hücrelerinde çok iyi ölçülmektedir. İnsanlarda en kuvvetli DPOAE cevapları $2f_1-f_2$ frekansında elde edilmiştir. Klinikte iki farklı ölçüm yöntemi vardır.

1- Ses seviyeleri sabit iken farklı f_1 ve f_2 frekanslarda stimulusların verilmesi ve bu frekansların $2f_1-f_2$ formülüne göre geometrik ortalamalarının farklı frekanslarda lokalizasyonları ile 0,5-8 kHz gibi geniş aralıkla tipik DPOAE'ları elde edilmektedir.

2- Sabit frekanslar seçilmiş iken amplitüdü arttırılmaktadır. Bu yöntem Input/Output (I/O) fonksiyonu adı verilir(30-32).

DPOAE'lar işitme eşiğinin 15dB den daha düşük olduğu durumlarda ölçülürken, işitme eşiğinin 50 dB HL üzerinde olduğu durumlarda da ölçülemez (31). Normal DPOAE varlığı normal koklear,orta ve dış kulak yolu fonksiyonunu gösterir. Yenidoğan çalışmalarında kulakların %99' unda DPOAE kaydı yapılmıştır(43).

Günümüzde en çok TEOAE ve DPOAE'ların kullanım alanı bulunmaktadır ve başlıca kullanım alanları şunlardır(42,44):

I- Tanısal amaçla:

1-İşitme kaybının koklear lokalizasyonunu objektif olarak

doğrulamak amacıyla:

- a) gürültüye bağlı işitme kaybı
- b) presbiakuzi
- c) ailesel işitme kaybı
- d) idiyomatik işitme kaybı

2- İşitme kaybının koklear komponentinin belirlenmesi amacıyla

- a) meniere hastalığı
- b) ani idiyomatik sensorinöral işitme kaybı
- c) akustik nörinoma

II- Tarama amacıyla:

- 1-Yenidoğan taraması
- 2-Oyun çocuğu taraması
- 3-Mesleki işitme kaybı riski olanlarda tarama

III- Monitorizasyon amacıyla:

- 1-Ototoksik ilaç kullanımı
- 2-Gürültüye bağlı işitme kaybı
- 3-Progresif işitme kayıpları (ailesel, meniere,akustik nörinom)
- 4-İntra operatif monitorizasyon (akustik nörinoma cerrahisi)

BEYİN SAPI UYARILI CEVAP ODYOMETRİSİ (BERA)

Beyinde elektriksel olayların varlığı ilk olarak 1875 yılında Caton tarafından fark edilmiştir, ancak bu deneylerin değeri anlaşılammıştır. İnsan beyninin elektriksel aktivitesinin varlığını ilk kez 1929 yılında Hono Berger ortaya koymuştur. Elektroensefalografi adı verilen bu beyin dalgaları kafa tasına yerleştirilen elektrotlardan galvanometri cihazı ile kaydedilmiştir(45).

Jewett ve ark. 1970 de bu dalgaları insan kafatasından elde etmişler ve bunların hacim iletimle kaydedilen beyin sapı potansiyelleri olduğunu ileri

sürmüşlerdir. Yine Jewett ve Willison daha sonra yaptıkları ayrıntılı bir çalışmada beyin sapı cevaplarının bileşenlerini romen rakamıyla simgelemişlerdir(46).

İşitsel uyarılma potansiyelleri, uyarıdan sonra ortaya çıkan zamanına göre erken latanslı, orta latanslı ve geç latanslı olmak üzere üç gruba ayrılır(47,48). Uyarıyı takip eden 1-10 msn içinde olanlar erken cevapları oluşturmaktadır. Bunlar çok küçük amplitüde sahip olan ve en son keşfedilen cevaplardır. Oluşma yerleri oldukça kesin olan bu potansiyellere BERA adı verilmektedir. Uyarıdan sonraki 10-50 msn arasında oluşan potansiyellere orta latans cevapları (MLR) denilmektedir. Bunlar BERA'lar bulunmadan önce erken cevaplar olarak bilinmekteydi. 50 msn'den sonra oluşan potansiyeller uzun latans cevaplarıdır, oldukça büyük amplitütlü olup bazen EEG'de çıplak gözle bile görülebilirler(46).

İşitsel beyin cevapları, işitme sinirinin başlangıcından orta beyine kadar olan bölümünde elektriksel akımın senkronize akışını inceleyen elektrofizyolojik bir testtir(49). BERA VIII. sinir ile beraber beyin sapındaki nükleusların biyoelektriksel aktivite gösteren dalga serilerinden oluşur. İnsanda BERA'lar 7 pozitif tepeden oluşur(50). İlk yapılan araştırmalarda I. dalganın akustik sinirden, II. dalganın koklear nükleuslardan, III. dalganın SOK'den, IV. dalganın lateral leminiskustan V. dalganın inferior kollikulustan, VI. ve VII. dalgaların medial genikulat cisimden üretilmekte olduğu şeklindeydi(14,51,52).

Son yıllarda yapılan çalışmalara göre her ABR dalgası birden fazla beyin sapı işitme nükleusundan ve işitme yollarını meydana getiren sinir fibrillerinden oluştuğu kabul edilmiştir. Son görüşe göre I. dalga işitme sinirinin distalinden, II. dalga bu sinirin proksimalinden, III. dalga koklear nükleustan, IV. dalga SOK'den, V. dalga lateral leminiskustan, VI. ve VII. dalgalar inferior kollikulustan rejenere olmaktadır(14,49,53,54). ABR'lerin oluşma bölgelerini klinik uygulamalara göre üçe ayırmak imkanı doğmaktadır. Buna göre; I. dalga ipsilateral işitme sinirinden, II. ve III. dalgalar aşağı beyin sapından, IV. ve V. dalgalar yukarı beyin sapından jenere olmaktadır(14).

Eşik altındaki uyarı düzeylerinde cevap trasesi hemen hemen düz bir formda iken eşığın hemen üzerinde V. dalga latansı ortaya çıkmaktadır. Orta düzeydeki ses şiddetlerinde III. dalga belirginleşirken I, II ve IV. dalgalar ancak yüksek şiddetlerde belirginleşmektedir. Bunlardan II ve IV. dalgalar değişkendir ve her kişide elde edilmeyebilir. Keza VI. ve VII. dalgalarda bu değişkenlik

özelliğine sahiptir. Bu nedenle klinik uygulamalarda I. III. ve V. dalgalar teşhis aracı olarak kullanılırlar(10,55). Bazı makalelerde 0 ve I' dalgaları ve bunlarla ilgili bilgilere rastlanmamaktadır. I' dalgası I. dalgadan önce gelir ve işitme sinirinin dendritlerinden orijin alır. Daha periferik orijinli olması nedeniyle koklear tamamlılık göstergesinde daha önemli olabilir(56). BERA dalgalarının oluşumunda nükleuslardaki hücreler ile sinir fibrillerinin ne ölçüde rol oynadığı, yani bu dalgaların aksiyon potansiyelleri ile post sinaptik potansiyellerin hangisinden oluştuğu konusu halen tartışmalıdır. Eski görüşler dalgaların sadece post sinaptik potansiyellerden meydana geldiği yönünde idi. Ancak son yıllarda Rudell (1987) ile Özdamar ve Delgado (1990)'nun çalışmaları, BERA dalgalarının her iki potansiyelden birlikte oluştuğunu hemen hemen ispatlar. BERA'da bu ikili kaynak retrokoklear patolojilerdeki saf ses kaybı, diskriminasyon kusuru, gürültüye intolerans ve ses lokalizasyonu gibi bozuklukların traselere latans gecikmesi, amplitüd düşmesi veya artması, gürültü kayıt gibi yansımaların fizyopatolojik izahını yapmaktadır(49).

Uyarı şiddetinin değişmesi BERA'nın temel kriterleri olan amplitüt, latans ve dalga morfolojisinin her üçünü de etkiler. Genel kanaat azalan şiddetle latansların azaldığı, amplitüdlere azaldığı ve morfolojisinin bozulduğu yönündedir. Şiddet azalması ile birlikte BERA'da latans artışı ve amplitüd azalması birbirine paralel seyir göstermez. Yüksek uyarı şiddetlerinde her 1 dB şiddet azalması ile V. dalga latansındaki artışın 6 mikrosn olmasına karşın düşük uyarı şiddetlerinde bu artışın 60 mikrosn'ye çıktığı saptanmıştır. Bunun anlamı azalan şiddetle latanslarda meydana gelen artışın logaritmik seyir izlediğidir. Test edilen kişinin elektrofizyolojik eşiklerinin saptanmasında, davranış eşiklerinin çok yakınlarına kadar izlenebilir amplitüdde olmasından dolayı V. dalganın esas alınması gerektiği belirtilmektedir. Davranış eşikliği ile elektrofizyolojik eşik arasındaki fark çeşitli araştırmalara göre değişiktir, ancak ortalama olarak 10 dB civarındadır(55).

Eşik üstü BERA değerlendirilmesi, özellikle de I. ve V. dalgaların latansları işitme kaybının tipini (iletim tipi veya sensorinöral) anlamada kullanılır. Ayrıca BERA'nın morfolojisi ve interpeak intervalleri retrokoklear disfonksiyonun varlığını anlamada kullanılabilir(57).

BERA'yı etkileyen faktörler:

Kayıt sırasında hasta ses ve elektromanyetik yalıtımı sağlanmış loş bir odada, gevşemiş, sessiz, boyun ve scalp adaleleri gevşemiş olarak sırt üstü yatar pozisyonda olmalıdır. Gerekirse diezepamla sedasyon ve kas gevşemesi sağlanır. Cevap latansları derin uykudan, sedasyondan, anesteziden yada nontoksik düzeylerdeki her hangi bir ilaçtan etkilenmez(58). Uyanıklık ve dikkat potansiyelleri etkilemez(48).

BERA dalgalarının latans ve amplitütleri, kayıt parametreleri, stimulus karakterleri ve hasta değişikliklerine bağlıdır(47). En önemli kayıt parametreleri elektrot yerleşimi ve filtrelerdir. Elektrotlar, işitme potansiyellerinin üretildiği alanlara en yakın noktada ve uygun pozisyonda yerleştirilmelidir. Bu nedenle aktif elektrot vertekse, referans elektrot ise mastoide yerleştirilmektedir(48,55).

Stimulus karakterleri; stimulus tipi, rate'i, polaritesi ve şiddetidir. Stimulus tipi; en sık kullanılan uyarı, en yüksek amplitüdü potansiyelleri oluşturan ve geniş bir frekans spektrumu olan 100-200 mikrosn süreli dikdörtgen şeklinde klik uyarısıdır. Uyarı tek kulaktan uygulanmalı diğerine maskeleme yapılmalıdır(48,53).

Stimulus tekrarlama oranı; retrokoklear patolojilerin normal cevaplardan ve koklear patolojilerden ayırıcı tanısında kullanılmaktadır. Lezyon yeri çalışmaları yavaş tekrarlama oranında elde edilir. Uyarı tekrarlama oranındaki artıştan BERA dalgalarının amplitüdleride etkilenir. Oranın artışı ile amplitüdlerin azaldığı düşünülür(55). Uyarı polaritesi; mikrofon diaframına uygulanan ilk ve ana akustik dalga negatif basınçlı ise rarefaksiyon, pozitif basınçlı ise kondansasyon kliği adını alır. Stimulus artefaktını azaltmak için alternan uyarıda verilebilir(48).

Hasta değişiklikleri; cins, yaş, baş büyüklüğü, ısı ve alkol alımıdır. Amplitüd ve latans cinse bağlıdır. Jerger ve Hall hem normal hem de işitme kayıplı bayan hastalardaki latansı erkeklerden 0.2 msn daha kısa bulmuştur(55). Baş büyüklüğü, III. V. dalgayı ve V. dalganın amplitüdünü etkiler ama cins faktörü tamamen buna bağlı değildir. Cins farklılığı etyolojisi, baş büyüklüğü ve hormonal değişikliklerin kombinasyonudur(59). Vücut ısısı azaldıkça interpeak latansları uzar. Alkol latansı geciktirir(53,55).

Yapılan bir çalışmada; yeni doğan bakım ünitesindeki ortamın gürültü yoğunluğunun artışıyla sessiz ortamla yapılan testin karşılaştırılmasında V. dalga latansında uzama meydana geldiği saptanmıştır(60).

Yenidoğanda BERA:

İnfanlarda periferik işitme sisteminin bütünlüğünü değerlendirmede BERA'nın kullanılabileceği ilk kez 1970 lerin ortalarında ileri sürülmüştür(37). Neonatolojide ve pediatrie BERAnın kullanımının geniş kapsamlı sonuçlarını Picton ve ark. vermiştir. Yaş, latansları etkileyen bir faktördür. Yeni doğanlar erişkinlerden daha uzun latanslara sahiptir. Eggermont yaş artışıyla görülen latans değişikliklerini işitme yolundaki myelinizasyonunun artışına bağlamıştır. İşitme sinirinin matürasyonu, sinir sisteminin daha santraldeki parçalarından belirgin şekilde daha hızlı meydana gelir(61). Yaş artışı ile V. dalga latansında azalma olurken, I. dalga latansında yaş artışı ile azalma görülmez(50). İnsan işitme sisteminin matürasyonu ve gelişmesi orta kulaktan kortekse kadar tüm seviyelere paralel meydana geldiği görülür. İşitsel beyin sapından işitme korteksine kadar uyarılmış potansiyellerin matürasyonu eşit zaman periodunda, eşit persantaj değişiklikleri ile tanımlanabilir(61).

BERA işitme kaybı riski olan infantların işitme kaybının ortaya çıkarılmasını ve derecesini saptamada önemli bir klinik metottür(4). Bu objektif, kolay uygulanabilir, noninvaziv ve ilaçla veya uyumadan etkilenmeyen bir metot dur. BERA klik bir uyarı ile üç major dalga (I, II, III) oluşur(4,50).

Pediyatrik yaş grubunda, erişkindeki BERA de değişime neden olan faktörlere ilaveten, işitme yollarındaki gelişmenin doğumdan sonraya kalmasından dolayı olaya birde matürasyon faktörü eklenmektedir. Bu yüzden çocukların BERA kayıtlarının değerlendirilmesinde erişkinlere ait kriterlerin kullanılması mümkün olmamaktadır. BERA'daki I, III ve V. dalgaların absöüt ve interpeak latansları erişkinlerden daha uzun, göreceli amplitütleri ise erişkinlere oranla daha fazladır(62). BERA sonuçlarını sınıflandırırken normal veya anormal cevap kriterleri her bir çalışmada farklıdır. Mokotoff ve ark. eğer 60 dB uyarı ile cevap meydana gelmediyse veya V. dalga latansı hasta yaşına göre uzunsa anormal cevap olarak sınıflandırmışlardır. Marshall ve ark. 7-11 msn'lik latansta V. dalganın yokluğunu anormal olarak sınıflamışlar. Starr ve ark. ise V. dalganın latans cevaplarının ortalamalarına bakmışlar ve bu ortalama 2 Standart

Deviasyonu aşanları anormal olarak değerlendirmişlerdir(50). Çalışmalarda matürasyonel değişikliklerin ilk ay içerisinde meydana geldiği gösterilmiştir ve yalancı pozitif test riski 3-6 aydan sonra dramatik olarak düşer. Çok sensitif bir metot olan BERA'da yalancı negatiflik saptanmamıştır(24).

V. dalga latansı en kısa 5.5 msn en uzun 7.1 msn'dir. I. dalga 1.2 - 2.3 msn arasındadır. I. dalga latansları doğumdan sonra yaklaşık 10. haftada azalarak matürasyonunu tamamlarken V. dalga latansı yaklaşık iki yıl azalmaya devam eder. I. dalga diğer değişkenlerden etkilenmezken, III. ve V. dalgalar hem matürasyon hem de cins den etkilenirler(57).

Preterm infantta BERA; absöüt latansın artışı, amplitüdün azalması ve dalga morfolojisinin bozukluğu ile karakterizedir(37).

BERA'da fizyopatoloji ve değerlendirme:

BERA kaydında çeşitli karakterler vardır. Bunlardan latans ve amplitüd önemlidir. Üç tip latans ölçümü vardır(10,19). İnterpeak latans; bunlar içinde en değerli olan I-V intervaline ait bulgulardır. I-V intervalinin normal değeri değişik çalışmaların sonuçlarına göre yaklaşık 4.0 msn civarındadır. Bu değerin yaklaşık 0.2 msn'lik standart deviasyonu vardır. I-V intervalinin 2.0 msn den biraz fazla olan bölümü I-III, 2.0 msn'den biraz az olan bölümü III-V intervaline aittir. Normalde bu süre stimulus şiddetinden bağımsız olduğu gibi periferik işleme kayıplarında da bir değişiklik göstermez. Posterior fossa tümörlerinde interpeak latans ölçümünü içeren çalışmalarda çeşitli kriterler öne sürülmüştür. I-III ve dolayısıyla I-V intervalindeki uzamaların, akustik sinirin beyin sapından önceki kısmını etkileyen lezyonlar için tanı koydurucu olduğu belirtilmektedir. Buna karşın III-V intervalindeki gecikmeden kaynaklanan I-V interval uzamalarının beyin sapı lezyonlarına has bir bölge olduğu ifade edilmektedir(19).

Absolüt latans; 90 dB uyarı ile pI: 1.6 ± 0.3 msn, pII: 2.8 ± 0.3 msn, pIII: 3.8 ± 0.3 msn, pV(veya IV-V): 5.6 ± 0.4 msn bulunur(61,63). I. dalganın latent süresi genellikle periferik organın durumunu yansıtır. Dış, orta ve iç kulak patolojilerinden etkilenir(10). İletim tipi işitme kaybının başlıca bulgusu I. dalga latansının uzamasıdır(24).

İnteraural latans; interaural latans ölçümü retrokoklear işitme kayıplarının periferik işitme kayıplarından ayırıcı tanısında en sık kullanılan ölçüm metodudur. Bu karşılaştırmada genellikle V. dalganın her iki kulaktaki latans değeri

mukayese edilmektedir. Normalde her iki kulak arasındaki fark 0.3 msn'yi aşmaz(63). Bu fark 0.3-0.4 msn den fazla ise retrokoklear patoloji lehinedir(19,64). Bauch ve ark. işitme kaybının etkisi hesaba katılmadan aradaki farkın 0.2 msn'den fazla olmasını anormalite kriteri olarak kabul etmiştir(19).

Frank ve ark. normal, koklear ve retrokoklear lezyonlu hastalarda I-V amplitüd oranını incelemişler ; normal yada koklear patolojili kulaklarda oranın nadiren 1.00 den küçük olmasına karşın retrokoklear patolojili kulaklarda %44 oranında 1.00'den küçük bulmuşlardır(65).

BERA'nın klinikte tanı aracı olarak kullanılmasında üç temel uygulama alanı vardır;

1-Neonatal tarama

2-Büyük bebek ve çocukların işitmelerinin değerlendirilmesi

3-Retrokoklear patolojilerin koklear patolojilerden ayırıcı tanısı(66).

BERA'nın tarama yöntemi olarak kullanılmasının primer avantajı;

1-İşitme sisteminin elektrofizyolojik cevaplarını ölçen bir yöntemdir ve davranış cevaplarını yorumlamak gerekmez.

2-Bu yöntem işitme eşikleri hakkında bilgi sağlar.

BERA'nın primer dezavantajı ;

1-İnfantın hazırlanması için zaman gerektirmesi

2-BERA cevaplarının subjektif yorumlanması

3-Pahalı bir yöntem olmasıdır(37).

YÖNTEM VE GEREÇLER

İşitme kaybı için yüksek risk grubunda bulunan yeni doğanlarda, işitme bozukluğunun saptanmasında tarama testi olarak kullanılan BERA ve TEOAE testlerinin karşılaştırılması amacıyla yapılan çalışmamızda; Tıp Fakültesi KBB Anabilim Dalına Ekim 1997- Eylül 1999 tarihleri arasında fakültemizin Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı yeni doğan yoğun bakım servisinden işitme kaybı tetkiki için gönderilen yüksek risk grubunda bulunan 17 kız , 19 erkek toplam 36 olgu (72 kulak) çalışma kapsamına alınarak değerlendirilmiştir. Olgular hastaneden taburcu edilmeden önce KBB Anabilim Dalı Odyoloji Laboratuvarında TEOAE ve BERA testleri ile değerlendirildiler. Hastalar taburcu edildikten sonra 8-12. aylarında (düzeltilmiş yaş*) ikinci kez odyoloji laboratuvarına davet edilerek kontrol BERA ve TEOAE testleri yapıldı. Birinci testlerinde TEOAE ve BERA negatif saptanan yeni doğanlar aylık takiplere alındılar. Olguların hepsi “*Joint Commitee on Infant Hearing*”(25) tarafından belirlenen işitme kaybı için yüksek risk taşıyan yeni doğanlardan oluşmaktadır.

İlk testlerin hepsi yeni doğanlar fizyolojik uykuda veya hareketsiz dinlenirken yapıldı. İkinci testlerde ise aileden bebeklerini uykusuz bırakarak getirmeleri ve testten önce besleyerek uyutmaları istendi. Buna rağmen uyumayıp ajitasyon gösteren 7 bebek oral Hydroxyzine HCL (1mg/kg) ile sedatize edildi. Tüm testler aynı KBB hekimi ve uzm. odyolog tarafından yapıldı. Hastalara her iki testten önce KBB hekimi tarafından otoskopik bakı yapılarak kulaktaki debris ve buşonlar temizlendi. Bebekler ikinci kontrole geldiklerinde testler yapılmadan önce, impedans odyometri uygulanarak olası orta kulak patolojileri araştırıldı.

*Düzeltilmiş yaş: Yenidoğanın doğması gereken tarihe göre kronolojik yaşı.

Orta kulakta seröz otitis media (SOM) saptanan 7 olguya tedavi uygulandıktan sonra testleri yapıldı. Olgulara önce BERA daha sonra OAE yapıldı.

BERA ölçümleri için; KBB kliniği odyoloji laboratuvarında bulunan *Danplex BRA2 Brainstem Analyzer* kullanılarak, 486 DX2 66 mikro işlemcili bilgisayar sistemi ile BERA ölçümleri yapıldı. Üç adet disposable Ag/AgCl elektrot alına ve bilateral mastoid üzerine, bölge alkolle temizlendikten sonra yapıştırıldı. Alternan polarite, klik uyarı, 40 dB şiddetinde uyarılar 10 ms analiz süresinde *Beyerdynamic DT48* kulaklıklar kullanarak verildi. Stimulus oranı 16/sn ve 2000 uyarı cevabı averajlama için kullanıldı. Alberti PW (5), Richmond KH (60), McNellis EL (67) ve ark. nın kendi çalışmalarında kabul ettiği “Yanıt var” (Pass) kriteri olarak 40dB’de V. dalganın varlığı kabul edildi (Şekil 1a). “Yanıt yok” (fail) kriteri olarak ta 40 dB de V. dalga yokluğu kabul edildi (Şekil 1b). 40dB’de V. dalga bulunmayan bebeklerde 60 ve 80 dB de V. dalga varlığı araştırıldı.

Olguların TEOAE testleri; yine aynı laboratuvardaki *Otodynamics ILO 88* Otoakustik Emisyon cihazı (4.20 B versiyonu) ve 486 DX2 66 mikro işlemcili bilgisayar sistemi ile TEOAE ölçümleri ve analizleri yapılmıştır. TEOAE’lar nonlineer stimulus yöntemi ile elde edilmekte ve pediatrik problemler için 80 msn’lik rektanguler uyarı verilerek elde edilmektedir. Stimulus şiddeti 80±5 dB SPL dir. TEOAE testi yapılırken, dış kulak yoluna verilen kliklerden sonra elde edilen yanıtlar averajlandıktan ve 260 toplam averajlamadan sonra test tamamlanmıştır. Doyle KJ ve ark.(68,69) çalışmalarında kabul ettiği “Yanıt var” (pass) kriteri olarak TEOAE’da reprodüktibilite’nin %50 veya daha üzerinde olması kabul edilmiştir (Şekil 2a). Reprodüktibilitenin % 50 nin altında olması ise “Yanıt yok” (fail) kriteri olarak kabul edilmiştir (Şekil 2b). Uygulanan testlerde “yanıt var” negatiflik kriteri, “yanıt yok” pozitiflik kriteri olarak kabul edilmiştir.

İstatistiksel değerlendirme için, analizler dekanlık bilgi işlemde SPSS paket istatistik programı kullanılarak yapıldı. Bu amaçla χ^2 Testi uygulandı. (Lisans no: 30774 68082 95980 31212 68891 2712)



BERA

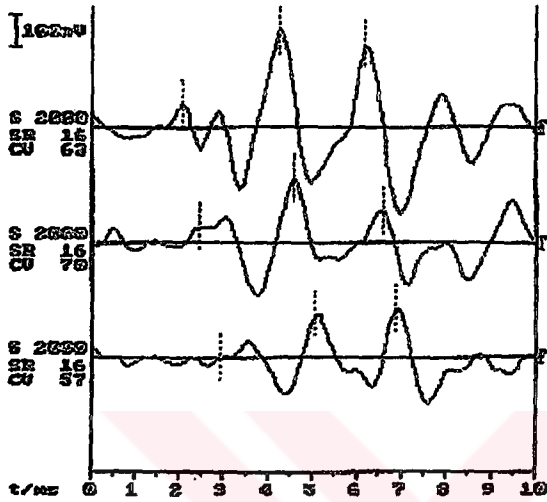
license number:
700300504E

Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB Anabilim Dalı

name:
res.

Olgu 8

MF born 21.10.1997
date 29.09.1998



Right					
SR	I	III	II	V-U	III-U
80	2.2	4.2	6.1	4.1	1.9
60	2.4	4.5	6.5	4.1	2.0
40	2.9	5.0	6.8	3.9	1.8

SR	I-III	Q U	C	CU	B/L
80	2.2		56	63	105
60	2.1		53	70	100
40	2.1		40	57	98

Şekil 1a- BERA da “yanıt var” (pass) kabul edilen olgu örneği.



BERA

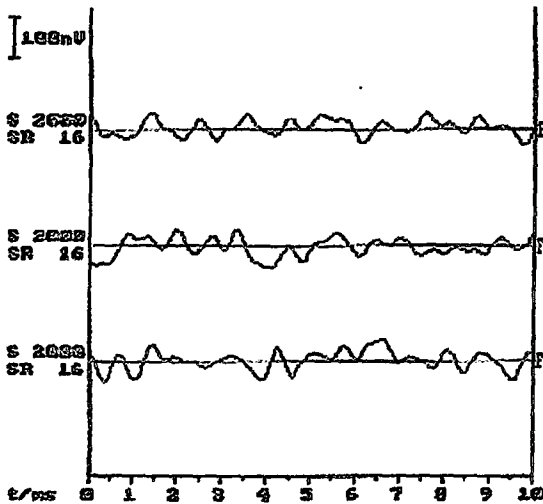
license number:
700300504E

Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB Anabilim Dalı

name:
res.

Olgu 9

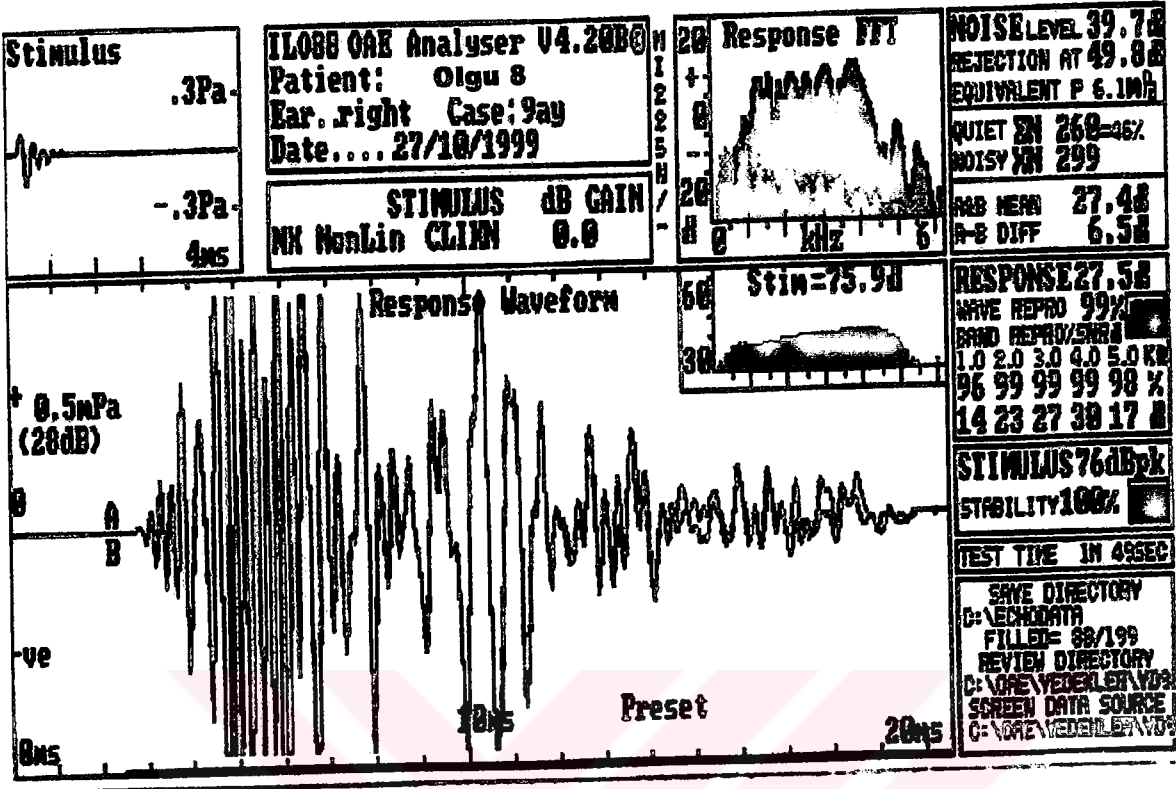
MF born 21.01.1998
date 09.10.1998



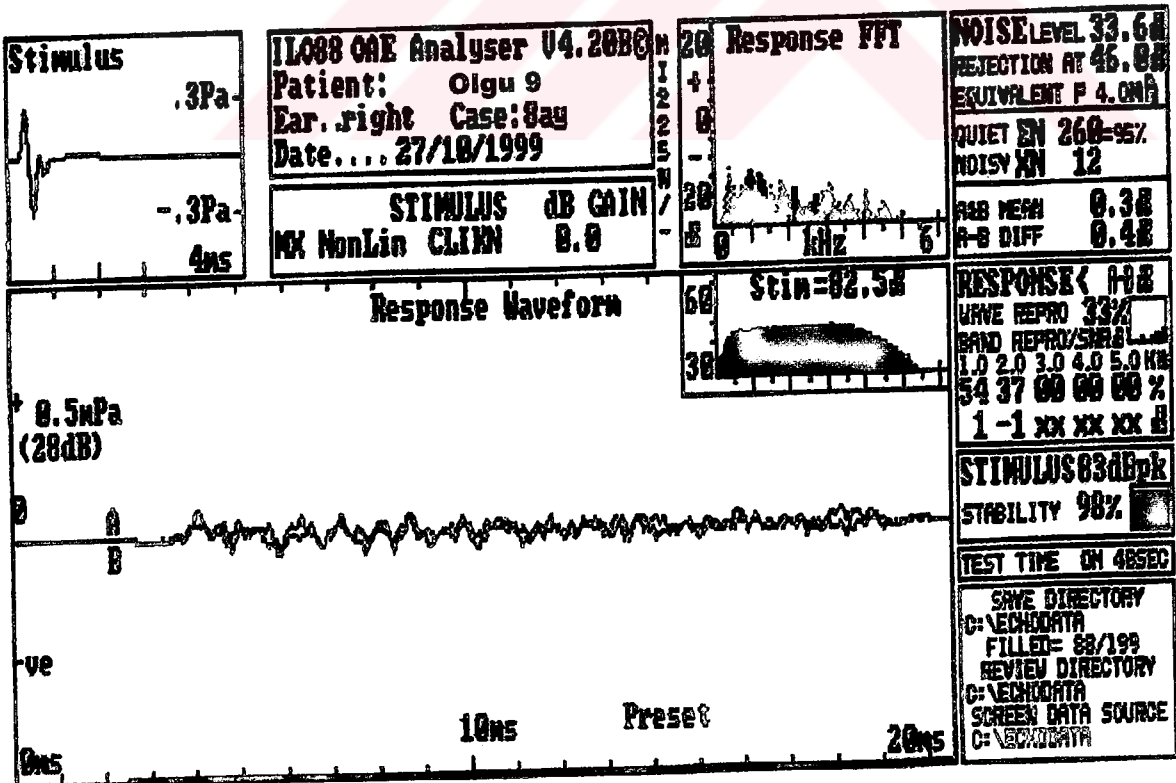
Right					
SR	I	III	II	V-U	III-U
80					
60					
40					

SR	I-III	Q U	C	CU	B/L
80			-04		---
60			17		---
40			2		---

Şekil 1b- BERA da “yanıt yok” (fail) kabul edilen olgu örneği.



Şekil 2a- TEOAE da “yanıt var” (pass) kabul edilen olgu örneği.



Şekil 2b- TEOAE da “yanıt yok” (fail) kabul edilen olgu örneği.

BULGULAR

Bu çalışmada işitme kaybı için yüksek risk taşıyan 36 olgunun 72 kulağına iki aşamalı olarak TEOAE ve BERA testleri uygulanmıştır. Olgularımızın 17'si kız (%47.2), 19'u erkek (% 52.8) yeni doğanlardır. Olgularımızın doğum haftaları; ortalama 35.6 ± 4.56 hafta olup en küçüğü 28 en büyüğü 41 haftadır. Doğum ağırlıkları; ortalama 2352.7 ± 1016.3 gr. olup en düşük 770gr. en yüksek 4100 gr. dir. İlk test tarihleri; ortalama 3.25 ± 1.96 hafta olup en erken 1 hafta en geç 9 haftadır. Son test tarihleri; ortalama 40.5 ± 5.63 hafta olup en erken 32 en geç 52 haftadır (Tablo1).

Olgularımızdan 11 tanesi sadece bir riske sahipken 25 olguda birden fazla risk saptanmıştır. Bu 25 olgudan 9 tanesi 2 riske, 13 tanesi 3 riske ve 3 tanesi de 4 riske sahip yeni doğanlardır. Bu çalışmada “yanıt yok” (fail) 10 kulağın(7 olgu) risk faktörlerine bakıldığında iki olguda 3 risk, iki olguda 2 risk, üç olguda da 1 risk faktörü saptanmıştır. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde bir risk faktörü taşıyan olgularla 2, 3 veya 4 risk faktörü taşıyan olgular arasında TEOAE ve BERA testlerinden “yanıt yok” (fail) açısından anlamlılık bulunmamıştır ($p > 0.05$).

TEOAE da ilk testte “yanıt var” (pass) kulak sayısı 58 (%80.55), “yanıt yok” (fail) kulak sayısı 14 (%19.45) olarak saptanmıştır (Şekil 3). “Yanıt yok” (fail) saptanan 14 kulakta (9 olgu); iki taraflı “yanıt yok” (fail) olgu sayısı 5, tek taraflı “yanıt yok” (fail) olgu sayısı 4 olarak saptanmıştır. İlk TEOAE testinin süresi; ortalama 4.39 ± 4.14 dakika (1.59- 11.2 dk) olarak bulunmuştur (Şekil 4).

TEOAE da son testte “yanıt var” (pass) kulak sayısı 62 (%86,1), “yanıt yok” (fail) kulak sayısı 10 (%13.9) olarak saptanmıştır (Şekil 3). “Yanıt yok” (fail) saptanan 10 kulakta (5 olgu); ki taraflı olarak “yanıt yok” (fail) saptanmıştır. Son TEOAE testinin süresi ; ortalama 3.71 ± 1.63 dakika (1.44-10.02 dk.) olarak bulunmuştur (Şekil 4). İlk testte iki taraflı TEOAE saptanmayan 5 hastanın 3 tanesinde son testte de iki taraflı TEOAE saptanmamıştır. Ayrıca ilk testte tek taraflı TEOAE saptanmayan 1 olgunun son testinde iki taraflı TEOAE saptanmamıştır. İlk testte iki taraflı TEOAE bulunan 1 olguda son testte iki taraflı TEOAE saptanmamıştır.

BERA da ilk testte “yanıt var” (pass) saptanan kulak sayısı 61 (% 84.7), “yanıt yok” (fail) saptanan kulak sayısı 11 (% 15.3) olarak bulunmuştur (Şekil 3). “Yanıt yok” (fail) saptanan 11 kulakta (9 olgu) ; iki taraflı “yanıt yok” (fail) olgu sayısı 2 , tek taraflı “yanıt yok” olgu sayısı 7 olarak bulunmuştur. BERA ilk testte toplam test süresi; ortalama 11.9 ± 4.78 dakika (7- 25 dk) olarak bulunmuştur (Şekil 4).

BERA da son testte “yanıt var” (pass) kulak sayısı 62 (% 86.1), “yanıt yok” (fail) kulak sayısı 10 (%13.9) olarak saptanmıştır (Şekil 3). BERA da son testte “yanıt yok” (fail) saptanan 10 kulakta (7 olgu); iki taraflı “yanıt yok” (fail) olgu sayısı 3, tek taraflı “yanıt yok” (fail) olgu sayısı 4’tür. İlk testte tek taraflı olarak “yanıt yok” (fail) saptanan 2 olguda son testte “yanıt var” (pass) saptanmıştır. Ayrıca ilk teste tek taraflı olarak “yanıt yok” (fail) saptanan 1 olguda ikinci testte iki taraflı olarak “yanıt yok” (fail) bulunmuştur. BERA son testte iki taraflı “yanıt yok” (fail) saptanan üç olgunun tümünde TEOAE testinde de “yanıt yok” (fail) saptanmıştır. BERA son testte toplam süre; ortalama 11.1 ± 3.27 dakika (7-20 dk) olarak bulunmuştur (Şekil 4).

BERA da son testte “yanıt yok” (fail) saptanan 7 olguda (10 kulak) 60 dB de V. dalga araştırılmıştır. 4 olgunun 6 kulağında 60 dB de V. dalga saptanmıştır (2 olgu iki taraflı, 2 olgu tek taraflı). 60 dB de de V. dalga saptanmayan 3 olguda (4 kulak) 80 dB de V. dalga araştırılmıştır. İki taraflı V. dalga saptanmayan 1 olgunun bir kulağında ve tek taraflı V. dalga bulunmayan 1 olgunun o kulağında 80 dB de V. dalga saptanmıştır. 2 olgunun tek taraflı birer kulağında 80 dB de de V. dalga saptanmamıştır. BERA son testte “yanıt yok” (fail) saptanan 7 olgudan (10 kulak); 60 dB de V. dalga saptanan 4 olgu (6 kulak

%8.3) hafif derecede işitme kaybı, 60 dB de V. dalga saptanmayan 3 olgu (4 kulak: % 5.5) ise orta ve ileri derecede işitme kaybı olarak değerlendirilmiştir. Testte “yanıt yok” saptanan yedi olgunun iki tanesinde mental motor reterdasyon saptanarak bir özel eğitim programına alınmışlardır.

BERA son test referans olarak kabul edildiğinde; BERA ilk testin Sensitivite’si (duyarlılık) % 90, Spesifite’si (özgüllük) %96.8, Pozitif Prediktif Değer (PPD) %81.8, Negatif Prediktif Değer (NPD) %98.4 olarak bulunmuştur. BERA ilk testin Yalancı Pozitif’liği %18.2, Yalancı Negatif’liği % 1.6 olarak bulunmuştur (Tablo II).

BERA son test referans olarak kabul edildiğinde; TEOAE ilk testin Sensitivite’si (duyarlılık) %60, Spesifite’si (özgüllük) %87.1, Pozitif Prediktif Değer (PPD) %42.9, Negatif Prediktif Değer (NPD) %93.1 olarak bulunmuştur. TEOAE ilk testin Yalancı Pozitif’liği %57.1, Yalancı Negatif’liği % 6.9 olarak bulunmuştur (Tablo III).

BERA son test referans olarak kabul edildiğinde; TEOAE son testin Sensitivite’si (duyarlılık) %60 , Spesifite’si (özgüllük) %93.5, Pozitif Prediktif Değer (PPD) %60, Negatif Prediktif Değer (NPD) %93.5 olarak bulunmuştur. TEOAE son testin Yalancı Pozitif’liği %40, Yalancı Negatif’liği % 6.5 olarak bulunmuştur (Tablo IV).

Tablo 1- Olguların veri tablosu

Olgu No	Prot. No	Cins	Doğum Ağ (ŞT)	RISK FAKTÖRLERİ*													OAE		BERA		BERA				
				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	1.TEST P/F+ SAG SOL	OAE 2.TEST P/F SAG SOL	1.TEST P/F SAG SOL	BERA 2.TEST P/F SAG SOL	BERA 1.TEST P/F SAG SOL	BERA 2.TEST P/F SAG SOL	BERA TOP. SÜRE 1.TEST 2.TEST				
1	98/ 4943	K	1850	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	p	p	4,48	2,25	p	p	7	10
2	97/ 7237	K	2600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	p	3,25	3,21	p	p	10	12	
3	97/ 7192	K	1100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	f	f	2,19	9,33	p	p	12	9	
4	97/ 7450	K	1300	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	p	p	3,36	3,41	p	p	12	9	
5	97/ 7567	E	1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	f	f	4,36	4,15	f	f	15	18	
6	97/ 7582	K	840	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	p	5,03	2,44	p	p	17	10	
7	97/ 7799	E	1950	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	p	p	3,24	2,05	p	p	12	7	
8	97/ 7621	E	3500	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	p	p	2,07	2,02	p	p	9	12	
9	98/ 4760	E	3500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	f	f	2,38	5,39	f	f	25	18	
10	98/ 2479	K	3400	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	p	3,00	4,23	p	p	8	7	
11	98/ 5299	E	1700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	f	f	4,33	2,05	p	p	25	20	
12	98/ 5460	E	3300	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	p	p	5,08	7,09	p	p	10	12	
13	98/ 5590	K	1030	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	f	f	2,49	6,10	p	p	15	15	
14	98/ 6061	E	4100	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	p	p	2,28	5,38	p	p	11	15	
15	98/ 5090	E	3700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	f	f	4,54	3,02	p	p	10	8	
16	98/ 4397	E	3800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	p	4,01	3,16	p	p	8	10	
17	98/ 1396	E	2200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	p	1,47	4,22	f	f	8	11	

Olgu No	Prot. No	Cins	Doğ. Ağ. (g)	RİSK FAKTÖRLERİ*														BERA						
				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	OAE 1.TEST P/F+ SAG SOL	OAE 2.TEST P/F SAG SOL	OAE TOP. SÜRE 1.TEST 2.TEST	BERA 1.TEST P/F SAG SOL	BERA 2.TEST P/F SAG SOL	BERA TOP. SÜRE 1.TEST 2.TEST				
18	98/ 4390	E	2600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	p	6,00	p	p	12	8
19	98/ 4422	K	1750	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	p	5,05	p	p	10	9
20	98/ 5793	K	770	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	f	f	2,46	p	p	10	8
21	98/ 6039	K	2090	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	p	3,41	f	p	20	13
22	98/ 5297	K	3350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	p	5,00	p	p	8	11
23	98/ 6233	K	4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	p	4,44	p	p	8	10
24	98/ 4962	E	1850	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	p	2,55	p	p	8	7
25	98/ 5114	K	1130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	p	10,02	p	p	7	15
26	98/ 4911	K	1630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	p	3,42	p	p	10	11
27	98/ 4957	K	2250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	p	3,15	p	p	11	12
28	98/ 5395	E	2800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	p	3,24	p	p	7	10
29	98/ 6010	E	2800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	p	3,28	p	p	10	12
30	98/ 3927	K	2250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	p	3,28	p	p	15	10
31	98/ 6132	E	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	p	2,26	p	p	8	12
32	98/ 3926	E	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	f	3,21	p	p	19	18
33	98/ 6133	K	1060	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	p	1,44	p	p	10	10

Tablo 1- devam

Olgu No	Prot. No	Cins	Doğ. Ağ. (gr)	RISK FAKTÖRLERİ*													OAE		OAE		BERA		BERA		
				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	1. TEST SAĞ	P/F+ SOL	2. TEST SAĞ	P/F SOL	1. TEST SAĞ	P/F SOL	1. TEST SAĞ	P/F SOL	1. TEST SAĞ	P/F SOL	
34	98/4909	E	4000	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	p	p	p	p	f	p	f	p	12	8
35	98/6233	E	2500	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	f	f	f	f	f	f	f	f	20	15
36	98/6540	E	3400	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	p	p	p	p	p	p	p	p	10	8

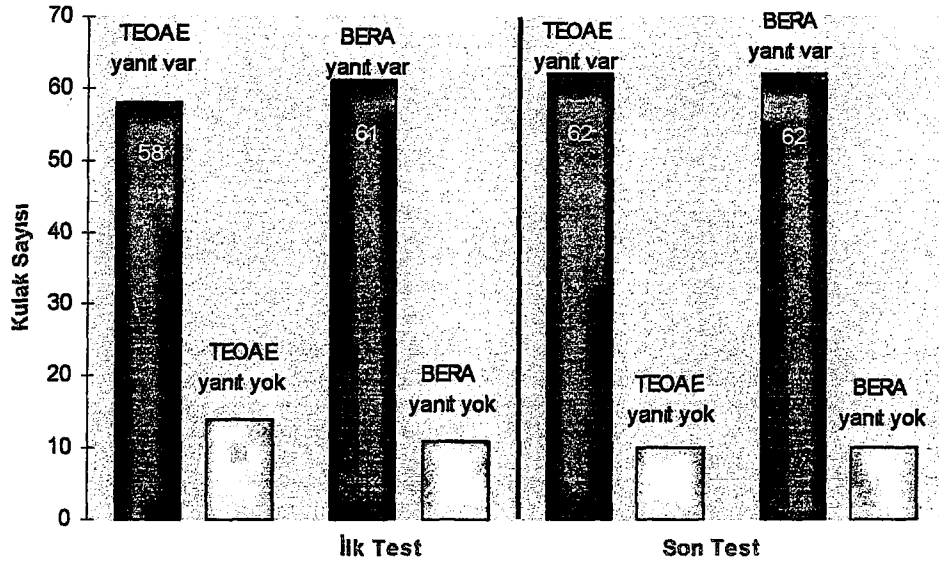
Kısaltmalar:

* Risk Faktörleri

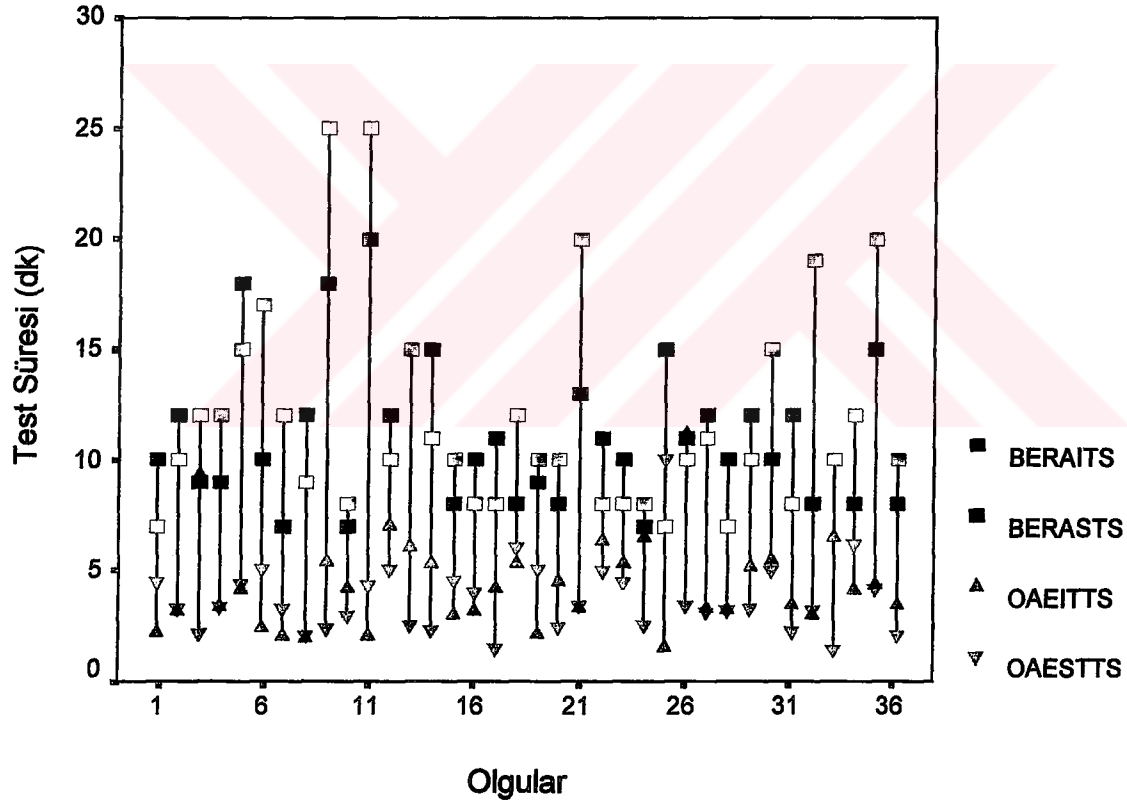
- A: Ailede işitme kaybı
 B: Annede konjenital sensorinöral işitme kaybına neden olan enfeksiyonlar (TORCH enfeksiyonları)
 C: Kraniofasyal anomaliler
 D: Doğum ağırlığının 1500 gr. dan az olması
 E: Exchange gerektiren hiperbilirübinemi
 F: Ototoksik ilaç kullanımı
 G: Bakteriyel menenjit
 H: Düşük apgar skoru
 I: Asfiktik doğum
 J: Uzun süren mekanik ventilasyon
 K: Sensorinöral işitme kaybıyla ilgili bulgular veya sendromlar

+ P/F : Pass (yanıt var) / Fail (yanıt yok)

Cinsiyet : E: erkek K: kadın



Şekil 3- TEOAE / BERA Tarama Sonuçları.



Şekil 4- Olguların TEOAE ve BERA test süreleri

BERAITS: Bera ilk test toplam süre
 BERASTS: Bera son test toplam süre
 OAEITTS: Otoakustik emisyon ilk test toplam süre
 OAESTTS: Otoakustik emisyon son test toplam süre

TABLO II- BERA son test ile BERA ilk testin karşılaştırılması

	BERA son test		TOPLAM
	Yanıt var	Yanıt yok	
BERA ilk test			
Yanıt var	60	1	61
Yanıt yok	2	9	11
TOPLAM	62	10	72

TABLO III- BERA son test ile TEOAE ilk testin karşılaştırılması

	BERA son test		TOPLAM
	Yanıt var	Yanıt yok	
TEOAE ilk test			
Yanıt var	54	4	58
Yanıt yok	8	6	14
TOPLAM	62	10	72

TABLO IV- BERA son test ile TEOAE son testin karşılaştırılması

	BERA son test		TOPLAM
	Yanıt var	Yanıt yok	
TEOAE son test			
Yanıt var	58	4	62
Yanıt yok	4	6	10
TOPLAM	62	10	72

TARTIŞMA

İşitme kaybının erken tanı, teşhis ve rehabilitasyonu, uygun konuşma, dil ve bilişsel yeteneklerin gelişimi için gereklidir. İdeal olan işitme kaybı için risk faktörü taşıyan her yeni doğanın işitme yönünden araştırılmasıdır(70). Yeni doğanlarda işitme taraması için pek çok teknik kullanılmaktadır. Bunlar Crib-o-gram, Davranışsal Testler, İmpedans odyometrisi, BERA, TEOAE testleridir. Davranış odyometrisi sensitif değildir, yalancı negatiflik oranı % 40-74 olarak bildirilmiştir. Timpanometrik değerlendirme orta kulak fonksiyonlarını değerlendirmede önemli bir testtir ancak yalancı negatiflik oranı fazladır(5). Timpanometri yeni doğanlarda orta kulaktaki sıvının tespitinde yeterli güvenilirlik sağlamaz(7). Crib-o-gram'ın spesifitesi %52 sensitivitesi %53.4 olarak bildirilmiştir(71). Bir tarama testinde olması gereken özellikler; hızlı olması, non invazif ve kolay uygulanabilir olmasının yanında test sonuçlarının objektif değerlendirilebilmesidir. Ancak en önemlisi yüksek spesifite ve sensitiviteye sahip olması, yalancı pozitiflik oranlarının çok düşük olması, yalancı negatiflik olmamasıdır(33). Bu çalışmada periferik işitme fonksiyonunu değerlendirmede objektif iki test tekniği olan BERA ve TEOAE; test protokolü, “yanıt var” (Pass) / “yanıt yok” (fail) oranları, spesifite, sensitivite, yalancı pozitiflik, yalancı negatiflik, test süreleri açısından değerlendirilmiş ve bu bulgular literatürle karşılaştırılmıştır.

Test protokolünde; BERA ve TEOAE' un “yanıt var” (pass) / “yanıt yok” (fail) kriterlerinde literatürde farklı değerler alınmış ve sonuçlar buna göre değerlendirilmiştir. Literatürde TEOAE' nun “yanıt var” (pass) kriteri olarak;

reprodüktibilite oranının %50 den büyük olması(68,69,72,73) veya üç frekansta 3 dB den daha büyük değerlerin olması (67,74) kabul edilmiştir. Bizim çalışmamızda TEOAE da “yanıt var” (pass) kriteri olarak reprodüktibilite oranının %50 den büyük olması kabul edilmiştir. BERA da “yanıt var” (pass) ve “yanıt yok” (fail) kriterlerinde ise çok değişik değerler alınmıştır. Bu da değişik çalışmalarda farklı sonuçların çıkmasına neden olmuştur. Bazı araştırmacılar “yanıt var” (pass) kriteri olarak sadece 40 dB de V. dalga varlığını kabul ederken(60,67,74), bazıları 30 dB de V. dalga varlığını “yanıt var” (pass) kriteri kabul etmişlerdir(3,4). Swigonski ve ark.(24) 40 veya 60 dB de tek kulakta V. dalga varlığını “yanıt var” (pass) kabul ederken 80dB de tek kulakta V. dalga bulunmasını veya iki kulakta da V. dalga bulunmamasını “yanıt yok” (fail) olarak kabul etmiştir. Jacobson ve ark.(72) “yanıt var” (pass) kriteri olarak 35 dB de 2000 uyarı ile V. dalga varlığını kabul etmişlerdir. Doyle ve ark (69) 35 dB de 100mikrosn. klik ile 15000 uyarı ile V. dalga formasyonunun oluşmamasını “yanıt yok” (fail) kriteri olarak kabul etmişlerdir. Friedland ve ark.(25) yaptıkları çalışmada BERA da 40dB de V. dalganın varlığına rağmen 60dB de I,III ve V. dalgaların anormal oluşlarını “yanıt yok” (fail) kriteri olarak kabul etmiştir. Watson ve ark (1) 30 ve 60 dB de V. dalga varlığına bakıp; 30dB de iki kulakta da V. dalga varlığını “yanıt var” (pass) kriteri kabul etmişler “yanıt yok” (fail) kriterini kendi içinde beş’ e ayırmışlardır. Alberti ve ark.(5) 30 dB ve 40 dB de 2000 ve 4000 uyarı vererek yaptıkları çalışmada 40dB de 4000 uyarının en iyi sonucu verdiğini bildirmişlerdir. Bizde çalışmamızda BERA da “yanıt var” (pass) kriteri olarak 40 dB de 2000 uyarı ile V. dalganın varlığını kabul ettik.

Olgularımız “yanıt var” (pass) / “yanıt yok” (fail) yönünden literatürle karşılaştırıldığında; Jacobson ve ark. (72) 119 yeni doğanın (67 tanesi yüksek riskli) 224 kulağından BERA da 8 (%3.6) kulakta “yanıt yok” (fail) saptanırken (5 tanesi riskli yeni doğan) TEOAE testinde 85 (%38.4) kulakta “yanıt yok” (fail) saptanmıştır. 22 (%9.8) kulakta ise test yapılamamıştır. Hastaların sadece %52.2 sinde TEOAE testinde “yanıt var” (pass) saptanmıştır. Stevens ve ark (75) yoğun bakım ünitesindeki yeni doğanların %80 inde, zamanında doğan infantların %96’sında emisyon saptamışlardır. Stevens ve ark.(76) 346 riskli ve sağlam yeni doğanda yaptığı çalışmada BERA’da “yanıt yok” (fail) oranını ilk taramada %12.1, 8 ay sonraki ikinci taramada %6.6 olarak bulmuştur. Testte

“yanıt yok” (fail) saptanan bebeklerin %52 si riskli yeni doğandır. Maxon ve ark.(74) 1546 (%83.6) sağlıklı yeni doğan, 304 (%16.4) riskli yeni doğandan oluşan 1850 olguluk çalışmalarında ilk taramada TEOAE da “yanıt yok” (fail) oranını %15 olarak bulmuşlar; kontrol taramasına gelen 403 yeni doğanın %29’unda TEOAE da “yanıt yok” (fail) bulunurken %71 inde TEOAE’ da “yanıt var” (pass) bulunmuştur. Bunlardan 11 tanesinde sensorinöral işitme kaybı saptanmıştır. Bu olgulardan 10 unda BERA da da “yanıt yok” (fail) saptanmıştır. Literatürde bazı çalışmalarda başlangıçta yapılan BERA testinin “yanıt yok” (fail) oranını %10-30 olarak bildirmişlerdir(60). McNellis ve ark.(67) yaptıkları çalışmada BERA testinden 100 kulaktan 98 inde “yanıt var” (pass) saptanırken TEOAE da “yanıt var” (pass) oranını % 61 olarak bulmuşlardır. Bu çalışma bebeklere ilk 24 saatte yapılan test sonuçlarıdır. Emisyonda “yanıt var” (pass) oranının düşüklüğünün ilk 24 saatte dış kulak yolunda bulunan debrislerden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Doyle ve ark (69) 200 sağlıklı yeni doğanın 400 kulağında yaptıkları çalışmada BERA nın “yanıt var” (pass) oranını %88.5 TEOAE testinin “yanıt var” (pass) oranını %79 olarak bulmuşlardır. Kennedy CR ve ark (77) TEOAE’ da “yanıt var” (pass) oranını %95.4 BERA’ da “yanıt var” (pass) oranını %97.3 olarak bulmuşlardır. Hunter ve ark (78) 217 sağlıklı ve riskli yeni doğan da yaptıkları çalışmada TEOAE da %22 sinde tek taraflı, %8.5 inde ise iki taraflı olarak “yanıt yok” (fail) saptamışlardır. BERA da ise bir kişide (%0.5) tek taraflı “yanıt yok” (fail) bulunurken, iki taraflı “yanıt yok” (fail) olgusu saptanmamıştır. Oudesluys-Murphy ve ark. (2) İşitme kaybı için yüksek risk taşıyan 284 yeni doğanı BERA ile taramışlar ilk testte 247 yeni doğanda (%87) “yanıt var” (pass), 37 yeni doğanda (%13) “yanıt yok” (fail) bulmuşlardır. 9.aylarında yapılan ikinci testlerinde ise teste gelen 277 bebeğin 266 tanesinde (%96.03) “yanıt var” (pass), 7 tanesinde (%2.53) “yanıt yok” (fail) saptamışlardır. 4 bebekte (%1.44) ise test tamamlanamamıştır. Jacobsen ve ark (71) 108 işitme yönünden riskli , 157 sağlıklı toplam 315 yeni doğanda yaptıkları çalışmada; BERA’ da ilk testte 272 (%86.3) yeni doğanda “yanıt var” (pass), 43 yeni doğanda (% 13.7) ise “yanıt yok” (fail) olarak bulmuşlardır. “Yanıt yok” (fail) saptanan 43 yeni doğana 6 hafta sonra ikinci testler yapılmış, bunlardan 14 tanesinde “yanıt var” (pass), 27 tanesinde “yanıt yok”(fail) olarak değerlendirilirken iki tanesi ise teste gelmemiştir. Başlangıç BERA testinde “yanıt

yok” (fail) sağlıklı yeni doğanlarda %5.7, işitme kaybı için risk grubunda olanlarda %26.7, yoğun bakımda kalanlarda %10.6 olarak bulunmuştur. Bazı çalışmalarda BERA’ da “yanıt yok” (fail) oranı %1.3-4.8 bulunmuştur. Bonfils ve ark (70) 50 sağlıklı yeni doğanın 100 kulağında TEOAE ile yaptıkları çalışmada; “yanıt var” (pass) oranını %100 olarak bulmuşlardır. Friedland ve ark(25) 381 işitme kaybı için yüksek risk taşıyan yeni doğan çalışmasında BERA’ da “yanıt var” (pass) oranını % 59 (228 / 381), “yanıt yok” (fail) oranını %40.2 (153/381) olarak bulmuştur. Bu düşük “yanıt var (pass) oranını test protokolündeki “yanıt var” (pass) kriterleriyle açıklamaktadır. Alberti ve ark(5) işitme kaybı için yüksek risk taşıyan 234 yeni doğanın BERA ile taramasında; 6 yeni doğanda iki taraflı , 12 yeni doğanda tek taraflı olarak “yanıt yok” (fail) saptamışlardır. Karasalihoğlu ve ark.(42) 34 sağlıklı ve 13 riskli yeni doğanda TEOAE testi ile yaptıkları işitme tarama çalışmasında riskli yeni doğanda %57.6 “yanıt var” (pass), %34.6 “yanıt yok” (fail) ve %7.6 “azalmış yanıt” (parsiyel pass) oranlarını bulmuşlardır. Swigonski ve ark (24) 137 yüksek riskli yeni doğanda BERA ile yaptıkları çalışmada 82 (%60) “yanıt var” (pass), 34 (%24) “yanıt yok” (fail) ve 22 (%16) “azalmış yanıt” (parsiyel pass) oranlarını bulmuşlardır. Buradaki “yanıt var” (pass) oranlarının düşüklüğü de “yanıt var” (pass) kriteri olarak farklı değerlerin alınmasından kaynaklanmaktadır. Durieux-Smith ve ark.(4) 600 riskli yeni doğanda yaptıkları çalışmada; BERA ile işitme taraması uygulamışlar ve başlangıç testinde 446 (%75) yeni doğanda “yanıt var” (pass), 154 (%25) yeni doğanda “yanıt yok” (fail) bulmuşlardır. “Yanıt yok” (fail) bulunan yeni doğanların 137 tanesi kontrol testlerine gelmişler ve bu bebeklerin %88 i testinde “yanıt var” (pass) saptanırken , % 12 sinde “yanıt yok” (fail) saptanmıştır. Bizim çalışmamızda ise TEOAE da ilk testte “yanıt var” (pass) kulak sayısı 58 (%80.55) “yanıt yok” (fail) kulak sayısı 14 (%19.45) dir. TEOAE son testte ise kulakların % 86.1 inin testinde “yanıt var” (pass) bulunurken %13.9’ unun testinde “yanıt yok” (fail) bulunmuştur. Yine bizim çalışmamızda BERA ilk testte “yanıt var” (pass) kulak sayısı 61 (%84.7), “yanıt yok” (fail) kulak sayısı 11 (%15.3) dir. BERA son testte kulakların %86.1’inde “yanıt var” (pass), %13.9’ unda “yanıt yok” (fail) bulunmuştur.

Yapılan testler spesifite (özgüllük), sensitivite (duyarlık), yalancı negatiflik, yalancı pozitiflik ve test süresi yönünden literatürle

karşılaştırıldığında; Jacobson ve ark (72) TEOAE sensitivitesini %50, spesifitesini %52.3, yalancı negatiflik %50, yalancı pozitiflik %47.7 olarak bulmuşlar; TEOAE test süresini 3 dakika, BERA test süresini 26.3 (10-45) dakika olarak bulmuşlardır. Stevens ve ark (76) TEOAE sensitivitesini %95, spesifitesini %85 olarak bulmuşlardır. TEOAE test süresi 12.1 (5-23) dakika, BERA için test süresi 21 (11-50) dakika olarak bulmuşlardır. Maxon ve ark (74) BERA'yı referans olarak aldıklarında TEOAE'nun sensitivitesini %81 spesifitesini %70 olarak bulmuşlardır. TEOAE test süresini 3.3-5.5 dakika olarak bulmuşlardır. Mason ve ark (79) Nottingham ABR taraması ile yaptığı çalışmada testin sensitivitesini %82, spesifitesini %98, TEOAE testinin sensitivitesini %80, spesifitesini %92 olarak bulmuştur. Literatürde yeni doğanda yapılan çalışmada BERA'nın yalancı negatifliğini %0, yalancı pozitifliğini %3 olarak (72) sensitivitesi %100 spesifitesi %96 olarak bildirmişlerdir(2). Doyle ve ark (69) TEOAE için test süresini 13 (4-40) dakika BERA test süresi 24 (5-90) dakika olarak bulmuşlar. Alberti ve ark(5) BERA test süresini 20-45 dakika arasında bulmuşlardır. Karasalihoğlu ve ark (42) TEOAE test süresini 190 ± 78.4 sn olarak bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda BERA son test referans olarak alındığında TEOAE ilk test sensitivitesi %60, spesifitesi %87.1 yalancı pozitiflik %57.1 yalancı negatiflik %6.9 olarak bulunmuştur. Yine BERA son test referans olarak alındığında BERA ilk testin sensitivitesi %90, spesifitesi %96.8, yalancı pozitifliği %18.2, yalancı negatifliği %1.6 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada TEOAE testlerinin yalancı pozitifliğin yüksek oranda bulunması ilk testte; olguların yoğun bakım ünitesinde uzun süre kalan yeni doğanlar olması ve bunlara nazogastrik tüp takılı olması, orta kulak patolojilerinin artmış yüzdesi nedeniyle, son testte ise hafif derecede işitme kaybında (ör.30 dB de) TEOAE da "yanıt yok" saptanırken, BERA da 40 dB de V. dalga saptanmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. BERA daki yalancı negatifliğin nedeni 9 nolu olgumuzun ilk testlerinde tek kulakta var olan emisyon ve V. dalganın son testte saptanamamasıdır (A tipi timpanograma rağmen). Bunu ilerleyici işitme kaybı olarak değerlendirdik. TEOAE da ilk test süresi 4.39 (1.59-11.2) dakika, son test süresi 3.71 (1.44-10.02) dakikadır. BERA ilk testin süresi 11.9 (7-25) dakika, son testin süresi 11.1 (7-20) dakika olarak bulunmuştur.

SONUÇLAR

Bu çalışmamızda işitme kaybı yönünden yüksek risk taşıyan yeni doğanlarda tarama testi olarak kullanılan TEOAE ve BERA testlerinin karşılaştırılması amaçlanmış olup ,toplam 36 riskli yeni doğan olgunun 72 kulağına testler iki aşamalı olarak uygulanmış ve şu sonuçlar elde edilmiştir.

1-Olgularımız karşılaştıkları risk faktörlerine göre sadece bir risk ile karşılaşanla, iki veya daha fazla risk ile karşılaşanlar arasında testte “yanıt yok” (fail) açısından anlamlılık bulunmamıştır.

2-TEOAE ilk testte “yanıt var” (pass) oranı %80.55, “yanıt yok” (fail) oranı %19.45, sensitivite %60, spesifite %87.1, yalancı pozitiflik %57.1, yalancı negatiflik %6.9, test süresi ortalama 4.39 dk. olarak saptanmıştır.

3-TEOAE son teste “yanıt var” (pass) oranı %86.1, “yanıt yok” (fail) oranı %13.9, sensitivite %60, spesifite %93.5, yalancı pozitiflik %40, yalancı negatiflik %6.5, test süresi ortalama 3.71 dk. olarak saptanmıştır.

4-BERA ilk testte “yanıt var” (pass) oranı %84.7, “yanıt yok” (fail) oranı %15.3, sensitivite %90, spesifite %96.8, yalancı pozitiflik %18.2, yalancı negatiflik %1.6, test süresi ortalama 11.9 dk. olarak saptanmıştır.

5-BERA son testte “yanıt var” (pass) oranı %86.1, “yanıt yok” (fail) oranı %13.9, test süresi ortalama 11.1 dk. olarak saptanmıştır.

6-Toplam 7 olgunun 10 kulağında işitme kaybı saptanmıştır. Altı kulakta (%8.3) hafif derecede işitme kaybı, 4 kulakta (%5.5) ise orta ve ileri derecede işitme kaybı saptanmıştır.

7-İşitme kaybı saptanan 7 olgumuzun 2'sinde mental motor retardasyon bulguları saptanmıştır.

Sonuç olarak periferel işitme fonksiyonunu değerlendirmede en objektif metod olarak kabul edilen BERA göreceli olarak zaman kaybettiren bir testtir. Uygulamak için yüksek teknik beceri ve yorumlamak için eğitilmiş uzman gereksinimi göstermektedir. TEOAE yeni doğan işitme fonksiyonunu değerlendirmede göreceli olarak daha hızlı, non invazif bir test tekniğidir. Iřitme kaybı için yüksek riskli yeni doğanlarda TEOAE objektif bir test olarak BERA'dan önce uygulanabilir, ancak ilk haftalarda yapılan testlerde daha fazla olmak üzere yalancı pozitiflik olasılığı da mevcut olduğu için testin daha sonra sık aralarla tekrarlanması buna rağmen OAE saptanamayan olgularda mutlaka BERA testi yapılarak sonuçların kesinleştirilmesi nerilebilecektir.



ÖZET

Toplumda orta ve ileri derecede işitme kaybı oranı her 1000 canlı doğumda 1-2 dir. Bu oran yüksek riskli yeni doğanlarda %2-5 oranına yükselir. İşitme kayıplı yeni doğanların erken teşhis ve eğitimin ideal mekanizması ; erken hasta identifikasyonu , güvenilir kantitatif işitme testleri ve uygun eğitim programlarıdır. Bizde bu çalışmamızda işitme kaybı açısından yüksek riskli yeni doğanlarda işitme bozukluğunun saptanmasında objektif iki yöntem olan TEOAE ve BERA nın tarama testi olarak kullanılmasında birbirleriyle karşılaştırdık. Bu amaçla 36 riskli yeni doğanın 72 kulağına TEOAE ve BERA testleri iki aşamalı olarak uygulandı. İlk testler yeni doğan hastaneden taburcu edilmeden hemen önce, son testler ise yeni doğanların 8-12. aylarında uygulanmıştır. Uygulanan TEOAE ve BERA nın ilk ve son testlerinin “yanıt var” (pass), “yanıt yok” (fail), sensitivite, spesifite, yalancı pozitiflik, yalancı negatiflik oranları ve her testin yapılış süreleri saptandı. TEOAE ilk testte “yanıt var” (pass) oranı %80.55, “yanıt yok” (fail) oranı %19.45, sensitivite %60, spesifite %87.1, yalancı pozitiflik %57.1, yalancı negatiflik %6.9, test süresi ortalama 4.39 dk. olarak saptandı. TEOAE son testte “yanıt var” (pass) oranı %86.1, “yanıt yok” (fail) oranı %13.9, sensitivite %60, spesifite %93.5, yalancı pozitiflik %40, yalancı negatiflik %6.5, test süresi ortalama 3.71 dk. olarak saptandı. BERA ilk testte “yanıt var” (pass) oranı %84.7, “yanıt yok” (fail) oranı %15.3, sensitivite %90, spesifite %96.8, yalancı pozitiflik %18.2, yalancı negatiflik %1.6, test süresi ortalama 11.9 dk. olarak saptandı. BERA son testte “yanıt var” (pass) oranı %86.1, “yanıt yok”

(fail) oranı %13.9, test süresi ortalama 11.1 dk. olarak saptanmıştır. Sonuç olarak periferel işitme fonksiyonunu değerlendirmede en objektif metod olarak kabul edilen BERA göreceli olarak zaman kaybettiren bir testtir. Uygulamak için yüksek teknik beceri ve yorumlamak için eğitilmiş uzman gereksinimi göstermektedir. TEOAE yeni doğan işitme fonksiyonunu değerlendirmede göreceli olarak daha hızlı, non invazif bir test tekniğidir. İşitme kaybı için yüksek riskli yeni doğanlarda TEOAE objektif bir test olarak BERA'dan önce uygulanabilir, ancak ilk haftalarda yapılan testlerde daha fazla olmak üzere yalancı pozitiflik olasılığı da mevcut olduğu için testin daha sonra sık aralarla tekrarlanması buna rağmen OAE saptanamayan olgularda mutlaka BERA testi yapılarak sonuçların kesinleştirilmesi önerilebilecektir.



SUMMARY

The prevalence of moderate to severe hearing impairment is approximately 1-2 per 1000 healthy newborns. In contrast to this the incidence increases up to %2-5 in high risk infants. The ideal mechanism for early detection and habilitation has three main parts: 1.early patient identification 2. reliable, quantitative hearing test, and 3. an appropriate habilitation program. In this study, we compared the using of Transient Evoked Otoacoustic Emission (TEOAE) test with the using of Brainstem Evoked Respons Audiometer (BERA) test which are objective screening tests to determine hearing disorders in newborns under high risk for hearing loss. For this purpose, TEOAE and BERA tests were applied to 72 ears of 36 high risk newborns. the first tests were applied just before newborns discharged from hospital and the last tests were applied in 8th and 12th months. Pass, fail, sensitivity, specification, false positive, false negative rates of TEOAE and BERA and the application time of each of the tests were determined. For the first TEOAE test; pass rate was 80.55 %, fail rate was 19.45 %, sensitivity rate was 60 %, specification was 87.1 % , false positive rate was 57.1%, false negative rate was 6.9 % and mean test time was 4.39 minutes. In the last TEOAE test; pass rate was 86.1 %, fail rate was 13.9 %, sensitivity rate was 60 %, specification rate was 93.5 % , false positive rate was 40 %, false negative rate was 6.5 % and mean test time was 3.71 minutes. For the first BERA test; pass rate was 84.7 %, fail rate was 15.3 %, sensitivity rate was 90 %, specification rate was 96.8 % , false positive rate was 18.2 %, false negative rate was 1.6 % and mean test time was 11.9 minutes. For the last

BERA test; pass rate was 86.1 %, fail rate was 13.9 %, mean test time was 11.1 minutes. The conventional BERA is regarded as the most objective method of evaluating peripheral auditory function . However it is a relatively time consuming method needing highly skilled technicians for performing it and a trained specialist for interpretation. TEOAE could hold some promise as an objective, easy and noninvasive technique for screening peripheral auditory function in newborn. As an objective test, TEOAE may be applied to the newborns, who are under highly risk for hearing loss, before BERA. But since it is likely to show more false positive especially in the first weeks, it is suggested that the test must be repeated frequently. In spite of this, for the cases who OAE can not be determined, results must be made definite with BERA test.



KAYNAKLAR

- 1- Watson DR, McClelland RJ, Adams DA: Auditory brainstem response screening for hearing loss in high risk neonates. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1996; 36: 147-183.
- 2- Oudesluys-Murphy AM, Harlaar J: Neonatal hearing screening with an automated auditory brainstem response screener in the infant's home. *Acta Paediatr* 1997; 86: 651-655.
- 3- Plinkert PK, Sesterhen G, Arold R, Zenner HP: Evaluation of otoacoustic emissions in high-risk infants by using an easy and rapid objective auditory screening method. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 1990; 247: 356-360.
- 4- Durieux-Smith A, Picton TW, Edwards CG, MacMurray B, Goodman JT: Brainstem electric response audiometry in infants of a neonatal intensive care unit. *Audiology* 1987; 26: 284-297.
- 5- Alberti PW, Hyde ML, Riko K, Corbin H, Abramovich S: An evaluation of BERA for hearing screening in high risk neonates. *Laryngoscope* 1983; 93: 1115-1121.
- 6- Webb HD, Stevens JC: Auditory screening in high risk neonates: selection of a test protocol. *Clin Phys Physiol Meas* 1991; 12 : 75-86.
- 7- Welch D, Greville KA, Thorne PR, Purdy SC: Influence of acquisition parameters on the measurement of click evoked otoacoustic emissions in a hospital environment. *Audiology* 1996; 35: 143-157.
- 8- Karasalihoğlu AR : Kulak, Burun, Boğaz Hastalıkları ve Baş-Boyun Cerrahisi (2.Baskı). Ankara: Güneř Kitabevi, 1992 : 3-16, 93-97.
- 9- Donaldson JA, Duckert LG : Anatomy of the ears. In: Paparella MM, Shumrick DA. (Eds) *Otolaryngology Vol.1*, Philadelphia: WB.Saunders Company, 1991: ch.2, 23-58.
- 10- Akyıldız AN: Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi. Cilt.1, Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi, 1998: 29-61, 77-102, 143-197.
- 11- Duckert LG : Anatomy of the skull base, temporal bone, external and middle ear. In: Cummings CW (Ed.) *Otolaryngology-Head and Neck Surgery Vol.4*, St.Louis Missouri : Mosby Year Book Inc.,1993 : 2483-2496.

- 12- John HM, Waren YA: Anatomy and physiology of hearing. In: Bailey BJ (Ed.) Head and Neck Surgery- Otolaryngology Vol.2, Philadelphia: J.B.Lippincott Company, 1993: 1441-1461.
- 13- Lee KJ: Anatomy of the ear. In: Lee KJ (Ed.) Essential Otolaryngology Head and Neck Surgery, Newyork: Medical Examination Publishing Company, 1991: 1-24.
- 14- Ömür M, Dadaş B :Klinik Baş ve Boyun Anatomisi Cilt 1, İstanbul : Ulusal Tıp Kitabevi, 1996: 181-213
- 15- Wright A: Anatomy and ultrastructure of the human ear. In: Kerr AG, Gleeson M (Eds.) Scott-Brown's Otolaryngology 6th ed. Vol.1, London: Butterworth-Heinemann Reed Educational and Professional Publishing Ltd, 1997: ch.1, 1-50.
- 16- Kuran O: Sistemik Anatomi. İstanbul : Filiz Kitabevi,1983: 759-788.
- 17- Austin FA: Anatomy of the ear. In: Ballenger JJ, Snow JB (Eds.) Otorhinolaryngology: Head and neck Surgery. 15th ed. PA : Williams and Wilkins, 1996: 838-857.
- 18- Santi PA, Mancini P: Cochlear anatomy and central auditory pathways. In: Cummings CW (Ed.) Otolaryngology-Head and Neck Surgery Vol.4, St. Louis Missouri,Mosby Year Book Inc.1993: 2497-2524.
- 19- Muş N: Akustik sinir, pontoserebellar köşe ve alt pons lezyonlarında ABR. In: Muş N, Özdamar Ö (Eds.) İşitsel Beyin Sapı Cevapları "Temel bilgiler ve klinik uygulamaları" Ankara 1996: 161-184.
- 20- Lonsbury-Martin BL, Martin GK, Luebke AE : Physiology of the auditory and vestibuler systems. In: Ballenger JJ, Snow JB(Eds) Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery. 15th ed. PA : Williams and Wilkins, 1996 : 879-929.
- 21- Muş N, Özdamar Ö: İşitsel beyin sapı cevaplarının oluşma mekanizması. In: Muş N, Özdamar Ö (Eds.) İşitsel Beyin Sapı Cevapları "Temel bilgiler ve klinik uygulamaları" Ankara 1996: 59-67.
- 22- Pickles JO: Physiology of hearing. In: Kerr AG, Gleeson M (Eds.) Scott-Brown's Otolaryngology 6th ed. Vol.1, London: Butterworth-Heinemann Reed Educational and Professional Publishing Ltd, 1997 : ch.2, 1-34.

- 23- Abbas PA: Physiology of the auditory system. In: Cummings CW (Ed.) Otolaryngology-Head and Neck Surgery Vol.4, St. Louis Missouri, Mosby Year Book Inc.1993: 2566-2603.
- 24- Swigonski N, Shallop J, Bull MJ, Lemons JA: Hearing screening of high risk newborns. *Ear Hear* 1987; 8: 26-30.
- 25- Friedland DR, Fahs MC, Catalano PJ: A cost effectiveness analysis of the high risk register and auditory brainstem response. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1996; 38: 115-130.
- 26- Adams DA: The causes of deafness. In: Kerr AG, Gleeson M (Eds.) Scott-Brown's Otolaryngology 6th ed. Vol.6, London: Butterworth-Heinemann Reed Educational and Professional Publishing Ltd, 1997 : ch.4, 1-22.
- 27- World Health Organisation. International classification of impairments, disabilities and handicaps. Geneva: WHO, 1980: 72-78.
- 28- Kemp DT: Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. *J Acoust Soc Am* 1978; 64: 1386-1391.
- 29- Brownell WE: Outer hair cell electromotility and otoacoustic emissions. *Ear Hear* 1990; 11: 82-92.
- 30- Kunt T, Tekeş T: Otoakustik emisyonlar ve klinik uygulamaları. *PAÜ Tıp Fak Dergisi* 1996; 2: 74-78.
- 31- Özturan O, Lew H, Jerger J: Otoakustik emisyonlar ve klinik uygulamaları. *KBB İhtisas Dergisi* 1994; 2: 193-205.
- 32- Lonsbury-Martin BL: Introduction to otoacoustic emissions. *Am J Otol (suppl.1)* 1994; 15: 1-3.
- 33- Johnsen NJ, Bagi P, Elberling C: Evoked acoustic emissions from the human ear III. findings in neonates. *Scand Audiol* 1983; 12: 17-24.
- 34- Balkany T, Telischi FF, McCoy MJ, Lonsbury-Martin BL, Martin GK : Otoacoustic emissions in otologic practice. *Am J Otol (suppl 1)* 1994; 15: 29-38.
- 35- Probst R, Harris FP, Hauser R: Clinical monitoring using otoacoustic emissions. *Br J Audiol* 1993; 27: 85-90.
- 36- Baldwin M, Watkin P: The clinical application of otoacoustic emissions in paediatric audiological assessment. *J Laryngol Otol* 1992; 106: 301-306.

- 37- Morgan DE, Canalis RF: Auditory screening of infants. *Otolaryngol Clin North Am* 1991; 24 : 277-284.
- 38- Kemp DT: Otoacoustic emissions: Basic facts and applications. *Audiology in practice* 1989; VI/3: 1-3.
- 39- Martin GK, Probst R, Lonsbury-Martin BL: Otoacoustic emissions in human ears : Normative findings. *Ear Hear* 1990; 11: 106-120.
- 40- Norton SJ: Emerging role of evoked otoacoustic emissions in neonatal hearing screening. *Am J Otol (suppl 1)* 1994; 15: 4-12.
- 41- Lafreniere D, Smurzynski J, Jung M, Leonard G, Kim DO: Otoacoustic emissions in full-term newborns at risk for hearing loss. *Laryngoscope* 1993; 103: 1334-41.
- 42- Karasalihođlu A, Adalı MK, Karasalihođlu S, Koteń M, Acunaş B Uzun C ve ark.: Normal ve riskli yenidoğanlarda transient otoakustik emisyon (TEOAE) ile işitme taraması. *Cerrahpaşa Tıp Fak. XIX. Akademik Hafta Pediatrik Otolarengoloji Simpozyumu Kongre Kitabı* 1996: 48-53.
- 43- Salata JA, Jacobson JT, Strasnick B: Distortion-product otoacoustic emissions hearing screening in high risk newborns. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1998; 118: 37-43.
- 44- Lonsbury-Martin BL, Martin GK, McCoy M, Whitehead M: New approaches to the evaluation of the auditory system and a current analysis of otoacoustic emissions. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1995; 112: 50-63.
- 45- Özdamar Ö: İşitsel uyarılma potansiyellerinin tarihçesi. In: Muş N, Özdamar Ö (Eds.) İşitsel Beyin Sapı Cevapları "Temel bilgiler ve klinik uygulamaları" Ankara 1996: 31-33.
- 46- Özdamar Ö, Muş N: İşitsel uyarılma potansiyellerinin sınıflandırılması. In: Muş N, Özdamar Ö (Eds.) İşitsel Beyin Sapı Cevapları "Temel bilgiler ve klinik uygulamaları" Ankara 1996: 35-55.
- 47- Spehlman R: Evoked potential primer. Stoneham, MA, Butterworth 1985: 194-232.
- 48- Arman F, Soyuer A: Beyin sapı işitsel uyarılma potansiyelleri: Metodoloji ve değerlendirme kriterleri. *ORL Stomatoloji Dergisi* 1987; 1: 73-78.
- 49- Muş N, Yenişehir S, Özkaptan Y: Retrokoklear ABR anormalliklerinin nörofizyolojik temeli. *KBB İhtisas Dergisi* 1991; 1: 65-70.

- 50- Cox C, Hack M, Metz D: Brainstem-evoked response audiometry: Normative data from the preterm infant. *Audiology* 1981; 20: 53-64.
- 51- Northern JL, Roush J: Differential audiometry in otologic diagnosis. In: English GM (Ed.) *English Otolaryngology Vol 1*. Philadelphia, PA, JB, Lippincott Company 1988; 1-28.
- 52- Saydam L, Özlüoğlu L, Gürsel B: Serebellopontin köşe tümörlerinin tanısında beyin sapı odyometrisinin kullanımı. *Türk ORL Arşivi* 1994; 32: 69-73.
- 53- Yüçetürk AV: ABR hakkında genel bilgiler. *KBB İhtisas Dergisi* 1994; 2: 153-157.
- 54- Yüçetürk AV, İmamoğlu M, Ünlü H: Normal kişilerde ABR bulguları. *KBB İhtisas Dergisi* 1994; 2: 33-36.
- 55- Muş N, Özdamar Ö: İşitsel beyin sapı cevaplarının normal değişimleri. In: Muş N, Özdamar Ö (Eds.) *İşitsel Beyin Sapı Cevapları "Temel bilgiler ve klinik uygulamaları"* Ankara 1996: 69-96.
- 56- Moore EJ, Semela JJM, Rakerd B: The I' potential of the brainstem auditory evoked potential. *Scand Audiol* 1992; 21: 153-156.
- 57- Hyde ML, Matsumoto N, Alberti PW: The normative basis for click and frequency-specific BERA in high-risk infants. *Acta Otolaryngol* 1987;103: 602-611
- 58- Lutman ME: Diagnostic audiometry. In: Kerr AG, Gleeson M (Eds.) *Scott-Brown's Otolaryngology 6th ed. Vol.2*, London: Butterworth-Heinemann Reed Educational and Professional Publishing Ltd, 1997 : ch.12, 1-31.
- 59- Dehan CP, Jerger J: Analysis of gender differences in the auditory brainstem response. *Laryngoscope* 1990; 100: 18-24.
- 60- Richmond KH, Konkle DF, Potsic WP: ABR screening of high-risk infants: Effect of ambient noise in the neonatal nursery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1986; 94: 552-560.
- 61- Eggermont JJ: Development of auditory evoked potentials. *Acta Otolaryngol (stockh)* 1992; 112: 197-200.
- 62- Muş N: Pediatrik yaş grubunda ABR'nin gelişim ve yaşa bağlı değişimleri. In: Muş N, Özdamar Ö (Eds.) *İşitsel Beyin Sapı Cevapları "Temel bilgiler ve klinik uygulamaları"* Ankara 1996: 245-256.

- 74- Maxon AB, White KR, Vohr BR, Behrens TR: Using transient otoacoustic emissions for neonatal hearing screening. *Br J Audiol* 1993; 27: 149-153.
- 75- Stevens JC, Webb HD, Smith MF, Buffin JT, Ruddy H: A comparison of otoacoustic emissions and brain stem electric response audiometry in the normal newborn and babies admitted to a special care baby unit. *Clin Phys Physiol Meas* 1987; 8: 95-104.
- 76- Stevens JC, Webb HD, Hutchinson J, Connell J, Smith MF, Buffin JT: Click evoked otoacoustic emissions compared with brain stem electric response. *Arch Dis Child* 1989; 64: 1105-1111.
- 77- Kennedy CR, Kimm L, Dees DC, Evans PIP, Hunter M, Lenton S, et al: Otoacoustic emissions and auditory brainstem responses in the newborn. *Arch Dis Child* 1991; 66: 1124-1129.
- 78- Hunter M, Kimm L, Dees DC, Kennedy CR, Thornton RD: Feasibility of otoacoustic emission detection followed by ABR as a universal neonatal screening test for hearing impairment. *Br J Audiol* 1994; 28: 47-51.
- 79- Mason S, Davis A, Wood S, Farnsworth A: Field sensitivity of targeted neonatal hearing screening using the Nottingham ABR screener. *Ear Hear* 1998; 19: 91-102.