

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN VE BOĞAZ HASTALIKLARI /
ODYOLOJİ ANABİLİM DALI

NORMAL İŞİTEN BİREYLERDE KEMİK YOLU
İŞİTSEL UYARILMIŞ BEYİN SAPI
CEVAPLARININ NORMALİZASYONU
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuba GÜNDOĞDU

Danışman: Prof. Dr. İrfan KAYGUSUZ

2015

ONAY SAYFASI

Doç. Dr. Mustafa İSSİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tez Yüksek Lisans/Doktora Tezi standartlarına uygun bulunmuştur.

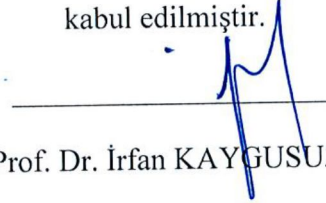


Prof. Dr. Şinasi Yalçın

Kulak Burun ve Boğaz Hastalıkları / Odyoloji Anabilim Dalı Başkanı

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve kalite yönünden Yüksek Lisans Tezi olarak

kabul edilmiştir.



Prof. Dr. İrfan KAYGUSUZ

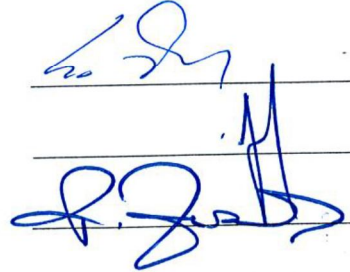
Danışman

Yüksek Lisans Sınavı Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Şinasi YALÇIN

Prof. Dr. İrfan KAYGUSUZ

Doç. Dr. Figen BAŞAR



TEŞEKKÜR

Yüksek öğrenimim süresince ve tezimin her aşamasında ilminden faydalandığım ve örnek edindiğim, bana her türlü desteği sağlayan, bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen, ayrıca tecrübelerinden yararlanırken bana karşı göstermiş olduğu hoşgörü ve sabırdan dolayı değerli danışman hocam Sn. Prof. Dr. İrfan KAYGUSUZ'a,

Eğitimim boyunca bana göstermiş oldukları ilgi ve yardımlarından dolayı Sn. Prof. Dr. Şinasi YALÇIN'a, Sn. Prof. Dr.Turgut KARLIDAĞ'a ve Sn. Prof. Dr. Erol KELEŞ'e,

Eğitimimim ve tezimin her aşamasında yardımlarını ve desteğini esirgemeyen, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kulak Burun ve Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Odyoloji Bölümü Öğretim Üyesi Sn. Doç. Dr. Figen BAŞAR'a,

İstatistik verilerinin değerlendirilmesi ve analizlerinin yapılmasında büyük yardımları olan Sn. Uzm. Ody. Ömer Faruk BİRKENT'e,

Odyoloji ünitesinde çalışan odyolog ve öğrenci arkadaşlarım'a ve Kulak, burun ve boğaz hastalıkları bölümünde çalışan asistan, hemşire, sekreter ve personel arkadaşlarım'a,

Ayrıca meslek hayatım ve öğrenimim süresince desteğini benden esirgemeyen Anestezi Yoğun Bakım Ekibin'e

Ve tüm hayatım boyunca sürekli yanımda olan, maddi ve manevi desteklerini bir an olsun benden esirgemeyen çok kıymetli aileme en içten duygularıyla çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
BAŞLIK SAYFASI	I
ONAY SAYFASI	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
TABLO LİSTESİ	VII
ŞEKİL LİSTESİ	VIII
KISALTMALAR LİSTESİ	IX
1. ÖZET	1
2. ABSTRACT	3
3. GİRİŞ	5
3.1. Kulak Anatomisi	6
3.1.1. Dış Kulak Anatomisi	7
3.1.1.1. Kulak Kepçesi	7
3.1.1.2. Dış Kulak Yolu	8
3.1.2. Kulak Zarı Anatomisi	8
3.1.3. Orta Kulak Anatomisi	9
3.1.4. İç Kulak Anatomisi	9
3.1.4.1. İşitme Organı	10
3.1.4.2. İşitme Siniri	12
3.1.5. Santral İşitme Yolları	12
3.1.5.1. Koklear Nukleuslar	12
3.1.5.2. Superior Oliver Kompleks	13
3.1.5.3. Lateral Lemniskus	13
3.1.5.4. İnferior Kollikulus	13
3.1.5.5. Medial Genikulat Cisim	14
3.1.6. İşitsel Korteks	14
3.2. İşitme Fizyolojisi	15
3.3. İşitme Kayıpları	16
3.3.1. İletim Tipi İşitme Kaybı	16
3.3.2. Sensorinöral İşitme Kaybı	16

3.3.3. Mikst Tip İşitme Kayıpları	16
3.3.4. Santral İşitme Kayıpları	17
3.3.5. Fonksiyonel / Non-Organik İşitme Kayıpları	17
3.4. İşitme Kayıplarının derecelendirilmesi	17
3.5. İşitsel Uyarılmış Beyin sapı Potansiyelleri	18
3.6. İşitsel Uyarılmış Beyin sapı Potansiyellerin Kaynakları	19
3.7. İşitsel Uyarılmış Beyin sapı Cevaplarının Değerlendirme Parametreleri	20
3.8. İşitsel Uyarılmış Potansiyellerin Sınıflandırılması	22
3.8.1. Uzak Saha İşitsel Uyarılmış Potansiyeller	23
3.8.1.1. Erken Latanslı Potansiyeller	23
3.8.1.2. Orta Latanslı Potansiyeller	24
3.8.1.3. Geç Latanslı Potansiyeller	24
3.8.2. Yakın Saha İşitsel Uyarılmış Potansiyeller	25
3.8.2.1. Aksiyon Potansiyeli	26
3.8.2.2. Sumasyon Potansiyeli	27
3.8.2.3. Koklear Mikrofonik	27
3.9. İşitsel Uyarılmış Beyin sapı Cevaplarını Etkileyen Faktörler	27
3.9.1. Uyarana Bağlı Faktörler	27
3.9.2. Kişiyeye Bağlı Faktörler	31
3.9.3. Kayıtlama Parametreleri	33
3.10. ABR Traselerini Değerlendirme Kriterleri	35
3.11. İşitme Kayıplarının Tipi ve Derecesinin ABR'ye Etkisi	35
3.11.1. İletim Tipi İşitme Kayıpları ve ABR	35
3.11.2. Koklear İşitme Kayıpları ve ABR	36
3.11.3. Akustik Sinir, Serebellopontin Köşe ve Alt Pons Lezyonlarında ABR	37
3.11.4. Üst Beyin Sapı Lezyonları ve ABR	38
3.12. Hava Yolu ABR Parametreleri	39
3.13. Kemik Yolu ABR Parametreleri	40
3.14. Kemik Yolu ABR Etkileyen Ek Faktörler	43
3.15. Kemik Yolu Beyin Sapı İşitsel Uyarılmış Potansiyellerinin Latans – Amplitüd Değerlendirmeleri	46
3.16. Kliniğe Ait Normal Değerlerin Oluşturulmasının Sebepleri	46

4. GEREÇ VE YÖNTEM	48
4.1. Olguların Çalışmaya Alınma Kriterleri	48
4.2. Odyolojik Değerlendirmeler	49
4.2.1. Akustik İmmitansmetri	49
4.2.2. Saf Ses ve Konuşma Odyometrisi	50
4.3.3. Kemik Yolu İşitsel Beyin Sapı Cevap Odyometrisi	50
4.4. İstatistiksel Değerlendirme	52
5. BULGULAR	53
6. TARTIŞMA	59
7. KAYNAKLAR	63
8. EKLER	68
9. ÖZGEÇMİŞ	76

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1. Kemik yolu ABR ölçümleri sırasında kullanılan test parametreleri	51
Tablo 2. Çalışmaya dahil edilen tüm olguların kemik yolu ABR’de 50, 30, 10 dB nHL uyaran şiddetlerinde sağ/sol kulak latans ve IPL ortalamaları ve istatistiksel karşılaştırmaları	53
Tablo 3. Çalışmaya dahil edilen tüm olguların kemik Yolu ABR’ de 50, 30, 10 dB nHL uyaran şiddetlerinde cinsiyete göre latans ve IPL ortalamaları ve istatistiksel karşılaştırmaları	54
Tablo 4. Çalışmaya dahil edilen tüm olguların kemik yolu ABR’de yaş gruplarına göre 50 dB nHL’de kaydedilen latans ve IPL ortalamaları ve istatistiksel karşılaştırmaları	55
Tablo 5. Çalışmaya dahil edilen tüm olguların kemik yolu ABR’de yaş gruplarına göre 30 dB nHL’de kaydedilen latans ve IPL ortalamaları ve istatistiksel karşılaştırmaları	56
Tablo 6. Çalışmaya dahil edilen tüm olguların kemik yolu ABR’de yaş gruplarına göre 10 dB nHL’de kaydedilen latans ve IPL ortalamaları ve istatistiksel karşılaştırmaları	57

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1. Dış- orta- iç kulak anatomisi	7
Şekil 2. Koklea ve vestibüler sistem	10
Şekil 3. Korti organı anatomisi	11
Şekil 4. Santral işitsel yollar	15
Şekil 5. Normal işiten yetişkin bireyden elde edilen ABR dalgaları	20
Şekil 6. ABR dalgasının mutlak latans, dalgalararası latans, amplitüd ve morfolojisi	22
Şekil 7. İşitsel uyarılmış beyinsapı cevapları	23
Şekil 8. Orta latans cevaplar	24
Şekil 9. Geç latans işitsel uyarılmış cevaplar	25
Şekil 10. Klik uyararla uyarılmış elektrokokleogram komponentleri. R-rarefaksion; C-kondensasyon; AP-aksiyon potansiyeli; SP-sumasyon potansiyeli; CM-koklear mikrofonikler	26
Şekil 11. ABR’de uyarın tekrar oranının dalga latansları üzerine etkisi	30
Şekil 12. Post-auriküler kas artefaktı	33
Şekil 13. İletim tipi, sensorial ve nöral tip işitme kayıplarında dalga latansları, IPL ve dalga morfolojisi	37
Şekil 14. Kemik ve hava yolu iletimlerinin şematik gösterimi	40
Şekil 15. 15 ve 30 dB nHL’ de basınç şiddetine göre hava ve kemik yolu	43
Şekil 16. Erişkinlerde vibratör bölgesine göre V. dalga tepeleri oklarla ile gösterilmiştir	45
Şekil 17. Çalışmada kullanılan ABR cihazı ve kemik vibratör	51
Şekil 18. Çalışmada kullanılan elektrotlar ve elektrot uygulama alanlarının hazırlanmasında kullanılan jel	52
Şekil 19. Grup 1 kemik yolu ABR yanıtları	73
Şekil 20. Grup 2 kemik yolu ABR yanıtları	73
Şekil 21. Grup 3 kemik yolu ABR yanıtları	73
Şekil 22. Grup 4 kemik yolu ABR yanıtları	74
Şekil 23. Grup 5 kemik yolu ABR yanıtları	74

KISALTMALAR LİSTESİ

ABR	: İşitsel Beyin Sapı Yanıtları
AP	: Aksiyon Potansiyeli
dB	: Desibel
DKY	: Dış Kulak Yolu
EcochG	: Elektrokokleografi
Hz	: Hertz
IPL	: İnterpik Latanslar
İK	: İnferior Kollikulusa
İTİK	: İletim Tipi İşitme Kaybı
kHz	: Kilo Hertz
KM	: Koklear Mikrofonik
KN	: Koklear Nükleuslar
LL	: Lateral Leminiskus
LLR	: Geç Latanslı Potansiyeller (Late Latency Responses)
MGC	: Medial Genikulat Cisim
MLR	: Orta Latanslı Potansiyeller (Middle Latency Response)
mm	: Milimetre
MS	: Multipl Skleroz
msn	: Milisaniye
µs	: Mikrosaniye
MTİK	: Mikst Tip İşitme Kayıpları
nHL	: Normal İşitme Seviyesi (Hearing Level)
SNİK	: Sensorinöral İşitme Kaybı
SOK	: Superior Olivary Kompleks
SP	: Sumasyon Potansiyeli
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences (İstatistiksel Analiz Programı)

1. ÖZET

İşitsel beyin sapı cevapları (ABR), günümüzde işitme yolunun periferel ve santral fonksiyonunun değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan en önemli objektif testlerden birisidir. ABR' nin hava ve kemik yolu olmak üzere iki farklı uyaran yolunun olması ve böylece işitme kaybının tipi ve derecesi hakkında saf ses odyometrisine yakın sonuçlar sunması testin önemini artırmıştır. Genel olarak işitsel duyarlılığın belirlenmesi amacıyla uygulanan hava ve kemik yolu ABR testinde elde edilen en önemli veriler dalga latansları ve interpike latanslardır (IPL). Bu latanslara etki eden faktörlerden bazıları yaş ve cinsiyettir. Bu nedenle latans anomalilerinin saptanabilmesi için yaşın ve cinsiyetin dalga latansları üzerindeki etkisinin öngörülmesine ve bunun için de çeşitli yaş dönemlerinde normal işitenlere ait normal verilerin belirlenmesine gereksinim duyulmaktadır. Çalışmamızın amacı kemik yolu ABR yanıtlarında yaş ve cinsiyetin latans ve IPL üzerindeki etkisini ortaya koymak ve bu bilgiler doğrultusunda klinik normatif verileri oluşturmaktır.

Çalışmamıza 10-60 yaş arası normal işitmeye sahip 100 olgu alınmış ve bunlar yaşlarına göre beş gruba ayrılmıştır (her bir grup 10 erkek ve 10 kadın toplam 20 kişiden oluşturulmuştur). Bütün olgulara 50, 30 10 dB nHL uyaran şiddetinde kemik yolu ABR testi yapılarak latans ve IPL'leri incelenmiştir.

Çalışmamızın sonucunda cinsiyete göre dalga latansları ve IPL arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0,05$). Yaş grupları arasında dalga latanslarında uyaran şiddetine bağlı istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir ($p<0,05$). Ancak IPL açısından yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Klinik kullanım ve referans olmak amacıyla,

kemik yolu ABR testinde 50, 30, 10 dB nHL uyaran şiddetinde elde edilen dalga latans ve IPL'leri kapsayan normatif değerler oluşturulmuştur.

Anahtar kelimeler: Kemik yolu ABR, Normalizasyon, Yaş, Cinsiyet

2. ABSTRACT

NORMALIZATION OF BONE CONDUCTION AUDITORY EVOKED RESPONSES IN NORMAL HEARING INDIVIDUALS

Auditory Brainstem responses (ABR) nowadays is one of the most important objective tests commonly used in the evaluation of the peripheral and central functions of auditory pathway. Having two different stimuli, including air and bone conduction path of the ABR and thus increase the importance of the pure tone audiometry test closer the offer on the type and degree of hearing loss. In general, the wave latencies and interpeak latencies (IPL) are the most important data in air and bone ABR tests, used for determine auditory sensitivity. Gender and age of the patients are some of the factors affecting these latencies. Therefore, in order to detect latency anomalies, to predict the effect of age and gender on the wave latencies and there is need to determine the data of those with normal hearing in the various age periods in it. The aim of this study is to determine the effect of of gender and age in bone conduction ABR responses and to establish normative data on clinical data in this direction.

In our study 100 person who hear normally between 10-60 years of age were included and divided into five groups according to their age (there was 10 men and 10 women in each group). All patients received 10, 30, and 50 dB nHL stimulus intensity in performing bone conduction ABR latency and IPL's were investigated.

In our study, there was a statistically significant difference between men and women considering the wave latencies and IPL's determined by gender

($p < 0.05$). In the same way, when the wave latencies compared to the stimulus intensity statistically significant difference were found in all age groups ($p < 0.05$). However by the IPL results there was no statistically significant difference in all age groups. In order to be the reference for clinical use in bone conduction ABR 10, 30 and 50 dB nHL stimuli including normative values obtained in the wave latency and IPL violence has been established.

Keywords: Bone conduction ABR, Normalization, Age, Gender

3. GİRİŞ

İşitme sinirinden, beyin sapı yollarına uzanan bölge içinden uyarılan elektriksel aktivite işitsel uyarılmış beyin sapı potansiyelleri (ABR) olarak bilinir. ABR klinikte hem işitme düzeyinin ölçülmesinde, hem de bir dizi nörootolojik hastalığın tanısında yaygın olarak kullanılan en geçerli elektrofizyolojik yöntemlerden biridir (1). İlk kayıtlaması 1967 yılında Sohmer ve Feinmesser tarafından yapılmış, tanımlaması ise Jewett ve Wilson tarafından gerçekleştirilmiştir. ABR testinin en temel iki kullanım alanı bulunmaktadır. Bunlardan birincisi lezyon yeri tanılama amaçlı, diğeri ise eşik belirleme amaçlı kullanımdır. Tanılama amaçlı ABR, testi işitme sınırı üzerinde herhangi bir patolojinin var olup olmadığı hakkında bilgi verirken, eşik belirleme amaçlı ABR testi kişinin işitme seviyesi ve tipi hakkında bilgi vermektedir. Ayrıca bebeklerde ve kooperasyon kurulamayan bireylerde, saf ses odyometri testi yetersiz kalmakta, işitme kaybının derecesinin ve tipinin belirlenmesinde de ABR kullanılmaktadır (2). ABR'nin objektif ve noninvaziv olması, hastanın katılımını gerektirmemesi tanıya gitmede kolaylık sağlamaktadır (3, 4). Uyarı hava yolundan ve kemik yolundan verilebilir. Birçok kliniğin tanısal test bataryasında sadece hava yolu ABR kullanılmaktadır. Hava yolundan elde edilen veriler kemik yolu değerleri ile birleştirildiği zaman tanıya önemli katkılar sağlamaktadır (5, 6). ABR testinin hava yolundan uygulanması işitme kaybının derecesi hakkında bilgi sağlar, kemik yolundan uygulanması ise işitme kaybının tipini belirlemede klinisyene bilgi verir (2).

İşitsel uyarılmış beyin sapı cevapları olarak ilk 10 milisaniye (msn) içinde görülen yedi tepeden oluşur, ancak klinik değerlendirmede önemi olan ilk beş

tepedir (7, 8). Hava yolu ve kemik yolu ABR elde edilmesinde iki temel uyaran olan klik ve tone-burst uyarılar kullanılır. Klik uyarılar kokleanın 2-4 kHz bölgesini etkiler ve bütün frekans bandını içerir. Tone-burst uyarılar ise dar bir frekans bandını içerir ve frekansa özgü bilgi verir (4, 9). Klik uyarılar, en yaygın kullanılan uyarılar olmakla birlikte frekansa özgü bir değerlendirme yapmaz (2).

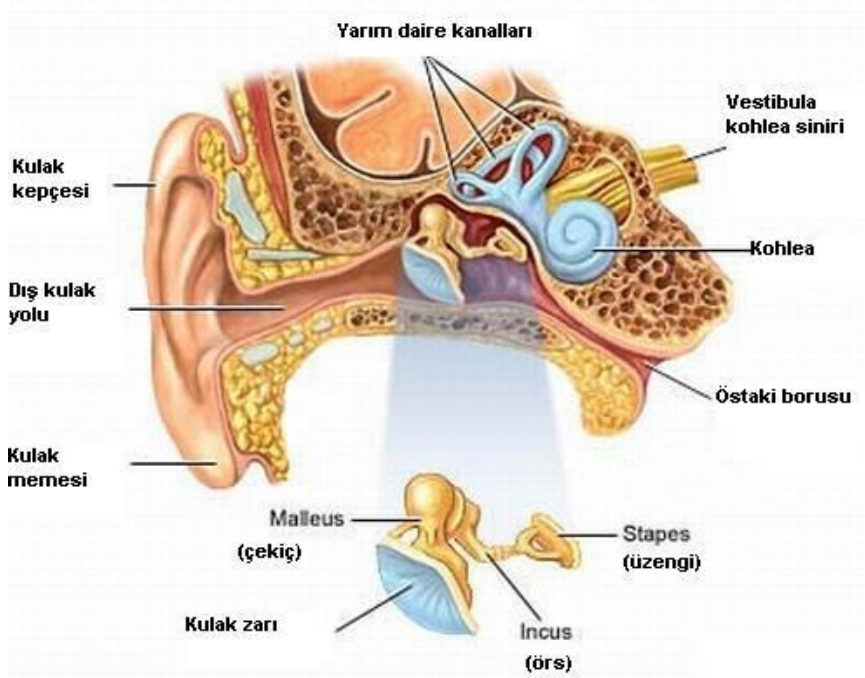
Kemik ve hava yolu ABR latans ve amplitüdüleri, yaş, cinsiyet, uyarılan kulak, işitme eşiği ve özellikle uyarıcı şiddetinin tekrarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (4, 10). Eşik saptamasında en önemli verilerden biri latanstır. Bu nedenle latansa yönelik normal verilerin oluşturulması gereklidir. Literatürde farklı yaş gruplarında yapılan çalışmalarda dalga latansı sürelerinin farklılık gösterdiği dikkati çekmektedir (11, 12). ABR'nin kaydı sırasında elektrotların konumları, testin yapıldığı ortam, cevabı sağlayan uyarılar, kaydedilen cevabın varlığını ve kalitesini doğrudan etkilemektedir. Kullanılan uyarılar çeşitlerinin teknik olarak kesin kalibrasyonunun yapılamaması nedeniyle her kliniğin öncelikle kendi normal değerlerini tespit etmesi ve kendi standartlarını oluşturması gerekmektedir (9, 13).

Bu çalışmada, Fırat Üniversitesi Hastanesi Kulak, Burun ve Boğaz Hastalıkları Kliniği, Odyoloji Ünitesi'nde farklı yaş ve cinsiyete sahip normal işiten olgulara ait klinik kemik yolu ABR normatif değerlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

3.1. Kulak Anatomisi

İşitme ve dengenin periferik algı organlarını içeren kulak, kafatasının her iki yanında bulunan temporal kemik içine yerleşmiş, görevleri ve yapıları

birbirinden farklı dış, orta ve iç kulak olmak üzere üç parçadan oluşur (8) (Şekil 1).



Şekil 1. Dış- orta- iç kulak anatomisi (14)

3.1.1. Dış Kulak Anatomisi

3.1.1.1. Kulak Kepçesi

Kulak kepçesi (aurikula) deri ve perikondriumla çevrilmiş sarı, elastik fibrokartilajdan oluşmuştur. Başın her iki yanında bulunan aurikula, düzensiz girinti ve çıkıntılardan oluşur. Dış ve iç yüz olmak üzere iki yüzü vardır. İç yüzün en derin yeri konka aurikula ismini alan çukur bir bölgedir. Konka aurikula derine doğru dış kulak yolu ile devam etmektedir (13). Heliks en yüksekteki parçadır ve dış kenarı belirler. İç bölümdeki çıkıntı ise antiheliks adını alır. Dış kulak yolunun hemen önünde vertikal yerleşim gösteren kıkırdak çıkıntı tragustur. Kavum konkayı alttan sınırlayan çıkıntı ise antitragustur. Lobülde (kulak memesi) kıkırdak yapı bulunmaz ve heliksin tabanından aşağıya doğru uzanır (15).

3.1.1.2. Dış Kulak Yolu

Dış kulak yolu (DKY), konkal kıkırdaktan timpanik membrana kadar uzanır. Kartilaj ve kemik olmak üzere iki kısımdan oluşur. Dıştaki 1/3 kısmı kıkırdak ve içteki 2/3 kısmı ise kemik yapıdadır. Eriskinlerde yaklaşık 25 mm uzunluğundadır. Kartilaj kısmında arkaya ve yukarıya doğru, kemik kısmında ise öne ve aşağıya doğru hafifçe bir eğim gösteren “S” şeklindedir (15, 16). Erişkinlerde kemik kısım daha uzundur. Çocuklarda kemik kısım henüz gelişmediği için kıkırdak DKY daha uzundur (1). Kulak kepçesi ve DKY'nin sensoriyal inervasyonu V, VII, X kranial sinirler ile II ve III. servikal sinirlerden sağlanır (8, 16).

3.1.2. Kulak Zarı Anatomisi

Kulak zarı, orta kulak boşluğunu dış kulak yolundan ayırmaktadır. Uzunluğu 10–11 mm, kalınlığı yaklaşık 0,1 mm ve genişliği 8-9 mm'dir. Orta kulağın dış duvarının büyük bir kısmını oluşturmaktadır (17). Kulak zarı, sulkus timpanikus içinde fibröz bir halka ile çevrilidir. Buna anulus timpanikus adı verilir. Sulkus timpanikus içinde kalan zar kısmı gergindir, bu bölüme pars tensa adı verilmektedir. Üst kısım ise gevşektir, bu bölgeye pars flaccida adı verilir (15).

Timpanik membran üç ayrı tabakadan oluşmaktadır. Dış kısımda dış kulak kanalı derisinin devamı olan epitel tabakası, iç kısımda orta kulak mukozası ve orta kısımda fibröz tabaka bulunmaktadır. Fibröz tabaka pars tensa kısmında bulunur ve zarın gerginliğini sağlar. Pars flaccida bölgesinde fibröz tabaka yoktur (18).

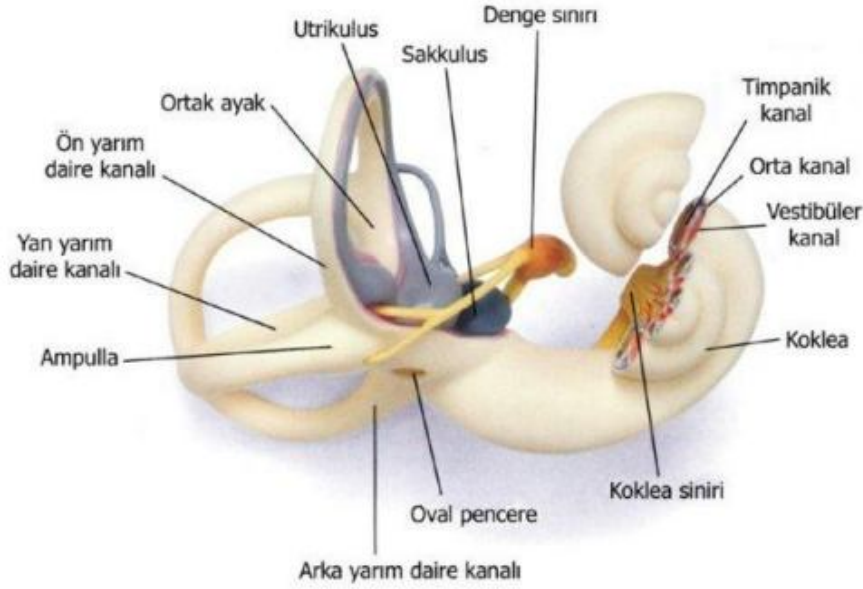
3.1.3. Orta Kulak Anatomisi

Orta kulak kendi içinde timpanik kavite ve mastoid hücreler olarak adlandırılan hava dolu boşluklardan oluşur. Bu boşluklar, östaki kanalı ile nazofarinksle bağlantı halindedir. Orta kulak, topografik olarak fasiyal sinir, internal karotid arter, kafa içindeki venöz sinüsler, dura ve iç kulak gibi işlevsel öneme sahip yapılarla komşudur. Dış kulak kanalından timpanik membran ile ayrılır. Orta kulak kavitesinde malleus, inkus ve stapes olarak adlandırılan üç hareketli kemikçik bulunmaktadır ve üç kemikçikten oluşan kemikçik zinciri aracılığıyla timpanik membran iç kulak ile mekanik olarak bağlantı halindedir (19). Kemikçikler orta kulağın ses iletim aygıtlarıdır ve korda timpani ile birlikte timpanik kavitenin içeriğini oluştururlar. Orta kulak kemikçikleri aynı zamanda orta kulak kaslarından m.stapedius ve m.tensör timpaniye de bağlanırlar. Bunlardan m.stapedius şiddetli ses ile ters yönde kasılarak stapes tabanının oval pencereden iç kulağa aşırı baskısını engeller ve iç kulağı koruyucu bir refleks oluşturur. Bu kas sinirini n.fasiyalis'den alır (20). M.tensör timpani'nin kasılması ise kulak zarını gerginleştirir ve işitmenin keskinliğini artırır, V. kafa çifti tarafından innerve edilir (15).

3.1.4. İç Kulak Anatomisi

İç kulak, petröz kemiğin içinde bulunmaktadır. İşitme (koklea) ve denge (vestibül) organından oluşmaktadır. Yuvarlak ve oval pencereler yoluyla orta kulakla; koklear ve vestibüler akuaduktuslar yolu ile kafa içi ile bağlantılıdır. Kemik ve zar olmak üzere iki kısımdan oluşur. Kemik kısmın çevresinde otik kapsül bulunur. Kemik labirent vücudun en sert kemigidir. Membranöz labirent, kemik labirentin içinde bulunan içi sıvı ile dolu, çeşitli kanal ve boşluklardan

oluşmaktadır. İşitme organını içeren bölüm duktus koklearis olarak adlandırılır. Denge organı ise semisürküler kanallar, utrikul ve sakkülden oluşmaktadır (15, 16) (Şekil 2).



Şekil 2. Koklea ve vestibüler sistem (21)

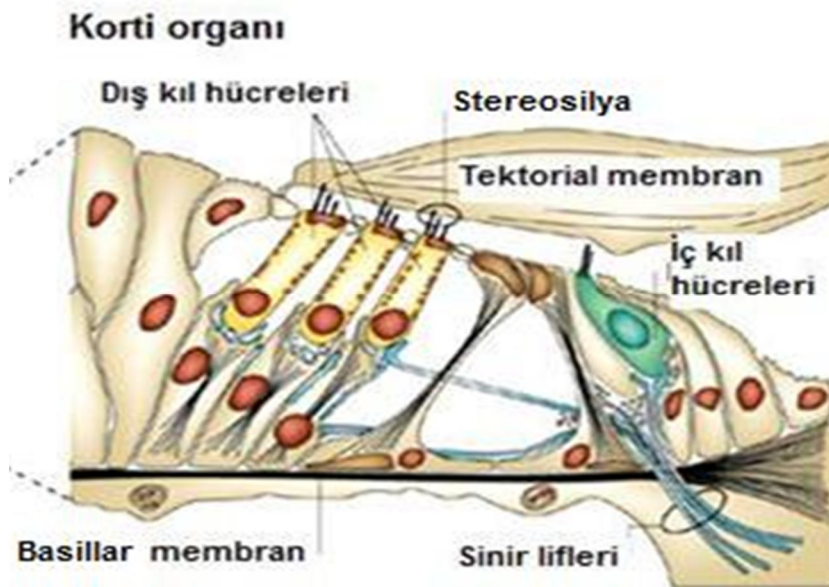
3.1.4.1. İşitme Organı

İşitme organı, iç kulağın ön kısmında bulunan ve şekli salyangoza benzeyen bir organdır. Ortasında koni şeklinde modiolus adı verilen bir kemik bulunmaktadır. Bu koninin etrafında yaklaşık 30 mm uzunluğundaki duktus koklearis sarıdır. Duktus koklearis, modiolus çevresinde 2 tam ve bir 3/4 tur yapar, turlar apikal, medial ve basal olarak adlandırılır. Kokleanın ortasından dikey bir kesit yapılacak olursa modiolustan bir kemik laminanın kanalın içine uzandığı izlenir. Kemik lamina, kanalın yarısına kadar uzanır. Bunun bittiği yerden, kemiğin periostu fibröz bir tabaka ile devam eder ve karşı duvara ulaşarak kanalı iki tam parçaya böler. Bu fibröz tabakaya bazilar membran adı verilmektedir. Bazilar membran üzerinde kalan bölüme skala vestibuli, altta kalan

kısma ise skala timpani adı verilir. Apikal turda skala vestibuli ve skala timpani birbirleri ile birleşirler. Skala vestibuli ve skala timpani'nin içi perilenf adı verilen bir sıvı ile doludur (22). Duktus koklearis içinde ise endolenf adı verilen sıvı vardır. Endolenf ve perilenf arasında, reissner membranından aktif transport mekanizması aracılığı ile iyon ve metabolit alışverişi gerçekleşir. Endolenf ve perilenf, koklea metabolizmasında önemlidir (16).

Kokleada nörosensöriyel hücreler basillar membran üzerinde yerleşmiştir. Bu bölüme korti organı adı verilir (Şekil 3). Korti organında, ses titreşimleri nöroepitelial hücreler aracılığı ile elektriki potansiyeller şekline dönüşür (15, 16).

Basillar membran üzerinde iç ve dış tüy hücreleri olmak üzere iki tip sensöriyel hücre bulunmaktadır. Bunlar üzerlerini örten tektorial membran ile temastadır. Afferent innervasyonun %95'inden fazlası iç tüy hücrelerinden çıkarken, efferent innervasyon dış tüy hücrelerinde sonlanır. Yani sesin algılanmasını iç tüy hücreleri, sesin akordunu ve şiddetini ise dış tüy hücreleri sağlar (20).



Şekil 3. Korti organı anatomisi (23)

3.1.4.2. İşitme Siniri

İşitme siniri, vestibuler siniri de içeren VIII. kranial sinirin bir parçasıdır, superior vestibüler sinir, sakküler sinir, inferior vestibüler sinir ve koklear sinir olmak üzere dört daldan oluşmaktadır. Bu sinirler otik kapsülü değişik kanallardan geçerek iç kulak yoluna girerler ve buradan n.fasiyalis ve n.intermedius ile birlikte seyrederek. İşitme siniri lifleri bipolar hücrelerdir ve hücre gövdeleri kokleanın modiolar bölgesindeki spiral ganglionda bulunmaktadır. Tip I ve tip II olmak üzere işitme sinirinde iki tip hücre bulunmaktadır. Tip I hücrelerin periferik kısımları kokleanın iç tüy hücrelerinde sonlanırken, merkezi kısımları koklear nukleusta sonlanmaktadır. Tip I hücreler bütün işitsel verileri korti organından merkezi sinir sisteminde bulunan merkezlere taşımaktadır. Tip II hücreler dış tüy hücrelerini uyarmaktadır ve tip II hücrelerin çoğu dorsal koklear nukleusa uzanmaktadır (16).

3.1.5. Santral İşitme Yolları

3.1.5.1. Koklear Nukleuslar

Dorsal ve ventral koklear nukleuslar (KN) olmak üzere iki gruba ayrılır. Spiral gangliondaki sinir hücrelerinin aksonları KN seviyesinde sonlanırlar (Şekil 4). Ventral bölüm kokleanın yüksek frekans alanlarından, dorsal bölüm ise kokleanın alçak frekans alanlarından gelen lifleri alırlar. Sekizinci sinir ile KN arasındaki bağlantı ipsilateraldir. İşitme yollarındaki elektriksel akımın kodlanması en kompleks şekilde koklear nukleuslarda meydana gelmektedir (24).

3.1.5.2. Superior Oliver Kompleks

Superior olivary kompleks (SOK), ponsun gri cevherinin hemen arkasında ve ponsun alt kısmında yerleşmiştir (Şekil 4). SOK'a çok sayıda ipsilateral ve bilateral yollar nedeniyle uyaran monaural olarak gelse de SOK binaural olarak etkilenmektedir. SOK'un üstündeki işitsel çekirdekler her kulaktan inhibisyon ve eksitasyon yapan lifler alırlar. Genellikle karşı kulaktan gelen lifler eksitasyon yaparken aynı kulaktan gelen lifler inhibisyon yapmaktadır. Bu şekilde uyarının şiddetini düşürerek bireylerin gürültüye karşı toleransını sağlamaktadır. SOK insanlarda, stapes kası dışında yüksek sese karşı koruyan bir diğer mekanizma olarak görev yapmaktadır (22).

3.1.5.3. Lateral Lemniskus

Beyin sapının yan tarafında, en önemli çıkan yol olan lateral lemniskus (LL), koklear çekirdekleri ve SOK'u inferior kollikulusa (İK) bağlar (19). LL ile birlikte üç çeşit hücre vardır ve bunlar LL'nin dorsal, ventral ve intermedia çekirdeklerini oluşturmaktadır (Şekil 4). LL daha az düzeyde olsa bile diğer nukleuslar gibi işitme kodlaması yapmaktadır. Kokleadan gelen yüksek frekanslı sesler ventral, alçak frekanslı sesler ise dorsal çekirdeğe giderler (18).

3.1.5.4. İnférieur Kollikulus

İnférieur kollikulus iki taraflıdır ve mezensefalonda yerleşmiştir. Beyin sapının tavanının bir kısmını yapar. LL'deki gibi İK'da sağ ve sol İK'nın arasından nöral bağlantıyı sağlayan komissür mevcuttur. Alt beyin sapından gelen bilgileri üst kısımdaki medial genikulat cisme (MGC) ve işitme korteksine

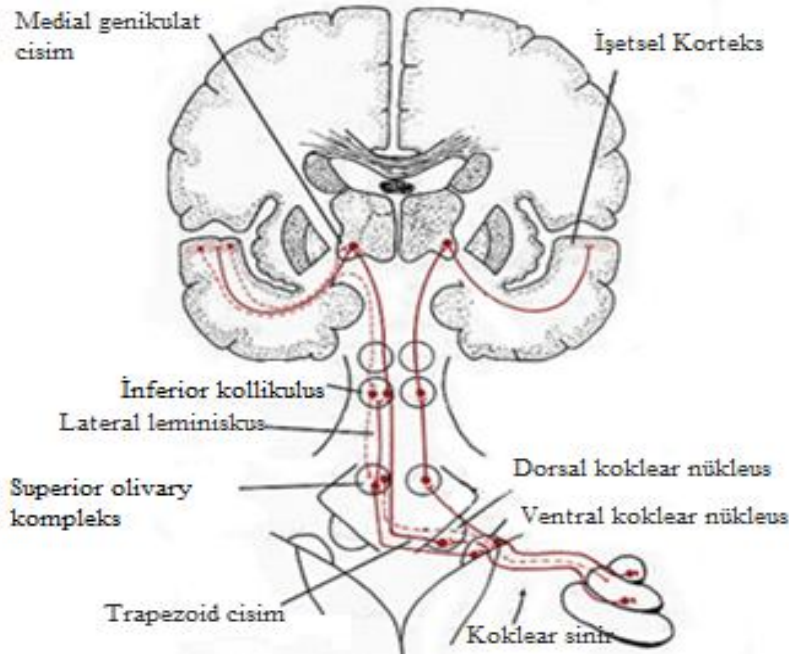
gönderir (16). İK'da yüksek frekanslar ventral, alçak frekanslar ise dorsal kısımda bulunmaktadır (25) (Şekil 4).

3.1.5.5. Medial Genikulat Cisim

Medial genikulat cisim talamusta lokalizedir ve işitme mekanizmasından sorumludur. Buradan çıkan aksonlar işitsel uyarın bilgilerini internal kapsülden geçerek primer işitme merkezine iletirler (26). MGC'nin ventral parçası doğrudan temporal lobda bulunan primer işitme alanıyla ve medial parçası da temporal lobun diğer alanlarıyla bağlantılır. MGC'nin posterior parçası ise serebrumda bulunan ilgili alanlarla bağlantı halindedir (27) (Şekil 4).

3.1.6. İşitsel Korteks

İşitsel korteks, primer işitme korteksi ve ilişkili sahalar olmak üzere iki kısma ayrılır. İlişkili sahalar hem akustik hem de duygusal girdileri alırlar. Primer işitme korteksi Brodmann 41-42 diye numaralandırılmıştır. Spesifik ve nonspesifik ilişkili sahalar ile çevrelenmiştir (Şeki 4). İlişkili sahalar hem akustik hem de diğer duysal girdileri alırlar (28). Bu konuşma, kelime ve görme ile ilgilidir. İşitsel korteksin altı tabakası bulunmaktadır ve her bir tabakasındaki hücreler spesifik bağlantılar yapmaktadır (29). İşitme korteksi primer olarak ipsilateral MGC aracılığıyla kontralateral kulaktan girdi almaktadır (30).



Şekil 4. Santral işitsel yollar (31)

3.2. İşitme Fizyolojisi

İşitmenin olabilmesi için ilk olarak ses dalgalarının atmosferden dış ve orta kulak aracılığı ile korti organına iletilmesi gereklidir. Bu mekanik olay sesin bizzat kendi enerjisi ile sağlanır. Aurikula ses dalgalarının toplanmasında, dış kulak yolu da bu dalgaların timpanik membrana iletilmesinde rol oynar (32).

Orta kulak, timpanik membrana ulaşan ses dalgalarının iç kulaktaki sıvı ortama geçişini sağlar. Ses dalgaları orta kulaktan iç kulağa geçerken yani direnci düşük olan gaz ortamdan direnci daha yüksek olan sıvı ortama geçerken ortalama 30 dB civarında enerji kaybına uğrar (33, 34). Malleus ve inkus, ses iletimi sırasında kaldıraç gibi hareket ederek sesi 1/1.3 (yaklaşık 2,5 dB) oranında yükseltirler. Ancak asıl yükseltici etki, kulak zarı ile stapes tabanı arasındaki yüzey farkından ortaya çıkmaktadır. Kulak zarının titreşen kısmının yüz ölçümü 55 mm iken, stapes tabanının 3,2–3,5 mm'dir. Aralarındaki oran yaklaşık 55/3,2

olduğundan akustik enerji kulak zarından oval pencereye 17 kat (25 dB) yükselerek geçer. Kulak zarı ve kemikçiklerin ses iletimindeki toplam kazancı yaklaşık 27,5 dB'dir (16, 18). Dış ve orta kulağın 500–3000 Hz arasındaki doğal rezonansına bağlı kazancı ile oval ve yuvarlak pencere arasındaki faz farkı sayesinde artış tamamlanır (20).

İç kulakta frekansların periferik analizi yapılır ve korti organında ses enerjisi biyokimyasal olaylarla sinir enerjisi haline dönüştürülür. Bunun sonucunda sinir lifleri uyarılır ve impulslar VIII. sinir lifleri aracılığıyla beyin sapına iletilir (34).

3.3. İşitme Kayıpları

3.3.1. İletim Tipi İşitme Kaybı

İletim tipi işitme kaybı dış kulak yolu, kulak zarı, orta kulak yapılarını ve kemikçiklerini ilgilendiren patolojilere bağlı olarak ortaya çıkar. Çoğunlukla medikal ya da cerrahi yöntemlerle tedavi edilebilir (35).

3.3.2. Sensorinöral İşitme Kaybı

Sensörinöral işitme kaybında patoloji iç kulakta ya da işitme sinirindedir. SNİK çoğu zaman medikal ve/veya cerrahi yöntemlerle tedavi edilemez. SNİK' de hava ve kemik yolu işitme eşiklerinde düşmeler mevcuttur (36). Hava-kemik aralığı görülmez (17).

3.3.3. Mikst Tip İşitme Kayıpları

Sensörinöral bir işitme kaybına eşlik eden iletim tipi patoloji mevcutsa, işitme kaybı bu isimle tanımlanır. Odyolojik değerlendirmede hem hava hem de kemik yolu işitme eşiklerinde düşüşler mevcuttur (36).

3.3.4. Santral İşitme Kayıpları

Patoloji santral sinir sistemindedir. Periferik mekanizma sağlam olup, saf ses eşikleri normale yakın bulunabilmektedir. Konuşma uyarınları duyulur, fakat anlamlı hale dönüştürülemez (35, 37).

3.3.5. Fonksiyonel / Non-Organik İşitme Kayıpları

Periferik ya da santral işitme yollarında herhangi bir patolojinin olmadığı, psikolojik faktörlere bağlı işitme kaybı tipidir (35).

3.4. İşitme Kayıplarının derecelendirilmesi

İşitme kayıplarının derecelendirilmesi, saf ses ortalamasına (SSO) göre yapılmaktadır. Saf ses ortalaması odyogramdaki belirli frekanstaki işitme eşiklerinin ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) 500,1000, 2000 ve 4000 Hz' deki işitme eşiklerinin ortalamasının alınmasını önermektedir (38).

Normal işitme (0-25 dB): 16-25 dB arasında işitmesi olan çocuk ve yetişkinler bazı zorluklarla karşılaşabilmektedirler.

Hafif dereceli işitme kaybı (26-40 dB): Konuşmayı anlamada bazı güçlükler görülür. Bebeklerde ve çocuklarda sözel iletişime olumsuz etkileri vardır.

Orta dereceli işitme kaybı (41-55 dB): Normal mesafeden konuşmayı anlamada sorun yaşanmaktadır.

Orta-İleri dereceli işitme kaybı (56-70 dB): Yüksek sesle konuşulanlar anlaşılmamaktadır. İşitme cihazından en fazla fayda sağlanan işitme kaybı derecesidir.

İleri dereceli işitme kaybı (71-90 dB): Konuşulanların anlaşılması için çok yüksek ses ya da işitme cihazı ile amplifikasyon gereklidir. Bilateral ileri dereceli işitme kayıplı çocuklarda dil gelişiminde sorunlar yaşanmaktadır.

Çok ileri dereceli işitme kaybı (91 dB ve üzeri): Konuşulanları anlamak için sesin işitme cihazı ile yükseltilmesi de iletişimi sağlamak için yeterli olmaz. Her iki kulakta uygun işitme cihazını kullansalar bile bilateral çok ileri derecede işitme kaybı olan çocukların konuşmayı anlamaları zordur. Koklear implantasyonun uygulandığı gruptur (35).

3.5. İşitsel Uyarılmış Beyin sapı Potansiyelleri

İşitsel uyarılmış beyin sapı cevapları, primer afferent koklear sinir dentritlerinden kaynaklanan bileşik aksiyon potansiyelleri olup, bioelektriksel potansiyel değişimlerinin kafanın belli bölgelerine yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla kayıtlanması sonucunda ortaya çıkmaktadır. ABR'de kayıtlama, elektrotların tipine ve yerleşim yerine, amplifikasyon miktarına, kullanılan filtreye ve uyaran sonrası zaman aralığına bağlı olarak akustik sinirden kortekse kadar olan yapılardan kaynaklanan nöral aktiviteyi tespit edebilir (34). ABR'ler, erken latanslı uzak saha kayıtlamalı potansiyellerdir. ABR'lerin erken latanslı potansiyeller olarak tanımlanmasının nedeni, beyin sapı düzeyindeki nöral yapılardan kaynaklı voltaj farklarının görsel yanıt şeklinde zaman ekseninin en

erken seviyede gözlenmesi nedeniyledir. Uzak saha tanımı elde edilen verilerin potansiyel kaynağı olan beyin sapındaki anatomik yapılardan uzağa (cilt yüzeyine) yerleştirilmiş elektrodlar yardımı ile kayıtlanması nedeniyledir (2).

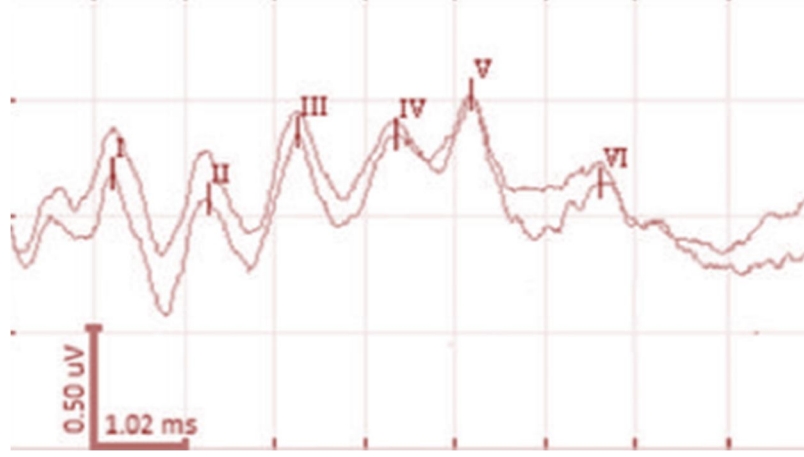
3.6. İşitsel Uyarılmış Beyin sapı Potansiyellerin Kaynakları

İşitsel beyin sapı cevapları, akustik bir sinyalin kokleayı uyarması sonucu elde edilen elektrofizyolojik bir testtir. Koklea ilk birkaç msn içerisinde uyarılır, daha sonraki uyarılar kokleayı fazla etkilemez. ABR ses uyarısının santral yollardaki sinapslarda yaptığı deşarjın sonucunda ilk 10 msn'de meydana gelen toplam yedi dalga tepesinden oluşmasına karşın, nörodiagnostik tanıda çoğu zaman sadece I'den V'e kadar olanlar dikkate alınır (39, 40) (Şekil 5). Dalga II ve IV'ün amplitüdü ve tanımlanması değişkenlik gösterdiğinden, değerlendirmeler en çok I, III ve V. dalga tepelerini kapsar (39).

Beyin sapı işitsel uyarılmış potansiyellerin anatomik bölgeler ve dalga isimleri sırasıyla aşağıdaki gibidir (41):

- I. Dalga** : Distal koklear sinir bölümünden
- II. Dalga** : Proksimal koklear sinir bölümünden
- III. Dalga** : Ventral koklear nükleus'tan
- IV. Dalga** : Superior olivari kompleks'ten
- V. Dalga** : Pozitif dalga, lateral lemniskus'tan, negatif dalga ise inferior kollikulus'tan
- VI. Dalga** : Korpus genikulatum mediale (talamus)'den
- VII. Dalga** : Talamokortikal bölgeden kaynaklanır.

Ancak her dalganın kendi nükleusunun etrafındaki diğer nükleuslardan da etkilendiğinden söz eden çalışmalar mevcuttur (42).



Şekil 5. Normal işiten yetişkin bireyden elde edilen ABR dalgaları (43)

3.7. İşitsel Uyarılmış Beyin sapı Cevaplarının Değerlendirme Parametreleri

İşitsel uyarılmış beyin sapı cevaplarının değerlendirilmesinde esas alınan kriterler aşağıda sıralanmıştır;

Latans

Uyarının başlangıcından yanıtı oluşturan dalga kompleksinin pozitif veya negatif tepe noktasının olduğu noktaya kadar geçen süredir. Bu süreç ABR' de msn olarak ölçülür (Şekil 6). Klinik kullanımda daha çok dalga I, III, V latansları kullanılmaktadır. Latanslar kulak ve beyin sapı yapılarından uyarının ilerleyişi hakkında bilgi sağlamaktadır. Eğer dış kulaktan beyin sapına kadar yapılarda herhangi bir bozukluk mevcut değilse latans süreleri belirlidir. Belirtilen yapılarda herhangi bir bozukluk mevcut ise latanslarda uzama ve/veya bazı durumlarda da dalgaların kaybı görülebilir. Dalga latanslarını belirleyen faktörlerden biri uyarı seviyesidir. Uyarı seviyesi arttıkça tepe latansları azalır. Latansı etkileyen diğer faktörler yaş, kafa büyüklüğü, vücut ısısı ve cinsiyettir (39, 44).

Normalde 90 dB ve klik uyararı ile yapılan ABR de;

I. dalga latansı: $1,6 \pm 0,3$ msn

II: dalga latansı: $2,8 \pm 0,3$ msn

III: dalga latansı: $3,8 \pm 0,3$ msn

IV-V dalga latansı: $5,6 \pm 0,4$ msn olarak saptanır (45).

İnterpik Latanslar (Dalgalararası Latanslar)

İşitsel beyin sapı cevabında tepe noktaları arasındaki süre, IPL olarak isimlendirilmektedir ve ms olarak ölçülür (Şekil 6). IPL merkezi iletim süresi ya da beyin sapı iletim süresi olarak da adlandırılmaktadır (13, 46). Klinik kullanımda dalga II ve dalga IV her zaman gözlemlenemediği için sıklıkla I-III, III-V ve I-V IPL kullanılmaktadır. Klik uyararı için 80 dB nHL uyararı şiddetinde IPL I-III ve III-V aralığı için yaklaşık 2,0 ms, I-V için yaklaşık 4,0 ms'dir (47).

Dalga Morfolojisi

Dalga veya dalga kompleksinin genel yapısını ifade etmek için kullanılmaktadır. Dalga morfolojisi ABR dalgalarının kendine özgü biçimleri göz önüne alınarak değerlendirilir (Şekil 6). Dalga morfolojisini tanımlarken latans ve amplitüdü birlikte kullanarak değerlendirme yapılır (48).

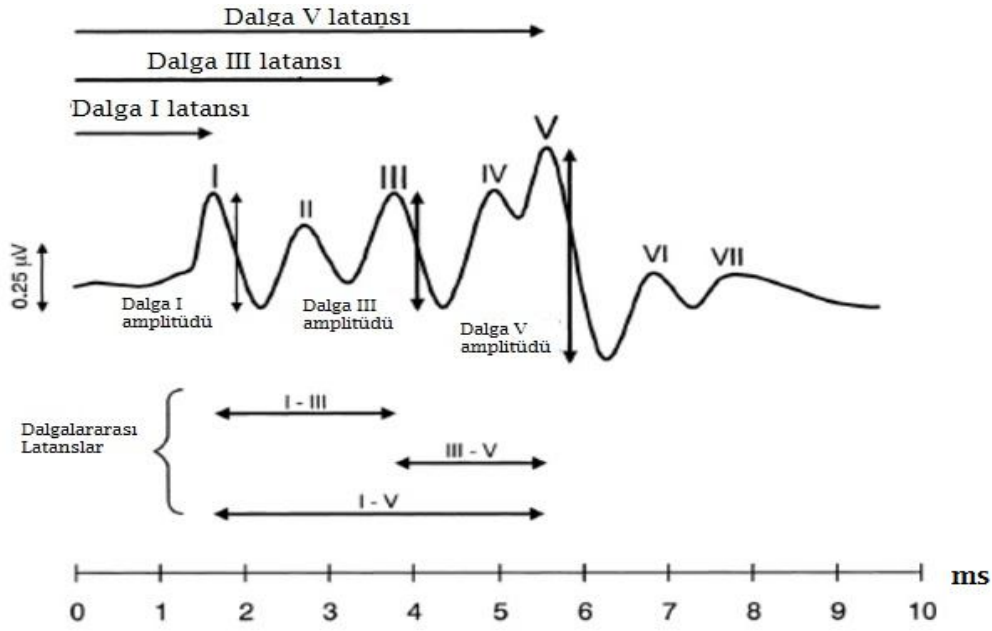
Amplitüd

Dalga amplitüdü uyarana verilen yanıt olarak elde edilen dalganın izoelektrik hat üzerinde kalan kısmı olarak adlandırılır (Şekil 6). Amplitüdüler ABR'de μ V cinsinden ölçülür. Latansı etkileyen faktörler amplitüdü de etkiler. Uyararı şiddeti arttıkça dalgaların amplitüd değerleri de artmaktadır (48).

Dalga V/I Amplitüd Oranı

Amplitüd, kişinin elektrot impedansına, elektrot yerleşimine ve fizyolojik gürültünün seviyesine bağlı olarak yüksek değişkenlik gösterdiğinden, dalgaların amplitüd değerlerinin klinik açıdan kullanılabilirliği ispat edilememiştir. Ancak beyin sapı lezyonlarının tanısında V/I dalga amplitüd oranının faydalı olduğu ileri sürülmektedir (4). Sağlıklı yetişkinlerde dalga V dalga I'den daha büyüktür ve V/I dalga amplitüd oranının 1.0'den büyük olduğu belirtilmiştir (44, 49).

Normal bir ABR dalgasının mutlak latansı, dalgalararası latansı, amplitüdü ve morfolojisine ait özellikler Şekil 6'da gösterilmektedir.



Şekil 6. ABR dalgasının mutlak latans, dalgalararası latans, amplitüd ve morfolojisi (49)

3.8. İşitsel Uyarılmış Potansiyellerin Sınıflandırılması

İşitsel uyarılmış potansiyeller, elektrotların uzak ya da yakın yerleştirilme şekline göre uzak saha potansiyelleri ve yakın saha potansiyelleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Latanslarına göre ise kısa latanslı (1-10 msn), orta latanslı (10-50

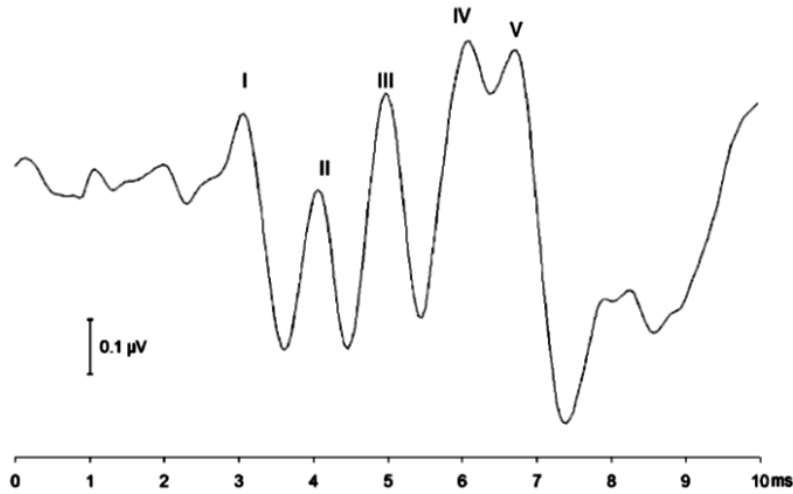
msn), geç/yavaş latanslı potansiyeller (>50 msn) şeklindedir. Latanslar uzadıkça potansiyellerin kaynakları daha santral hale gelmektedir (7, 11, 40).

3.8.1. Uzak Saha İşitsel Uyarılmış Potansiyeller

İşitsel uyarılmış potansiyellerin kaynaklandığı nöral yapıların uzağına elektrot yerleşimi kullanılarak kayıtlanan potansiyeller, latanslarına göre, erken, orta ve geç latans olmak üzere üç'e ayrılmaktadır (11, 34, 40).

3.8.1.1. Erken Latanslı Potansiyeller

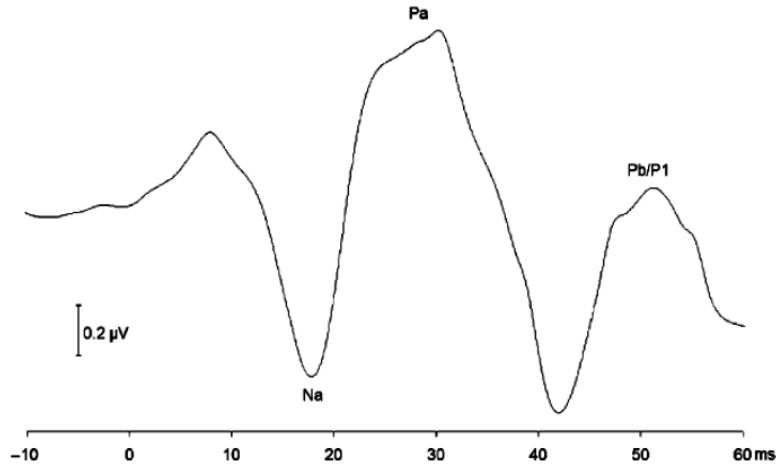
Uyarıyı takip eden 1-10 msn içinde oluşan potansiyeller erken cevaplar olarak adlandırılır ve ABR yanıtları en sık bu zaman aralığında kaydedilir (17) (Şekil 7). Jewett sınıflamasına göre dalgalar Romen rakamlarına göre isimlendirilirler (4). Bunlar içinde en belirgin olan dalga V'tir ve eşik üstü şiddette yaklaşık $5,6 \pm 0,4$ msn' de görülür. Yanıtlar sekizinci sinir ve beyin sapı aktivitesini yansıtmaktadır (50).



Şekil 7. İşitsel uyarılmış beyinsapı cevapları (51)

3.8.1.2. Orta Latanslı Potansiyeller (Middle Latency Response; MLR)

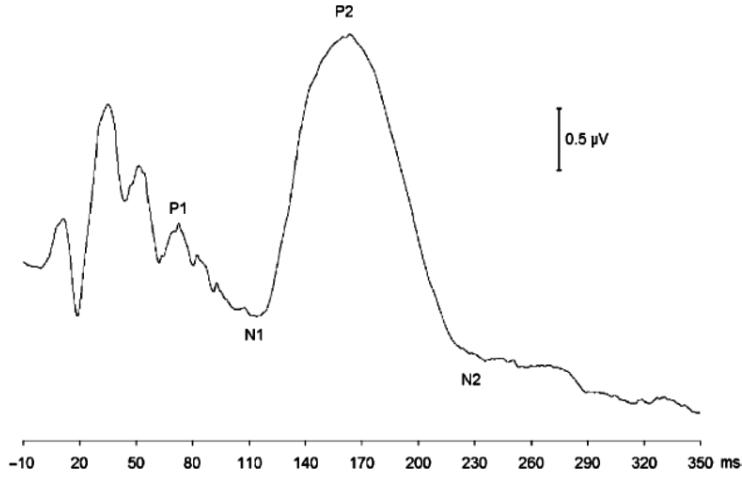
Orta latanslı potansiyeller uyarı sonrası 10-50 msn arasında oluşan potansiyellerdir. Korteksten kaynaklanan işitsel kaynaklı ve nörojenik (işitme siniri, beyin sapı ve korteksten kaynaklanan) tepkiler olduğu düşünülmektedir. MLR'lerin en belirgin bileşeni yaklaşık 32 msn latansla oluşan Pa (P35) dalgasıdır. Pb dalgası ise, geç latans cevapların P1 dalgası ile aynıdır (11, 44) (Şekil 8).



Şekil 8. Orta latans cevaplar (51)

3.8.1.3. Geç Latanslı Potansiyeller (Late Latency Responses; LLR)

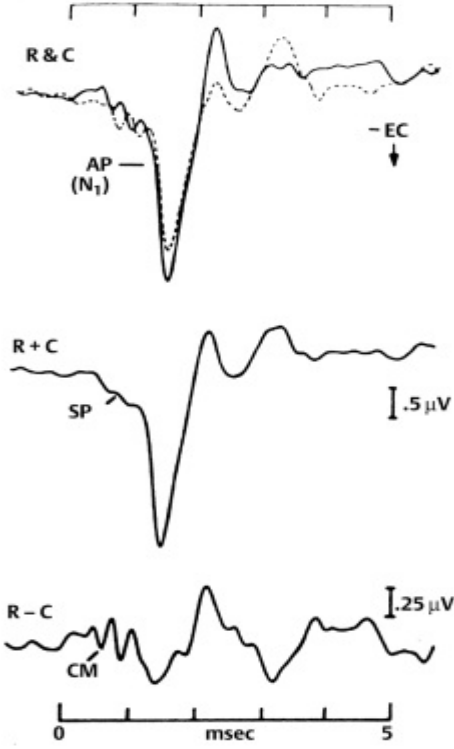
Uyarının başlangıcından 50 msn sonra oluşan dalgalara geç latans yanıtları denilmektedir. Bunlar büyük amplitüdümlü geniş dalgalardan oluşurlar ve 500 msn'ye kadar görülürler. LLR'lerin en belirgin bileşenleri 100 msn civarında görülen N1 dalgası ile 180 msn civarında oluşan P2 dalgasıdır (Şekil 9). Klinik açıdan en büyük dezavantajları uyuyan, anestezi altında olan veya isteksiz hastalarda uygulanamamasıdır (11, 34, 44).



Şekil 9. Geç latans işitsel uyarılmış cevaplar (51).

3.8.2. Yakın Saha İşitsel Uyarılmış Potansiyeller

Koklea ve primer koklear sinir fibrillerinden kaynaklanan potansiyeller olarak bilinmektedir. Elektrokokleografi (EcochG), akustik stimülasyonu takiben oluşan koklear potansiyellerin kayıdır. Genel olarak transtimpanik ve ekstratimpanik olmak üzere iki kayıtlama yöntemi bulunmaktadır. ECochG’de işitsel stimülasyon ile aksiyon potansiyeli (AP), sumasyon potansiyeli (SP) ve koklear mikrofonik (KM) olmak üzere farklı elektriksel aktiviteler elde edilmektedir (52) (Şekil 10).



Şekil 10. Klik uyararla uyarılmış elektrokokleogram componentleri. R-rarefaksion; C-kondensasyon; AP-aksiyon potansiyeli; SP-sumasyon potansiyeli; CM-koklear mikrofonikler (53)

3.8.2.1. Aksiyon Potansiyeli

Aksiyon potansiyeli, akustik uyarana yanıt olarak ortaya çıkar ve ABR'nin I. dagasına karşılık gelmektedir. AP en iyi yuvarlak pencere membranının hemen yanındaki kemik promontorium bölgesinden elde edilir. Kokleanın bazal döngüsündeki sinir fibrillerinin uyarılması sonucu ortaya çıkar. AP'nin ilk komponenti N1 olarak adlandırılır ve sekizinci sinirin distal kısmından kaynaklanmaktadır. Stimulus şiddetinin değişimiyle AP'nin latans ve amplitüd değerleri değişiklik gösterir (4).

3.8.2.2. Sumasyon Potansiyeli

Sumasyon potansiyeli, kokleadaki elektriksel aktiviteyi gösteren multikomponent bir potansiyeldir. KM'lerden farklı olarak stimulusun dalga şeklini taklit etmezler (4). Kokleanın toksik yaralanmaları ile KM azalır ve SP negatifliği artar. Benzer şekilde pozitif potansiyeldeki bir düşüşü, negatif potansiyeldeki bir artış takip eder. Bu potansiyeller, ses uyarımı sırasında skala timpani ile skala media arasındaki basınç değişimleri sonucu oluşan bazılar membran hareketlerindeki asimetriyi yansıtırlar. Endolenfatik basınç değişimlerini yansıttıkları için klinikte en çok meniere hastalığının teşhisinde ve intraoperatif olarak endolenfatik basınç değişikliklerinin takibinde kullanılırlar. SP'nin AP'ye oranı ortalama %25 civarındadır ve hidrops varlığında orandaki artış tanı için spesifiktir (52).

3.8.2.3. Koklear Mikrofonik

Koklear mikrofonikler, dış tüylü hücrelerin silyalı yüzeylerinden kaynaklanan değişken bir potansiyeldir. KM'ler, N1 dalgasının hemen önünde tipik olarak 3 kHz civarında bir seri sinüzoidal salınımlar olarak görülür. KM'ler aynı kişide bile amplitüd ve faz olarak birçok değişkenlik göstermektedir, elektrottaki ufak konum değişimlerinden bile etkilenmekte, bu nedenle kişinin gerçek eşliğini hiçbir zaman yansıtmamaktadır (40).

3.9. İşitsel Uyarılmış Beyin sapı Cevaplarını Etkileyen Faktörler

3.9.1. Uyarana Bağlı Faktörler

İşitsel uyarılmış potansiyellerin elde edilmesinde kullanılan uyarılar frekans bantlarına göre tüm frekans bantlarını içeren klik uyarılar, dar bir

frekans bandını içeren tone-burst uyarılar ve özel şartlar için oluşturulmuş uyarılar olmak üzere üç sınıfa ayrılabilir. ABR dalgaları elde etmede yaygın olarak kullanılan başlıca ses uyarıları klik ve tone-burst uyarılardır (7, 46).

Klik uyarı ABR cevaplarının elde edilmesinde en yaygın kullanılan uyarı tipidir. Klik uyarının etkin frekans dağılımı 500-6000 Hz arasındadır. Bu kadar geniş koklear bölgenin uyarılmasına yol açan klik uyarı için klinik uygulamada kokleanın geneli hakkında işitsel olarak bilgi verdiği görüşü yaygındır. Ancak uyarının şiddeti, transduserin elektroakustik özellikleri, dış kulak yolunun ve orta kulağın ses iletim özellikleri ve koklea bütünlüğü gibi faktörler nedeniyle 2-4 kHz bölgesinin cevaplarını baskın olarak içerdiği bilinmektedir. Klik uyarı cevap meydana getiren en etkili uyarı tipidir ve yüksek frekans hakkında bilgi sağlamaktadır, fakat klik uyarı ile diğer frekanslara özgü bir değerlendirme mümkün değildir (7, 46, 54, 55).

Tone-burst veya tone-pip uyarı klik uyarının aksine frekansa özgü yanıtların ortaya çıkmasını sağlayan bir yapıya sahiptir. Tone burst ve klik uyarı ile elde edilen potansiyellerin latans değerleri ve morfolojisi birbirinden farklı olmaktadır. Tone-burst uyarılarla elde edilen potansiyellerde, basiller membran boyunca dalga zamanı ve uyarının artan çıkış zamanı sebebiyle latanslar daha uzundur (7, 11).

Uyarı Süresi

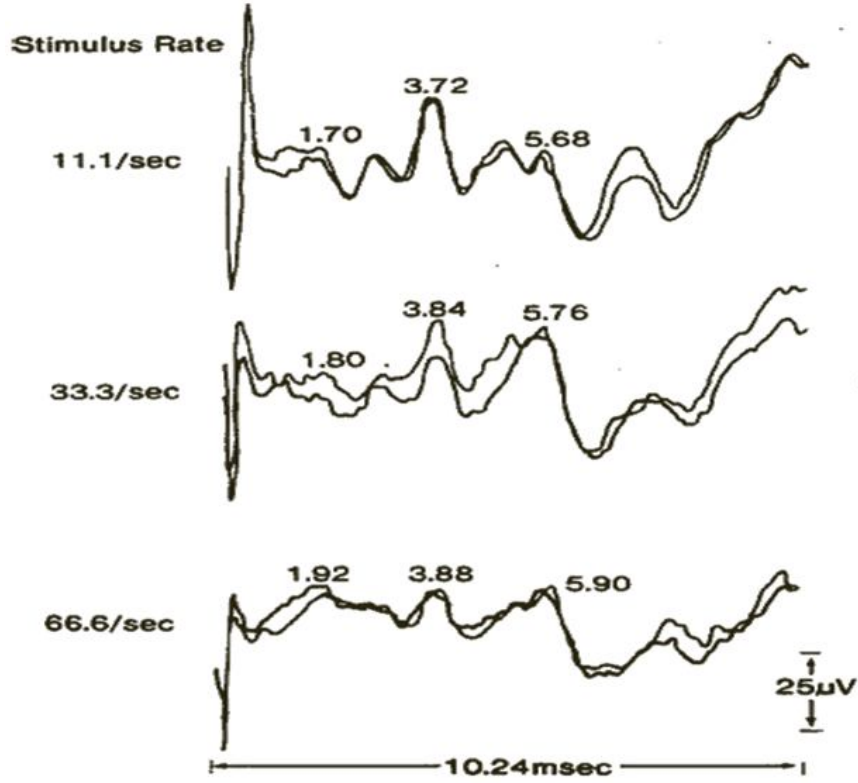
Uyarının yükseliş, plato ve düşüş zamanının toplam süresi olarak tanımlanır. İşitsel uyarılmış potansiyellerin fizyolojik temelini oluşturan birçok nöronun senkronize ateşlenmesi, uyarının başlama hızına bağımlı olup, uyarı süresine bağımlı değildir (7).

Uyaran Şiddeti

Uyaranın şiddetine yönelik bilinen en önemli bilgi, şiddet latans fonksiyonu tanımıdır. Bu tanım şiddetin arttırılması ile latans değerlerinin kısılacacağını anlatır. Uyaran şiddetinin azaldığı durumlarda ise latanslar uzar, amplitüdler azalır ve morfoloji bozulur (4).

Uyaran Tekrarlama Oranı

Uyaran tekrarlama oranı (Rate), saniyedeki uyaran sayısı olarak tanımlanır. Tekrar oranının yükseltilmesi ile dalga latansları artmakta, amplitüdüleri azalmaktadır (4) (Şekil 11). Uyaran tekrar oranının değişimiyle yapılan kayıtlar klinik uygulamalarda retrokoklear patolojilerin ayırt edici tanısında kullanılmaktadır. Uyaran tekrarlama oranının arttırılmasıyla ABR latanslarının uzadığı, ancak retrokoklear patolojilerde bu artışın belirgin biçimde daha fazla olduğu belirtilmiştir. Uyaran tekrar sayısı artırılması ile latansların gecikmesi sinir iletim hızının yüksek tekrarlama oranında azalması ile ya da sinaptik transmisyonun bozulması ile açıklanmaktadır. Dalgaların en iyi şekilde tanımlanabilmesi için 10/sn veya daha az uyaran tekrar oranı gerekmektedir. Saniyede 25-40 uyaran tekrar oranında dalga V üzerinde minimal azalma gösterdiğinden bu aralıktaki uyaran tekrarlama oranları eşik belirleme testlerinde uyaran tekrar oranı olarak kullanılmıştır (34).



Şekil 11. ABR'de uyaran tekrar oranının dalga latansları üzerine etkisi (7)

Uyaran Polaritesi

İşitsel beyin sapı cevabı ölçümlerinde, pozitif polarite (kondensasyon), negatif polarite (rarefaksiyon), alternate polarite olmak üzere üç tip uyaran polaritesi kullanılmaktadır. Polaritenin değişmesinden, latans ve amplitüd anlamlı olarak etkilenmemekle birlikte dalga morfolojisi etkilenmektedir. Negatif polarite kliklerle tüm dalgaların daha net olarak oluştuğu, pozitif polarite kliklerin erken komponentlerin amplitüdlerini bir miktar azalttığı, alternate kliklerle KM'leri baskılanması sonucu traselerin başındaki artefaktların kaybolduğu söylenmektedir. Bununla birlikte negatif ve pozitif polaritelerin KM'leri yansıtmasından dolayı işitsel sinirin senkronizasyon bozukluklarında alterne polarite ile birlikte kullanılması önem taşımaktadır (4, 7).

Transducer Seçimi

Uyaranın işitme sistemine hangi araçla verileceği testin hangi amaçla kullanıldığına göre değişmektedir. Hava ve kemik yolu ABR ölçümlerinde çeşitli transducer seçenekleri mevcuttur. Hava yolunda insert veya supra/sirkumaural transducer seçenekleri bulunurken, kemik yolunda mekanik enerjiyi iç kulağa mastoid kemik üzerinden aktaran kemik vibratörler standart olarak kullanılmaktadır. Hava ve kemik transducerleri uyaran özünde aynı olsa da teknik ve fizyolojik özelliklerinden dolayı uyaranı hastaya sunarken farklılıklar göstermektedir (56, 57).

Hava yolundan insert kulaklıkla veya supra/sirkumaural kulaklıkla (TDH-39, TDH-49) sunulan uyaran dış kulak, orta kulak ve iç kulak yapılarının fizyolojik özelliklerine göre ilerlemektedir. Kemik yolundan sunulan uyaran ise kemik vibratör (B-70, B-71) yardımı ile temporal kemiği titreştirerek direkt iç kulak sıvılarına ulaşır. Hava ve kemik yolu iletimin farklı fizyolojisinden dolayı kullanılan transducer sonucu elde edilen ABR yanıtları birbirinden farklılıklar gösterir (56).

3.9.2. Kişiyeye Bağlı Faktörler

Cinsiyet

Yenidoğanlarda cinsiyet etkisi gözlenmemiştir, fakat kadınlardan elde edilen dalgaların erkeklere göre daha kısa latanslı olduğu ve daha yüksek amplitüd değerleri gösterdiği ileri sürülmektedir. Bunun nedeni kadınlarda nöral yolların yapısal olarak erkeklere göre daha kısa olması, kafa boyutlarının erkeklere göre daha küçük olması ve hormonal etkenlerdir (50). Bunun sonucunda

dalga V latansının kadınlarda ortalama 0,2 msn daha kısa olduğu bilinmektedir (7, 11).

Yaş

İşitsel beyinsapı cevabı ölçümlerinde yaşla ilgili bilginin alınması kayıtlama açısından çok önemlidir. Çünkü ABR yanıtlarının latans ve amplitüd değerleri yaşa bağılı olarak değişim göstermektedir. İlerleyen yaşla birlikte hem prematürelde hem de yenidoğanlarda dalga V latansının hızla azaldığı ve 18. aydan sonra yavaşlayarak erişkinlerdeki değerlere yaklaştığı birçok çalışmada gösterilmiştir (4, 5, 56, 57). Yenidoğanlarda erişkinlere göre dalga I'in latansı daha uzun ve amplitüdü daha fazladır. Dalga I latansındaki uzama kokleanın yüksek frekans bölgesinin gelişimini henüz tamamlamamış olması ile dalga I amplitüd yüksekliği ise kokleanın mastoide yakınlığı ile açıklanmaktadır (58). Periferik ve merkezi işitme alanlarının gelişimi farklı hızlarda olduğundan I-V dalgalar arası latanslardaki azalma yaklaşık 10 yaşına kadar erişkin değerlerine ulaşmaktadır (4, 34).

Vücut Isısı

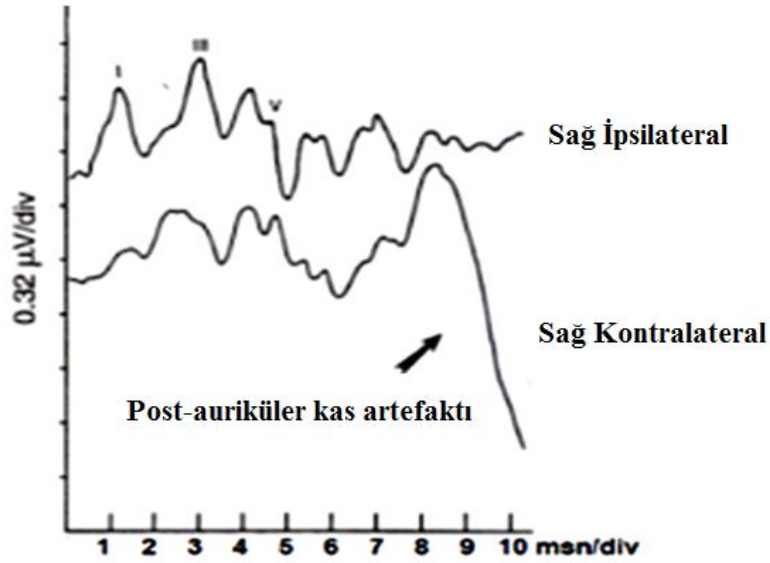
İşitsel uyarılmış beyin sapı potansiyellerinde bireyin vücut ısısının değişkenliği veya normal değerden yüksek ya da düşük olması yanıtların latans ve amplitüdüleri üzerinde belirgin etkilere sahiptir. Vücut ısısı artışının işitme siniri fibrillerindeki iletim hızını arttırmamasından dolayı ABR latanslarında kısalma meydana gelebilir. Düşük vücut sıcaklığı ise latans gecikmesine ve amplitüdün düşmesine neden olmaktadır (59). Hatta vücut ısısının 14-20 °C'nin altına düşmesi halinde işitsel uyarılmış potansiyellerin görülmediği saptanmıştır (60).

Farmakolojik Ajanlar

Halotan, nitroz oksit, meperidin, diazepam gibi anestezik ve sedatiflerin ABR'de değişiklik yaratmadığı ancak sistemik lidokain'in cevabın morfolojik yapısını bozduğu ortaya konmuştur. Gerginliği hafifletmek için kas gevşetici ve sedatif kullanılabilir (7, 11).

Kas Aktivitesine Bağlı Artefakt

Kas artefaktının ABR üzerine olumsuz etkileri vardır. Kas artefaktı dalga komponentlerini bozabilir (Şekil 12). Hasta rahat bir pozisyonda, mümkünse uykuda iken daha iyi sonuç alınmaktadır (7).



Şekil 12. Post-auriküler kas artefaktı (61)

3.9.3. Kayıtlama Parametreleri

Kayıtlama penceresi

Kayıtlama penceresi görsel olarak dalganın çözünürlüğüne etki eden bir parametredir. Kayıtlama penceresinin hedef aldığı bölge kayıtlanmak istenen dalganın latansıya uyumlu olmalıdır. Daha uzun veya kısa seçilen kayıtlama

penceresi dalga morfolojisinin tanınmasında sorun çıkarabilir. Klinik uygulamalarda genellikle kayıtlama penceresi 15-20 msn olarak alınmaktadır (7).

Averajlama (Davranım sayısı)

İşitsel beyin sapı potansiyellerinde her bir uyarana karşı oluşan elektriksel cevaplar kaydedilmektedir. ABR testi sırasında işitsel sinyal dışında oluşan ve yanıtla karışabilen gürültü kaynaklı voltajın yanıtta ayrıştırılması için uygulanan yöntemdir. ABR'de erken latans cevaplar daha düşük amplitüdü olduğundan daha fazla averajlama yapılırken, orta ve geç latans cevaplar daha büyük amplitüdü olduğundan daha az averajlama yapılır. Sakin bireyden temiz kayıtların alınmasında 1000-2000 davranım sayısı genellikle yeterli olmaktadır. Averajlama arttıkça bütün dalgaların belirlenebilirliğinin de anlamlı derecede arttırdığı gösterilmiştir (7).

Filtreleme

Filtreleme, istenmeyen elektriksel aktivitenin uzaklaştırılması için kullanılmaktadır. ABR ölçümlerinde filtreler belirli frekanslardaki enerjiyi geçirirler. Bu yüzden uygun filtre kullanımı önemlidir. En yaygın filtre kullanımı 100-3000 Hz arasındadır. 100 Hz yüksek geçirgen filtre kayıtlarla karışan artifaktı büyük ölçüde ortadan kaldırmaktadır (4, 11).

Elektrot Yerleşimi

Elektrot lokalizasyonu ile dalga latanslarında değişiklik olmamasına karşın, amplitüde değişiklikler olmaktadır. Bu nedenle elektrotları, işitsel uyarılmış potansiyellerin yüksek voltajda elde edildiği ve işitsel potansiyellerin üretildiği alanlara yakın yerleştirmek gerekir. Mastoid kayıtlama bölgelerine göre kulak memesi bölgeleri kullanılarak yapılan ABR kayıtlarında daha az kas

potansiyeli ve daha büyük dalga V amplitüdü gözlenmiştir. Aktif elektrodun vertekse (Cz) veya frontal (Fz) bölgeye, referans ve toprak elektrodun kulaklara yerleştirilmesi ABR kaydı açısından optimum yerleşim biçimidir. Toprak elektrod için dikkat edilmesi gereken en önemli faktör, diğer elektrodlardan en az 3-4 cm uzak olmasıdır (50). Bu bölgelere yerleştirilecek elektrodların cilt yüzeyi ile arasındaki direnç değerlerinin kayıtlama için olabildiğince düşük olması gerekmektedir. Hall'a (7) göre bütün elektrodların dirençlerinin 5 kohm altında olması ve elektrodlar arası direnç farkının 2 kohm'dan düşük olması yeterli kayıtlama şartlarını sağlar.

3.10. ABR Traselerini Değerlendirme Kriterleri

Latansların normal kabul edilen standart sapmasının ve IPL' deki standart sapmanın $\pm 0,3$ msn aşan değerler patolojik olarak kabul edilmektedir (IPL uyarı şiddetinden ve işitme eşliğinden etkilenmezler). İki kulak arasında, aynı uyarı şartlarında latans farkının 0,3 msn'den büyük olması patolojik olarak kabul edilmektedir. V/I amplitüd oranının 0,5'ten küçük olması patolojiktir (normalde V/I amplitüd oranı 1' in üzerindedir) (7).

3.11. İşitme Kayıplarının Tipi ve Derecesinin ABR'ye Etkisi

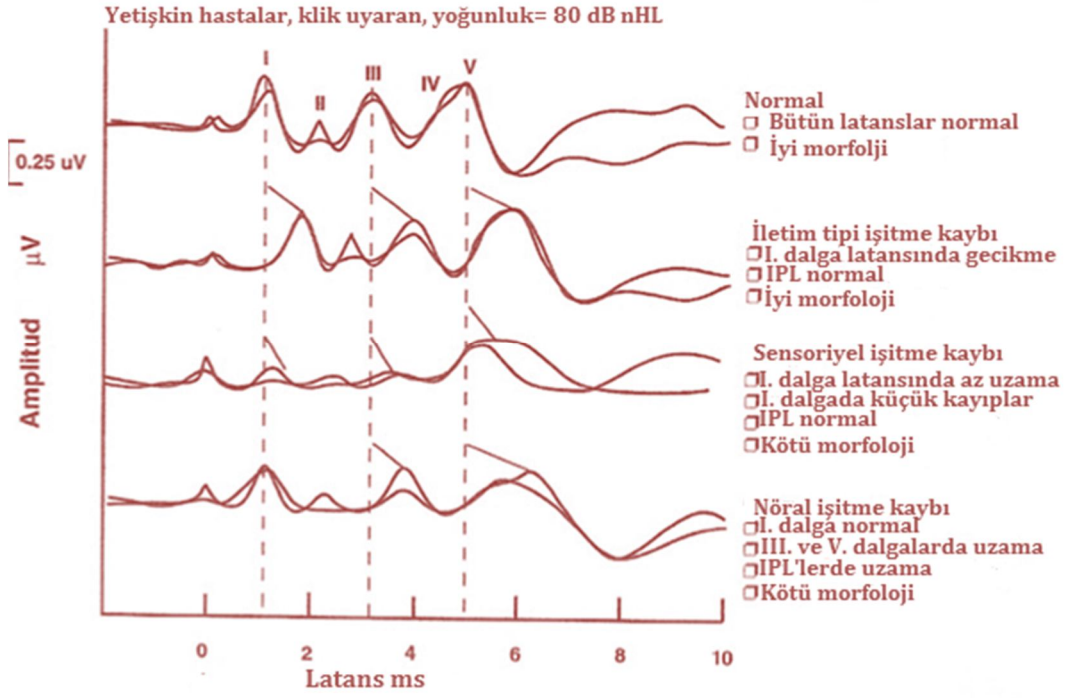
3.11.1. İletim Tipi İşitme Kayıpları ve ABR

İletim tipi işitme kayıplarının ABR'de ortaya çıkardığı değişim, temel olarak dalga latanslarında meydana gelen gecikmeden ibarettir. Ayrıca bu gecikmenin bir özelliği de ABR'nin tüm dalgalarında eşit derecede olması ve bunun sonucunda IPL' de normale oranla bir değişiklik göstermemesidir (4) (Şekil 13). İTİK'li olgularda latans-şiddet fonksiyon eğrileri normal olgulardan

elde edilen eğrilerin üzerinde ve ona paralelidir. Bazı koklear ve retrokoklear patolojilerde de bu tür eğriler olabileceğinden, latans-şiddet fonksiyon eğrisine bakılarak İTİK tanısı konulamaz. Normal değerine göre 0,3 msn gecikmiş bir V. dalga latansı yaklaşık olarak 10 dB'lik bir odyolojik kayba karşılık gelir. (4, 34, 46). Aynı şekilde her 30-60 µs'lik latans gecikmesinin 1 dB'lik kaybı gösterir (4).

3.11.2. Koklear İşitme Kayıpları ve ABR

İşitsel beyin sapı cevapları, kokleadan çıkan nöroelektrik aktivitenin koklear sinir ve beyin sapındaki dağılımıdır. Bu nedenle ABR kokleanın ürettiği elektriksel sinyalden direkt olarak etkilenir (4). Efektif bir koklear sinyal çıkışının olmadığı yaygın koklear disfonksiyonla karakterize ağır koklear işitme kayıplarında, tüm frekansların etkilenmesi nedeniyle hiçbir ABR dalgası elde edilemez. Buna karşın saf ses odyometrik eşiklerde orta derecede işitme kaybına neden olan koklear lezyonlarda, V. dalga latansında gecikme meydana gelmektedir (Şekil 13). İşitme kaybından bağımsız olarak, artan yaş da V. dalganın latansını uzatır. Bu sebeple V. dalga latansı kriter alınarak konulacak bir koklear işitme kaybı tanısında yaş değişkeni de göz önünde bulundurulmalıdır (4). Ayrıca yüksek frekanslı işitme kayıplarında I. dalga latansındaki artış diğer komponentlere göre daha belirgin olduğundan, I-V IPL normale oranla biraz daha dardır. Presbiakuzi gibi hem sensorial hem de nöral komponenti olan yüksek frekanslı işitme kayıplarında, hastadan elde edilen V. dalga latans değerleri tüm şiddet düzeylerinde kontrol grubuna ait değerlerin üzerindedir. Ancak aradaki fark, yüksek şiddetlerde az düşük şiddetlerde fazladır (4, 46).



Şekil 13. İletim tipi, sensorial ve nöral tip işitme kayıplarında dalga latansları, IPL ve dalga morfoljisi (7)

3.11.3. Akustik Sinir, Serebellopontin Köşe ve Alt Pons Lezyonlarında ABR

Alt beyin sapı lezyonları, sekizinci sinir, pontoserebellar köşe ile orta ve alt pons bölgesi lezyonlarını kapsamaktadır. Bölgenin en çok görülen lezyonu akustik nörinoma olup, belirli bir büyüklüğe ulaştığında pontoserebellar köşeyi doldurup beyin sapını dahi etkileyebilmektedir (4).

Test öncesi odyolojik değerlendirme yapılarak, işitme kaybının tipi, derecesi ve konfigürasyonu belirlenmelidir. Alt beyin sapı bölgesi tümörlerinde yaklaşık %30 oranında ABR' da komple yanıt yokluğu görülür. Bunun sebebi tümörün VIII. sinire yaptığı basıdır (62). Uyararı şiddetinin ABR' nin tüm komponentlerini ortaya çıkarabilecek düzeyde olmasına karşın, özellikle geç komponentlerin (III ve V) bulunmadığı eksik yanıt elde edilebilir. Periferik işitme

kayıplarına bağılı olarak elde edilen inkomplet yanıtta ise tam tersine erken komponentler bulunmaz. Çok nadir olarak komple yanıt alınabilir. I-III ve dolayısıyla I-V IPL'deki uzamalar, akustik sinirin beyin sapından önceki kısmını etkileyen lezyonlar için tanısal değere sahiptir (I-V IPL değerinin 4.50 msn' den uzun olması retrokoklear bir lezyonu akla getirmelidir). İki kulak arasında işitme kaybının yarattığı etkiyi ortadan kaldırdıktan sonra, V. dalga interaural latans farkının 0,3 msn'den fazla olması retrokoklear lezyon lehinedir. I-V IPL'nin interaural karşılaştırması daha güvenlidir. Ayrıca VIII. sinir ve serebellopontin köşenin büyük tümörleri, beyin sapına baskı yapar ve yer değiştirterek kontralateral ABR yanıtlarında latans artması, amplitüd azalması, geniş ve basık dalga formasyonuna sahip olabilirler (4, 62).

3.11.4. Üst Beyin Sapı Lezyonları ve ABR

Üst beyin sapı olarak adlandırılan bölgeye ait işitme merkezleri, rostral ponstaki lateral lemniskus, mezensefalonun kaudal bölümündeki inferior kollikulus ve kaudal talamustaki medial genikulat cisimdir. Bu bölgelerdeki tümörler, infarktlar, hemorajiler ve multipl skleroz (MS) ile demiyelinizan hastalıkların oluşturduğu plaklar ABR' da değişimlere yol açarlar. Genel olarak ABR' nin geç komponentlerinde kayıp şeklindeki bulgular görülmektedir (4).

ABR' deki değişiklikler (4, 40, 63);

- IV. ve V. dalga kompleksi amplitüdündeki küçük bir düşüş
- III-V IPL'de uzama
- V. dalga latansında gecikme
- III. dalgadan sonraki komponentlerin bilateral olarak kaybolması
- Anormal V/I amplitüd oranı gibi çok çeşitlidir.

Hasta asemptomatik iken bile MS gibi demiyelinizan hastalıklarda ABR'nin tanı değeri oldukça yüksektir. Beyin sapı lezyonlu hastaların periyodik takiplerinde seri olarak yapılan ABR kayıtları klinik gidişi göstermede etkili bir yöntemdir (4).

3.12. Hava Yolu ABR Parametreleri

İşitsel uyarılmış beyin sapı potansiyelleri testinin hava ve kemik yolu olmak üzere iki farklı uyarın yolu vardır. Dalga V latans, amplitüd ve eşik olarak üç farklı parametrede değerlendirilir. Bu değerlendirme, V. dalga eşiğinin davranışsal işitme eşikleriyle korelasyonunun güçlü olması nedeniyle yapılır. Eşik değerlendirmesi yapılırken öne çıkan parametre, dalga varlığını vurgulayan amplitüddür. Fakat amplitüd değerlendirmesinin tek başına değil, latansla birlikte kullanıldığında güvenilirliği arttırdığı için dalga tepesi olarak gözlediğimiz yerin latansının da değerlendirmeye eklenmesi gerekir (2, 4, 7).

Hava yolundan insert kulaklık veya supra/sirkumaural kulaklıkla sunulan akustik uyarın dış ve orta kulak yolunu izledikten sonra iç kulaktaki reseptörleri uyarak işitme siniri üzerinde sinirsel aktiviteye yol açar. Dış ve orta kulak gibi anatomik yapılarda herhangi bir patoloji veya ses enerjisini engelleyecek bir oluşumunun olmaması test öncesinde dikkat edilmesi gereken önemli noktalardandır (4, 7).

Uygun elektrod yerleşimi kulaklık yerleşiminin de uygun yapılması gereklidir. Kulaklık yerleşiminde dikkat edilecek en önemli nokta insert kulaklık kullanılıyorsa, kulaklık çıkışının kulak kanalına dayanmaması ya da çok içeri sokulup hastanın uyandırılmamasıdır. Supra/sirkumaural kulaklıklarda ise

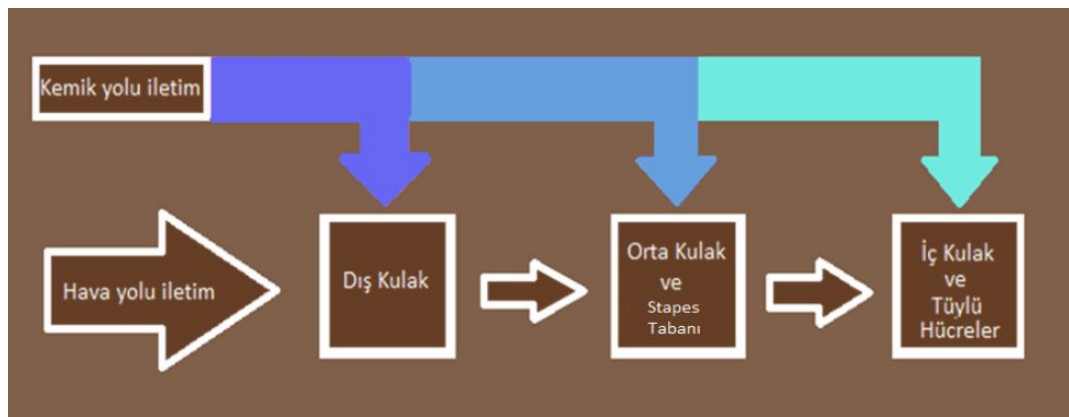
kulaklık diyaframının kulak kanalı girişine karşılık gelmesine dikkat edilmelidir (2).

Hava yolunda ABR ölçümünde kullanılacak uyaran ve kayıtlama parametreleri (2):

Uyaran modu	→ 100 µs klik, Tone - burst
Uyaran polaritesi	→ Alterne
Uyaran rate	→ 21 - 31/sn
Filtreleme	→ 100-3000Hz (Klik), 30-1500Hz (Tone-burst)
Averajlama	→ 1000-2000

3.13. Kemik Yolu ABR Parametreleri

Hava yolu işitsel beyin sapı cevaplarında ses uyarını dış kulak kanalına girer, timpanik membran, orta kulak kemikçikleri, oval pencereyi titreştirir ve basillar membranda ilerleyen dalga etkisi ile tüylü hücreleri aktive eder. Fakat kemik yolu iletimde uyarım farklı bir mekanizmayı kullanır (7). Kemik ve hava yolu iletiminin şematik gösterimi Şekil 14’de verilmiştir.



Şekil 14. Kemik ve hava yolu iletimlerinin şematik gösterimi

Kemik yolu ABR, kemik vibratörün klik veya ton-burst uyarını mekanik titreşimler haline dönüştürüp kafatası kemikleri yardımı ile temporal kemiği

titreştirip, kokleanın uyarılmasına ve ilerleyen dalga etkisinin oluşmasını sağlayarak tüylü hücreleri aktive eder ve direkt olarak kokleaya iletilmesi sonucunda ortaya çıkan elektriksel potansiyeller elektrodlar tarafından kaydedilip kayıtlanır. Kemik yolu iletiminin sonucunda kokleanın uyarılmasında üç farklı mekanizmanın rol aldığı kabul edilmektedir. Bu mekanizmalar, önem derecesine göre aşağıda sıralanmıştır (7):

1- Kemik yolundan sunulan sesin titreşim enerjisine dönüşerek, kokleanın lateral duvarını etkilemesi sonucu basiller membran üzerindeki dış tüylü hücrelerin direk uyarılmasıdır ve bunun yanında daha az bir etkiye sahip olan pasif ilerleyen dalga teorisi yer almaktadır.

2- Stapes tabanının temporal kemik titreşmesinden etkilenmesi sonucu hava yolu iletimle benzerlik gösteren mekanizmadır.

3- Temporal kemiğin dış kulak kanalını titreştirmesi sonucu dış kulak kanalında akustik enerji ortaya çıkmasıdır.

Kemik yolu ABR iletimi hava yolundan farklıdır ve büyük oranda mekanik fizik ilkelerine dayanan enerji dönüşümleri ile oluşmaktadır. Bu dönüşümler ortamlar arasındaki yoğunluk farkları ve ses iletimine karşı gösterilen dirençleri de içermektedir. Bu bahsedilen yoğunluk aynı ölçüde kemik yoğunluğu ve yapısı ile direkt ilişkilidir. Kemik yapısındaki yoğunluk farkı sesin iç kulağa iletimindeki enerji dönüşümü üzerine güçlü bir etkiye sahiptir. Örneğin; ses hızı erişkin kemik yapıda havadakine göre yedi kat daha hızlıdır ve bu fark kemik yapının yoğunluğu ile doğru orantılıdır. Bunun sonucu olarak kemik iletim hava iletimden fiziksel olarak büyük farklılık göstermekte ve aynı şiddette kemik yolundan sunulan bir ses, hava yolundakinin aksine daha şiddetli ve gür

algılanabilmektedir. Bu fenomen bir bireyin kulaklarını tıkadığında kendi sesini daha kalın duyması ile açıklanabilir (64).

Kemik yolu ABR'de maksimum efektif şiddet seviyesi 55 dB nHL olup klinik kemik vibratör tipleri ile belirlenir ve sınırlayıcı faktördür. Hava yolu ABR'de 40-45 dB şiddetin altındaki uyarılarda normal işiten erişkinlerde belirgin bir V. dalga varken I. ve III. dalga olamayabilir. Kemik yolu ABR'de ise normal işiten erişkinlerde I. ve III. dalgalar ancak uyarıların üst şiddet seviyelerinde kaydedilebilir. Kemik yolu ABR değerlendirmesinde ABR kayıtlarında kemik vibratörden yayılan elektromagnetik enerjinin sebep olduğu bir seri artefaktlar oluşabilir. Bu durumu kemik vibratörü mastoid üzerine uygulamak, elektrodu ters bölgeye uygulamak veya tek kutuplu klik uyarısı vermek şiddetlendirir. İki basit modifikasyonla bu durum çözülebilir. Toprak elektrodu kulak memesini lokalize etmek (mastoid lokalizasyona karşıt olarak), kemik vibratörün mastoid lokalizasyonuna bağlı uyarı artefaktlarını azaltır. Uyarı artefaktlar kemik yolu ABR'de kliklerin değişebilen kutuplarda uygulanması tek kutuplara göre bu artefaktlarda daha da azalma yapar. Esas amaç, elektrofizyolojik ölçümlerle işitme kaybının iletim tipi, mikst tip ya da duysal bir kayıp olup olmadığını doğrulamaktır. İkinci bir amaç ise iletim tipi işitme kaybına yol açan bir durum için tahmin yolu geliştirmektir (7).

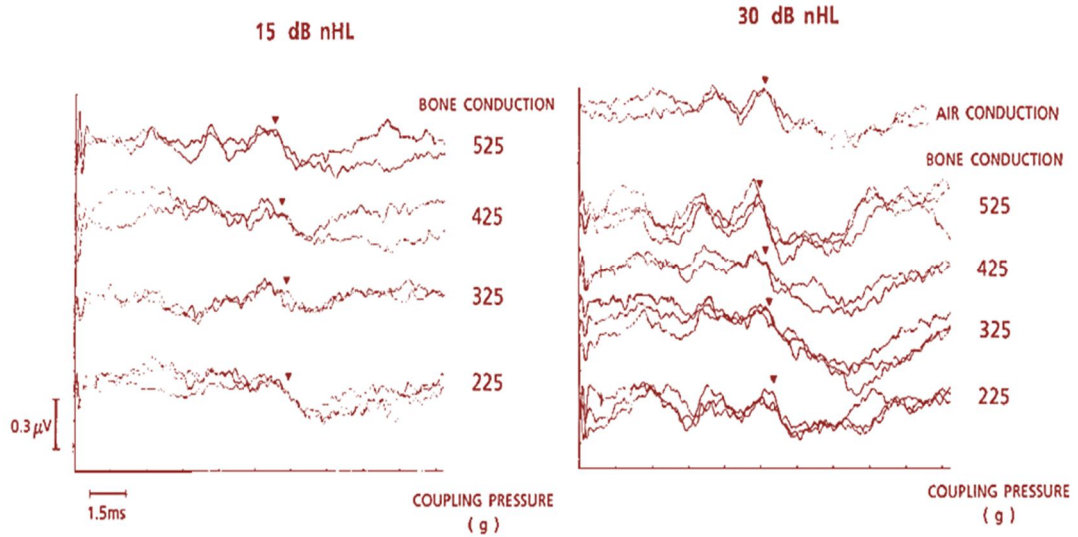
Kemik yolu ABR testinde de dikkat edilmesi gereken farklı değişkenler ve parametreler vardır. Kemik vibratörün yerleşim yeri ve kafatasına uyguladığı basınç şiddeti en önemli parametrelerdir. Çünkü ses enerjisinin mekanik dönüşümünü öncelikle basınç, ardından da yerleşim yeri belirlemektedir.

Gereğinden fazla bası şiddeti ile sunulan bir kemik yolu uyarın nHL kalibrasyonuna uygun bir şekilde duyulmaz (56, 57).

3.14. Kemik Yolu ABR Ölçümünü Etkileyen Faktörler

Bası Şiddeti

Kemik yoluna uygulanacak basının şiddeti uyarının algısal şiddetine direkt etkiye sahip parametrelerin başında gelmektedir. Bu sebeple kemik yolu vibratörün basısının doğru şekilde ayarlanamaması, sistem tarafından sunulan şiddetin değil daha üst veya alt şiddetlerin yanıtını elde etmemize neden olur. Kemik yolu vibratörün bası şiddeti bu noktada büyük öneme sahiptir. Yang ve ark'nın (65) yaptıkları araştırmada kemik vibratörün basısının infantlarda hastanın uykusunu bozmaması için minimum 225-250 g, maksimum 525-550 g değerinde olması gerektiğini, başa uygulama basıncı 525 g olduğunda en kısa V. dalga latansı elde edilmiş, başa uygulama basıncının 225 g olduğunda ise en uzun V. dalga latansı elde edildiği belirtilmiştir (Şekil 15).



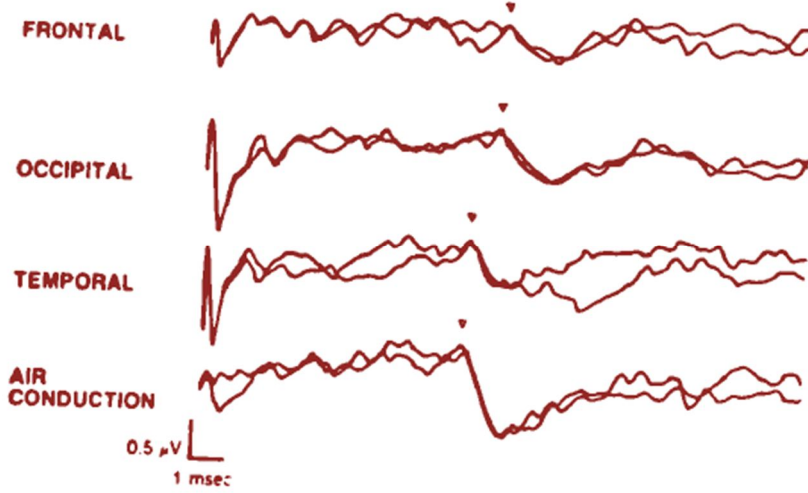
Şekil 15. 15 ve 30 dB nHL' de basıncı şiddetine göre hava ve kemik yolu ABR V. dalga tepeleri oklarla gösterilmiştir (56)

Kemik Yolunda Maskeleme

Kemik yolu ile verilen uyarılar kafatası kemiklerinin tamamı üzerine mekanik etkiye sahip olduğu için bazı durumlarda kemik yolundan elde edilen yanıtların test edilen kulağa ait olduğunu anlamak için maskeleme uygulanması gerekmektedir. Hava yolu maskeleme kullanılmasına karar verdiğimiz hava yolu attenüasyon değerleri kemik yolunda karşımıza kafatası kemikçiklerinin attenüasyon değeri olarak çıkar. Yapılan araştırmalarda, yetişkinlerde attenüasyon değerinin 0-5 dB nHL aralığında olduğu belirtilmiştir. Aynı araştırmada kemik yolu atenüasyon değeri 0-1 yaş arası bebeklerde 25-35 dB nHL, 1 yaşın üzerinde 15-25 dB nHL ve 2 yaşın üzerinde 0-10 dB nHL olarak belirtilmektedir. Bu da bebeklerde ve çocuklarda bu değerin kafatası yapısının gelişimi ile korele bir Şekilde değişim gsterdiğini ortaya koymaktadır. İki yaş ve üzerinde 15 dB nHL'in üstündeki eşik değerlerinde maskeli kemik yolu ölçümlerinin yapılabileceği belirtilmiştir (57).

Kemik Yolu Vibratör Yerleşimi

Kemik vibratörün yerleşim yeri eşik tanımada ve latans değerlerini tayin etmekte büyük önem taşımaktadır (Şekil 16). Bu nedenle kemik yolu vibratörün kokleaya en yakın bölge olan mastoid kemik üzerine yerleştirilmesi daha güvenilir kayıtlama yapılması için önem taşımaktadır (57).



Şekil 16. Erişkinlerde vibratör bölgesine göre V. dalga zirveleri oklarla ile gösterilmiştir (5).

Yang ve ark. (56) kemik yolu ABR'de vibratör yerleşiminin ve uygulanan birleşme basıncının varyasyonlara yol açtığını belirtmiş ve kemik vibratörünü üç farklı bölgeye yerleştirerek yaptıkları araştırmada, posterior bölgede elde edilen latans değerlerinin hava yoluna göre daha kısa olduğunu belirtmişlerdir. Fakat bu bölgede elektrodla çok yakın yerleşim nedeni ile elektro-manyetik artefakt oluşumunun arttığı gözlenmiştir. Aynı araştırmada, hava yolu V. dalga latansına göre en uygun verinin, test devamlılığı ve latans değerleri göz önüne alındığında süpero-posterior mastoid bölgeden alınacağı belirtilmiştir.

Vibratör yerleşim yerinin latansa etkisi (57):

-Süperior mastoid bölge: Hava yolu ABR'de elde edilen V. dalga latansına göre uzamış,

-Süpero-posterior mastoid bölge: Hava yolu ABR'de elde edilen V. dalga latansına göre az uzamış,

-Posterior mastoid bölge: Hava yolu ABR'de elde edilen V. dalga latansına göre eşit veya kısa değerler elde edilmiştir.

3.15. Kemik Yolu Beyin Sapı İşitsel Uyarılmış Potansiyellerinin Latans - Amplitüd Değerlendirmeleri

İşitsel beyin sapı potansiyellerinin değerlendirilmeleri eşik ve tanısallık amaçlı olarak ayrılrsa da aslında ortak iki parametre kullanılmaktadır. Latans ve amplitüd değerlendirmeleri birlikte kullanılacağı gibi sadece tek başına da kullanılabilir. Sadece amplitüde dayalı ölçümler güvenilirlik olarak yetersiz kalacağından ölçümlerde latansla birlikte kullanılması önerilmektedir (44). Latans tanımlanırken işitme yollarında birden fazla fizyolojik ve mekanik yapı etkinlik gösterir. Bu yapılarda oluşan patolojiler, latans ve amplitüd üzerine olumsuz etkiye sahiptir. O yüzden normal işitenlerde dalga latanslarının saptanması ve normatif verinin hazırlanması gereklidir.

Katz'a (66) göre normatif verinin güvenilirliğini arttıran en önemli husus teste alınan birey sayısıdır. Birey sayısı ne kadar yüksek ise normatif verinin güvenilirliği o kadar fazladır. Latansa dayalı değerlendirme yapacak klinikler öncelikle bu parametreye ait normatif verileri güvenilir kaynaklardan edinmeli ya da özenli bir şekilde kendileri oluşturmalıdır. Normatif veri oluşturulurken ABR latanslarının kullanım amacı göz önüne alınarak uyaran ve kayıtlama parametreleri seçilmelidir.

3.16. Kliniğe Ait Normal Değerlerin Oluşturulmasının Sebepleri

İşitsel uyarılmış beyin sapı cevapları uygun çevresel şartlarda uygulansa bile, ABR'nin kaydı sırasında elektrotların konumları, testin yapıldığı ortam, cevabı sağlayan uyaranlar, kaydedilen cevabın varlığını ve kalitesini doğrudan etkilemektedir. Bu yüzden öncelikle her kliniğin kendi normal değerlerini tespit etmesi ve kendi standartlarını oluşturması gerektiği vurgulanmaktadır (67).

Klinik normlar oluşturulurken ortalama dalga I, III, V latansları ve I-III, III-V, I-V IPL değerleri, ayrıca normal cevapları patolojik cevaplardan ayırt etmek için de standart sapma değerleri belirlenmelidir (47).

4. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Fırat Üniversitesi Hastanesi Kulak Burun ve Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Odyoloji Ünitesi'nde gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya başlamadan önce Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi İnsanlar Üzerinde Yapılacak Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığının 23.05.2014 tarihli ve 39542 sayılı kararı ile etik kurul onayı alınmıştır (Ek 1). Çalışmaya alınan olguların tamamı yapılacak işlem hakkında bilgilendirilmiş kendilerinden veya ebeveynlerinden bilgilendirilmiş onam formu (Ek 2) imzalatılarak izin alınmıştır.

Bu çalışmaya yaşları 10-60 arasında değişen, sağlıklı 50 kadın ve 50 erkek olgu alınmış (100 olgu), çalışmaya olguların her iki kulağı (200 kulak) dahil edilmiştir. Olgular yaşlarına göre her bir grupta 10 erkek ve 10 kadın olacak şekilde beş gruba ayrılmıştır:

Grup 1 (n=20 olgu, 40 kulak): 10-20 yaş arası (ort: $17,5 \pm 2,21$)

Grup 2 (n=20 olgu, 40 kulak): 21-30 yaş arası (ort: $24,5 \pm 2,77$)

Grup 3 (n=20 olgu, 40 kulak): 31-40 yaş arası (ort: $34,1 \pm 3,16$)

Grup 4 (n=20 olgu, 40 kulak): 41-50 yaş arası (ort: $43,5 \pm 3,21$)

Grup 5 (n=20 olgu, 40 kulak): 51-60 yaş arası (ort: $53,5 \pm 3,16$)

4.1. Olguların Çalışmaya Alınma Kriterleri

Çalışmaya alınan olguların detaylı anemnezleri alındıktan sonra KBB muayeneleri yapılmıştır. Olguların tümüne saf ses odyometri, konuşma odyometrisi, akustik immitansmetri ve TEOAE testleri uygulandıktan sonra kemik yolu ABR ölçümleri yapılmıştır.

Aşağıdaki kriterleri taşıyan olgular çalışmaya alınmıştır:

1.Normal otolojik bulgularının olması (68).

2.Normal sınırlarda saf ses ortalamasının olması (konvansiyonel odyometride herhangi bir frekasta 20 dB'den fazla işitme kaybının olmaması) ve normal konuşmayı ayırt etme skoruna sahip olması (68, 69).

3.Normal immitansmetrik bulgularının olması ve bilateral akustik reflekslerin olması (16).

4.Kronik böbrek yetmezliği, kontrolsüz diyabet ve psikiyatrik hastalık olmaması.

5.Başka bir nedenle otolojik hastalık öyküsünün ve şikayetinin olmaması ve otolojik cerrahi geçirmemiş olması olguların çalışmaya dahil edilebilme kriterleri olarak belirlenmiştir.

4.2. Odyolojik Değerlendirmeler

4.2.1. Akustik İmmittansmetri

İmmittansmetrik ölçümler AZ 26 model impedansmetre (Interacoustics, Danimarka) ile TDH-39 hoparlör ve 226 Hz probe ton 80 dB şiddetinde uyaran kullanılarak yapıldı. Çalışmaya dahil edilen olguların orta kulak basıncına, statik impedans ve akustik refleks eşiklerine bakılarak, tip A normal timpanograma sahip ve bilateral akustik refleksleri elde edilen olgular çalışmaya dahil edildi. Akustik refleksler ipsilateral olarak 500-4000 Hz aralığında ve 85-110 dB uyaran şiddeti kullanılarak elde edildi.

4.2.2. Saf Ses ve Konuşma Odyometrisi

Tüm odyolojik değerlendirmeler, uygun ses yalıtımlı odalarda standart sessiz kabinde (Industrial Acoustic Company Inc., New York, A.B.D.), Interacoustics AC 40 klinik odyometre (Interacoustics, Danimarka) ile birlikte TDH 39P Telephonics kulaklıklar ve Rodioear B-71 marka kemik vibratör kullanılarak hava ve kemik yolu işitme eşikleri saptanmıştır. Ayrıca konuşma odyometrisi yapılarak konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme skoru belirlenmiştir.

Her iki kulakta hava yolu işitme eşikleri 250, 500, 1000, 2000, 4000 ve 6000 Hz'te, kemik yolu işitme eşikleri ise 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz'te standart limit metodu yöntemi ile tespit edilmiştir. Konuşma testinde konuşmayı alma eşiği saf ses ortalaması ile ± 10 dB aralığıyla uyumlu ve konuşmayı ayırt etme skorunun %88 ve üzerinde olması gerekmektedir (70).

4.3.3. Kemik Yolu İşitsel Beyin Sapı Cevap Odyometrisi

Çalışmamızda Medelec Synergy T marka cihaz (Natus, A.B.D.) ve kemik yolu uyaran B-71 kemik vibratör kullanılarak kemik yolu ABR testleri yapılmıştır. Her grupta kemik yolu ABR davranımları 0,1 msn'lik alternate klik uyaran kullanılarak ipsilateral olarak elde edilmiştir. ABR kayıtlamasında altın kaplı tekrar kullanılabilir metal plate elektrod kullanılmıştır. Elektrod yerleşimlerinden önce Nuprep cilt temizleyicisi ile elektrodların yapıştırılacağı bölgeler temizlenmiştir. Elektrodlar Ten 20 EEG pastası ile cilde yerleştirilmiştir. Saniyede 7 klik frekans sayısı kullanılmıştır. Uyarıcı düzeyleri 7 klik/sn için 50-30-10 dB nHL olarak saptanmıştır. Kayıt sırasında kemik vibratör ipsilateral mastoide, altın kaplama disk elektrod; ipsilateral lobüle (-), aktif elektrod saç

çizgisine ve toprak elektrodu ise kontralateral lobüle yerleştirilmiştir. Davranımlar 30-1500 Hz frekans bandı ile filtrelenip amplifiye edilmiştir. Elektrodlar arası empedans farkı 3 kohm'un altında olacak şekilde düzenlenmiştir. Her bir dalga 1000 davranımlık (sweep) iki ayrı trase oluşturularak davranımın tekrarlanabilirliği sınanarak, test edilen her bir kulak için analizleri yapılmıştır. Ölçüm parametrelere Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Kemik yolu ABR ölçümleri sırasında kullanılan test parametreleri

Uyaran	0,1 msn klik
Polarite	Alternate
Şiddet	50, 30, 10 dB nHL
Uyaran sıklığı	7 /sn
Kayıtlama filtre bandı	30-1500 Hz
Averajlama	1000
Kemik vibratör yerleşimi	Supero-posterior mastoid bölge

Ölçümlerde kullanılan cihaz ve malzemelerin fotoğrafları Şekil 17-18'de verilmiştir.



Şekil 17. Çalışmada kullanılan ABR cihazı ve kemik vibratör



Şekil 18. Çalışmada kullanılan elektrodlar ve elektrot uygulama alanlarının hazırlanmasında kullanılan jel

4.4. İstatistiksel Değerlendirme

Elde edilen verilerin istatistiki analizi için, SPSS paket programı (SPSS for Windows version 22.0) kullanılmıştır. Cinsiyet ve sağ/sol kulakların karşılaştırılmasında Student t-testi kullanıldı. Yaşa göre gruplar arasındaki farklılığın değerlendirilmesinde ise one-way ANOVA testi ile istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı analiz edildi. Anlamlı sonuçlar için farklılığın hangi gruplar arasında olduğu Tukey yöntemi ile analiz edildi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak alındı.

5. BULGULAR

Çalışmamızdaki her gruba ait kemik yolu ABR I. III. ve V. dalga kayıt örnekleri Ek 3’de verilmiştir.

Olguların yaşı, cinsiyeti ve sağ/sol kulak dutumuna göre üç farklı uyaran şiddetinde (50, 30, 10 dB nHL) kemik yolu ABR cevapları kaydedilmiş, latans ve IPL değerleri ayrı ayrı saptanmıştır. Olguların 50, 30, 10 dB nHL uyaran şiddetlerinde saptanan sağ/sol kulak latans ve IPL değerleri ve istatistiksel karşılaştırmaları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Çalışmaya dahil edilen tüm olguların kemik yolu ABR’de 50, 30, 10 dB nHL uyaran şiddetlerinde sağ/sol kulak latans ve IPL ortalamaları ve istatistiksel karşılaştırmaları

	Dalga	Şiddet	Kulak				p
			Sağ		Sol		
			n	ort ± ss	n	ort ± ss	
LATANSLAR	I	50	100	2.27 ± 0.30	100	2.29 ± 0.36	0.68
		30	100	3.21 ± 0.46	100	3.20 ± 0.53	0.90
		10	55	4.22 ± 0.64	65	4.20 ± 0.65	0.82
	III	50	100	4.30 ± 0.31	100	4.24 ± 0.31	0.17
		30	100	5.16 ± 0.43	100	5.20 ± 0.44	0.59
		10	59	6.21 ± 0.70	69	6.18 ± 0.62	0.74
	V	50	100	6.18 ± 0.33	100	6.19 ± 0.30	0.71
		30	100	7.02 ± 0.58	100	7.07 ± 0.57	0.53
		10	98	8.15 ± 0.73	100	8.15 ± 0.61	0.68
IPL	I-V	50	100	3.90 ± 0.29	100	3.92 ± 0.49	0.68
		30	100	3.87 ± 0.51	100	3.93 ± 0.52	0.43
		10	55	3.97 ± 0.54	65	4.01 ± 0.54	0.69
	I-III	50	100	2.07 ± 0.53	100	1.96 ± 0.35	0.08
		30	100	2.04 ± 0.62	100	2.00 ± 0.51	0.66
		10	55	2.02 ± 0.37	65	2.02 ± 0.41	0.95
	III-V	50	100	1.88 ± 0.21	100	1.96 ± 0.29	0.01 *
		30	100	1.87 ± 0.30	100	1.96 ± 0.37	0.06
		10	59	2.09 ± 0.96	69	2.02 ± 0.40	0.59

Ort: aritmetik ortalama

ss: standart sapma

* p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Buna göre sadece 50 dB nHL şiddetinde III-V IPL değerlerinde sağ ve sol kulak arasında istatistiksel olarak anlamlılık saptanmıştır (p<0,05).

Cinsiyete göre latans ve IPL değerlerinin ortalaması ve istatistiksel karşılaştırması Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Çalışmaya dahil edilen tüm olguların kemik yolu ABR’ de 50, 30, 10 dB nHL uyaran şiddetlerinde cinsiyete göre latans ve IPL ortalamaları ve istatistiksel karşılaştırmaları

	Dalga	Şiddet	Kulak				p
			Kadın		Erkek		
			n	ort ± ss	n	ort ± ss	
LATANSLAR	I	50	100	2.24 ± 0.29	100	2.32 ± 0.37	0.11
		30	100	3.07 ± 0.46	100	3.34 ± 0.49	0.00 *
		10	70	4.14 ± 0.63	50	4.31 ± 0.65	0.14
	III	50	100	4.22 ± 0.27	100	4.31 ± 0.34	0.03 *
		30	100	5.10 ± 0.42	100	5.26 ± 0.45	0.03 *
		10	73	6.16 ± 0.66	55	6.23 ± 0.65	0.58
	V	50	100	6.11 ± 0.30	100	6.26 ± 0.31	0.00 *
		30	100	6.91 ± 0.53	100	7.17 ± 0.59	0.00 *
		10	100	8.04 ± 0.68	98	8.27 ± 0.64	0.01 *
IPL	I-V	50	100	3.87 ± 0.31	100	3.96 ± 0.47	0.09
		30	100	3.93 ± 0.61	100	3.87 ± 0.41	0.41
		10	70	4.00 ± 0.57	50	3.99 ± 0.49	0.97
	I-III	50	100	2.02 ± 0.55	100	2.01 ± 0.33	0.84
		30	100	2.13 ± 0.74	100	1.92 ± 0.29	0.01 *
		10	70	2.04 ± 0.41	50	2.00 ± 0.35	0.56
	III-V	50	100	1.90 ± 0.24	100	1.94 ± 0.26	0.23
		30	100	1.86 ± 0.28	100	1.97 ± 0.38	0.03 *
		10	73	2.05 ± 0.89	55	2.06 ± 0.36	0.94

Ort: aritmetik ortalama

ss: standart sapma

* p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Cinsiyete göre dalga latanslarına bakıldığında dalga I’de 30 dB nHL’de, dalga III’de 50 ve 30 dB nHL’de, dalga V’de 50, 30 ve 10 dB’de kadınlar ve erkekler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır (p<0,05). Erkeklerde dalga latans ortalamaları kadınlara göre uzamış tespit edilmiştir.

Cinsiyete göre IPL’ye bakıldığında sadece 30 dB şiddetinde I-III ve III-V IPL’lerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05). 30 dB nHL şiddetinde I-III IPL değerleri kadınlarda erkeklere göre, III-V IPL değeri ise erkeklerde kadınlara göre daha uzun bulunmuştur.

Yaş gruplarına göre 50 dB nHL’de latans ve IPL değerlerinin ortalaması ve istatistiksel karşılaştırması Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Çalışmaya dahil edilen tüm olguların kemik yolu ABR’de yaş gruplarına göre 50 dB nHL’de kaydedilen latans ve IPL ortalamaları ve istatistiksel karşılaştırmaları

	Dalga	Yaş grubu		Betimsel		Tukey	
				n	Ort. ±s.s	Fark	p
LATANSLAR	I	1	10-20	40	2.23 ± 0.36	X	X
		2	21-30	40	2.17 ± 0.24		
		3	31-40	40	2.36 ± 0.42		
		4	41-50	40	2.32 ± 0.31		
		5	51-60	40	2.32 ± 0.29		
	III	1	10-20	40	4.21 ± 0.27	2-4	0.05*
		2	21-30	40	4.16 ± 0.28		
		3	31-40	40	4.31 ± 0.40		
		4	41-50	40	4.35 ± 0.32		
		5	51-60	40	4.30 ± 0.24		
	V	1	10-20	40	6.17 ± 0.26	2-4	0.04*
		2	21-30	40	6.05 ± 0.27		
		3	31-40	40	6.21 ± 0.36	2-5	
		4	41-50	40	6.25 ± 0.37		
		5	51-60	40	6.24 ± 0.25		
IPL	I-V	1	10-20	40	3.94 ± 0.31	X	X
		2	21-30	40	3.94 ± 0.61		
		3	31-40	40	3.84 ± 0.36		
		4	41-50	40	3.92 ± 0.37		
		5	51-60	40	2.10 ± 0.81		
	I-III	1	10-20	40	1.98 ± 0.22	X	X
		2	21-30	40	2.04 ± 0.43		
		3	31-40	40	1.95 ± 0.23		
		4	41-50	40	2.02 ± 0.28		
		5	51-60	40	2.10 ± 0.81		
	III-V	1	10-20	40	1.95 ± 0.24	X	X
		2	21-30	40	1.89 ± 0.25		
		3	31-40	40	1.92 ± 0.27		
		4	41-50	40	1.89 ± 0.31		
		5	51-60	40	1.94 ± 0.20		

Ort: aritmetik ortalama

ss: standart sapma

* p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

X: gruplar arasında anlamlı farklılık yoktur.

Yaş gruplarına göre dalga latanslarına bakıldığında 50 dB nHL uyaran şiddetinde III. dalga açısından grup 2 ve 4 arasında; V. dalga açısından ise grup 2 ile 4 ve grup 2 ve 5 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir (p<0,05) (Tablo 4).

Yaş gruplarına göre 30 dB nHL’de latans ve IPL değerlerinin ortalaması ve istatistiksel karşılaştırması Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Çalışmaya dahil edilen tüm olguların kemik yolu ABR’de yaş gruplarına göre 30 dB nHL’de kaydedilen latans ve IPL ortalamaları ve istatistiksel karşılaştırmaları

	Dalga	Yaş grubu		Betimsel		Tukey	
				n	Ort. ± s.s	Fark	p
LATANSLAR	I	1	10-20	40	3.11 ± 0.49	2-4	0.03*
		2	21-30	40	3.05 ± 0.39		
		3	31-40	40	3.26 ± 0.54		
		4	41-50	40	3.37 ± 0.51		
		5	51-60	40	3.22 ± 0.49		
	III	1	10-20	40	5.07 ± 0.42	1-4 2-4	0.02* 0.00*
		2	21-30	40	5.02 ± 0.37		
		3	31-40	40	5.24 ± 0.42		
		4	41-50	40	5.35 ± 0.42		
		5	51-60	40	5.22 ± 0.48		
	V	1	10-20	40	6.81 ± 0.65	1-4	0.00*
		2	21-30	40	6.95 ± 0.45		
		3	31-40	40	7.10 ± 0.45		
		4	41-50	40	7.24 ± 0.47		
		5	51-60	40	7.11 ± 0.72		
IPL	I-V	1	10-20	40	3.77 ± 0.29	1-5 3-5	0.01* 0.05*
		2	21-30	40	3.89 ± 0.41		
		3	31-40	40	3.82 ± 0.37		
		4	41-50	40	3.87 ± 0.35		
		5	51-60	40	4.14 ± 0.89		
	I-III	1	10-20	40	2.00 ± 0.46	X	X
		2	21-30	40	1.94 ± 0.27		
		3	31-40	40	2.02 ± 1.09		
		4	41-50	40	1.98 ± 0.26		
		5	51-60	40	1.96 ± 0.26		
	III-V	1	10-20	40	1.82 ± 0.28	1-5 3-5	0.02* 0.02*
		2	21-30	40	1.95 ± 0.37		
		3	31-40	40	1.83 ± 0.26		
		4	41-50	40	1.93 ± 0.30		
		5	51-60	40	2.05 ± 0.41		

Ort: aritmetik ortalama

ss: standart sapma

* p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

X: gruplar arasında anlamlı farklılık yoktur.

30 dB nHL şiddetinde yaş gruplarına göre dalga latanslarına bakıldığında I. dalga açısından grup 2 ile 4; III. dalga açısından grup 1 ile 4 ve grup 2 ile 4; V. dalga açısından ise grup 1 ile 4 arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05).

30 dB nHL uyaran şiddetinde kaydedilen IPL'lere göre I-V ve III-V IPL'de grup 1 ile 5 ve grup 3 ile 5 arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır (p<0,05).

Yaş gruplarına göre 10 dB nHL'de latans ve IPL değerlerinin ortalaması ve istatistiksel karşılaştırması Tablo 6'de verilmiştir.

Tablo 6. Çalışmaya dahil edilen tüm olguların kemik yolu ABR'de yaş gruplarına göre 10 dB nHL'de kaydedilen latans ve IPL ortalamaları ve istatistiksel karşılaştırmaları

	Dalga	Yaş grubu		Betimsel		Tukey	
				N	Ort. ± s.s	Fark	p
LATANSLAR	I	1	10-20	40	3.77 ± 0.70	1-3	0.02 *
		2	21-30	40	4.01 ± 0.53	1-4	0.00 *
		3	31-40	40	4.33 ± 0.56	1-5	0.00 *
		4	41-50	40	4.59 ± 0.48	2-4	0.00 *
		5	51-60	40	4.36 ± 0.66		
	III	1	10-20	40	5.71 ± 0.59	1-3	0.00 *
		2	21-30	40	5.96 ± 0.46	1-4	0.00 *
		3	31-40	40	6.31 ± 0.55	1-5	0.00 *
		4	41-50	40	6.62 ± 0.67	2-4	0.00 *
		5	51-60	40	6.45 ± 0.65	2-5	0.01 *
	V	1	10-20	40	7.76 ± 0.64	1-3	0.02 *
		2	21-30	40	7.97 ± 0.49	1-4	0.00 *
		3	31-40	40	8.19 ± 0.59	1-5	0.00 *
		4	41-50	40	8.45 ± 0.76	2-4	0.00 *
		5	51-60	40	8.41 ± 0.61	2-5	0.02 *
IPL	I-V	1	10-20	40	3.87 ± 0.44	X	X
		2	21-30	40	3.98 ± 0.57		
		3	31-40	40	3.92 ± 0.46		
		4	41-50	40	3.94 ± 0.53		
		5	51-60	40	4.25 ± 0.59		
	I-III	1	10-20	40	1.97 ± 0.30	X	X
		2	21-30	40	1.99 ± 0.39		
		3	31-40	40	2.04 ± 0.49		
		4	41-50	40	2.03 ± 0.43		
		5	51-60	40	2.09 ± 0.31		
	III-V	1	10-20	40	1.89 ± 0.30	X	X
		2	21-30	40	2.06 ± 0.38		
		3	31-40	40	2.23 ± 1.46		
		4	41-50	40	1.91 ± 0.36		
		5	51-60	40	2.17 ± 0.47		

Ort: aritmetik ortalama

ss: standart sapma

* p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

X: gruplar arasında anlamlı farklılık yoktur.

10 dB nHL uyaran şiddetinde yaş gruplarına göre kaydedilen latanslarda I. dalga açısından grup1-3, 1-4, 1-5 ve 2-5 arasında; III. ve V. dalga açısından grup 1-3, 1-5, 2-4 ve 2-5 arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanmıştır ($p<0,05$). Ancak IPL açısından yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Çalışmaya alınan tüm olguların kemik yolu ABR'de yaş gruplarına göre 50, 30, 10 dB nHL'de kaydedilen latans ve IPL ortalamaları Ek 4'de verilmiştir.

6. TARTIŞMA

İşitsel beyin sapı potansiyelleri işitme yolunun periferel ve santral fonksiyonu ile ilgili bilgi sağlamaktadır ve kliniklerde kullanılan en önemli objektif odyolojik testlerden biridir. Objektif bir test olması ve işitme kaybının tipi ve derecesi hakkında saf ses odyometrisine yakın sonuçlar sunması testin önemini artırmıştır. ABR testinin iki komponenti olan hava ve kemik yolu uygulamaları birlikte kullanıldığında işitme kaybının değerlendirilmesinde daha anlamlı sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. ABR testinin yayınlanmış normatif verileri mevcut olmasına rağmen, araştırmalar kullanılan cihaza spesifik ve test yapılan lokal popülasyona yönelik standartize normatif verilerin kullanılması gerektiğini belirtmektedir (41, 47).

Kemik yolu ve hava yolu ABR birbirinden fizyolojik olarak büyük farklılıklar içermektedir. Bu farklılıklar iki iletim sonucu oluşan duyarlılıklara da yansımıştır. Bununla beraber hava yolunun duyarlılık bölgesi daha yüksek frekans spektrumuna sahipken kemik yolunda bu duyarlılık daha düşük ve orta frekanslıdır. Yapılan çalışmalarda kemik yolu iletiminde duyarlılık bölgesi 2500 Hz'nin altında yoğunlaşmış iken hava yolu iletimde daha yüksek aralık olan 3000-4000 Hz arasında yoğunlaşmıştır. Böylece kemik yolu ABR erişkinlerde yapılan uyarılara karşı oluşan cevaplar basiller membranın apikal bölgesinde olan daha düşük frekanslarda alınır. Bunun sonucunda da kemik yolu ABR'de daha uzun latanslar elde edilir. Ayrıca kemik yolundan elde edilen ABR V. dalga latanslarının hava yoluna göre uzun olması kemik yolu vibratör yerleşiminden kaynaklı olabileceği gibi bu farklılığın kemik yolu iletim ile hava yolu iletimin

birbirinden farklı mekanizmalara sahip olmasından kaynaklandığı da düşünülmektedir (56, 57, 71).

Stuart ve ark. (57), V. dalga latans değerlerine kemik vibratör yerleşim yerinin etkisini belirtmişlerdir. Temporal kemik üzerinde belirlenen üç farklı bölge olan süperior, süperio-posterior ve posterior temporal bölge sonuçlarının hava yolu V. dalga latansı ile karşılaştırılması yapılmış ve süperio-posterior bölgenin ideal ölçüm için uygunluğu belirtilmiştir.

Yang ve ark. (56), latansların hava ve kemik iletim yolu ile değiştiğini, ayrıca kemik yolu ABR'de vibratör yerleşim yerine ve yaşa göre de değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. İki iletim yolunun enerji dönüşümlerinin farklılığı nedeni ile latansların değişkenlik gösterebileceğinden belirtmişlerdir. Bu farklılıklar, hava yolundan sunulan uyaran ilerleyişi sırasında dış ve orta kulak mekanizmasından etkilenirken, kemik yolundan sunulan uyaranın farklı yapılardan kokleaya ulaşmasından kaynaklanacağını öne sürmüşlerdir.

Cornacchia ve ark. (72), V. dalga latanslarının genel olarak erişkinlerde infantlara göre daha uzun olduğunu (0,08 msn) ve erişkinlerde V. dalga latansının hava yolu ABR'ye göre 0,59 msn daha uzun olduğunu bildirmişlerdir. Yine erişkinlerde yapılan çalışmalarda kemik yolu ABR latansları hava yoluna göre 0,50 msn daha uzun olduğu belirtilmiştir (71). İnfantlarda ise kemik yolu ABR, hava yolu ABR'den 0,67 msn uzun bulunmuştur.

Mauldin ve Jerger (73), hava ve kemik yolu ABR'yi karşılaştırmış ve ortalama olarak kemik yolu ABR'nin V. dalga latansının hava yoluna göre 0,46 msn daha uzun olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da erişkinlerde V.

dalga latansının hava yolu ABR'ye göre yaklaşık 0,50 msn daha uzun olduğu bulunmuştur.

Ness (47), yaptığı çalışmada erkeklerde kadınlara göre dalgalar arası latansların daha uzun olduğunu ve bu bulguların literatürle uyum sağladığını bildirmiştir. Dehan ve Jerger (74), cinsiyete bağlı ABR'de dalga I, III ve V latans farklılığın kafa büyüklüğüne bağlı olabileceğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda cinsiyete göre yapılan karşılaştırmalarda dalga latanslarında erkeklerde kadınlara göre daha uzun olarak bulunmuştur.

Çalışmamızda 50, 30, 10 dB nHL uyaran şiddetlerinde yaş, cinsiyet ve kulaklara göre latans ve IPL farklılık araştırılmış ve genel olarak sağ ve sol kulak arasında latans farklılığı gözlenmemiştir. Yalnızca 50 dB nHL uyaran şiddetinde sol kulakta dalga III-V IPL'de sağ kulağa göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($p=0,01$) bulunmuştur. Çalışmamızda cinsiyete göre yapılan karşılaştırmalarda dalga I latanslarının yalnızca 30 dB şiddetinde; dalga III latanslarının sadece 50 ve 30 dB şiddetinde ve dalga V latanslarının 50, 30, 10 dB şiddetinde anlamlı olarak değiştiği, erkeklerde kadınlara oranla bu dalga latanslarının uzadığı saptanmıştır. Özellikle dalga V latansındaki uzama literatürle uyumluluk göstermektedir. Bu uzamada Dehan ve Jerger'in belirttiği gibi erkeklerin kafa büyüklüğünün etkili olabileceği düşünülmektedir. IPL'de ise sadece 30 dB şiddetinde I-III IPL'de kadınlarda erkeklere oranla uzadığı; III-V IPL'de ise erkeklerde kadınlara oranla latansların uzadığı saptanmıştır.

Çalışmamızda özellikle 10 ve 30 dB nHL şiddette elde edilen kemik yolu ABR V. dalga latans ortalamalarının yaşa bağlı değişimi literatürle uyumluluk göstermektedir. Çalışmamızda, yaş gruplarına göre karşılaştırma yapıldığında

dalga I, III ve V latanslarının ve I-V, III-V IPL'nin yaşla beraber uzadığı saptanmıştır.

Çalışmamızda elde edilen normatif veriler 10-60 yaşlar arasında olgularda kemik yolu ABR testinin yorumlanmasında ve Doğu Anadolu Bölgesi ve Türkiye geneli için yol gösterici değerler oluşturacaktır. Ayrıca ayırıcı tanı ve patoloji tespitinde klinisyene kolaylık, zaman ve güven kazandıracaktır.

Sonuç olarak;

1. Çalışmamız sonucunda elde edilen bulgular literatürle uyumlu bulunmuştur.
2. Kemik yolu ABR cevaplarının cinsiyete göre yapılan değerlendirmesinde V. dalga latanslarında erkeklerde kadınlara göre yaklaşık olarak 0,2 ms uzama tespit edildi. IPL'lara bakıldığında; I-III IPL kadınlarda erkeklere göre daha uzun, III-V IPL'de erkeklerde kadınlara göre daha uzun bulundu.
3. Yaş gruplarına göre dalga latansları incelendiğinde yaşla beraber tüm dalga latanslarının uzadığı tespit edildi.
4. Sağ ve sol kulak arasında yapılan karşılaştırmalarda I, III ve V dalga latanslarında anlamlı fark görülmedi. Sadece 50 dB nHL uyaran şiddetinde III-V IPL'de sol kulak latansı sağ kulağa göre daha uzun bulundu.

Kemik yolu ve hava yolu ABR beraber kullanıldığında klinisyene önemli katkılar sağlamaktadır.

Çalışmamızda elde edilen dalga latansları ve dalgalar arası latanslar kliniğimize ait kemik yolu ABR standart değerlerini oluşturacaktır. Bu değerler kliniğimiz hastalarının değerlendirilmesinde referans değer olarak kullanılacaktır.

7. KAYNAKLAR

1. Kochanek K, Skarżyński H, Janczewski G, Dobrzyński P, Piłka A. Frequency-specificity of auditory brainstem responses elicited by 500 Hz tone-pip with Gaussian envelope in normal hearing and sensorineural hearing loss. *International Congress Series* 2003; 1240: 257-261.
2. Sininger YS, Hyde M, Auditory brainstem response in audiometric thresholds. Katz J, Burkard R, Hood L, Medwetsky L, (editors). *Handbook of clinical audiology*, Sixth edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2009: 293-322.
3. Acır N, Özdamar Ö, Güzelış C. Automatic classification of auditory brainstem responses using SVM-based feature selection algorithm for threshold detection. *Eng Appl Artif Intell* 2006; 19: 209-218.
4. Muş N, Özdamar Ö. *İşitsel Beyinsapı Cevapları "Temel Bilgiler ve Klinik Uygulamaları"*. Ankara: Gülhane Askeri Tıp Akademisi, 2005.
5. Yang EY, Rupert AL, Mousheglan GA. Developmental study of bone conduction auditory brain stem response in infants. *Ear Hear* 1987; 8: 244-251.
6. Stuart A, Yang EY, Stenstorm R, Reindorp AG. Auditory brainstem response thresholds to air and bone conducted clicks in neonates and adults. *Am J Otology* 1993; 14: 176-182.
7. Hall JW. *New Handbook of Auditory Evoked Responses*. Boston: Pearson 2007; 11-56, 172-193.
8. Brown CJ. İşitmenin elektrofizyolojik olarak belirlenmesi. Cummings CW, Flint PW, Harker LA, et al. (Editors). Koç C. (Çeviri Editörü). *Cummings Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi*. 4. Cilt, Ankara: Öncü Basımevi, 2007: 3466-3482.
9. Yılmaz S, Özdek A, Kılıç R, Şafak MA, Tarhan E, Oğuz H, et al. Cinsiyet, stimulus şiddeti ve stimulus tekrarlama oranının normal işitmeye sahip olgularda işitsel beyin sapı cevapları. *Otoskop* 2003; 2: 55-63
10. Lavoie BA, Metha R, Thornton ARD. Linear and nonlinear changes in the auditory brainstem response of aging humans. *Clin Neurophysiol* 2008; 119: 772-785.
11. Durgut M. *Normal İşiten ve Sensorinöral İşitme Kayıplı Erişkin Bireylerde Tonal Beyinsapı İşitsel Uyarılmış Potansiyelleri ile Elde Edilen Erişkinlerin Saf Ses Odyometriyle Elde Edilen Eşiklerle Karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2010.
12. Demirbaş O. *Deneysel Oluşturulmuş Bakteriyel Menenjitin Tedavisinde Steroidin İşitmenin Korunmasına Etkisinin ABR ve DPOAE ile Araştırılması*. Tıpta Uzmanlık Tezi. Samsun: 19 Mayıs Üniversitesi 2008.

13. Bess FH, Humes LE. Audiology-The Fundamentals. 4th Edition, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008; 53-86.
14. <http://www.bilimvesaglik.com/vucudumuz/duyu-organlari/kulak-ve-isitme-duyusu.html>
24.08.2014
15. Esmer N, Akmer MN, Karasalihoğlu AR, Saatçi MR. Klinik Odyoloji. Özişik Matbaacılık, 1995; 17-43.
16. Akyıldız N. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi, 1998; 22-61, 77-101.
17. Stach BA. Clinical Audiology: An Introduction. 2. Ed. USA, Singular Publishing Group, Inc. 2010; 56-59.
18. Moller A. Hearing: Anatomy, Physiology and Disorders of the Auditory System, 2.Ed. USA: Plural Publishing Inc. 2006; 6-8.
19. Aoki H, Sando I, Takahashi H. Anatomic relationships between Ostmann's fatty tissue and eustachian tube. Ann Otol Rhinol Laryngol 1994; 103: 211-214.
20. Akyol MU, Saraç S, Sennaroğlu G. Kulak. Önerci M. (Editör). Sorularla Kulak Burun Boğaz Hastalıkları. Ankara: Güneş Kitapevi, 2001: 175-220.
21. http://www.darwinizminsonu.com/indirgenemez_komplekslik_07.html 31.08.2014
22. Clark WW, Ohlemiller KK. Anatomy and Physiology of Hearing for Audiologists. 2. Ed. USA, Cengage Learning. 2007; 56-76.
23. <http://isitmefizyolojisi.blogspot.com.tr/p/isitme-organlar.html> 24.08.2014
24. Moore JK. The Human Auditory Brain Stem: A Comparative View. Hear Res. 1987; 29: 1-32.
25. Rouiller EM. Functional Organization of the Auditory Pathways. In: Ehret G, Romand R. The Central Auditory System. UK, Oxford University Press. 1997; 3-65.
26. Madanoğlu NA. İşitme mekanizmasında işitme yollarının fonksiyonu. Otokop 2002; 3: 121-124.
27. Chevillet M, Riesenhuber M, Rauschecker JP. Functional correlates of the antero-lateral processing hierarchy in human auditory cortex. J Neurosci 2011; 31: 9345-9352.
31. http://www.istanbulsaglik.gov.tr/w/tez/pdf/kbb/dr_bunyamin_turhan.pdf
28. Boyle R, Rabbitt RD, Highstein SM. Efferent control of hair cell and afferent responses in the semicircular canals. J Neurophysiol 2009; 102: 1513-1525.
29. Jamie MR, Christiane P. Neuro-otology for audiologists. In: Katz J. (Editor). Hanbook of clinical audiology. 5.Baskı, Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins 2002:9-15.

30. McGee T, Kraus N, Littmanm T, Nicol T. Contributions of Medial Geniculate Body Subdivisions to the Middle Latency Response. *Hear Res* 1992; 61: 147–154.
31. http://www.istanbulsaglik.gov.tr/w/tez/pdf/kbb/dr_bunjamin_turhan.pdf.
32. Abbas PJ, Miller CA. Physiology of the auditory system. In Cummings CW, Fredrickson JM, Harker LA et al. (eds): *Otolaryngology Head & Neck Surgery*. 3 rd ed. St. Louis: Mosby-Year Book 1998; 2831–2874.
33. Bluestone CD. Physiology of the Middle Ear and Eustachian Tube. In Paparella MM, Shumrick DA, Gluckman JL, Meyerhpff WL (eds): *Otolaryngology*. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders Company 1991; 163-197.
34. Hall III JW. *New Handbook of Auditory Evoked Responses*. USA, Pearson Education Inc. 2000.
35. Şerbetçioğlu B, Çelik O. Otoloji ve nöro-otolojide öykü, muayene ve değerlendirme. Çelik O. (Editör). *Kulak burun boğaz hastalıkları ve baş boyun cerrahisi*. Turgut Yayıncılık 2002: 1–30. *Kitabevleri* 1996; 879-929.
36. Birkent ÖF. Mikst Tip İşitme Kayıplı Yetişkinlerde Saf Ses Odyometri Eşikleri ile Klik ve Tonal İşitsel Beyinsapı Cevap Odyometri Eşiklerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Elazığ: Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2012.
37. Sataloff RT, Sataloff J. The nature of hearing loss. In: Sataloff RT, Sataloff J. (Editors) *Hearing loss*, Forth Edition, New York: Taylor and Francis Group, 2005: 19-27.
38. World Health Organization-WHO/OMS. (textona internet), 2009. Disponivel em, <http://www.who.int/en/>. Erişim Tarihi: 10.10.2011.
39. Burkard RF, Don M. The auditory brainstem response. Burkard RF, Eggermont JJ, Don M. (Editors). *Auditory Evoked Potentials: Basic Principles and Clinical Application*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2007: 229-248.
40. Glasscock ME, Jackson CC, Josey AF. The ABR Glasscock III Auditory Brainstem Response. New York: Thieme Medical, 1987: 159-228
41. Coenraad S, van Immerzeel T, Hoeve LJ, Goedegebure A. Fitting model of ABR age dependency in a clinical population of normal hearing children. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2010; 267: 1531-1537.
42. Musiek FE, Kibbe K, Rackliffe L, Weider DJ. The Auditory Brain Stem Response I-V Amplitude Ratio in Normal, Cochlear, and Retrocochlear Ears. *Ear Hear* 1984; 5: 52-55.
43. Şerbetçioğlu B, Gürkan S, Mungan S. ABR ve OAE testlerinin klinik önemi ve uygulama prensipleri. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Türkiye Klinikleri J E.N.T.-Special Topics 2012; 5: 51-61

44. Özbayır S. 0-9 Yaş Çocuklarda Normal ABR Bulgularının Standardizasyonu. Doktora Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 1995.
45. Belgin E, Şahlı S. Klinik odyoloji. 1. Baskı, Güneş Kitapevi, 2014: 127.
46. Satar B, Özünlü A, Muş N. Sağlıklı Kobaylarda İşitsel Beyinsapı Cevapları. *Otoskop*. 2000; 2: 65-69.
47. Ness DA. Normative Data for Neurodiagnostic Auditory Brainstem Response Testing(ABR). College of Liberal Arts Louisiana Tech University, Louisiana, Dissertation 2009.
48. Jiang ZD. Intensity Effect on Amplitude of Auditory Brainstem Responses in Human. *Scand Audiol*. 1991; 20(1):41-47.
49. Arnold SA. The Auditory Brainstem Response. In: Ross J. Roeser, Michael Valente, Holly Hosford-Dunn. (Editors). *Audiology: Diagnosis*. USA: The Thieme Medical Publishers Inc., 2007: 451-470.
50. Hood LJ. Clinical Applications of the Auditory Brainstem Response. USA, Singular Publishing, USA. 1998; 37-46.
51. Kraus N, Nicol T. Auditory evoked potentials. In: Binder MD, Hirokawa N, Windhorst U. *Encyclopedia of Neuroscience*. Berlin, Springer. 2009; 214-218.
52. Atcherson SR, Stoodly TM. *Auditory Electrophysiology: A Clinical Guide*. USA, Thieme. 2012; 76-100.
53. Ferraro JA. Electrocochleography. In: Roeser RJ, Valente M, Hosford-Dunn H. *Audiology Diagnosis*. 2. Ed., USA, Thieme. 2007; 400-425.
54. Esteves MC, Aringa AH, Arruda GV, et al. Brainstem Evoked Response Audiometry in Normal Hearing Subjects. *Braz J Otorhinolaryngol* 2009; 75: 420-425.
55. Gorga MP, Johnson TA, Kaminski JK, et al. Using a combination of click- and tone burst-evoked auditory brain stem response measurements to estimate pure-tone thresholds. *Ear Hear* 2006; 27: 60-74.
56. Yang EY, Stuart A, Stenstrom R, Hollett S. Effect of vibrator to head coupling force on the auditory brain stem response to bone conducted clicks in newborn infants. *Ear Hear* 1991; 12: 55-60.
57. Stuart A, Yang EY, Stenstrom R. Effect of Temporal Area Bone Vibrator Placement on Auditory Brain Stem Response in Newborn Infants. *Ear Hear* 1990; 11: 363-369.
58. Salmay A, McKean CM, Buda FB. Maturation Changes in Auditory Transmission as Reflected in Human Brain Stem Potentials. *Brain Res*. 1975; 96: 361-366

59. Picton TW, Stapells DR, Campbell KB. Auditory evoked potentials from the human cochlea and brainstem. *J Otolaryngol Suppl* 1981; 9: 1-41.
60. Rosenblum SM, Ruth RA, Gal TJ. Brain stem auditory evoked potential monitoring during profound hypothermia and circulatory arrest. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1985; 94: 281-283.
61. <http://www.klinikodyoloji.com/pdf/ABR.pdf>20.09.2014
62. Selters WA, Brackmann DE. Acoustic tumor detection with brainstem electric response audiometry. *Arch Otolaryngol* 1997; 103:181-187
63. Stockard JJ, Rossiter VS. Clinical and pathological correlates of brainstem auditory response abnormalities. *Neurology*. 1977; 27: 316-325.
64. Henry P, Letowski TR. Bone Conduction: Anatomy, Physiology and Communication. Memphis Books LLC 2011: 30-52.
65. Yang EY, Stuart EA. Method of Auditory Brainstem response testing of infants using bone-conducted clicks. *Speech Lang Pathol Audiol* 1990; 14: 69-76.
66. Katz, J. Clinical Audiology. In: Katz J, Burkard R, Hood L, Medwetsky L. (editors). *Handbook of clinical audiology*, Sixth edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2009: 3-7.
67. Weber BA. Patient-Specific Normative Values for Auditory Brainstem Audiometry. *Am J Audiology* 1992; 24-26.
68. Silman S, Silverman CA. Pure Tone Audiometry. *Basic Audiologic Testing “Auditory Diagnosis Principles and Applications”* 2nd Edition. London: Singular Publishing Group Inc. 1997.
69. Schlauch RS, Nelson P. Puretone Evaluation. In: Jack Katz. (Editor). *The Handbook of Clinical Audiology*, 6th Edition, USA: Lippincott Williams & Wilkins, 2009.
70. Humes LE. Psychoacoustic Considerations in Clinical Audiology. *Handbook of Clinical Audiology*. Katz J. Williams & Wilkins Baltimore. 1994: 56-72.
71. Rhonda G. Hooks, and Bruce A. Weber Auditory Brain Stem Responses of Premature Infants to Bone-Conducted Stimuli: A Feasibility Study Vol. 5, No.1 1984; 42-46.
72. Cornacchia L, Martini A, Morra B. Bone-conduction BSER in adults and children. Paper presented at the ERA Symposium, Bergamo, Italy 1981.
73. Mauldin L, Jerger J. Auditory brainstem evoked responses to bone conducted signals. *Arch. Otolaryngol*. 1979; 105; 656-661.
74. Dehan CP, Jerger J. Analysis of Gender Differences in the Auditory Brainstem Response. *Laryngoscope* 1990; 100: 18-24.

8. EKLER

EK 1: Etik Kurul Onay Formu

Evrak Tarih ve Sayısı: 23/05/2014-39542

T.C.



FIRAT ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ

Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı :97132852/050.01.04/
Konu :Prof. Dr. İrfan KAYGUSUZ

KULAK BURUN VE BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALINA

İlgi :30/04/2014 tarihli, 36368 sayılı ve "Tez Konusu" konulu yazı

Anabilim Dalımız Öğretim Üyesi Prof. Dr. İrfan KAYGUSUZ yönetiminde, Yük. Lis. Öğr. Tuba GÜNDOĞDU'ya ait "Normal İşiten Bireylerde Kemik Yolu İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Cevaplarının Normalizasyonu" konulu çalışma ile ilgili Etik Kurul Kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

e-İmzalıdır.
Prof.Dr. Mustafa KAPLAN
Kurul Başkanı

Not : Araştırmacıların TÜBİTAK'a yapılacak başvurular için, tüm üyelerin ıslak imzalarının bulunduğu etik kurul kararını talep etmeleri gerekmektedir.

EK :
Etik Kurul Kararı 1 (bir) sayfa

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı

ETİK KURUL KARARI

TOPLANTI TARİHİ	TOPLANTI SAYISI	KARAR NO	ÇALIŞMACININ ADI SOYADI
20.05.2014	10	10	Prof. Dr. İrfan KAYGUSUZ

KARAR

“Normal İşiten Bireylerde Kemik Yolu İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Cevaplarının Normalizasyonu” konulu çalışma etik kurulumuzda görüşülmüş olup; çalışmanın etik kurallara uygun olduğuna oybirliğiyle karar verilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa KAPLAN (Başkan)			
Prof. Dr. Engin ŞAHNA (Üye)	İmza	Prof. Dr. Neriman ÇOLAKOĞLU (Üye)	İmza
Doç. Dr. Süleyman Serdar KOCA (Üye)	İmza	Doç. Dr. Erdal TAŞKIN (Üye)	İmza
Doç. Dr. Demet ÇİÇEK (Üye)	İmza	Doç. Dr. Fatih FIRDOLAŞ (Üye)	İmza
Doç. Dr. Ertan EVİN (Üye)	Bulunmadı	Doç. Dr. Yalın Kılıç TÜREL (Üye)	Bulunmadı
Doç. Dr. Sefa KAZANÇ (Üye)	İmza	Doç. Dr. Alper Osman ÖĞRENMİŞ (Üye)	İmza
Doç. Dr. Murat SUNKAR (Üye)	İmza	Doç. Dr. Yüksel SAVUCU (Üye)	Bulunmadı
Yrd. Doç. Dr. Funda GÜLCU (Üye)	Bulunmadı	Yrd. Doç. Dr. Nurhan HALİSDEMİR (Üye)	İmza

EK 2: : Bilgilendirilmiş gönüllü olur formu

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Üniversitemiz Tıp Fakültesi Hastanesi Kulak Burun ve Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Ünitesi'nde yapacağımız çalışma için gönüllü olmak ister misiniz?

"Normal İşiten Bireylerde Kemik Yolu İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Cevaplarının Normalizasyonu" isimli bir çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır ve katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Çalışmaya katılma konusunda karar vermeden önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir. Bu araştırma, KBB Anabilim Dalı'nda, Prof. Dr. İrfan KAYGUSUZ'un sorumluluğu altındadır.

Çalışmanın amacı:

İşitsel beyinsapı cevapları, odyolojik ve nörolojik tanıda yaygın olarak kullanılan elektrofizyolojik testlerden biridir. Hava ve kemik yolu olmak üzere iki uyaran yolu vardır. Kemik yolu ABR halen az kullanılan klinik tekniklerdendir. Kemik yolu ABR işitme kaybının tipini belirlemede klinisyene önemli bilgi vermektedir. Kemik yolundan elde edilen veri, hava yolu değerleri ile birleştirildiği zaman tanıya önemli katkı sağlamaktadır. Kemik yolu ABR dalga latansları ve dalgalararası latanslar klinikler arası farklılıklar göstermektedir. Fırat Üniversitesi Hastanesi Kulak Burun Boğaz Anabilim dalı olarak kliniğimizin normal değerlerini bulmayı amaçlıyoruz. Gelecekte benzer hasta gruplarına referans olması bakımından önemlidir. Bu araştırma 100 kişi üzerinde yapılacaktır.

Bu çalışmaya katılmalı mıyım?

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Şu anda bu formu imzalarsanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin çalışmayı bırakmakta özgürsünüz. Bu çalışmaya katılmakla herhangi bir risk almıyorsunuz.

Çalışmada yer almamanın yararları nelerdir?

Kliniğimize ait kemik yolu işitsel uyarılmış beyinsapı cevaplarının standart değerlerinin elde edilmesine yardımcı olmaktadır.

Kişisel bilgilerim nasıl kullanılacak?

Araştırmacınız, kişisel bilgilerinizi, araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır ancak kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır. Yalnızca gereği halinde, sizinle ilgili bilgileri etik kurullar ya da resmi makamlar inceleyebilir. Çalışmanın sonunda, kendi sonuçlarınızla ilgili bilgi isteme hakkınız vardır. Çalışma sonuçları çalışma bitiminde tıbbi literatürde yayınlanabilecektir ancak kimliğiniz açıklanmayacaktır.

Daha fazla bilgi için kime başvurabilirim?

Çalışma ile ilgili bilgiye gereksiniminiz olduğunuzda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

ADI : Tuba GÜNDOĞDU

GÖREVİ : Yüksek Lisans Öğrencisi

TELEFON : 0553 454 96 40

(Katılımcının / Hastanın Beyanı)

Fırat Üniversitesi KBB Anabilim dalında, odyoloji yüksek lisans öğrencisi Tuba Gündoğdu tarafından bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı" olarak davet edildim.

Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir neden göstermeden araştırmadan çekilebilirim. (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağını bilincindeyim). Araştırmadan elde edilen benimle ilgili kişisel bilgilerin gizliliğinin korunacağını biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla, hiç bir baskı ve zorlama olmaksızın, gönüllülük içerisinde katılmayı kabul ediyorum.

İmzalı bu formun bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı

Adı, Soyadı : _____

Adres : _____

Telefon : _____

İmza : _____

Tarih : ___/ ___/ 20___

Veli veya Vasi

Adı, Soyadı : _____

Adres : _____

Telefon : _____

İmza : _____

Tarih : ___/ ___/ 20___

Görüşme tanığı

Adı, Soyadı : _____

Adres : _____

Telefon : _____

İmza : _____

Tarih : ___/ ___/ 20___

Katılımcı ile görüşen araştırmacı

Adı - Soyadı (Unvanı) : Tuba Gündoğdu

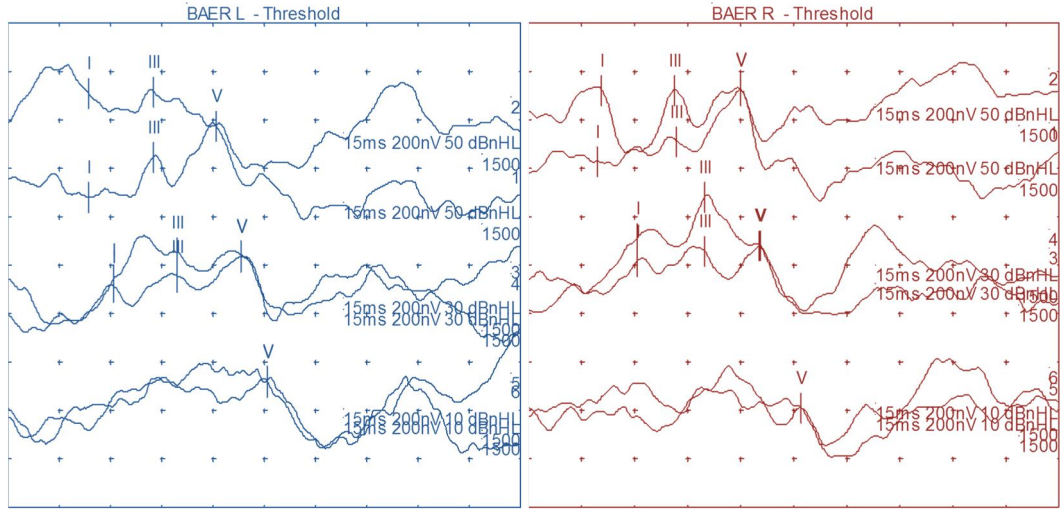
**Adres : Fırat Üniversitesi Hastanesi KBB Anabilim
Dalı/Odyoloji Ünitesi**

Telefon : 0553 454 96 40

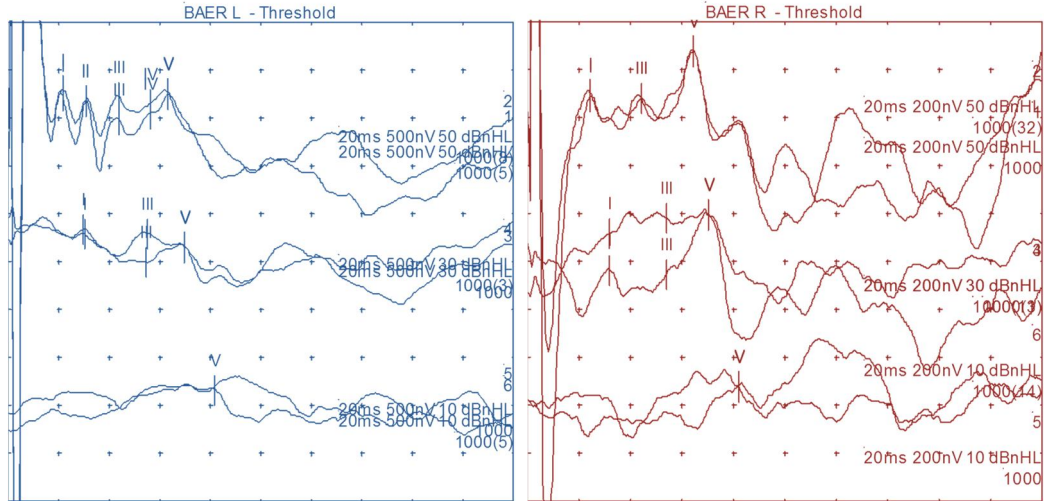
İmza : _____

Tarih : ___/ ___/ 20___

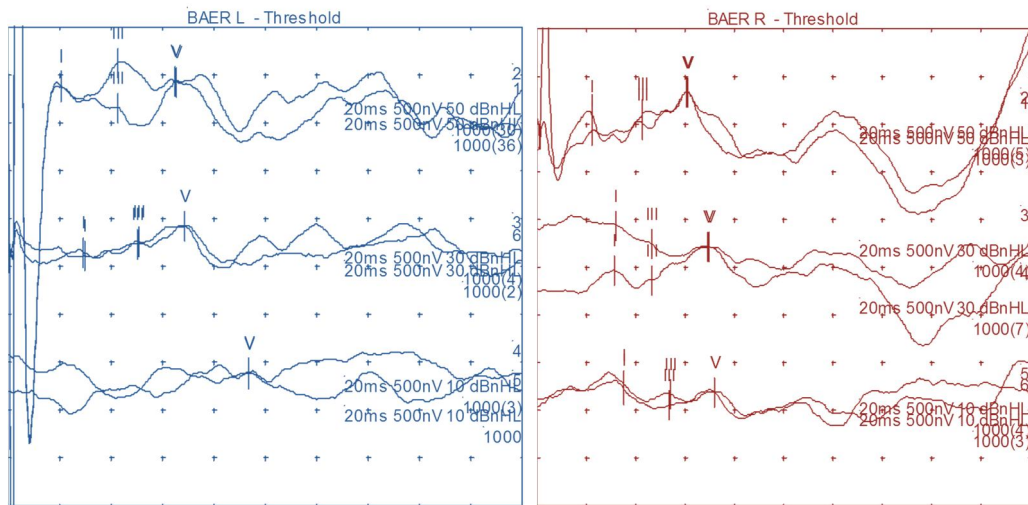
Ek 3: Kemik yolu ABR'de her gruba ait I. III. ve V. dalga kayıt örnekleri



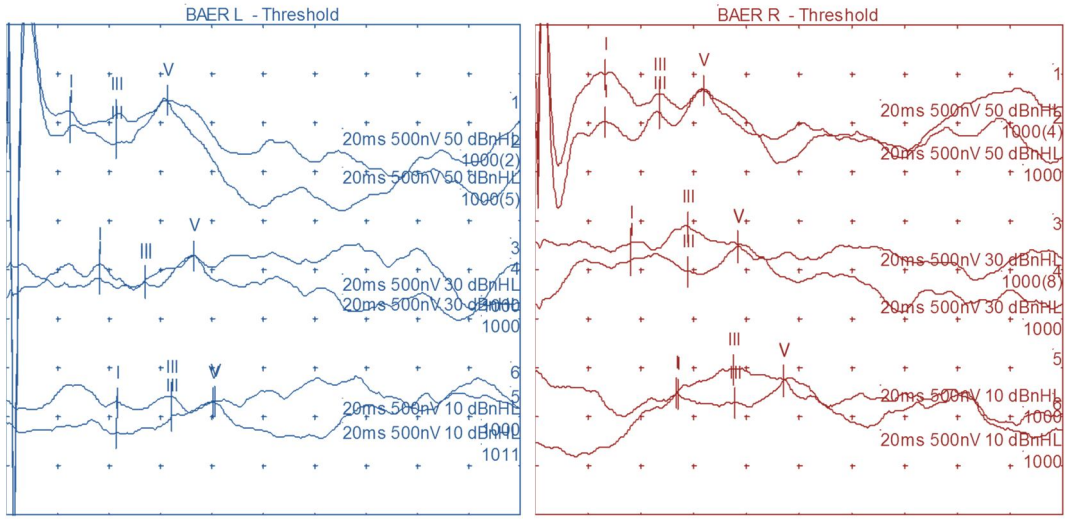
Şekil 19. Grup 1 kemik yolu ABR yanıtları



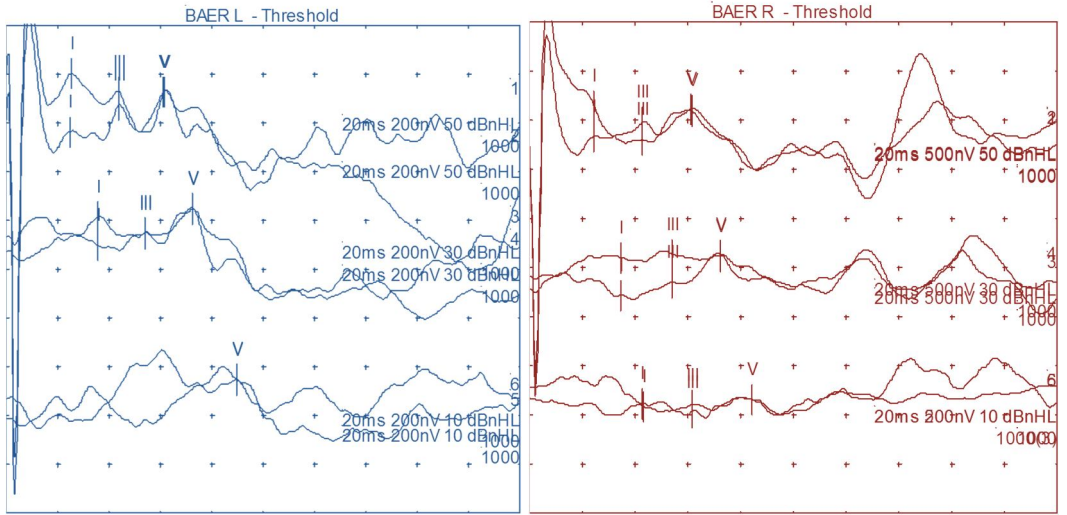
Şekil 20. Grup 2 kemik yolu ABR yanıtları



Şekil 21. Grup 3 kemik yolu ABR yanıtları



Şekil 22. Grup 4 kemik yolu ABR yanıtları



Şekil 23. Grup 5 kemik yolu ABR yanıtları

Ek 4: Çalışmaya alınan tüm olguların kemik yolu ABR’de yaş gruplarına göre 50, 30, 10 dB nHL’de kaydedilen latans ve IPL ortalamaları

Şiddet	Yaş Aralığı	Latanslar			IPL		
		I	III	V	I-V	III-V	I-III
50	10-20	2.23 ± 0.36	4.21 ± 0.27	6.17 ± 0.26	3.94 ± 0.31	1.95 ± 0.24	1.98 ± 0.22
	21-30	2.17 ± 0.24	4.16 ± 0.28	6.05 ± 0.27	3.94 ± 0.61	1.89 ± 0.25	2.04 ± 0.43
	31-40	2.36 ± 0.42	4.31 ± 0.40	6.21 ± 0.36	3.84 ± 0.36	1.92 ± 0.27	1.95 ± 0.23
	41-50	2.32 ± 0.31	4.35 ± 0.32	6.25 ± 0.37	3.92 ± 0.37	1.89 ± 0.31	2.02 ± 0.28
	51-60	2.32 ± 0.29	4.30 ± 0.24	6.24 ± 0.25	2.10 ± 0.81	1.94 ± 0.20	2.10 ± 0.81
30	10-20	3.11 ± 0.49	5.07 ± 0.42	6.81 ± 0.65	3.77 ± 0.29	1.82 ± 0.28	2.00 ± 0.46
	21-30	3.05 ± 0.39	5.02 ± 0.37	6.95 ± 0.45	3.89 ± 0.41	1.95 ± 0.37	1.94 ± 0.27
	31-40	3.26 ± 0.54	5.24 ± 0.42	7.10 ± 0.45	3.82 ± 0.37	1.83 ± 0.26	2.02 ± 1.09
	41-50	3.37 ± 0.51	5.35 ± 0.42	7.24 ± 0.47	3.87 ± 0.35	1.93 ± 0.30	1.98 ± 0.26
	51-60	3.22 ± 0.49	5.22 ± 0.48	7.11 ± 0.72	4.14 ± 0.89	2.05 ± 0.41	1.96 ± 0.26
10	10-20	3.77 ± 0.70	5.71 ± 0.59	7.76 ± 0.64	3.87 ± 0.44	1.89 ± 0.30	1.97 ± 0.30
	21-30	4.01 ± 0.53	5.96 ± 0.46	7.97 ± 0.49	3.98 ± 0.57	2.06 ± 0.38	1.99 ± 0.39
	31-40	4.33 ± 0.56	6.31 ± 0.55	8.19 ± 0.59	3.92 ± 0.46	2.23 ± 1.46	2.04 ± 0.49
	41-50	4.59 ± 0.48	6.62 ± 0.67	8.45 ± 0.76	3.94 ± 0.53	1.91 ± 0.36	2.03 ± 0.43
	51-60	4.36 ± 0.66	6.45 ± 0.65	8.41 ± 0.61	4.25 ± 0.59	2.17 ± 0.47	2.09 ± 0.31

9. ÖZGEÇMİŞ

01.07.1988 yılında Elazığ'da doğdum. İlköğrenimimi Yakup Şevki Paşa İlköğretim Okulu'nda, orta öğrenimimi Elazığ Lisesi'nde, lisans eğitimimi 2005-2009 yılları arasında Fırat Üniversitesi Sağlık Yüksek Okulu Hemşirelik bölümünde tamamladım. 2010 yılında Fırat Üniversitesi hastanesinde hemşire olarak göreve başladım ve hala devam etmekteyim. 2013 yılında Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun ve Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Odyoloji Ünitesi'nde yüksek lisans eğitimime başladım.

e-posta: T.gundogdu@hotmail.com