



T.C.
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ ANABİLİM DALI
ODYOLOJİ, KONUŞMA VE SES BOZUKLUKLARI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

NORMAL İŞİTMEYE SAHİP YETİŞKİNLERDE CHİRP UYARANI
NORMATİF DEĞERLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahmet Fevzi PARLAK

ANKARA - 2014



T.C.
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ ANABİLİM DALI
ODYOLOJİ, KONUŞMA VE SES BOZUKLUKLARI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

NORMAL İŞİTMEYE SAHİP YETİŞKİNLERDE CHİRP UYARANI
NORMATİF DEĞERLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahmet Fevzi PARLAK

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Hatice Seyra ERBEK

ANKARA - 2014



1993

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ



TS-EN-ISO 9001
KALITE SİSTEM BELGESİ

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Konuşma Ve Ses Bozuklukları Tezli Yüksek Lisans Programı çerçevesinde Ahmet Fevzi Parlak tarafından yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi : 02/01/2014

Tez Konusu: Normal İşiten Yetişkinlerde Chirp Uyarın Normatif Değerleri

TEZ DANIŞMANI : Doç. Dr. Hatice Seyra ERBEK

TEZ JÜRİSİ ÜYELERİ :

Prof. Dr. Erol BELGİN

Doç. Dr. Hatice Seyra ERBEK

Yrd. Doç. Dr. Özgül Akın ŞENKAL

ONAY : Bu tez Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Yönetim Kurulunun 02/01/2014 tarih, 004 sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Rengin ERDAL
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimime başlamama olanak sağlayan, bilgi ve desteklerini benden esirgemeyen, tanımaktan onur duyduğum değerli hocalarım Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Levent N. ÖZLÜOĞLU' na, Sayın Prof. Dr. Erol BELGİN'e, Sayın Prof. Dr. Erdinç AYDIN'a, Sayın Prof. Dr. Aydan GENÇ'e, Sayın Doç. Dr. Selim ERBEK'e, Sayın Doç. Dr. Ayşe Sanem ŞAHLI' ya ve Sayın Yrd. Doç. Dr.Özgül AKIN ŞENKAL'a,

Tez çalışmam boyunca her sıkıntıda yanımda olan, bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren, benden emek, sabır ve güler yüzünü esirgenemeyen çok değerli hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Hatice Seyra ERBEK'e,

Tanıştığımız ilk günden itibaren dostlukları ile hep yanımda olan ve tezimin her aşamasında bana destek veren sevgili dönem arkadaşlarıma,

Eğitimim süresince tecrübelerini benimle paylaşan, sevgi ve dostluklarını benden esirgemeyen, Odym. Sinem KAPICIOĞLU, Odym. Güldeniz PEKCAN ve Odym. Nesrin ÖZTÜRK'e, Adana'da staj dönemimde yanımda olan tez çalışmamda ve klinikte bana destek olan Ahmet ÖZMEN, Eda ATAY, Tuğba BAKI'ye,

Hayatta her koşulda yanımda olan, bu günlere gelebilmem için hiç bir fedakarlıktan kaçınmayan canım aileme, sonsuz teşekkür ederim.

AHMET FEVZİ PARLAK

ÖZET

İşitsel beyin sapı cevapları; odyolojik ve nörolojik tanıda kullanılan, hastanın katılımını gerektirmeyen, kokleadan başlayarak subkortikal yapılara kadar elektrofizyolojik fonksiyonları değerlendiren noninvaziv ve güvenilir bir testtir. ABR objektif bir test olmasına rağmen; dalga latansları ve amplitüdüleri uyaran çeşidine, kullanılan parametrelere, bireyin yaş ve cinsiyetine göre farklılıklar gösterir. Bu tür farklılıklardan dolayı her klinik kendi normal değerlerini oluşturmalı ve standartlarını tespit etmelidir. Bu çalışmada, normal işiten yetişkinlerde chirp uyaran ile V. dalga latans ve amplitüdülerinin belirlenerek, kliniğimize ait normatif verilerin oluşturulması amaçlanmıştır.

Bu amaçla, Başkent Üniversitesi Hastanesi KBB Kliniğine başvuran işitme şikayeti olmayan ve otoskopik muayenesi normal 31'i kadın 31'i erkek toplam 62 birey çalışmaya dahil edilmiştir. Katılımcılar 18-39 ve 40-60 yaş olarak 2 gruba ayrılmıştır. Saf ses ortalaması 18-39 yaş için maksimum 15 dB, 20-40 yaş için maksimum 20 dB olan ve immitansmetrik değerlendirmesi normal olan bireyler çalışmaya dahil edilmiştir.

Çalışmamızda, 90, 70, 50, 40 ve 20 dB şiddetlerinde gönderilen chirp uyaran ile I. ve III. dalga elde edilebilirliği değerlendirilmiş, oluşan V. dalga latansları ve amplitüdüleri ölçülmüştür. 90 dB şiddetinde 17 bireyde I. dalga, 14 bireyde ise III. dalga elde edilememiştir. Tüm bireylerden elde edilen V. dalga değerlerinde en yüksek amplitüd($0,41\mu V \pm 0,12 \mu V$) 70dB şiddetinde, en düşük latans($4,62ms \pm 0,34ms$) 90dB şiddetinde tespit edilmiştir. Cinsiyete göre yapılan değerlendirmede erkeklerde V. dalga latansları daha geç elde edilmiştir. Yaş gruplarına göre yapılan değerlendirmede ise 40-60 yaş grubu V. dalga latansları daha geç bulunmuştur. Çalışmamızdan elde edilen V. dalga latans ve amplitüdüleri kliniğimize ait chirp uyaran ABR standartlarımızı oluşturmuştur. Bundan sonra yapılacak çalışmalar için referans oluşturacaktır.

Anahtar Kelimeler: İşitsel beyin sapı cevabı, ABR, Chirp

ABSTRACT

Auditory brainstem response; is a non-invasive and reliable test, which assesses electrophysiological functions till subcortical structures starting from cochlea and does not require participation of patient and used in neurological and audiological diagnosis. Although ABR is an objective test, it varies according to the wave latencies and amplitudes stimulating type, used parameters as well as age and sex of the individual. Because of these differences, each clinic should establish its normal values, and determine its standards. In this study, it is aimed to determine V wave latencies and amplitudes on normal hearing adults via chirp stimulus and to establish normative data of our clinic.

For this purpose, an overall of 62 subjects, who applied to Başkent University Hospital KBB (Otorhinolaryngology) Clinic and did not have any hearing complaints as well as whose autoscopic inspection was normal as well as composed of 31 female and 31 males, was included to the study. Participants are separated into two groups according to their ages as 18-39 and 40-60. Individuals, whose pure audible mean was maximum 14 dB for 18-39 ages, and maximum 20 dB for 20-40 ages as well as immitansmetric evaluation was normal, were included to the study.

In our study, I and III wave attainability was evaluated via chirp stimulus, send at 90, 70, 50, 40 and 20 dB intensities, and formed V wave latencies and amplitudes were measured. At 90 dB intensity, I wave could not be obtained for 17 individuals, and III wave could not be obtained for 14 individuals. Maximum amplitude ($0,41 \mu\text{V} \pm 0,12 \mu\text{V}$) on the V wave values, obtained from all individuals, was determined at 70 dB, and the lowest latency ($4,62 \text{ ms} \pm 0,34 \text{ ms}$) was determined at 90 dB. During the evaluations, made according to sex, V wave latencies were obtained later on men. During the evaluations, made according to age groups, 40-60 age group V latencies were found later. V wave latencies and amplitudes from our study form the chirp stimulus ABR standards of our clinic. It shall form a reference for the future studies.

Keywords: Auditory brainstem response, ABR, Chirp

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER.....	vii
TABLolar	viii
1.GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. İşitsel Uyarılmış Potansiyeller	3
2.2. İşitsel Uyarılmış Potansiyellerin Tarihçesi	3
2.3. İşitsel Uyarılmış Potansiyellerin Tipleri	4
2.3.1.Uzak Saha Potansiyeller	5
2.3.2.Yakın Saha Potansiyelleri	6
2.4. İşitsel Beyinsapı Cevabı(ABR:Auditory Brainstem Response).....	8
2.5. ABR ‘nin Nörofizyolojik Temeli	9
2.6. ABR Değerlendirilmesi.....	11
2.7. ABR’yi Etkileyen Faktörler	15
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	31
4. BULGULAR.....	36
5. TARTIŞMA	50
6. SONUÇ.....	58
7. KAYNAKÇA.....	60

KISALTMALAR

DKY	: Dış Kulak Yolu
ABR	: Auditory Brainstem Responses (İşitsel Beyin Sapı Cevapları)
ECochG	: Elektrokokleografi
HL	: Hearing Level (İşitme Seviyesi)
Db	: Desibel
Ms	: Milisaniye
μ V	: Mikro Volt
Ω	: Ohm
Hz	: Hertz

ŞEKİLLER

Şekil 2.1: İşitsel uyarılmış potansiyellerin erken,orta ve geç latans yanıtları	5
Şekil 2.2: ABR dalga morfolojisi örneği.....	9
Şekil 2.3: Santral işitme sistemi	11
Şekil 2.4: ABR dalgasından elde edilen değişkenler	12
Şekil 2.5: Chirp uyarın ile oluşturulmuş şiddet-latans eğrisi.....	17
Şekil 2.6: Click uyarın frekans spektrumu	20
Şekil 2.7: 500 Hz tone burst uyarın frekans spektrumları	21
Şekil 2.8: Chirp uyarın geliştirilmesinde kullanılan gecikme modelleri	22
Şekil 2.9: 4 frekansın birleştirilmesi ile oluşturulan geniş bant chirp'in frekans spektrumu	23
Şekil 2.10: 60dB şiddetinde dar bant chirp uyarınlarının katkısı	24
Şekil 3.1: Eclipse EP 15 ABR.....	33
Şekil 3.2: Elektrot yerleşimi.....	33
Şekil 3.3: Bir olgunun sol kulak chirp uyarın traseleri.....	33
Şekil 4.1: Tüm bireylerin V. dalga latans değerleri	40
Şekil 4.2: Tüm bireylerin V. dalga amplitüd dağılımları	41
Şekil 4.3: Kadın ve erkeklerin tüm şiddet düzeylerindeki V. dalga latans değerleri	44
Şekil 4.4: Tüm şiddetteki V.dalga latanslarının yaşlara göre dağılımı	45
Şekil 4.5: Erkek ve kadınların şiddetlere göre latans dağılımları.....	48

TABLolar

Tablo 4.1: Çalışmaya katılan bireylerin yaş ve cinsiyete göre dağılımı	36
Tablo 4.2: Tüm Olgular İçerisinde Farklı Şiddetlere Göre Sağ ve Sol Kulaklara İlişkin Latans Ölçümleri (n=62).....	37
Tablo 4.3: Kadın ve Erkekler İçerisinde Farklı Şiddetlere Göre Sağ ve Sol Kulaklara İlişkin Latans Ölçümleri.....	38
Tablo 4.4: Tüm Olgular İçerisinde Farklı Şiddetlere Göre Sağ ve Sol Kulaklara İlişkin Amplitüd Ölçümleri (n=62).....	39
Tablo 4.5: Tüm Olguların Farklı Şiddetlere Göre Referans Latans Ölçümleri (n=62).....	40
Tablo 4.6: Tüm Olguların Farklı Şiddetlere Göre Referans Amplitüd Ölçümleri (n=62).....	41
Tablo 4.7: Yaş ve Cinsiyet Grupları İçerisinde Farklı Şiddetlere Göre Referans Amplitüd Ölçümleri	42
Tablo 4.8: Kadın ve Erkeklerle Göre Farklı Şiddetlerdeki Referans Amplitüd Ölçümleri	43
Tablo 4.9: Kadın ve Erkeklerle Göre Farklı Şiddetlerdeki Referans Latans Ölçümleri	44
Tablo 4.10: Yaş Gruplarına Göre Farklı Şiddetlerdeki Referans Latans Ölçümleri.....	45
Tablo 4.11: Kadınlar İçerisinde Yaş Grupları Arasında Farklı Şiddetlere İlişkin Referans Latans Ölçümleri	46
Tablo 4.12: Erkekler İçerisinde Yaş Grupları Arasında Farklı Şiddetlere İlişkin Referans Latans Ölçümleri	47
Tablo 4. 13: Her Bir Yaş Grubu İçerisinde Kadın ve Erkekler Arasında Farklı Şiddetlere Göre Sağ ve Sol Kulaklara İlişkin Referans Latans Ölçümleri	49

1.GİRİŞ

İşitsel beyin sapı cevapları (Auditory brainstem response, ABR), odyolojik ve nörolojik tanıda kullanılan, hastanın katılımını gerektirmeyen kokleadan başlayarak subkortikal yapılara kadar elektrofizyolojik fonksiyonları değerlendiren noninvaziv ve güvenilir bir testtir. Yeni doğan işitme taramasında, infantların ve test edilmesinde güçlük çekilen yetişkinlerin işitmelerinin değerlendirilmesinde, koklear ve retrokoklear patolojilerin ayırıcı tanısında kullanılmaktadır (1).

ABR ölçümlerinde, uyaran tipi olarak click, tonal uyaran veya chirp kullanılabilir. Tonal uyaranlar frekansa spesifik uyaranlardır. Ancak tonal uyaranlar ile yapılan çalışmalarda seçilen frekansın alt ve üstündeki frekanslardan da katılımın olduğu saptanmıştır. Bu nedenle yan frekansların katılımını azaltmak için çeşitli teknikler kullanmak gerekmektedir(14) . Kullanım zorluğundan ve belirtilen özelliğinden ötürü güvenilirliği düşüktür(1,7,8). ABR ölçümlerinde yaygın olarak click uyaran kullanılmaktadır. Ancak click uyaran kullanılarak elde edilen cevapların kokleanın tümünü değil, daha ziyade bazal bölgelerindeki(2-4 kHz) deformasyonu yansıttığı düşünülmektedir(8,16). Bu sebeple kokleanın tamamını eş zamanda uyuracağı ve etkin bir nöral senkronizasyon sağlayacağı düşünülen chirp uyaran tasarlanmıştır. Frekansı alçaktan yükseğe doğru özel bir dizilime sahip chirp isimli uyarının click seslerine göre daha büyük amplitüdü ABR dalgaları oluşturabileceğini ve kokleayı eş zamanlı olarak uyarabileceğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır(9-11,67).

Objektif bir yöntem olmasıyla beraber ABR sonuçlarını doğru yorumlayıp yeterince yararlanabilmek için belirli teknik kurallara uyulması ve klinik standartların iyi saptanması gerekmektedir(12,13). ABR'de elde edilen cevaplar, ölçüm teknikleri ve şartlarına göre farklılıklar göstermekte, uygun çevresel şartlar sağlansa bile testin yapıldığı ortam, elektriksel cevabı sağlayan uyaranlar, bireyin yaşı ve cinsiyeti gibi bazı faktörler ABR dalga normlarını etkileyebilmektedir. Bu nedenle, her klinik, kendi kayıt koşullarına ve cihazına göre standartlarını oluşturmalıdır(13).

Bu çalışmada, normal işiten yetişkinlerde chirp uyaran ile V. dalga latanslarının saptanması ve kliniğimize ait normatif verilerin oluşturulması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İşitsel Uyarılmış Potansiyeller

Uyarılmış potansiyeller sinir sisteminin dış uyaranlara karşı oluşturduğu elektriksel cevaplardır. İşitsel uyarılmış potansiyeller, iç kulaktan başlayıp kortekse kadar uzanan nöral yollarda ses iletimi ile oluşan elektriksel aktiviteyi gösterir. Elektriksel aktivite, kendisine ulaşan artırıcı ya da azaltıcı etkilerle dinlenme durumundan uzaklaşan nöronlarda oluşan membranlar arası iyon akımlarının ekstrasellüler bölgede oluşturduğu voltaj değişikliğidir. Ekstrasellüler bölgedeki voltaj değişikliğinin sebebi, sinir lifleri üzerinde hızla ilerleyen aksiyon potansiyelleri, nöron gövdeleri, dendritlerde oluşan yavaş postsinaptik potansiyeller olabilir. Beynin bir noktasında oluşan potansiyel değişikliği, hacim iletimi ile saçlı deri yüzeyine iletilir. Saçlı deri üzerine yerleştirilen elektrotlar üzerinden ölçülen bu potansiyellere uzak-alan potansiyelleri adı verilir. İşitsel uyarılmış potansiyeller, temel bilimsel çalışmalara imkan vermenin yanı sıra kliniklerde de bir çok durumda tanı ve takip amaçlı kullanılmaktadır. İşitsel potansiyeller, uyarının başlangıcından sonra ortaya çıkan dalgaların latanslarına, dalgaların sinirsel kaynaklarına ve kayıt şekillerine göre sınıflandırılırlar (1,7).

2.2. İşitsel Uyarılmış Potansiyellerin Tarihçesi

Beyinde elektriksel olayların varlığı ilk olarak Caton (1875) tarafından hayvan deneyleriyle fark edilmiştir. Bu buluştan uzun bir süre sonra Hano Berger (1929) ilk defa insan beyninin elektriksel aktivitesinin varlığını ortaya koymuştur. "Elektroensefalografi (Electroencephalography-EEG) adı verilen bu beyin dalgaları, kafatasına yerleştirilen elektrotlardan galvanometre cihazı ile kaydedilmiştir. Daha sonra yine Berger (1930), bunların şiddetli sesle ve gözlerin açılıp kapanmasıyla değişikliğe uğradığını (alfa dalgaları) keşfetmiştir. Ancak, bilim çevrelerince, kaydedilen bu dalgaların insan beyninden değil, kullanılan cihazlardan kaynaklandığı ileri sürülmüştür(1).

EEG'nin varlığı kesin olarak 1934 yılında Adrian ve Mathews tarafından gösterilmiştir. EEG'de ses uyarısıyla meydana gelen değişikliklerin uyanık insan beyninden ilk olarak ölçülmesi P.A.Davis tarafından 1939 yılında yapılmıştır. Aynı yıl içinde H.Davis ve ark. uyuyan insan beyninde buna benzer kayıtlar elde etmişlerdir(1).

2. Dünya Savaşıyla duran çalışmalar, savaş sonrasında EEG'nin tanımı ve bunların klinik uygulamaları üzerine olmuştur (Derbyshire ve Mc Dermott,1958; Derbyshire ve ark.1967). Uyarılmış potansiyellerin matematik olarak izahı Dawson (1953) tarafından, bilgisayarla averajlama yönteminin ilk uygulanması ise Clark ve ark. (1958) tarafından yapılmıştır.1961 yılında uyarılmış potansiyel sinyalinin EEG'ye olan oranının yükseltilmesi sağlanarak yükseltileen EEG cevabı önce sinyal haline getirilmekte, sonra uyarı başlangıcı esas alınarak daha önce kaydedilen cevapla averajlanmaktadır. Bu yöntem daha sonra geliştirilerek Engebretson ve ark.(1965) tarafından günümüzde kullanılan bir teknik haline almıştır(1).

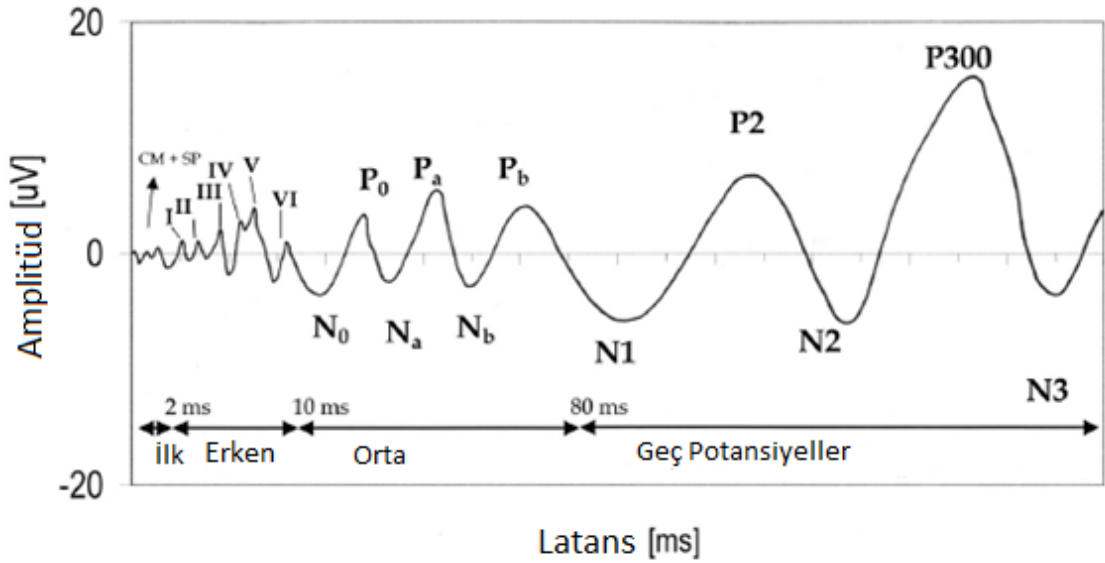
Uyarılmış beyin sapı cevaplarının keşfine kadar uzun latanslı uyarılmış potansiyeller; yaygın klinik kullanıma sahip olmasalar da kullanılmışlardır. Uyarılmış beyin sapı cevapları ilk olarak Sohner ve Feinnesser (1967) sonra ise Jewett ve arkadaşları (1970) ve Jewett ve Williston (1971) tarafından tanımlanmıştır. İlerleyen zamanda ABR, odyolojik ve otonörolojik uygulamalarda en yaygın kullanılan test aracı olmuştur(1,5).

2.3. İşitsel Uyarılmış Potansiyellerin Tipleri

Ses uyarısından sonra meydana gelen elektriksel aktiviteler iki gruba ayrılarak incelenir:

1. Koklea içinde meydana gelen elektriksel aktiviteler (reseptör aktivite),
2. İşitme siniri, beyinsapı ve kortikal merkezlerde meydana gelen elektriksel aktiviteler (nörojenik aktivite).

Koklea içinde meydana gelenler reseptör, işitme siniri ve merkezlerden gelenler ise nörojenik aktiviteler olarak adlandırılır. Reseptör aktiviteler, titreklemlerin elektriksel aktivitelerini yansıtmaktadır. Bunlar koklear mikrofonik (KM) ve sumasyon potansiyeller (SP)'dir (6). Nörojenik aktiviteler ise işitme siniri, beyinsapı, kortikal işitme merkezlerinden elde edilen elektriksel aktivitelerdir. Bu aktiviteler, oluşum sürelerine göre erken, orta ve geç potansiyeller olarak adlandırılır(6).



Şekil 2.1: İşitsel uyarılmış potansiyellerin erken,orta ve geç latans yanıtları(17)

İşitsel uyarılmış potansiyeller elektrot yerleşimine göre yakın ve uzak saha potansiyelleri olmak üzere ikiye ayrılır(6).

2.3.1.Uzak Saha Potansiyeller

Uzak saha potansiyeller, uyarı verildiği andan sonra dalgaların ortaya çıkış zamanlarına (latanslarına) göre; erken, orta(MLR:Middle Latency Response) ve geç(LLR:Late Latency Response) yanıtlar şeklinde sınıflandırılır.

Erken Latans Yanıtları:Uzak saha potansiyeller içinde en geniş kullanım alanına sahip olan test ABR' dir. Uyarıyı izleyen ilk 10 ms. içinde görülen, 8. kranial

sinir ve beyin sapı aktivitesini yansıtan ABR cevapları yaklaşık 1 ms.' lik aralıklarla ayrılmış beş temel dalgadan oluşmaktadır.

Orta Latans Yanıtları(MLR):ABR' den sonra ikinci sırayı MLR almaktadır. Uyarıyı takiben 10 ile 80 ms. içinde meydana gelen MLR; Po, Pa, Pb, Pc olmak üzere dört pozitif ve Na, Nb, Nc olmak üzere üç negatif dalgadan oluşmaktadır (18). Yaklaşık 32 ms. (30-35 ms.) civarında oluşan Pa dalgası MLR' nin en önemli ve en belirgin bileşenini oluşturmaktadır. Talamus ve primer işitme korteksinden kaynaklandığı düşünülen bu dalga, işitme eşiklerine yakın şiddet düzeyinde dahi kaydedilebildiğinden odyolojik eşiklerin bulunmasında kullanılmaktadır. Ancak kaynaklandığı santral orijinin bir sonucu olarak uyku ve sedasyondan etkilendiğinden bebek ve küçük çocuklarda kullanılamaması en önemli dezavantajını oluşturmaktadır (1,19).

Geç Latans Yanıtları(LLR):ABR ve MLR dalgalarından sonra gözlemlenebilir. Yaklaşık olarak 50-500 ms. arasında bir sürede meydana gelen bir dizi pozitif ve negatif tepeden oluşmaktadır. Sırasıyla P1 (50-80 ms.), N1 (100-150 ms.) ve P2 (150-200 ms.) olarak isimlendirilen bu tepeler, verteksten kaydedilen cevabın voltaj polaritesini ifade etmektedir. Oldukça büyük amplitüdü olan bu dalgalar bazen EEG'de çıplak gözle bile görülebilmektedir.

LLR' nin en belirgin bileşenlerini N1 dalgası ve P2 dalgası oluşturmaktadır. Temel olarak talamus ve daha üst düzey işitme merkezinin aktivitesini yansıttığı düşünülmektedir. Geç latans yanıtlarının en büyük dezavantajı, uyku ve bilinç durumlarından fazlaca etkilenmeleridir. (20,21).

2.3.2.Yakın Saha Potansiyelleri

Kokleadan ve işitme sinirinden kaynaklanan potansiyellerdir.İşitsel durumun saptamasında en objektif yol olarak kabul edilmektedir. Uyaranla birlikte iç kulak ve koklear sinirde oluşan elektrik potansiyellerinin kayıdır.

Uyarıyı takiben ilk 1.5-2 ms. içinde meydana gelen elektrokokleografinin (ECochG) sırasıyla Koklear Mikrofonik (KM), Sumasyon Potansiyeli (SP) ve Aksiyon Potansiyeli (AP/N1) olmak üzere 3 temel komponenti bulunmaktadır. ABR' nin I. dalgasına eşdeğer olan N1 dalgasının izlenmesini gerektiren ECochG kliniklerde eşik tespitinde, Meniere hastalığı ve akustik nörinom tanısında kullanılabilir. ECochG transtimpanik ve ekstratimpanik metodlarla uygulanabilir. İnvaziv transtimpanik metot da bir iğne şeklindeki elektrot timpanik membranın içinden geçirilerek kokleanın promontoryumuna yerleştirilmesiyle yapılır. Promontoryum ölçümleri kokleaya daha yakın olduğu için daha kuvvetli yanıtlar elde edilebilmektedir. Ancak bu yöntem invaziv olması ve lokal anestezi ihtiyacı sebebiyle pratik değildir. Noninvaziv ECochG daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Noninvaziv ölçümler ekstratimpanik veya kulak kanalı olarak gruplandırılabilir. ECochG' yi ekstratimpanik elektrot kullanarak sedasyon ve anestezi gerektirmeden minimal bir rahatsızlıkla yapmak mümkündür. Ancak bu şekilde gerçekleştirilen ölçümlerin amplitüdüleri, transtimpanik kayıtlara göre oldukça azalmaktadır(22-24).

Koklear Mikrofonikler(KM):Büyük ölçüde dış tüy hücreleri ve bunların meydana getirdiği potasyum(K) iyonu akımına bağlıdır. Baziller membran hareketleri ve ses uyarımları ile direkt ilişkili olan bu potansiyel dış tüy hücreleri harabiyetinde kaybolur. KM'ler aynı kişide bile amplitüd ve faz olarak birçok değişkenlik gösterdiğinden ve elektrot yerindeki konum değişimlerinden fazlaca etkilendiğinden, kişinin gerçek eşliğini hiçbir zaman yansıtmaz ve otolojik tanı için klinik öneminin olmadığı varsayılır. Ancak intraoperatif monitörizasyon tekniği olarak kokleanın durumu hakkında bilgi verebilir (3)

Aksiyon Potansiyeli(AP): Kokleanın click, chirp yada benzeri bir uyarımla sonucunda sinir fibrillerinin de uyarılmasına bağlı olarak meydana gelir. Kokleanın bazal turundaki sinir fibrillerinden kaynaklanır ve ECochG'un major komponentidir. AP' nin kokleanın nöral aktivitesi ile bir eşik ilişkisi vardır. Bu eşik kişinin işitme eşğine çok yakındır. Bu nedenle AP, yüksek frekanslarda odyolojik eşgi bulmada güvenilir, objektif bir metoddur. İlk komponenti N1 olarak bilinir ve 8. Sinirin en distal kısmından kaynaklanır. ABR' de I. dalga ile eşdeğerdir. Stimulus şiddetinin

değişimiyle AP 'nin latans ve amplitüd değerleri değişiklik gösterir. Stimulus şiddeti düştükçe amplitüdü azalırken latansları artırmaktadır. Normal işitmeye sahip kişilerde AP latent periyodu 1-4 ms arasında değişirken, amplitüd ise 1-60 mV arasındadır. (6,26)

Sumasyon Potansiyeli(SP):SP, kokleadaki elektriksel aktiviteyi yansıtan bir potansiyeldir. İlk defa Dallos ve ark.(1972) tarafından kaydedilmiştir. Normal bir insanda bile ancak yüksek stimulus şiddetinde kaydedilebilmektedir ve elektroda göre negatif polaritede oluşan bir potansiyeldir. SP, KM potansiyel ile birlikte ortaya çıkar ve baziller membranın titreşimi süresince varlığını devam ettirir. Normalde amplitüdü KM'den düşük olmasına rağmen, yüksek uyaran şiddetlerinde amplitüdü KM'den daha fazla olabilir. Ancak kokleanın toksik yaralanmaları ile KM azalır ve SP negatifliği artar. Benzer şekilde pozitif potansiyeldeki bir düşüşe, negatif potansiyeldeki bir artış eşlik eder. Bu potansiyeller ses stimulus sırasında scala timpani ile scala media arasındaki basınç değişimleri sonucu, baziller membran hareketlerindeki asimetriyi yansıtırlar. Endolenfatik basınç değişimlerini yansıttıkları için klinikte en çok Meniere Hastalığı'nın teşhisinde kullanılırlar. Endolenfatik hidropsa bağlı işitme kayıplarında SP/AP oranı yükselir. Transtimpanik elektrot kullanıldığında bu oranın 0.3 , dış kulak yolu elektrodu kullanıldığında 0.5 den yüksek bulunması durumunda Meniere Hastalığı ile uyumlu olarak kabul edilmektedir(23,25-27).

2.4. İşitsel Beyinsapı Cevabı(ABR:Auditory Brainstem Response)

ABR, kısa süreli işitsel uyaranlar sonrasındaki ilk 10ms'de meydana gelen işitsel sinir sisteminin oluşturduğu uzak saha potansiyellerindendir. ABR'nin farklı bileşenleri kulaktaki nöral aktivite, işitme siniri, çekirdeği ve çıkan sinir yolları tarafından oluşturulur. Tipik ABR, 5 - 7 verteks pozitif dalgalarla karakterizedir. Bu dalgalar geleneksel Roma rakamlarıyla adlandırılır. İlk 5 ABR dalgasından II. ve IV. dalgalar dışında genellikle normal işitmeye sahip bireylerden ayırt edilebilir. Jewett ve Williston'un Roma rakamlarıyla yaptığı ABR dalgalarının sınıflandırması hala en çok kullanılan sınıflandırmadır. ABR'nin dalga şekli ve amplitüdü birçok faktöre bağlıdır. Kayıt parametreleri, kaydedilmiş potansiyellerin filtrelenmesi, yaş ve kafa boyutu gibi kişisel varyasyonlar, bunların hepsi kaydedilmiş potansiyeli etkilemektedir. Ancak uyku

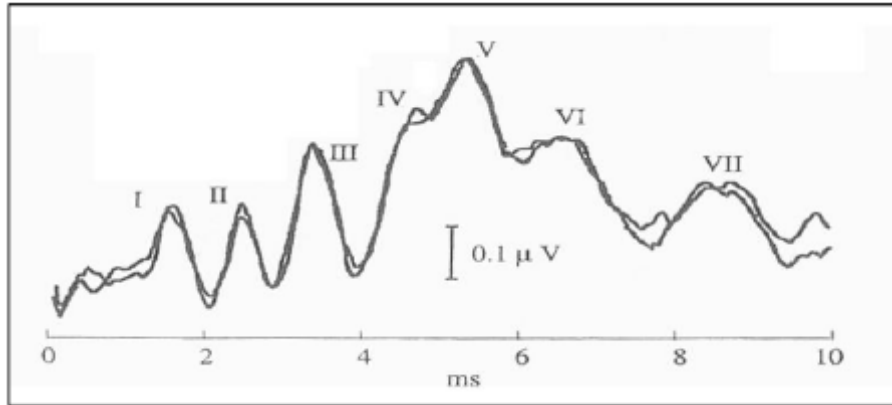
ve sedasyondan etkilenmemesi, noninvaziv olması sebebiyle kliniklerde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır (2,4).

ABR'nin Günümüzdeki Kullanım Alanları

1. İşitme kaybı riski taşımalarından dolayı yoğun bakım ünitelerindeki yeni doğanların işitme taramalarında,
2. İnfantların, küçük çocukların, kooperasyon sorunu yaşayan erişkin ve simülasyon yapan hastaların işitme eşiği tayininde,
3. Retrokoklear lezyonların tanısında,
4. İntraoperatif moniterizasyonda,
5. İşitsel beyin sapı implantı operasyonunda,
6. Kafa travmaları, koma ve beyin ölümünün değerlendirilmesinde ABR yaygın olarak kullanılmaktadır(2).

2.5. ABR 'nin Nörofizyolojik Temeli

ABR ses uyarımı verildikten sonra ilk on saniyede görülen toplam yedi dalga tepesinden oluşmaktadır. I. ve II. dalgalar, uyarının verildiği ipsilateral işitme sisteminden kaynaklanırken, III. dalga ve sonraki dalgalar bilateral hatta kontralateral işitme yollarından katılım gösterirler. I. ve II. dalgalar aksiyon potansiyelleridir. Sonraki dalgalar ise beyin sapı işitme yollarındaki postsinaptik aktiviteyi göstermektedir.



Şekil 2.2: ABR dalga morfolojisi örneği

I. dalga, ABR'nin birinci dalgası 8. sinirin kokleadan başlayıp internal akustik kanala girdiği noktaya kadar olan distal kısımdaki birleşik aksiyon potansiyellerini yansıtmaktadır. İnsanlar üzerinde yapılan 8. sinir potansiyellerinin direkt ölçümleri ve elektrokokleografik çalışmalarla bu bulgu doğrulanmıştır(7). Yapılan modellemelerde elde edilen bulgular I. dalgayı izleyen negatif inişin ise 8. sinirin internal akustik kanaldan çıktığı bölgedeki aktiviteyi yansıttığını düşündürmektedir(28).

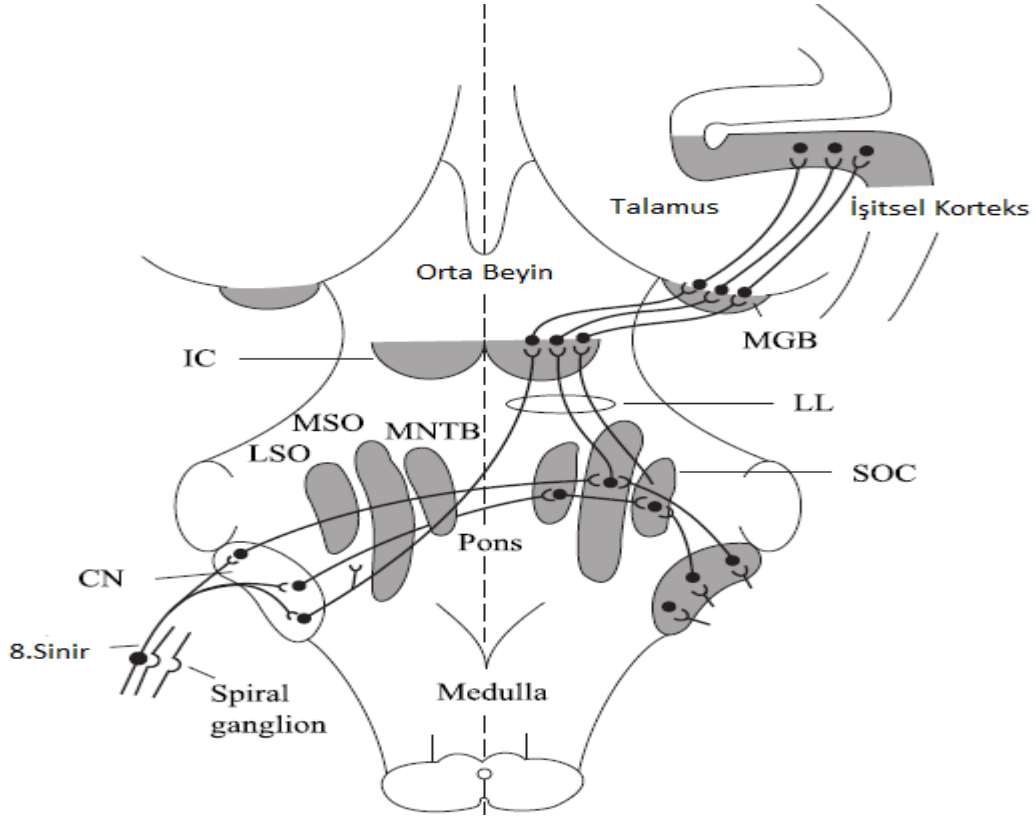
II. dalga, İkinci dalganın kökeni hakkında farklı görüşler vardır. Genel olarak kabul gören, intrakraniyal ölçümlerle ve I. ve II. dalgaların latanslarının, ortalama 25 mm uzunluğa ve 2-4 mikrometre çapa sahip olan 8.sinirin iletim hızıyla uyumlu olmasıyla desteklenen II. dalganın kraniyal sinir kökenli olduğudur(7).

III. dalga, Bu dalganın koklear nükleus ve kontralateral superior olivary kompleksten köken aldığı düşünülmektedir.(28).

IV. dalga, Çoğunlukla tek basına bir IV. dalgadan söz edilmez; IV-V dalga kompleksi olarak incelenir. Koklear nükleusdan sonra nöral yolların dağılması ve çaprazlaşması III. dalgadan sonraki dalgaların kökenlerini bulmayı zorlaştırmaktadır. İntrakraniyal araştırmalar, IV. dalganın tek bir anatomik bölgeden kaynaklanmadığı, superior olivary komplekste yer alan 3. Basamak nöronlardan ağırlıklı olmak üzere koklear nükleus ve lateral lemniscus nükleusunda oluşan aktiviteyi yansıttığını düşündürmektedir(7).

V. dalga, Klinik uygulamalarda en çok üzerinde durulan bileşen V. dalgadır. Derin elektrot ölçümleri ve spatiotemporal dipol modellemelerinde V. dalganın pozitif voltajının lateral lemniscus fibrillerinin inferior kollikulusda (uyanılan kulağın kontralateralindeki) sonlanmasıyla; pozitif dalgayı takip eden büyük ve yavaş negatif inişin ise inferior kollikulusdaki dendritik aktivite nedeniyle oluştuğuna dair bulgular elde edilmiştir. İnsandan alınan intrakraniyal ölçümler de V. dalgayı takip eden yavaş negatif inişin inferior kollikulusdaki aktiviteden kaynaklandığını desteklemiştir (7)

VI ve VII. dalgalar. Bu dalgaların kökeni tartışmalı olmakla birlikte inferior kollikulusdaki nöronların süregelen senkronize aktivasyonlarına bağlı olabileceği düşünülmektedir (7)

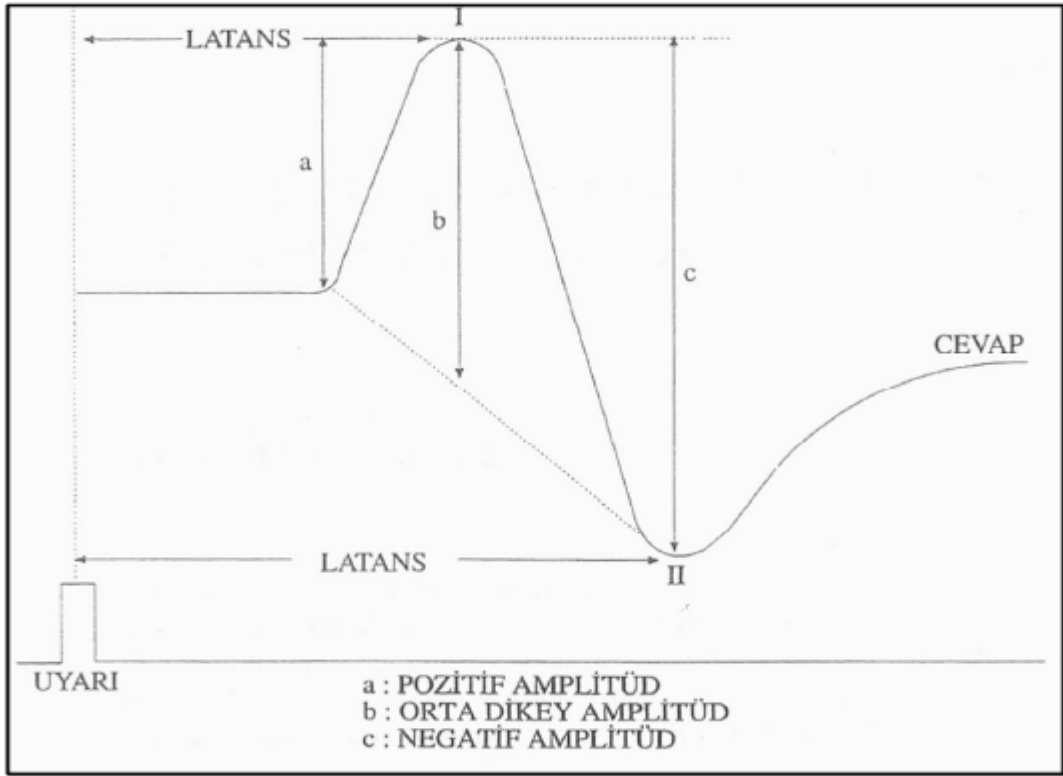


Şekil 2.3: Santral işitme sistemi(29)

2.6. ABR Değerlendirilmesi

ABR' nin değerlendirilmesinde patolojik durumları ayırt edebilmek için bazı parametrelerin neyi ifade ettiğini ve normal durumdaki değişimlerini/değerlerini bilmek gerekmektedir. ABR'nin değerlendirilmesinde kullanılan parametreler;

- Mutlak Latans (Latent Süre)
- Amplitüd
- I-V Amplitüd Oranı
- Dalga Formunun Morfolojisi ve Tekrarlanabilirliği
- Dalgalar Arası Latans (Inter Peak Latency = IPL)



Şekil 2.4: ABR dalgasından elde edilen değişkenler(1)

a) Mutlak Latans

Akustik uyarının başlangıcı ile istenen dalganın oluşumu arasındaki zaman periyodu, belirtilen tepe noktasının mutlak latansı olarak adlandırılır. Milisaniye(ms) cinsinden hesaplanır. Time keper (zaman ayarlı) lifleri nedeni ile normal kişilerde latent süreler sabittir, değişmez. Latent süreyi etkileyen faktörlerin başında koklea ve beyinsapı arasındaki mesafe gelir. Bu mesafe uzadıkça latent süre artar. Mutlak latans yorum yapmak için güvenilir özelliklerden birisidir. En yaygın olarak kullanılan V. dalga latansıdır. Retrokoklear patolojilerin ayırıcı tanısında kullanılmaktadır(6).

b) Amplitüd

Ses uyarını sonrasında oluşan dalgalarda pozitif ve negatif pikleri arasındaki dikey mesafe amplitüdü gösterir. Amplitüd mikrovolt(μV) cinsinden ölçülür.

Normal değeri 0.1-1.0 mikrovolt arasındadır. Amplitüd ses şiddeti ile doğru orantılı, latans ile ters orantılı olarak değişiklik gösterir. Ses şiddeti arttıkça amplitüd artar, latans ise kısalmır.

Amplitüdün en yüksek olan dalga V. dalgadır. 70 dB'e kadar uyarının şiddeti arttıkça latans sürelerinde azalma, amplitüd yanıtlarında artma görülür. 70 dB'in üstündeki değerlerde latans yanıt sabit kalırken amplitüd artmaya devam etmektedir (1,30). Bu ilişkiye V. dalganın latans yoğunluğu adı verilir. V. dalga latansının grafiği iletim tipi işitme kayıplarının saptanmasında da kullanılabilir. V. dalga latans-şiddet eğrisinde iletim tipi işitme kayıplarında eğri sağa doğru kayar (1).

Ayrıca amplitüd değerlendirilerek işitme eşiği hakkında da bilgi sahibi olunabilir. Bir trasenin elde edilebildiği en düşük ses şiddeti ile hiç saptanamadığı ses şiddeti arasında hastanın işitme eşiği bulunur. Literatürde bu konuyla yapılan çalışmalardan elde edilen bilgilere göre yetişkinler için ABR'de elde edilen eşik normal eşiğin 10 dB üstündedir. Çocuklar için ise normal eşiğin 20 dB üstünde saptanır (6,23).

c) I-V amplitüd oranı

Normal koşullarda V. dalga en yüksek amplitüde sahiptir ve her zaman en iyi saptanan dalgadır. I. dalganın amplitüdü ise V. dalganın amplitüdünden küçüktür. I.-V. amplitüd oranı; I. dalganın amplitüdünün V. dalga amplitüdüne bölünmesiyle elde edilir. Azalmış I-V amplitüd oranı tanı koymada önemli bir kriterdir. Normal işitmeye sahip bireylerde I/V amplitüd oranı daima 1'den küçüktür. Eğer bir trasede I/V amplitüd oranı 1'den büyük bulunursa bu retrokoklear bir patolojiyi gösterir.

d) Dalga Morfolojisi ve Tekrarlanabilirliği

Normal işitmeye sahip bir bireyde yüksek seviyede gönderilen bir uyarana karşı net bir şekilde gözlenebilen dalga morfolojisinin olması gerekmektedir. Normal işitmeye sahip bireylerin ABR değerlendirmelerinde genelde I'den V'e kadar olan

dalgalar net bir şekilde gözlenebilirken, VI ve VII. dalgalar her zaman elde edilemeyebilir(1).

ABR dalgalarının biçimsel yorumu daha çok latans ve morfolojik analizlerinin üzerine kuruludur. Lezyonun yerine ve büyüklüğüne göre dalga formu her vakada elde edilemez. Amplitüdüler küçülür ve dalgaları her zaman saptamak mümkün olmayabilir.

ABR dalgaları normal bireylerde her bir denemede 0.1 ms'lik bir zaman içerisinde kendini tekrar etmelidir. Bu durum dalgaların yerinin doğru olarak belirlenmesinde ve yapılan ölçümün güvenilirliğinde önemlidir(8).

e) Dalgalar Arası Latans(IPL)

Oluşan dalgaların tepe noktaları arasındaki süre, ilgili dalgalara ait dalgalar arası latans olarak isimlendirilir. Genellikle I-III, III-V ve I-V farkları klinik amaçlı kullanılmaktadır.

Dalgalar arası latans değerleri patolojik durumlar, cinsiyet, işitme kaybı gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Beyinsapı işitsel yollarını etkileyen bir patolojinin varlığında lezyonun etkilediği düzeyden sonraki potansiyellerin latansının uzaması veya bu potansiyellerin kaybolması beklenir. I-III intermik latansının uzaması 8.sinir(n.statoakustikus) ve alt ponsa ilişkin patolojik durumları gösterirken (akustik nörinom gibi), III-V intermik latansındaki uzama daha çok orta-pons ve alt mezensefalonun uyarılan kulakla aynı tarafta olan lezyonuna işaret eder. I-V intermik latansı, beyinsapı işitme yollarındaki iletimin total süresini yansıtır ve bu yolların herhangi bir düzeyindeki lezyondan etkilenerek uzayabilir (31).

2.7. ABR'yi Etkileyen Faktörler

ABR objektif bir test olmakla birlikte birçok faktörden etkilenmektedir. ABR'yi değerlendirebilmek için etkileyen faktörlerin iyi bilinmesi ve standartların ona göre oluşturulması gerekmektedir. ABR'yi etkileyen faktörler uyaran,kayıt ve birey ile ilgili faktörler olarak gruplandırılabilir.

A) Uyaran ile ilgili faktörler

- 1- Uyaranın şiddeti
- 2- Sinyal tekrar oranı(STO)
- 3- Uyaranın polaritesi
- 4- Uyaran çeşidi ve frekansı
- 5- Örnekleme büyüklüğü (Sweep sayısı)
- 6- Uyaranın verilme şekli (Monoaural-binaural)

B) Kayıt ile ilgili faktörler

- 1- Elektrot yerleşimi
- 2- Filtreleme
- 3- Analiz zamanı
- 4- Averaajlama

C) Birey ile ilgili faktörler

i. Patolojik olmayan faktörler

- 1- Yaş
- 2- Cinsiyet
- 3- Vücut ısısı
- 4- İlaç kullanımı

ii. Patolojik faktörler

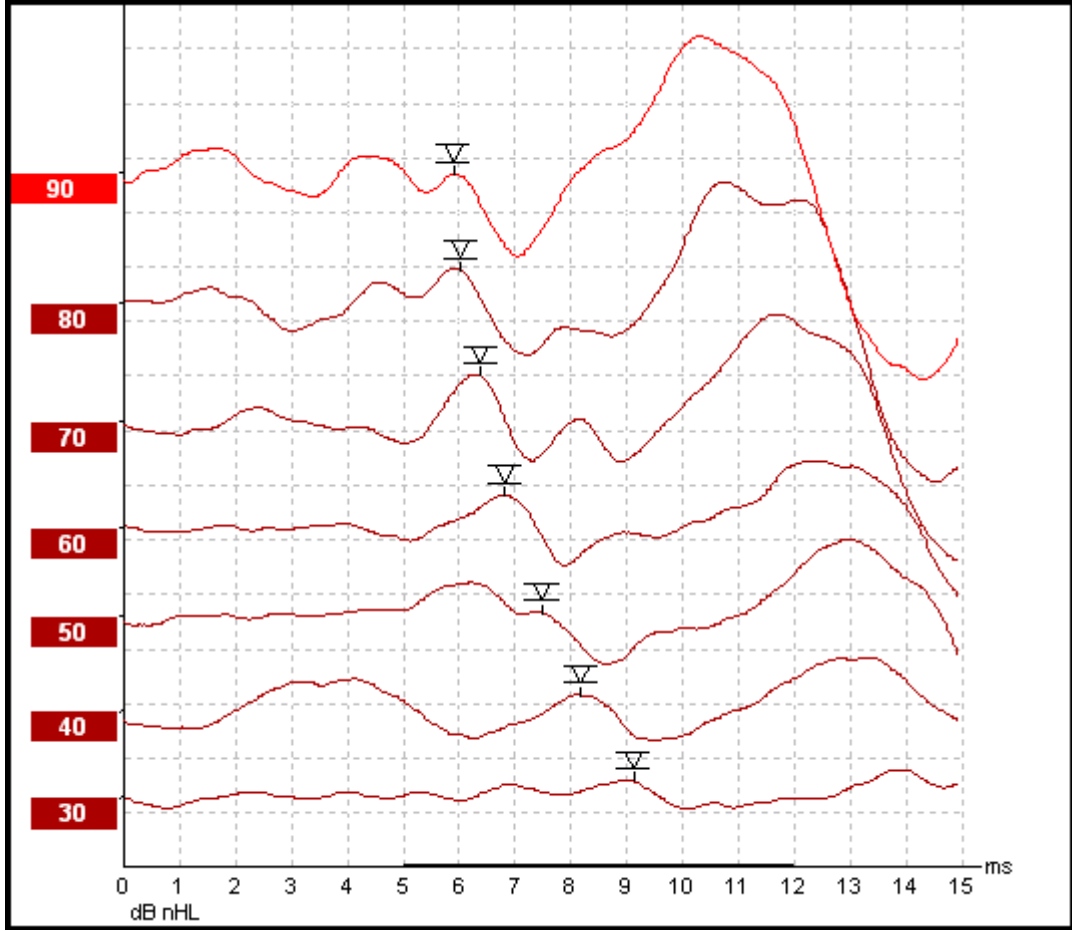
- 1- iletim tipi işitme kaybı
- 2- Koklear işitme kaybı
- 3- Sinir ve alt beyin sapı lezyonları
- 4- Üst beyin sapı lezyonları
- 5-Multiple sklerozis

A) Uyarı İle İlgili Faktörler

1- Uyarı Şiddeti

ABR ölçümünde uyarı şiddeti 70-80 dB'den eşik seviyesine doğru azaltıldığında tüm dalga latanslarında sistematik bir artma, amplitüdlerinde ise bir azalma görülür. V. dalga düşük şiddet seviyelerinde en belirgin görülebilen dalgadır. I- II. ve IV. dalgalar sadece yüksek şiddetlerde elde edilebilir. II., IV., VI. Ve VII. dalgalar değişkendir ve her zaman görülmeyebilir. Bu durum, klinik uygulamalarda I. III. ve V. dalgaların teşhis aracı olarak kullanılmasına neden olur. 25-35 dB HL'lik şiddet düzeylerinde ABR'nin daha erken oluşan dalgaları ayırt edilemez hale gelmektedir. Literatürdeki çeşitli çalışmalarda dalgaların psikoakustik eşiklere göre saptanma şiddetleri Picton ve ark. göre I. dalga 30-40 dB , III.dalga 20-30 dB , V.dalga 5-15 dB , Pratt'a göre V.dalga 10-20dB ve Sininger'e göre V.dalga 5-6 dB üzerinde tespit edilmiştir.(32-34)

Yüksek uyarı şiddetlerinde her 1 dB şiddet azalması ile V. dalga latansındaki artışın 6 μ s olmasına karşın, düşük uyarı şiddetlerinde bu artışın 60 μ s'ye çıktığı izlenir. Azalan şiddetle latanslarda meydana gelen artış logaritmik bir seyir izler. ABR'de azalan uyarı şiddeti ile birlikte dalgalar arası latanslarda herhangi bir değişiklik olmamaktadır. ABR'nin amplitüdü nadiren 1 μ V' tan daha büyüktür. Şiddete bağlı olarak amplitüd de meydana gelen değişikliklerle ilgili tutarlı herhangi bir değer ya da değerler rapor edilmemiştir. Bu durum, büyük olasılıkla amplitüd bakımından bireyler arasında hatta bireyin kendi içinde görülen varyasyonlarla ilgilidir. Genellikle IV-V dalga kompleksinin amplitüdü ABR'nin daha erken dalgalarının amplitüdüyle karşılaştırıldığında şiddetteki azalmalardan daha az etkilenmektedir.



Şekil 2.5: Chirp uyararı ile oluşturulmuş şiddet-latans eğrisi

2- Sinyal Tekrar Oranı(STO)

Değişimlere neden olan bir diğer faktör uyarının saniyedeki tekrarlama oranıdır. Literatürden elde edilen bilgiye göre sinyal tekrar oranı arttıkça latanslarda uzama, amplitüde ise azalma meydana gelir. STO özellikle koklear patolojileri retrokoklear patolojilerden ayırt etmeye yarar. Çünkü bugüne kadar yapılmış birçok çalışma göstermiştir ki sinyal tekrar oranı artışıyla dalga latanslarında görülen uzama retrokoklear patolojilerde çok daha fazla miktarda olmaktadır.(36,37) Rowe ve ark.(37) çalışmalarında düşük uyarın sayısı tekrarı bulgu vermeyen retrokoklear patolojilerin yüksek tekrar oranında belirginleştiğini belirtmektedir.

Picton ve ark.(35)'na göre tekrar oranı artışı ile ABR cevaplarının erken komponentlerinde(I. dalga) az, geç komponentlerinde(III ve V. dalga) çok olmak üzere

latans artışı olmaktadır. Pratt ve Sohmer'e(36) göre ise tekrar oranı artışı III. ve V. dalgaları etkilerken I. dalgayı etkilememektedir. Tekrar sayısı artışı ile ABR komponentlerinin amplitüdleri de etkilenmektedir. Bu konudaki yaygın görüş, amplitüdlere azalma olduğu yönündedir.30'un üzerinde STO ile gerçekleştirilen testlerde erken oluşan dalgaların netliğini ve tekrarlanabilirliğini azaltma eğilimindedir(7).

Normal ABR cevaplarının uyaran tekrar oranı artışından etkilenmesinin nedeni hala tam olarak bilinmemektedir. Bunun nedeni Despland ve Galambos'a göre, sinir impuls iletim hızının yüksek tekrar oranlarında düşmesi, Pratt ve Sohmer'e göre ise yüksek tekrar oranlarında her cevabın artarak kendinden sonrakini etkilemesidir.(36)

İnfanlarda yüksek uyaran şiddetlerinde düşük uyaran tekrar oranı (11.1 veya daha düşük) kullanılmaktadır. İnfantlarda bu uyaran tekrar oranlarında dalga formlarının morfolojisi daha belirgindir. Buna bağlı olarak tepe noktalarının belirlenmesi daha kolay olmaktadır(7).

3- Uyarının Polaritesi

ABR ölçümlerinde üç tip uyaran polaritesi vardır. Pozitif polarite (condensation) ve negatif polarite (rarefaction) ve alternate polaritedir. Condensation polaritede pozitif bir elektrik pulsu kullanılır, ses üreten cihazın diyaframı kulak zarına yaklaşır yönde hareket eder. Bunun sonucunda dış kulak kanalı (DKK) ve orta kulakta pozitif basınç dalgaları oluşur. Oluşumundaki farklılık nedeniyle elde edilen yanıtlar rarefaction click uyarının oluşturduğu yanıttan biraz değişiktir. Rarefaction polaritede negatif bir elektrik pulsu kullanılır, ses üreten cihazın diyaframı kulak zarından uzaklaşır yönde hareket eder ve bunun sonucunda DKK ve orta kulakta negatif basınç dalgaları oluşur. Kulak zarının DKK'na doğru hareketi kokleayı ve dolayısıyla baziller membranı etkiler. Uyaran artifaktını büyük ölçüde yok etmek için en fazla alternate polarite kullanılmaktadır. Alternate polarite, rarefaction ve condensation polaritenin ardı sıra uygulanmasıyla elde edilir. Polaritenin değişmesi latansı anlamlı biçimde etkilemez. Ancak polaritenin değişmesi ile dalga morfolojisi belirgin şekilde etkilenmektedir.

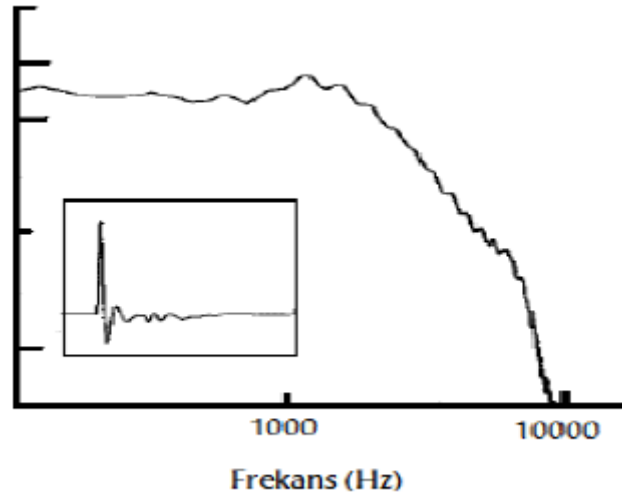
Rarefaction clicklerde amplitüdüler biraz daha belirgin olarak ortaya çıkar (39). Bazı yazarlar alternate polariteli clicklerde koklear mikrofoninin baskılanması sonucu kayıtların başındaki artefaktların kaybolduğunu ifade etmektedirler (1,39).

4- Uyarının Çeşidi ve Frekansı

ABR'de kullanılabilen 3 tip uyarı mevcuttur. Bunlar Click, Tone Burst ve Chirp şeklindedir.

4.1. Click Uyarı

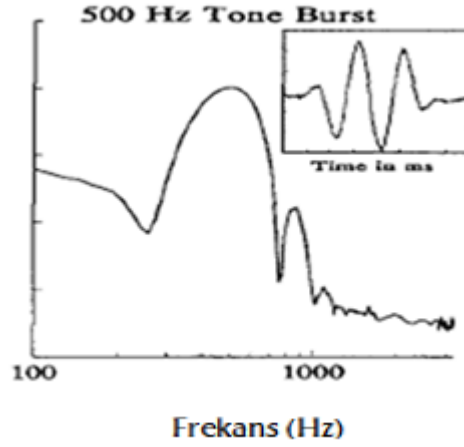
Günümüzde ABR kayıtlarını elde etmede en çok tercih edilen uyarı çeşididir. Başlangıcının ani olması ve kısa sürmesi (0,1ms) gibi avantajları nedeniyle ABR için en uygun uyarı olarak değerlendirilmiştir (40). Ayrıca geniş frekans bandına sahip olması, kokleanın büyük bir kısmını uyaracağını düşündürmektedir. Ancak kokleaya ulaşan ses dalgalarının baziller membranda frekanslarına ayrıştığı ve her frekansın (özellikle alçak frekansların) kendine ait karakteristik frekans bölgesine ulaşana kadar bir gecikmeye uğradığı bilinmektedir (40). Bu gecikme nedeniyle kokleanın bazal bölgesinde yüksek frekansların meydana getirdiği nöral aktivite ile alçak frekansların kokleanın apikal bölgesinde oluşturduğu nöral aktivite arasında faz farkı oluşmaktadır. Bazal ve apikal bölgelerdeki aktiviteler arasında faz farkı olması ve senkronize bir uyarı sağlanamaması nedeniyle click uyarı ile elde edilen ABR sadece kokleanın bazaldeki yüksek frekans bölgelerinin oluşturduğu cevapları yansıtmaktadır. Kokleanın 2000-4000 Hz bölgesindeki nöral yanıtları yansıtan click-ABR, alçak frekans bölgelerinin yanıtlarına ilişkin bir bilgi verememektedir (8-16). 2 ile 4 kHz bölgesinde izole olarak normal işitme hassasiyetine sahip olan işitme kayıplı bir kişide normal ABR bulguları elde edilebilmesi, kişinin gerçek işitmesinin tespit edilememesine neden olabilmektedir. Tüm bu sınırlılıklarına rağmen click ABR bebeklerde işitme kaybı taramalarında, işitme sınırı ve beyin sapının bütünlüğünü gösteren bir araç olarak önemini korumaktadır (41).



Şekil 2.6: Click uyarı frekans spektrumu

4.2. Tone Burst Uyarı

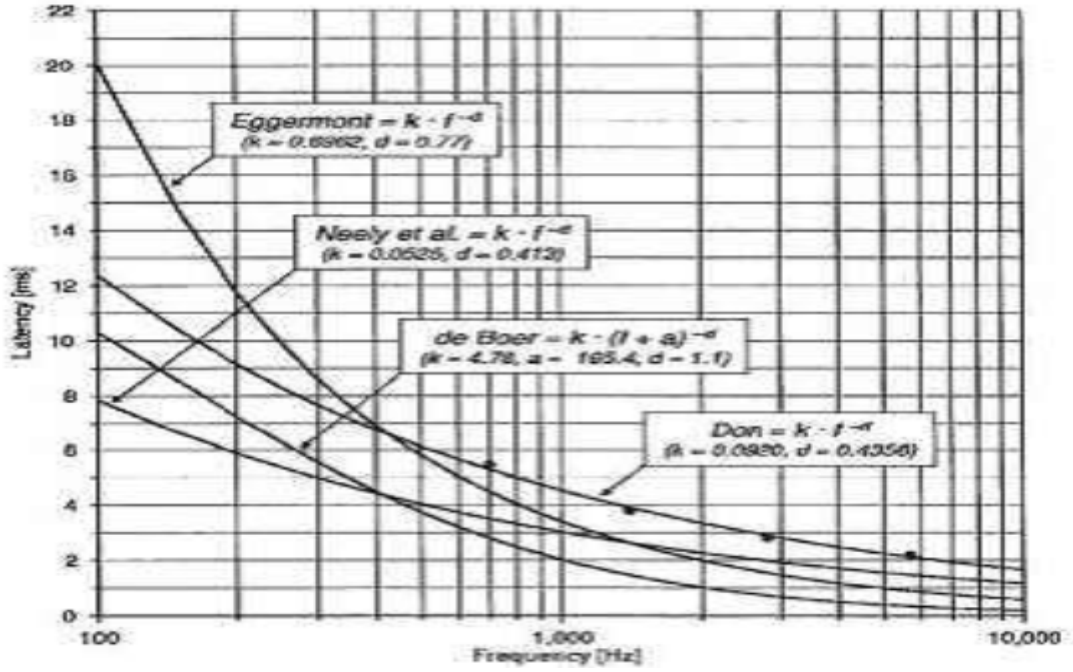
Frekansa özgü ABR kayıtları elde etmek için geliştirilmiş kısa süreli tonal uyarılara tone burst veya tone pip denilmektedir. Kokleanın sadece istenen bölgesinin uyarılabilmesi için tonal uyarıların yalnızca bir frekanstan oluşması ve her amplitüd de enerjisini koruması gerekmektedir. Ancak yapılan ölçümler sonucunda, ana frekansın yanındaki frekansların da sonuçlara katkısının olduğu saptanmıştır. Tone-burst uyarıların frekansa daha özgü hale getirmek için değişik pencereleme yöntemleri kullanılır (1). Bu amaçla en sık kullanılan pencere tipleri Bartlett (lineer), kosinüs kare ve Blackman'dir. Tonal uyarılar lineer pencereleme yerine Blackman pencereleme sistemi ile kullanıldığında ABR'nin daha fazla frekansa özgü kayıt sağladığı gözlenmiştir (31,42). Günümüzde en yaygın kullanılan pencereleme yöntemi Blackman'dir.



Şekil 2.7: 500 Hz tone burst uyarın frekans spektrumları

4.3. Chirp Uyarın

Chirp uyarın frekansı hızlı bir şekilde yukarı kayan kısa sesler olarak tanımlanmaktadır. Chirp'ü tanımlamanın başka bir yolu ise alçak ve yüksek frekansların özel bir dizilime sahip olduğu yeni bir uyarın çeşididir. Chirp uyarının geliştirilmesindeki amaç “Cochlear Travel Delay“(Ses dalgasının koklea içerisinde dolaşım süresi) telafi ederek etkili bir nöral senkronizasyon sağlamaktır. Klasik click uyarın ile oluşturulmuş aksiyon potansiyelleri kokleanın alçak frekans bölgelerini uyaramaz. Ses dalgası o bölgede maksimum amplitüde ulaşamaz ve etkin bir nöral senkronizasyon sağlayamaz. Click uyarının bu zayıf noktası chirp uyarının çıkış noktası olmuştur. Yeni uyarıcı sinyal tasarlanırken koklear gecikmeye sebep olan frekans dağılımı chirp uyarının tasarlanmasında dikkate alınan ana hususlardan biri olmuştur. Uyarın içindeki frekansların zamana göre sırası alçak frekanslarla başlamakta ve yüksek frekanslarla bitmektedir. Zamansal dağılım nedeniyle teorik olarak chirp sinyalinin içerdiği her frekans karakteristik bölgesine aynı anda ulaşmakta ve dolayısıyla baziller membranının tamamı senkronize olarak uyarılmaktadır. Chirp uyarın kullanarak yapılan ABR kayıtlarında click uyarına göre özellikle düşük şiddetlerde (20-40dB) 1,5-2 kat daha büyük amplitüdü dalgalar elde edilmektedir(43).

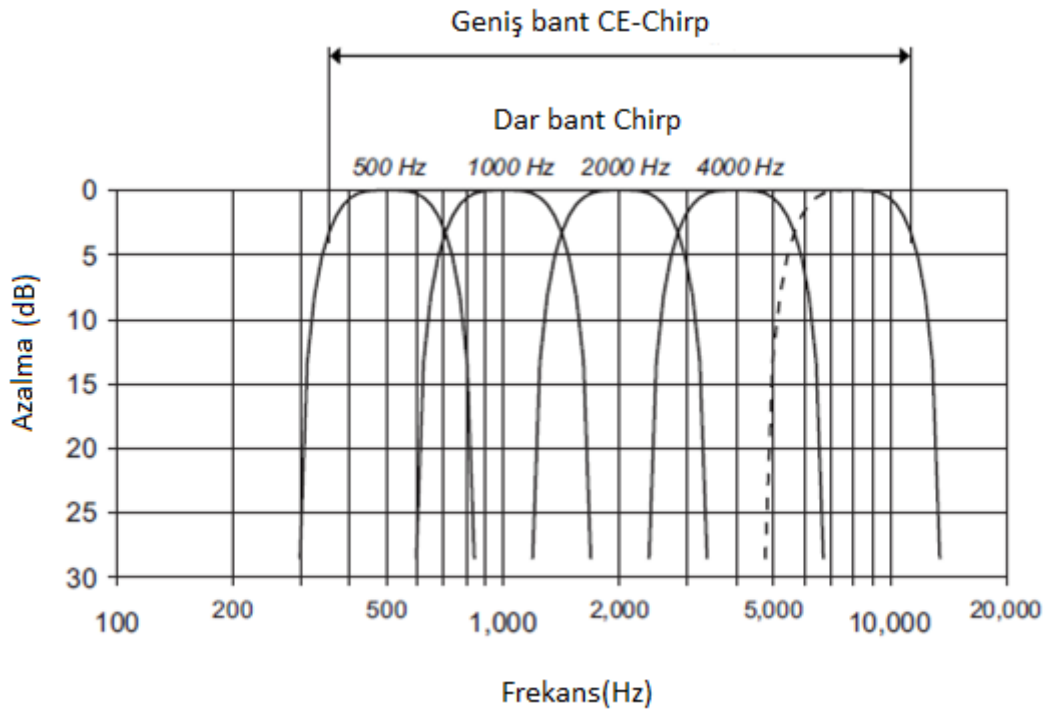


Şekil 2.8: Chirp uyarın geliştirilmesinde kullanılan gecikme modelleri(44)

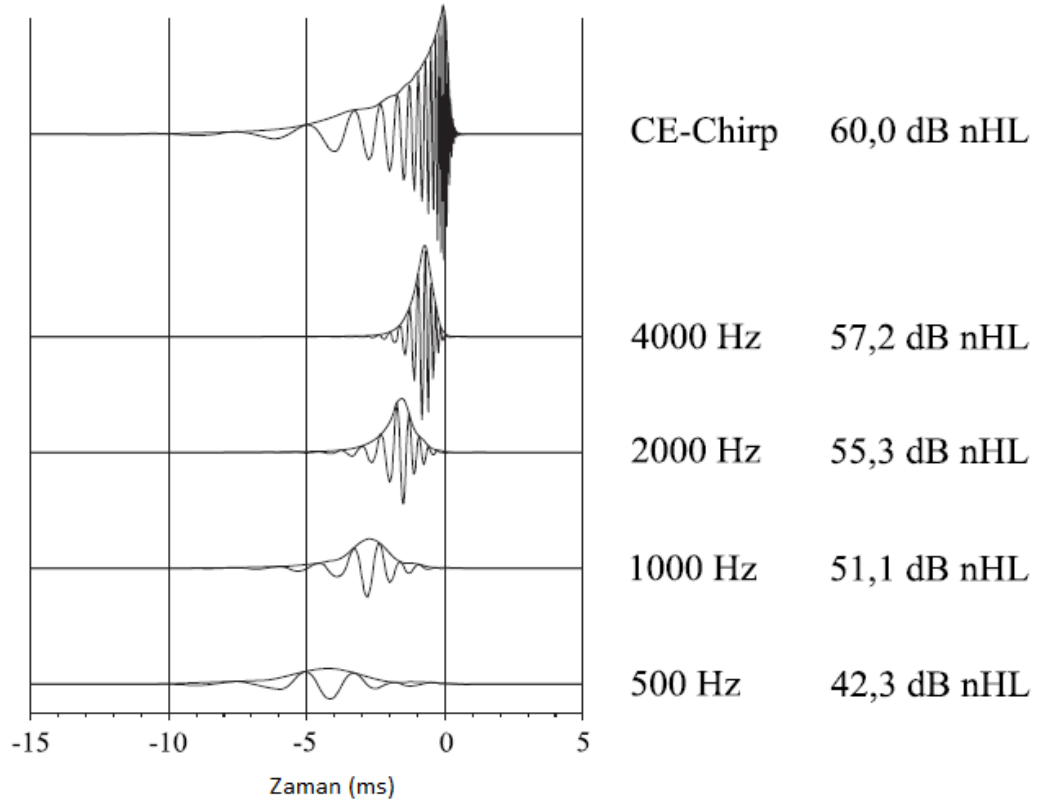
Koklear travel gecikmesini telafi etme çalışmaları ilk olarak 1994 'te Don tarafından Stacked ABR olarak ortaya çıkmıştır. Bu çalışma ile koklear travel gecikmesinin telafi edilmesi, alınan ABR cevabının amplitüdünün geleneksel click uyarana göre daha fazla olduğu tespit edildi. (Don, Elberling & Maloff, 2009, Elberling et al.,2007). Ancak bulunan metod, pratik olmaması ve test süresini uzatması nedeniyle kullanışlı olmamıştır(44). Dau ve arkadaşları(2000) Boer'in (45) oluşturduğu koklear model ve Greenwood'un (46) tanımladığı uyarın frekansı ve baziller membrandaki en büyük yer değiştirme bölgesi arasındaki fonksiyonel ilişkiyi temel alarak chirp uyarının ilk defa matematiksel ifadesini yapmışlardır(67).

Günümüze kadar birçok chirp uyarın denenmiştir. Performans farklılıklarının kullanılan frekans geciktirme modellerinin farklılıklarından kaynaklandığı bildirilmiştir. Chirp uyarın yıllar içerisinde Claus Elberling tarafından yapılan çalışmalar sayesinde insan kokleasına en uygun şekilde geliştirilmiş ve bugünkü şeklini almıştır. Bu nedenle chirp uyarınının adı CE-Chirp (Claus Elberling) uyarın olarak değiştirilmiştir. Claus Elberling ve ark. 2010 yılında yaptıkları çalışmalarında birbirinden farklı sürelerle sahip 5 chirp uyarını geliştirmişlerdir(47). Çalışmanın sonucunda tüm chirp uyarınları click

uyarandan daha büyük amplitüdü yanıt oluşturmuştur. Ancak kısa süreli oluşturulan chirp yüksek şiddet seviyelerinde, uzun süreli chirp ise düşük şiddet düzeylerinde daha etkili bulunmuştur. Bu çalışmadan elde edilen bilgilere göre ses dalgasının koklea içerisindeki seyahat süresinin dikkat edilmesi gereken tek değişken olmadığı sonucuna varılmış ve bu ayrıntıya dikkat edilerek yeni bir chirp uyararı geliştirilmiştir. Yeni geliştirilen bu model "direct approach" olarak isimlendirilmiştir(48). Bu modelde chirp uyararı 4 temel frekans düzeyinde bölünerek frekansa spesifik uyarılar oluşturulmuştur. 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz olmak üzere 4 bant üzerinden yeni model geliştirilmiş ve her bir frekansa spesifik uyarının zamansal gecikmeleri ve katkıları hesaplanarak oluşturulan modelin 20-60 dB arasında en verimli chirp uyararı olduğu belirtilmiştir.



Şekil 2.9: 4 frekansın birleştirilmesi ile oluşturulan geniş bant chirp'in frekans spektrumu(48)



Şekil 2.10: 60dB şiddetinde dar bant chirp uyarılarının katkısı(48)

Nöral senkronizasyonu artırmak üzere geliştirilen chirp, günümüzde sadece geniş bant olarak değil LS-Chirp(frekansa özel yanıt alınabilen tone burst benzeri uyarı) adıyla frekansa spesifik olarak da kayıt olanağı sağlamaktadır. Ayrıca ASSR ve otoakustik emisyonunda da kullanılmakta ve başarılı sonuçlar alınmaktadır.

5- Örnekleme Büyüklüğü

İşlemin sayısı arttıkça, gürültü seviyesi azalır, fakat büyük toplamlara ulaşıncaya kadar yanıtların görünürlüğü azalır. Ortalama bir cevap için gerekli olan tekrar sayısı, uyarılmış potansiyelin kendine özgü amplitüdüne, arka plan gürültünün miktarına göre değişiklik göstermektedir. Yüksek şiddetli uyarının kullanıldığı ABR testinde hasta hareketsiz olduğu zaman 1000-2000 arası sweep sayısı lezyonun yerini tespit etmek için yeterlidir(7,8). Eşik değerlendirme testinde averajın, V. dalganın latansına karar verilebilecek kadar uzun süre devam etmesi gereklidir. İyi test şartları altında, yüksek şiddette bu yanıt 256 tekrarla bile elde edilebilir. Şiddet eşiğe yaklaştıkça V. dalga

latansına karar verebilmek amacıyla daha fazla örneğe ihtiyaç vardır. Eşik seviyesinden şüphe edildiğinde örnekler göreceli olarak büyük averajlara ulaşmalıdır (en az 1000). Çoğu klinik uygulamada 2000 tekrar, gürültünün azaltılmasında üst sınırdır ve sıklıkla 1000 tekrar yeterli görülmektedir.

6-Uyaranın Verilme Şekli

Tek taraflı bir patolojinin varlığında, yapılan değerlendirmelerde binaural değerlendirme yapıldığı zaman cevaplar normal kulaktan etkilenmektedir. Bu nedenle tek başına bir kulağın değerlendirilmesi amacıyla kullanılan monoaural uyaranın kullanılması daha doğru bir seçimdir.

Monoaural ve binaural uyaran kullanılarak elde edilen cevapların latansları birbirleriyle benzerlik göstermektedirler. Bununla beraber, binaural uyarı kullanılarak elde edilen cevapların amplitüdü, monoaural uyarı kullanılarak elde edilen cevapların amplitüdünden ortalama % 60 daha büyüktür(7).

B) Kayıtlarla ilgili faktörler

1- Elektrot Yerleşimi

Ses uyarını sonrasında oluşan elektriksel potansiyeller elektrot yardımıyla toplanmaktadır. Elektrotlar kullanım amacına göre yüzeysel disk elektrotlar ve cilt altı iğne elektrotlar olmak üzere iki çeşittir. İğne elektrotlar, yoğun bakım ünitelerinde ve ameliyathanelerde hastayı uzun süre gözlemlemek gereğinin bulunduğu kayıtlar sırasında kullanılırlar. Rutin klinik uygulamalarda kullanımları nadirdir. Disk elektrotlar, klinik uygulamalarda en sık kullanılan elektrot tipidir.

Elektrot yerleşimi ile dalgaların latanslarında önemli değişiklik olmamasına karşın, amplitüdünde büyük değişiklikler olmaktadır. Kliniklerde genellikle pozitif elektrot vertekse, negatif elektrotlar çoğu zaman ya mastoid kemik üzerine ya da kulak memesine olacak şekilde her iki kulağa, toprak elektrot adlandırılan dördüncü elektrot

ise iki kaş arasının hemen üstüne olacak şekilde altına yerleştirilir. Elektrotların yerleşim yerleri uluslararası 10-20 elektrot standardı ile belirlenmiştir.

Elektrotların yerleşim yeri kadar öncesinde yapılacak hazırlıklarda önemlidir. Dalgaların iyi gözlemlenebilmesi için kayıt sırasında elektrot impedansları 5000 Ohm'dan düşük olmalıdır. Elektrotların gümüş, gümüş klorür yada altından tercih edilmesi, cildin iyi temizlenmesi ve uygun iletken jel kullanılması impedansları etkilemektedir(1).

2- Filtreleme

ABR sinyalleri belirli bir frekans aralığındadır. Bu aralığın altında ve üstünde kalan frekans değerlerine sahip sinyaller, ABR sinyalinin morfolojik yapısını bozmaktadır. Kaydın kalitesini bozan istenmeyen frekans bant veya bantlarındaki sinyallerin azaltılması veya tamamen ortadan kaldırılmasına filtreleme denir. Bu amaçla 3 çeşit filtre kullanılmaktadır;

-Alçak geçirgen filtre: Üst frekans sınırına sahiptir ve bu sınırın altındaki frekansları enerjilerini koruyarak geçirirken, üstündeki frekansların enerjisini düşürür. Bu filtrenin sınırı, sinyalin kalitesini bozabilecek yüksek frekanslı gürültüyü ortadan kaldıracak kadar yüksek olmalıdır. Bu sınır genellikle 1500 yada 3000 Hz olarak kabul edilmiştir(1).

-Yüksek geçirgen filtre: Alt frekans sınırına sahiptir ve bu sınırın üstündeki frekansları enerjilerini koruyarak geçirirken, altındaki frekansların enerjisini düşürür. Bu filtrenin sınırı uyarılmış potansiyellerin düşük frekanslı bileşenlerini yok etmeyecek kadar olmalıdır. Yüksek geçirgen filtrelerin sınırının 50 Hz.' in üzerinde olması, birçok cihazın elektriksel gürültüsünü filtrelediği için çok faydalıdır(1).

-Bant geçirgen filtre: Alçak ve yüksek geçirgen filtrelerin bir birleşimidir. Üst ve alt frekans sınırları bulunur. Bu sınırlar arasındaki frekanslar geçirilirken, sınırların üstünde ve altında kalan frekansların enerjileri düşürülür(1).

Filtreler günümüzde uyaran çeşitlerine göre ufak değişiklik gösterse de 50-1500 Hz veya 50-3000 Hz bant geçiren filtre yaygın olarak kullanılmaktadır.

3- Analiz Zamanı

Analiz edilen davranımın oluşumu için verilen uyarıcıdan sonraki zaman periyodudur. Analiz zamanının uzunluğu hastanın yaşı ile kullanılan uyarının şiddetine ve tipine bağlı olarak değişiklik gösterir. Click ABR uyaranda yetişkinler için 12 ms, bebeklerde 15 ms düşük siddet düzeylerinin gözlenmesine olanak sağladığı için kullanılması uygundur. Tonal ABR ölçümlerinde analiz zamanının 20 ms ve üzerinde kullanılmasının uygun olduğu belirtilmektedir (3).

4- Averajlama

ABR sinyalleri 0.1-1 μ V seviyesinde çok düşük amplitüdü sinyaller olduğu için bu sinyallerin beynin, kalbin ve kasların biyoelektriksel sinyallerinin oluşturduğu gürültü içinden doğrudan ayırt edilmesi çok zordur. Bu yüzden kulağa iletilen tek bir uyarı sinyaline karşılık oluşan biyoelektriksel sinyalin otomatik olarak tanınip yorumlanması mümkün değildir. Filtreleme işleminden geçirilen çok sayıda işitsel beyinsapı cevapları ile averajlama işlemi gerçekleştirilerek ABR sinyali üzerindeki diğer sinyallerin zayıflatılması sağlanır. Uyarandan bağımsız olarak vücut tarafından oluşturulan sinyaller, işitsel uyararla aynı zamanlamayla belirmez. Bu yüzden işitsel aktiviteyi doğru olarak kaydedebilmek için averajlama yapmak gerekir. Bu işlem tekrarlanarak genel olarak 1000-2000 tek kayıt kullanılır, kayıtlar üst üste çakıştırılır. Böylece ses uyarısıyla başlatılan hedef sinyal örneklerin çoğunda bulundurulup kuvvetlendirilirken, kayıtlara giren gürültülerin gözardı edilmesi sağlanır. Böylece teorik olarak sadece işitsel yanıtlar kaydedilmiş olur. Ancak geri planda bulunan ve istenmeyen EEG, EMG veya elektromanyetik alan gibi aktivitelerin çok yoğun olması halinde averajlama yöntemi, sinyal gürültü oranını yeterince yükseltmez. Bu durumda geri plandaki gürültüler azaltılmalıdır (11).

C) Bireyle ilgili faktörler

i) Patolojik Olmayan Faktörler

1) Yaş

Yaş, ABR ölçümüne etki eden önemli faktörlerden birisidir. Yeni doğanlarda ve çocuklarda ABR dalga formları, latansları ve amplitüdüleri yetişkinlere göre farklılık gösterir. Bunun nedeni işitsel yolların matürasyonu fetal hayatta başlayıp doğumdan sonra da bir süre devam etmesinden kaynaklanır. Doğum sonrasında dendrit dallanmasında artma ve fibril çaplarında genişlemeler meydana geldiği gösterilmiştir. Hecox ve Galambos tarafından V. dalga belirgin ve stabil bir potansiyele sahip olduğu için matürasyonun göstergesi kabul edilmiştir. Yaşın ilerlemesiyle birlikte V. dalga latansı azalır. Literatürde yaş konusunda çeşitli rakamlar geçse de genel olarak kabul gören 18-24 ay civarında mutlak latansların yetişkinlerdeki değerlere oldukça yaklaşmış olduğudur.(6)

I. dalga latansındaki azalma ise periferik işitme alanındaki matürasyonun ifadesidir. Yenidoğanlarda I. dalga latansı biraz geç, amplitüdü ise erişkinlerden oldukça fazladır. Amplitüd yüksekliği kokleanın mastoide yakınlığı, latans uzunluğu ise koklear yüksek frekans alanının matürasyonunun henüz tamamlanmamış olması ile açıklanmaktadır.

Periferik ve santral matürasyon hızları birbirinden farklı olduğundan (periferik matürasyon 1 yaş civarında tamamlanır), I-V dalgalar arası latanslarında devamlı bir azalma gözlenir. Bu azalma 18-24 ay civarında durağanlık kazanmasına rağmen I-V dalgalar arası latanslarının erişkindeki değerine tam olarak ulaşması 10 yaşa kadar uzayabilmektedir.

2-Cinsiyet

Yeni doğanlarda latans ve amplitüd olarak her iki cinsiyet arasında fark bulunamamıştır. Ancak periferik ve santral matürasyonların tamamlanıp dalga latanslarının stabilite kazanmasından sonra, hem latans ve hem de amplitüd değerleri cinsiyete göre farklılık göstermektedir.

Yetişkin kadınlarda, erkeklere göre latans değerleri daha kısa ve dalga amplitüdüleri daha yüksek saptanmıştır. Bu farklılığın kadınlarda baş boyutu, sinir uzunluğu ve hormonal yapı ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir (1).

3-Vücut Isısı

Vücut ısısında meydana gelen değişiklik latanslar üzerinde etkili olabilmektedir. Isının düşmesi, sinaptik iletimdeki gecikme ve aksonal iletim hızının azalması, ABR latanslarını uzatır. Bahsedilen uzama özellikle geç dalgalarda ve I-V latans aralığında görülmektedir. Artan beden ısısı ise işitme siniri fibrillerindeki iletim hızını artırması nedeniyle ABR latanslarında kısalmaya neden olabilmektedir.

4-İlaç Kullanımı

Diazepam, halotan, nitroz oksit gibi sedatif ve anesteziklerin ABR'yi etkilemedikleri, ancak düzenli lidokain'in morfolojik yapıyı bozduğu ortaya konulmuştur. Fakat, santral sinir sistemi depresyonu yapan barbitüratların ve intoksikasyon düzeyinde alınan alkolün, dalga intervallerini etkilediği gösterilmiştir.

Topiramatin gibi antiepileptik ilaçlarında anlamlı düzeyde dalgalar arası latansları uzattığı bilinmektedir(49).

ii)Patolojik Faktörler

ABR değerlendirilmesinde kullanılan parametreler iletim, koklear ve retrokoklear patolojilerden etkilenmektedir. Patolojinin yerine göre dalga morfolojisinde, amplitüdünde, latans ve dalgalar arası latanslarda meydana gelen değişiklikler ayırıcı tanıda öneme sahiptir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu araştırma, Adana ili Başkent Üniversitesi Kulak-Burun-Boğaz Anabilim Dalı'nda işitme şikayeti olmayan ve otoskopik muayenesi normal gönüllü katılımcılar ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Kurulu tarafından onaylanmıştır. (Proje no:KA13/98)

Çalışma grubuna yaşları 18-60 arasında değişen 31 kadın (62 kulak) ve 31 erkek (62 kulak), toplam 62 kişi (124 kulak) dahil edilmiştir. Çalışma grubunu oluşturan 62 kişinin çalışmaya dahil edilmesinde aşağıdaki kriterler dikkate alınmıştır;

- Yapılan otoskopik muayenede normal bir dış kulak yolu ve timpanik membrana sahip olunması,
- Elektroakustik immitansmetri değerlendirmesinde, orta kulak basıncının ± 50 daPa sınırlarında olması ve TipA timpanogram elde edilmesi,
- Odyometrik değerlendirmede, 18-39 yaş için maksimum 15 dB, 40-60 yaş için maksimum 20 dB saf ses ortalamasına sahip olunması aranan şartlardan olmuştur.

Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayandığından katılımcılardan, "Gönüllü Denek Bilgilendirme ve Onam Formu" nu okuyup, kabul etmeleri istenmiştir.

Katılımcıların ABR testleri yapılmadan önce; rutin kulak muayeneleri yapılmış ve kulak zarlarının görünümü normal olarak değerlendirilenler bir sonraki aşamaya alınmıştır. Odyometrik incelemeler için Industrial Acoustics Company (IAC) standardındaki sessiz odalarda Interacoustics AC-40 klinik odyometre ile eşik tespiti yapılmıştır. Ölçümler TDH-39 standart kulaklık kullanılarak hava yolu işitme eşikleri ölçülmüştür. Kemik yolu ölçümleri radioear B-71 kemik vibratörü ile gerçekleştirilmiştir.

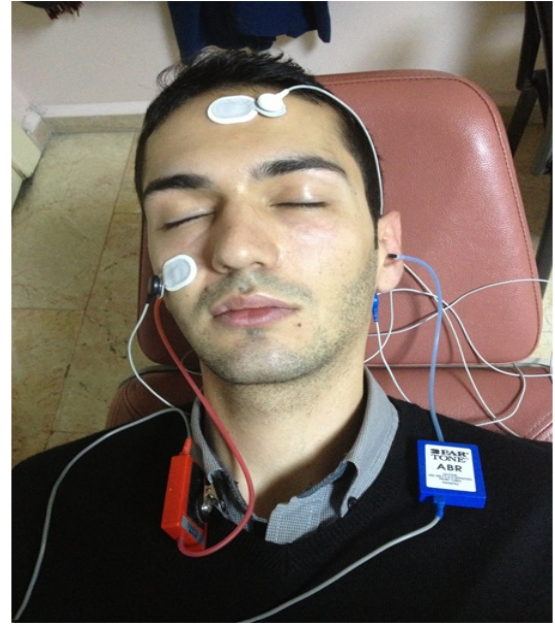
Akustik immitansmetrik ölçümler, Interacoustic AZ26 immitansmetri cihazı ile değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler 226 Hz probe tonda gerçekleştirilmiştir.

Saf ses odyometrisinde eşik düzeyleri 250-8000 Hz arasında 18-39 yaş için 15dB ,40-60 yaş için 20 dB saf ses eşiğine sahip olanlar, impedansmetrik taramada tepe değeri ± 50 daPa A tipi normal timpanogramı olan ve 500-4000 Hz arasında ipsilateral ve kontralateral akustik refleksleri normal düzeyde olanlar çalışmaya dahil edilmiştir.

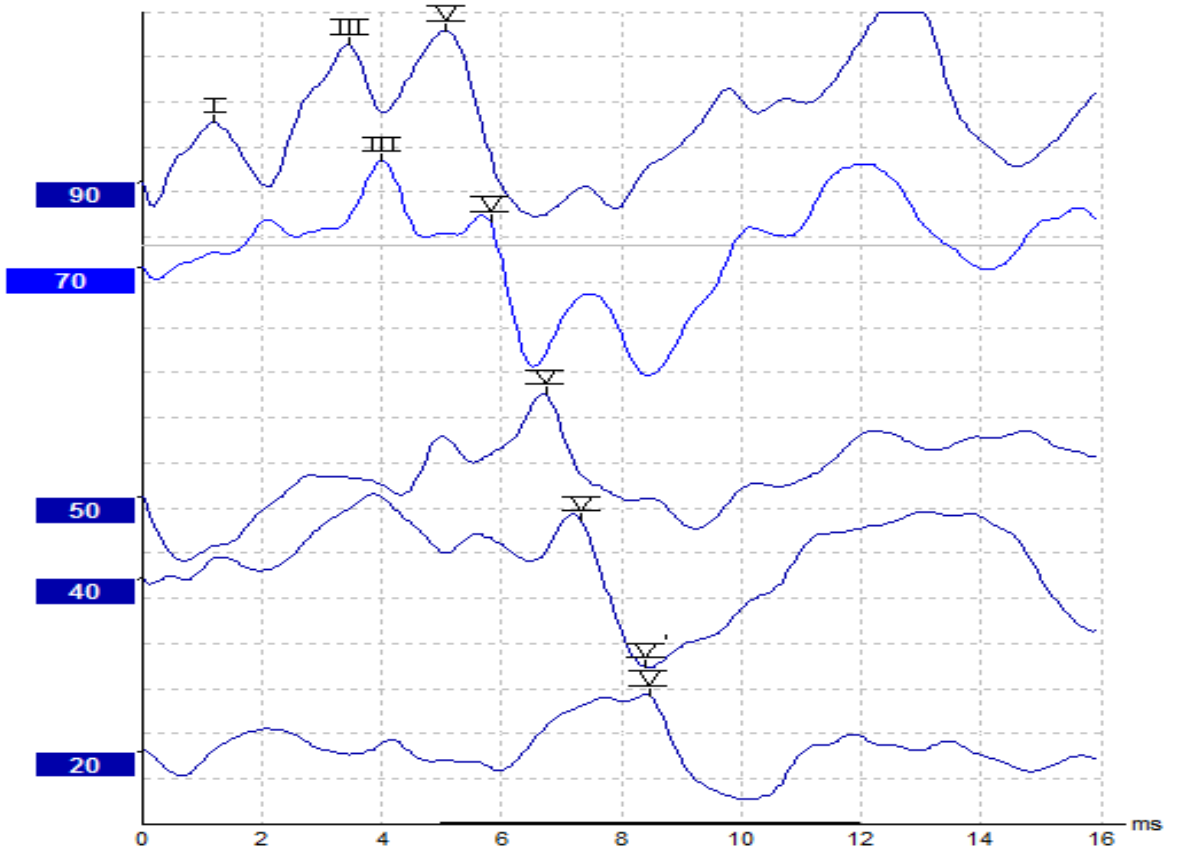
ABR kayıtları için Interacoustics Eclipse EP15 cihazı kullanılmıştır(şekil3.1). Kayıt parametrelerinde uyarın hızı olarak 33.1/sn tekrarlama sıklığında rarefaction polaritede chirp uyarınlar kullanılmıştır. Kayıtlama penceresi için 15 ms, kayıt filtresi için 50-1500 Hz frekans aralığı seçilmiştir. Her bir şiddet seviyesinde 1500 örnek toplanarak averajlanmıştır. Elektrot yerleşimi yapılmadan önce peeling jel ve alkol ile cilt temizliği yapılmıştır. Her bir kayıta 4 adet tek kullanımlık Ag/AgCl elektrot kullanılmıştır. Elektrotlar; toprak hat elmacık kemiğin üstüne, pozitif hat alın üst kısmına, negatif elektrotların biri sol kulak mastoide, diğeri sağ kulak mastoide gelecek şekilde yerleştirilmiştir(şekil 3.2). Test süresince kabloların olabildiğince kayıt cihazından uzak olmasına, üst üste gelmemesine ve kayıt sırasında elektrot impedanslarının 5 k Ω altında olmasına özen gösterilmiştir. Çalışmada kanal içi ER-3A(Etymotic Research) kulaklıklar kullanılmıştır.90, 70, 50, 40 ve 20 dB şiddetlerinde gönderilen chirp uyarını ile I. ve III. dalgaların elde edilebilirliği değerlendirilmiş, oluşan V. dalga latans ve amplitüd değerleri ölçülmüştür(örnek trase şekil 3.3). Her şiddet düzeyinde elde edilen V. dalga latansları cinsiyete ve yaşa göre gruplandırılmış ve karşılaştırılmıştır.



Şekil 3.1: Eclipse EP 15 ABR



Şekil 3.2: Elektrot yerleşimi



Şekil 3.3: Bir olgunun sol kulak chirp uyarı traseleri

Verilerin istatistiksel analizi; SPSS for Windows 11.5 paket programında yapılmıştır. Sürekli sayısal değişkenlerin dağılımının normale yakın olup olmadığı Kolmogorov Smirnov testi ile araştırılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler sürekli sayısal değişkenler için ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum şeklinde gösterilmiştir.

90, 70, 50, 40 ve 20 dB şiddetindeki latans ve amplitüd düzeyleri yönünden sırasıyla; tüm olgular içerisinde, yaştan bağımsız olarak her bir cinsiyet grubu içerisinde, cinsiyetten bağımsız olarak her bir yaş grubu içerisinde ve her bir yaş grubundaki kadın ve erkekler içerisinde sağ ve sol kulaktan elde edilen ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığı Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon İşaret testiyle araştırılmıştır. Tüm olgular içerisinde yapılan karşılaştırmalarda Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,010$ için yaştan bağımsız olarak kadın ve erkekler içerisinde yapılan karşılaştırmalarda Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,005$ için cinsiyetten bağımsız olarak 18-39 ve 40-60 yaş grupları içerisinde yapılan karşılaştırmalarda Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,005$ için her bir yaş grubundaki kadın ve erkekler içerisinde yapılan karşılaştırmalarda Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,0025$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Yaş ve cinsiyete göre 90, 70, 50, 40 ve 20 dB şiddetindeki referans ölçümler yönünden istatistiksel olarak anlamlı değişim olup olmadığı Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U testiyle araştırılmıştır. Yaştan bağımsız olarak kadın ve erkekler arasında yapılan karşılaştırmalarda Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,010$ için cinsiyetten bağımsız olarak 18-39 ve 40-60 yaş grupları arasında yapılan karşılaştırmalarda Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,010$ için her bir yaş grubundaki kadın ve erkekler arasında yapılan karşılaştırmalarda Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,005$ için kadın ve erkekler içerisinde 18-39 ve 40-60 yaş grupları arasında yapılan karşılaştırmalarda ise Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,005$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Tüm olgular içerisinde 90, 70, 50, 40 ve 20 dB şiddetindeki referans amplitüd düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığı Bonferroni Düzeltmeli

Wilcoxon İşaret testiyle araştırılmıştır. Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,005$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Bu çalışmada olası tüm çoklu karşılaştırmalarda Tip I hatayı kontrol edebilmek için Bonferroni Düzeltmesi yapılmıştır.

4. BULGULAR

Bu çalışmada ABR chirp uyaran için standart verileri elde etmek amacıyla 31'i kadın 31'i erkek olmak üzere toplam 62 kişi değerlendirilmiştir. Çalışmaya katılan bireyler yaş ve cinsiyete göre Tablo 4.1 deki şekilde gruplandırılmıştır.

Tablo 4.1: Çalışmaya katılan bireylerin yaş ve cinsiyete göre dağılımı

	18-39 YAŞ	40-60 YAŞ
ERKEK	17	14
KADIN	17	14

Katılımcı 62 kişinin her iki kulağı da değerlendirilmiştir(124 kulak). Normal işitmeye sahip katılımcıların önce cinsiyetleri ve yaş grupları dikkate alınmaksızın tüm şiddet seviyelerinde sağ ve sol kulaktan elde edilen V. dalga latans değerleri arasındaki fark değerlendirilmiştir. Tüm olgular için yapılan istatistiksel değerlendirmede tüm şiddet seviyelerinde sağ ve sol kulak latans değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir(Tablo 4.2).

Tablo 4.2: Tüm Olgular İçerisinde Farklı Şiddetlere Göre Sağ ve Sol Kulaklara İlişkin Latans Ölçümleri (n=62)

Değişkenler	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum	p-değeri^a
90 dB					0,582
<i>Sağ(ms)</i>	4,61	0,35	4,00	5,53	
<i>Sol(ms)</i>	4,63	0,35	4,00	5,48	
70 dB					0,563
<i>Sağ(ms)</i>	5,53	0,38	4,65	6,20	
<i>Sol(ms)</i>	5,55	0,37	4,76	6,17	
50 dB					0,144
<i>Sağ(ms)</i>	6,55	0,37	5,63	7,20	
<i>Sol(ms)</i>	6,61	0,44	5,67	7,27	
40 dB					0,046
<i>Sağ(ms)</i>	7,16	0,42	6,33	8,23	
<i>Sol(ms)</i>	7,22	0,45	6,33	8,28	
20 dB					0,040
<i>Sağ(ms)</i>	8,31	0,46	7,40	9,20	
<i>Sol(ms)</i>	8,38	0,42	7,40	9,10	

a: Wilcoxon İşaret testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,010$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Sağ ve sol kulaktan elde edilen V. dalga latans değerleri yaş gruplarına bakılmaksızın cinsiyetlere göre de değerlendirilmiştir. Tüm olgular için yapılan istatistiksel değerlendirmede tüm şiddet seviyelerinde sağ ve sol kulak latans değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Kadın ve Erkekler İçerisinde Farklı Şiddetlere Göre Sağ ve Sol Kulaklara İlişkin Latans Ölçümleri

Değişkenler	Erkek (n=31)				
	Ortalama(ms)	Std. Sapma	Minimum	Maksimum	p-değeri ^a
90 dB					0,032
Sağ	4,66	0,29	4,20	5,18	
Sol	4,71	0,31	4,30	5,27	
70 dB					0,516
Sağ	5,62	0,35	4,97	6,20	
Sol	5,65	0,30	5,05	6,17	
50 dB					0,005
Sağ	6,67	0,24	6,15	7,15	
Sol	6,81	0,33	5,93	7,27	
40 dB					0,264
Sağ	7,31	0,32	6,77	8,23	
Sol	7,37	0,39	6,72	8,28	
20 dB					0,017
Sağ	8,46	0,36	7,97	9,20	
Sol	8,56	0,33	8,00	9,10	

Değişkenler	Kadın (n=31)				
	Ortalama(ms)	Std.Sapma	Minimum	Maksimum	p-değeri ^a
90 dB					0,110
Sağ	4,57	0,40	4,00	5,53	
Sol	4,55	0,37	4,00	5,48	
70 dB					0,926
Sağ	5,44	0,39	4,65	6,09	
Sol	5,45	0,40	4,76	6,15	
50 dB					0,497
Sağ	6,42	0,43	5,63	7,20	
Sol	6,41	0,45	5,67	7,17	
40 dB					0,117
Sağ	7,01	0,45	6,33	8,00	
Sol	7,08	0,46	6,33	7,80	
20 dB					0,574
Sağ	8,17	0,51	7,40	9,00	
Sol	8,19	0,43	7,40	9,10	

a: Wilcoxon İşaret testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,005$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi

Tüm katılımcıların cinsiyetleri ve yaş grupları dikkate alınmaksızın tüm şiddet seviyelerinde sağ ve sol kulaktan elde edilen V. dalga amplitüd değerleri arasındaki fark değerlendirilmiştir. Tüm olgular için yapılan istatistiksel değerlendirmede tüm şiddet seviyelerinde sağ ve sol kulak amplitüd değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4: Tüm Olgular İçerisinde Farklı Şiddetlere Göre Sağ ve Sol Kulaklara İlişkin Amplitüd Ölçümleri (n=62)

Değişkenler	Ortalama(μ V)	Std. Sapma	Minimum	Maksimum	p-değeri ^a
90 dB					0,438
<i>Sağ</i>	0,38	0,12	0,16	0,72	
<i>Sol</i>	0,38	0,10	0,19	0,59	
70 dB					0,734
<i>Sağ</i>	0,41	0,16	0,13	0,91	
<i>Sol</i>	0,40	0,12	0,20	0,79	
50 dB					0,190
<i>Sağ</i>	0,36	0,16	0,11	0,84	
<i>Sol</i>	0,35	0,12	0,13	0,74	
40 dB					0,153
<i>Sağ</i>	0,30	0,09	0,10	0,53	
<i>Sol</i>	0,29	0,11	0,06	0,50	
20 dB					0,994
<i>Sağ</i>	0,20	0,10	0,02	0,52	
<i>Sol</i>	0,21	0,12	0,06	0,68	

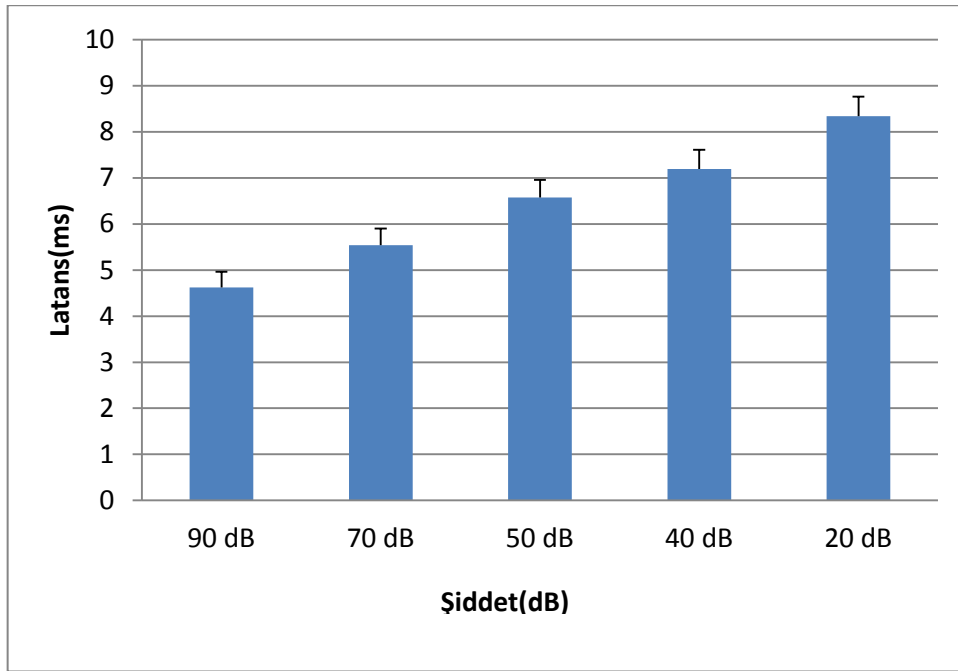
a: Wilcoxon İşaret testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,010$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Chirp Uyaranı referans latans ve amplitüd değerleri

62 normal işitmeye sahip bireyden yaş grubuna ve cinsiyete bakılmaksızın elde edilen V. dalga latans değerleri tablodaki gibidir(Tablo 4.5).

Tablo 4.5: Tüm Olguların Farklı Şiddetlere Göre Referans Latans Ölçümleri (n=62)

Şiddet(dB)	Ortalama(ms)	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
90	4,62	0,34	4,00	5,51
70	5,54	0,36	4,71	6,15
50	6,58	0,38	5,65	7,20
40	7,19	0,42	6,37	8,23
20	8,34	0,42	7,44	9,15

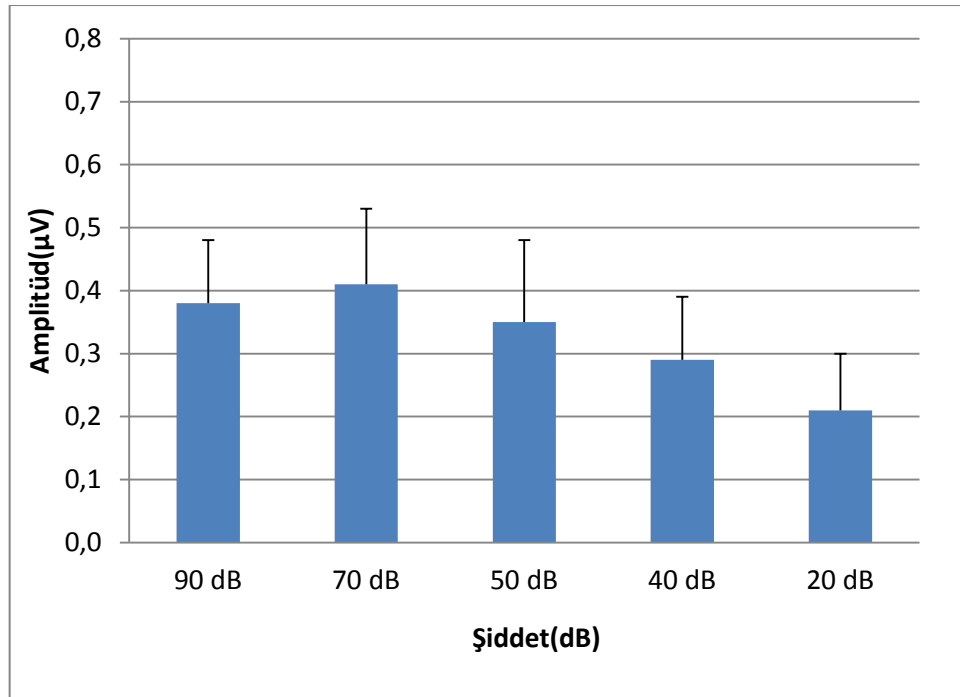


Şekil 4.1: Tüm bireylerin V. dalga latans değerleri

Yaş ve cinsiyete bakılmaksızın tüm bireylerden elde edilen V. dalga amplitüd değerleri tabloda verilmiştir. 70 dB şiddetinde diğer şiddet seviyelerine göre daha büyük amplitüdü dalgalar elde edilmiştir. Farklar istatistiksel olarak analiz edildiğinde 70 dB şiddetine göre 50, 40 ve 20 dB şiddetindeki amplitüd değerleri anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur ($p<0,001$). 90 dB şiddeti ile 70 dB şiddeti arasında ve 90 dB şiddeti ile 50 dB şiddeti arasında referans amplitüd düzeyleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir. ($p<0,001$).

Tablo 4.6: Tüm Olguların Farklı Şiddetlere Göre Referans Amplitüd Ölçümleri (n=62)

Şiddet(dB)	Ortalama(μ V)	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
90	0,38	0,10	0,19	0,65
70	0,41	0,12	0,19	0,77
50	0,35	0,13	0,15	0,76
40	0,29	0,10	0,10	0,50
20	0,21	0,09	0,07	0,49



Şekil 4.2: Tüm bireylerin V. dalga amplitüd dağılımları

Chirp Uyararı Latans ve Amplitüd Değerlerinin Yaş ve Cinsiyete Göre Değişimi

Tablo 4.7: Yaş ve Cinsiyet Grupları İçerisinde Farklı Şiddetlere Göre Referans Amplitüd Ölçümleri

Şiddet(dB)	Ortalama(μ V)	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
18-39 Yaş Erkek				
90	0,39	0,13	0,19	0,65
70	0,42	0,18	0,19	0,77
50	0,38	0,18	0,15	0,76
40	0,29	0,10	0,16	0,43
20	0,21	0,13	0,07	0,49
18-39 Yaş Kadın				
90	0,37	0,09	0,22	0,53
70	0,41	0,12	0,25	0,66
50	0,35	0,14	0,15	0,73
40	0,29	0,11	0,13	0,50
20	0,21	0,09	0,11	0,48
18-39 Yaş Genel				
90	0,38	0,11	0,19	0,65
70	0,41	0,15	0,19	0,77
50	0,36	0,16	0,15	0,76
40	0,29	0,10	0,13	0,50
20	0,21	0,11	0,07	0,49
40-60 Yaş Erkek				
90	0,37	0,11	0,19	0,53
70	0,37	0,09	0,25	0,56
50	0,33	0,09	0,20	0,48
40	0,30	0,09	0,17	0,45
20	0,18	0,07	0,09	0,29
40-60 Yaş Kadın				
90	0,38	0,07	0,26	0,53
70	0,42	0,08	0,33	0,57
50	0,36	0,09	0,19	0,48
40	0,29	0,09	0,10	0,45
20	0,23	0,06	0,11	0,31
40-60 Yaş Genel				
90	0,37	0,09	0,19	0,53
70	0,40	0,09	0,25	0,57
50	0,34	0,09	0,19	0,48
40	0,29	0,09	0,10	0,45
20	0,20	0,07	0,09	0,31

Yaştan bağımsız olarak cinsiyetin V.dalga amplitüdlerine etkisi değerlendirilmiştir. Tüm şiddet seviyelerinde yapılan değerlendirmede cinsiyetin amplitüdü üzerine etkisi gözlenmemiştir. Bulunan farklar istatistiksel olarak anlamlı değildir(Tablo 4.8).

Tablo 4.8: Kadın ve Erkekler Göre Farklı Şiddetlerdeki Referans Amplitüd Ölçümleri

Şiddet(dB)	Ortalama(µV)	Std. Sapma	Minimum	Maksimum	p-değeri^a
90					0,632
<i>Erkek</i>	0,38	0,12	0,19	0,65	
<i>Kadın</i>	0,37	0,08	0,22	0,53	
70					0,360
<i>Erkek</i>	0,40	0,14	0,19	0,77	
<i>Kadın</i>	0,41	0,10	0,25	0,66	
50					0,508
<i>Erkek</i>	0,36	0,15	0,15	0,76	
<i>Kadın</i>	0,35	0,12	0,15	0,73	
40					0,994
<i>Erkek</i>	0,29	0,09	0,16	0,45	
<i>Kadın</i>	0,29	0,10	0,10	0,50	
20					0,123
<i>Erkek</i>	0,20	0,11	0,07	0,49	
<i>Kadın</i>	0,22	0,08	0,11	0,48	

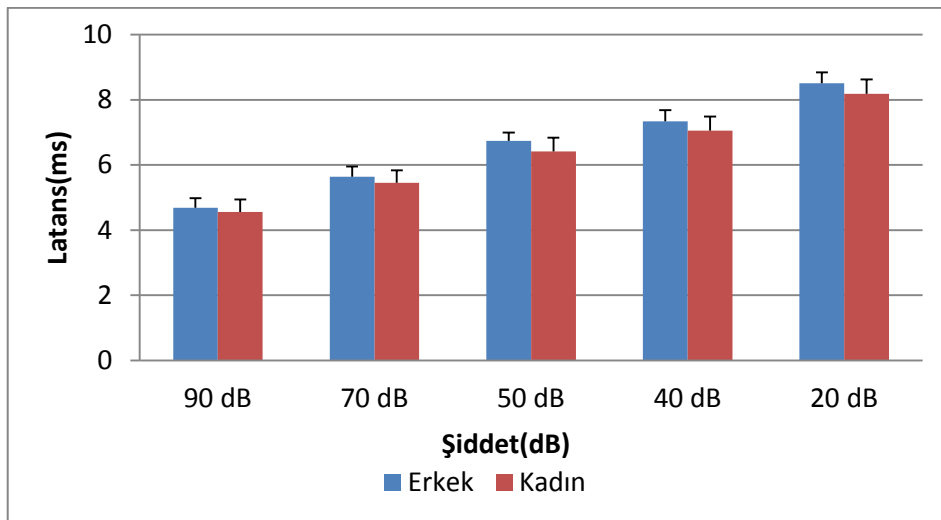
a: Mann Whitney U testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,010$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Yaştan bağımsız olarak cinsiyetin V.dalga latansı üzerine etkisi değerlendirilmiştir. Tüm şiddet seviyelerinde erkeklerden elde edilen latanslar kadınlara göre daha geç bulunmuştur. Ancak istatistiksel olarak yapılan analizlerde erkeklerdeki gecikme 50 dB ve 20 dB şiddetlerinde anlamlı olarak saptanmıştır(Tablo 4.9).

Tablo 4.9: Kadın ve Erkekler Göre Farklı Şiddetlerdeki Referans Latans Ölçümleri

Şiddet(dB)	Ortalama(ms)	Std. Sapma	Minimum	Maksimum	p-değeri ^a
90					0,045
<i>Erkek</i>	4,68	0,29	4,27	5,20	
<i>Kadın</i>	4,56	0,38	4,00	5,51	
70					0,042
<i>Erkek</i>	5,64	0,32	5,03	6,15	
<i>Kadın</i>	5,45	0,38	4,71	6,04	
50					0,002
<i>Erkek</i>	6,74	0,25	6,04	7,20	
<i>Kadın</i>	6,41	0,42	5,65	7,04	
40					0,018
<i>Erkek</i>	7,34	0,34	6,75	8,23	
<i>Kadın</i>	7,05	0,44	6,37	7,88	
20					<0,001
<i>Erkek</i>	8,51	0,33	8,00	9,15	
<i>Kadın</i>	8,18	0,45	7,44	9,05	

a: Mann Whitney U testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,010$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.



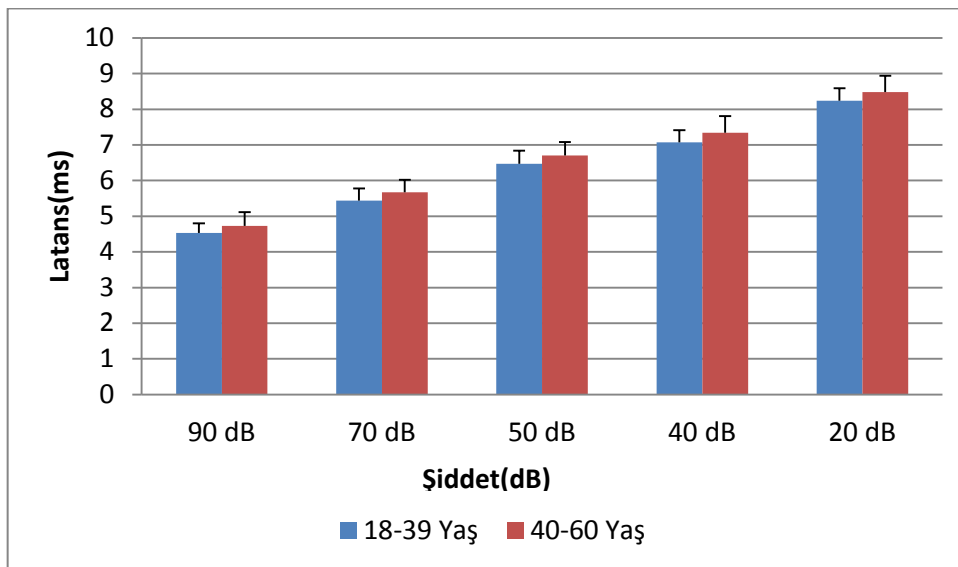
Şekil 4.3: Kadın ve erkeklerin tüm şiddet düzeylerindeki V. dalga latans değerleri

Cinsiyetten bağımsız olarak yaş gruplarına göre V. dalga latans verileri değerlendirilmiştir. Tüm şiddet seviyelerinde 18-39 yaş grubundan elde edilen latans değerleri 40-60 yaşa göre daha erken elde edilmiştir. İstatistiksel olarak yapılan değerlendirmede 40-60 yaş arasında görülen gecikme 50,40 ve 20 dB seviyelerinde anlamlı olarak tespit edilmiştir(Tablo 4.10).

Tablo 4.10: Yaş Gruplarına Göre Farklı Şiddetlerdeki Referans Latans Ölçümleri

Şiddet(dB)	Ortalama(ms)	Std. Sapma	Minimum	Maksimum	p-değeri ^a
90					0,030
18-39 Yaş	4,53	0,28	4,04	5,20	
40-60 Yaş	4,73	0,39	4,00	5,51	
70					0,017
18-39 Yaş	5,44	0,34	4,71	5,97	
40-60 Yaş	5,67	0,35	4,89	6,15	
50					0,006
18-39 Yaş	6,47	0,36	5,65	7,10	
40-60 Yaş	6,70	0,38	5,73	7,20	
40					0,004
18-39 Yaş	7,07	0,33	6,37	7,73	
40-60 Yaş	7,34	0,47	6,37	8,23	
20					0,007
18-39 Yaş	8,24	0,36	7,47	8,97	
40-60 Yaş	8,48	0,46	7,44	9,15	

a: Mann Whitney U testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,010$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.



Şekil 4.4: Tüm şiddetteki V.dalga latanslarının yaşlara göre dağılımı

Kadınlar içerisinde 18-39 ve 40-60 yaş grupları arasında tüm şiddet düzeylerinde V. dalga latans değerleri karşılaştırılmıştır. Tüm şiddet seviyelerinde 18-39 yaş grubunda daha erken latanslar elde edilmesine rağmen istatistiksel incelemelerde anlamlı farklılık tespit edilmemiştir(Tablo 4.11).

Tablo 4.11: Kadınlar İçerisinde Yaş Grupları Arasında Farklı Şiddetlere İlişkin Referans Latans Ölçümleri

Değişkenler	Kadın				p-değeri ^a
	Ortalama(ms)	Std. Sapma	Minimum	Maksimum	
90 dB					0,161
19-39 Yaş	4,46	0,28	4,04	5,14	
40-60 Yaş	4,68	0,46	4,00	5,51	
70 dB					0,032
19-39 Yaş	5,31	0,36	4,71	5,96	
40-60 Yaş	5,62	0,35	4,89	6,04	
50 dB					0,071
19-39 Yaş	6,29	0,35	5,65	6,83	
40-60 Yaş	6,56	0,46	5,73	7,04	
40 dB					0,149
19-39 Yaş	6,95	0,34	6,37	7,47	
40-60 Yaş	7,17	0,52	6,37	7,88	
20 dB					0,036
19-39 Yaş	8,07	0,36	7,47	8,80	
40-60 Yaş	8,32	0,51	7,44	9,05	

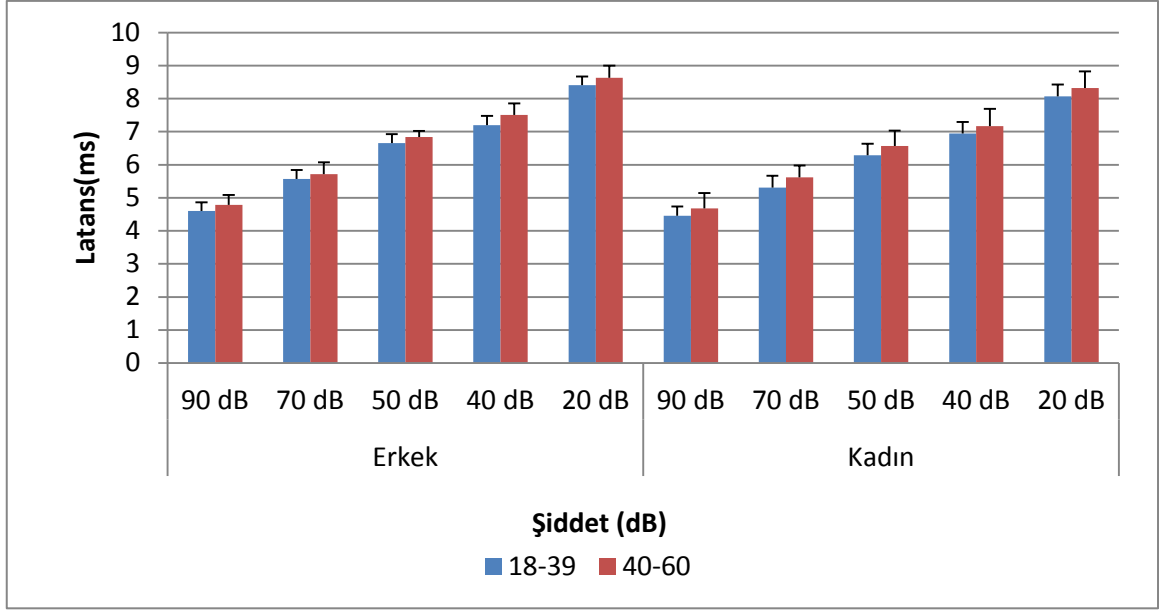
a: Mann Whitney U testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,005$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Erkekler içerisinde 18-39 ve 40-60 yaş grupları arasında tüm şiddet düzeylerinde V. dalga latans değerleri karşılaştırılmıştır. Tüm şiddet seviyelerinde 18-39 yaş grubunda daha erken latanslar elde edilmesine rağmen istatistiksel incelemelerde anlamlı farklılık tespit edilmemiştir(Tablo 4.12).

Tablo 4.12: Erkekler İçerisinde Yaş Grupları Arasında Farklı Şiddetlere İlişkin Referans Latans Ölçümleri

Değişkenler	Erkek				p-değeri ^a
	Ortalama(ms)	Std. Sapma	Minimum	Maksimum	
90 dB					0,109
19-39 Yaş	4,60	0,27	4,27	5,20	
40-60 Yaş	4,79	0,30	4,41	5,19	
70 dB					0,246
19-39 Yaş	5,57	0,27	5,04	5,97	
40-60 Yaş	5,72	0,35	5,03	6,15	
50 dB					0,053
19-39 Yaş	6,66	0,27	6,04	7,10	
40-60 Yaş	6,84	0,19	6,60	7,20	
40 dB					0,007
19-39 Yaş	7,20	0,28	6,75	7,73	
40-60 Yaş	7,51	0,34	7,01	8,23	
20 dB					0,040
19-39 Yaş	8,41	0,26	8,00	8,97	
40-60 Yaş	8,63	0,36	8,10	9,15	

a: Mann Whitney U testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,005$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi



Şekil 4.5:Erkek ve kadınların şiddetlere göre latans dağılımları

Aynı yaş grubu içerisinde erkek ve kadınlar arasında V. dalga latansları değerlendirilmiştir. İki yaş grubu içerisinde kadınlarda erkeklere göre daha erken dalgalar elde edilmiştir. Ancak istatistiksel olarak yapılan değerlendirmelerde 18-39 yaş grubunda kadınlardan elde edilen latans değerleri 50 dB ve 20 dB de anlamlı derecede erken olduğu tespit edilmiştir. 40-60 yaş için yapılan istatistiksel değerlendirmede kadınlar ve erkekler arasındaki fark anlamlı olarak tespit edilmemiştir (Tablo 4.13).

Tablo 4. 13: Her Bir Yaş Grubu İçerisinde Kadın ve Erkekler Arasında Farklı Şiddetlere Göre Sağ ve Sol Kulaklara İlişkin Referans Latans Ölçümleri

Değişkenler	19-39 Yaş				p-değeri ^a
	Ortalama(ms)	Std. Sapma	Minimum	Maksimum	
90 dB					0,067
<i>Kadın</i>	4,46	0,28	4,04	5,14	
<i>Erkek</i>	4,60	0,27	4,27	5,20	
70 dB					0,022
<i>Kadın</i>	5,31	0,36	4,71	5,96	
<i>Erkek</i>	5,57	0,27	5,04	5,97	
50 dB					0,003
<i>Kadın</i>	6,29	0,35	5,65	6,83	
<i>Erkek</i>	6,66	0,27	6,04	7,10	
40 dB					0,041
<i>Kadın</i>	6,95	0,34	6,37	7,47	
<i>Erkek</i>	7,20	0,28	6,75	7,73	
20 dB					<0,001
<i>Kadın</i>	8,07	0,36	7,47	8,80	
<i>Erkek</i>	8,41	0,26	8,00	8,97	

Değişkenler	40-60 Yaş				p-değeri ^a
	Ortalama(ms)	Std. Sapma	Minimum	Maksimum	
90 dB					0,401
<i>Kadın</i>	4,68	0,46	4,00	5,51	
<i>Erkek</i>	4,79	0,30	4,41	5,19	
70 dB					0,329
<i>Kadın</i>	5,62	0,35	4,89	6,04	
<i>Erkek</i>	5,72	0,35	5,03	6,15	
50 dB					0,194
<i>Kadın</i>	6,56	0,46	5,73	7,04	
<i>Erkek</i>	6,84	0,19	6,60	7,20	
40 dB					0,210
<i>Kadın</i>	7,17	0,52	6,37	7,88	
<i>Erkek</i>	7,51	0,34	7,01	8,23	
20 dB					0,044
<i>Kadın</i>	8,32	0,51	7,44	9,05	
<i>Erkek</i>	8,63	0,36	8,10	9,15	

a: Mann Whitney U testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,005$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

5. TARTIŞMA

Günümüzde işitmenin değerlendirilmesinde odyolojik testler birbirini destekler şekilde, bir test zinciri olarak uygulanmaktadır. ABR testinde işitsel cevapların beyin sapı düzeyinden elde edildiği ve üst merkezlerin katılımının olmadığı bilinmektedir, dolayısıyla bir işitme testi olarak kabul edilmemektedir. Ancak işitme eşiklerine yakın uyaran şiddetinde ABR dalgaları elde edilebilmesi, kokleadan başlayıp kortekse kadar uzanan işitme yollarının beyin sapına kadar olan kısmının bütünlüğünün değerlendirilmesinde önemli bilgiler vermektedir. Standart odyolojik testlerin yapılmasının mümkün olmadığı yaştaki bebek ve küçük çocuklarda, kooperasyon problemi yaşayan hastalarda, komadaki hastalarda, simulasyon şüphesi bulunanlarda işitme fonksiyonunun değerlendirilmesi ve eşik tayininde; nörootolojik hastalıklarda lezyon yerinin tayininde, beyin sapı ve serebellopontin köşe lezyonlarında, koklear ve retrokoklear işitme kayıplarının ayırımında ve intraoperatif monitörizasyonda ABR tanı amacıyla kullanılmaktadır.(2)

ABR testinde tanıda en sık kullanılan parametreler I, III ve V. dalga latansları ve I-III, III-V ve I-V dalgalar arası latanslarıdır, eşik tespitinde ise V.dalga varlığı yani amplitüdü büyük öneme sahiptir. I. ve III. dalgalar işitme eşiğine yakın stimulus şiddetlerinde her zaman tespit edilebilir amplitüdlere erişemezlerken, V. dalga işitme eşiğine çok yakın stimulus şiddetlerinde bile görülebilmektedir. ABR dalga latansları, dalgalar arası latanslar ve amplitüdlere klinikler arası farklılıklar gösterebilmektedir. Bunun nedeni kullanılan uyaran tipi, kayıt tekniği(parametreler), hasta yaşı ve cinsiyetinden etkilenmesidir. (5,51-53).

ABR testlerinin sonuçlarını doğru yorumlayıp yeterince yararlanabilmek için belirli teknik kurallara uyulması ve klinik standartların iyi saptanması gerekmektedir. Ulusal ya da uluslararası anlamda standart değerler olmadığından her klinik öncelikle kendi normal değerlerini tespit etmeli ve kendi standartlarını oluşturmalıdır.(54)

Chirp, yeni bir uyarın çeşidi olup, geleneksel olarak kullanılan click ve tone burst uyarının sınırlılıkları nedeni ile geliştirilmiştir. İçerdiği frekans bileşenlerinin zaman içinde sıralanışı nedeniyle kokleadaki baziller membranı ve dolayısıyla 8. siniri senkronize olarak uyaracağı hipoteziyle Dau ve arkadaşları tarafından önerilmiş bir uyarandır (9). Clause Elberling'in çalışmaları sayesinde günümüz şekline getirilmiştir. Uyarının içerdiği frekansların zamansal dağılımı, frekansların baziller membran üzerindeki karakteristik bölgelerine ulaşana kadar geçen sürelerle göre ayarlanmıştır. Böylelikle click uyarın ile benzer frekans spektrumuna sahip olan chirp sinyalinde, alçak frekanslar uğrayacakları gecikme göz önüne alınarak zamansal olarak yüksek frekanslardan önce verilmektedir. Uyarın içindeki frekansların zamana göre sırası alçak frekanslarla başlamakta ve yüksek frekanslarla bitmektedir. Zamansal dağılım nedeniyle teorik olarak chirp sinyalinin içerdiği her frekans karakteristik bölgesine aynı anda ulaşmakta ve dolayısıyla baziller membranının tamamı senkronize olarak uyarılmaktadır. Dau ve ark.'larının çalışmasında (9) ABR' nin en belirgin olan ve en çok çalışılan V. dalgası üzerinde durulmuş, click ve chirp sinyallerinin oluşturduğu V. dalga amplitüdünü araştırılmıştır. Özellikle düşük şiddet seviyelerinde V.dalga baz alınarak yapılan karşılaştırmalarda 2 kat daha büyük amplitüdümlü yanıtlar elde edilmiştir.(43)

Çalışmamızda yeni bir uyarın olan chirp ile sağlıklı bireylerden ABR kayıtları alınmıştır. Kayıtlarda I. ve III. dalgaların olup olmaması, V.dalga latans ve amplitüdüleri değerlendirilmiş ve kliniğimize ait standart verilerin oluşturulması amaçlanmıştır.

Literatürdeki chirp uyarın ile yapılan çalışmaların neredeyse tamamında üst sınır olarak 80 dB HL ya da daha düşük uyarın seviyeleri tercih edilmiştir. Ancak kliniklerde işitsel durumunun değerlendirilebilmesi için 90 – 100 dB seviyesi tercih edilmektedir. Çalışmamızda 20, 40, 50, 70 ve 90 dB HL seviyesinde testler gerçekleştirilmiştir.

Literatürden elde edilen bilgilere göre kulaklık seçiminin amplitüd ve latanslar üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. ABR kayıtları supra aural ve insert kulaklıklarla yapılabilmektedir. Supra aural kulaklık ile chirp uyarının değerlendirildiği bir çalışma bulunamamıştır. Ancak click uyarın kullanarak yapılan çalışmalarda supra aural kulaklıkların latanslar üzerindeki etkisi bilinmektedir. İntert kulaklıklardan elde edilen

dalgaların mutlak latansı supra aural kulaklıklardan elde edilenlerden 0.9 ms daha uzundur.

Elberling ve ark. (55) çalışmasında insert kulaklıkları karşılaştırılmıştır. Click ve chirp uyararı kullanılarak yapılan çalışmada, click uyararı için ER-2 kulaklığı kullanımı ER-3A kulaklığına göre biraz daha büyük amplitüdü dalgalar elde edilmesini sağlamış, chirp uyararı için ise sonuçlar daha farklı bulunmuştur. Chirp uyararı ER-2 kulaklığı kullanımı ER-3A ya göre çok daha etkili olmuş, 60dB'in altındaki şiddet seviyelerinde ER-2 kulaklık ile ER-3A'ya göre önemli derecede büyük amplitüdü dalgalar elde edilmiştir. Bu sonuç muhtemelen iki kulaklığın frekans-amplitüd yanıtları arasındaki büyük bir farktan kaynaklandığını göstermiştir. Yapılan çalışmalarda ER-2 kulaklığının 10.000 Hz seviyesine kadar ki amplitüd cevaplarının düz olduğu, ER-3A'nın ise bant geçiren filtreden kaynaklı olarak 4000 Hz yukarısında yanıtlarda azalma tespit edilmiştir. İki kulaklık arasındaki maksimum farkın ise yaklaşık 35 dB kadar 8000 Hz seviyesinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Yazarlar akustik özellikler nedeniyle ER-2 kulaklığın 60 dB altındaki uyararı seviyelerinde normal işiten yetişkinlerde chirp uyararı ER-3A kulaklığına tercih edilmesinin daha iyi bir seçim olacağını söylemektedir.(55) Kliniğimizde ER-3A kulaklık mevcuttur ve çalışmamızda tüm şiddet seviyesindeki sesler için ER-3A kulaklığı kullanmıştır.

ABR testinin Faraday kafesi gibi, dış ortamla ilgiyi kesen bir bölümde yapılması fizyolojik olmayan aktivitenin eliminasyonu için faydalıdır (56). Ancak; klinik ortamda böyle bir imkan olmadığından bu çalışmaya katılan bireyler normal oda koşullarında teste alınmış ve ortamın sessiz, loş olmasına özen gösterilmiştir.

ABR dalga latansları ve dalgalar arası latanslarda her iki kulak arasında kabul edilebilir farklılığın belirlenmesi, patolojinin saptanması ve tanıya giden yolda oldukça önemlidir.

Literatürde iki kulak arasında kabul edilebilir latans farklılığı yetişkinler için 0.4ms olarak belirlenmiştir(1). Çalışmamızda ise normal işitmeye sahip katılımcılarda cinsiyet ve yaş gruplarına bakılmaksızın yapılan değerlendirmede ABR 90 dB'de V.

dalga latansları bakımından sağ ve sol kulak arasında yapılan incelemede $p < 0,010$ için istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Bu sonuçlar normal işiten kulaklarda ABR dalga ve dalgalar arası latanslarının sağ ve sol kulak arasında farklılığın olmadığı yönündeki literatür bilgileriyle uyumludur.

Cinsiyetin ABR ölçümleri üzerine etkili olduğu bilinmektedir. Periferik ve santral matürasyonların tamamlanıp dalga latanslarının stabilite kazanmasından sonra, kadınlarda ve erkeklerde latans artışı farklı derecelerde olmaktadır. Literatür bilgilerine göre erişkin kadınlarda dalga latansları erkeklere göre kısadır(54,57-60).ABR dalga ve dalgalar arası latanslardaki bu farklılıklar kadınlarda nöral yolların fiziksel yapı itibarıyla kısa olması ya da hormonal faktörlerle açıklanmaya çalışılmıştır(61-62). Literatürde özellikle V. dalga latansının cinsiyetler üzerinde önemli derecede farklı olduğu gösterilmiştir.(1,3,7,)

Cinsiyetin ABR'yi etkilediği günümüze kadar click uyaran kullanarak yapılan çalışmalarla gösterilmiştir. Cinsiyetin etkilerini chirp uyaran ile değerlendiren bir çalışma bulunamamıştır. Çalışmamızda chirp uyaran kullanarak elde edilen ABR latanslarına cinsiyetin etkisini araştırmak için normal işitmeye sahip katılımcıların sonuçları yaş grubu dikkate alınmaksızın cinsiyetlerine göre gruplandırılarak değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda yaş gruplarından bağımsız olarak normal işitmeye sahip kadınlarda ve erkeklerde yalnızca V. dalga baz alınarak yapılan değerlendirmelerde,90 dB şiddetinde kadınların V. dalga latanslarının erkeklerden ortalama olarak 0.12 ms kısa olduğu görülmüştür. Diğer şiddet seviyelerinde ise sonuçlar 70 dB düzeyinde 0,19 ms,50 dB düzeyinde 0,33 ms,40 dB düzeyinde 0,29 ms,20 dB düzeyinde ise 0,33 ms olarak tespit edilmiştir. Tüm şiddet seviyelerinde erkeklerden elde edilen latanslar kadınlara göre daha geç bulunmuştur. Ancak $p < 0,010$ için istatistiksel olarak yapılan analizlerde erkeklerdeki gecikme 50 dB ve 20 dB şiddetlerinde anlamlı olarak saptanmıştır.Bu sonuçlar click uyaran ile elde edilen literatür bilgileriyle uyumludur.(56,63)

Yaş gruplarına göre yapılan değerlendirmede 18-39 yaş arasındaki bireylerin V. dalga latans değerlerinin, 40-60 yaş arasındaki gruba göre tüm şiddet seviyelerinde kısa olduğu gözlenmiştir. İstatistiksel değerlendirmede $p < 0,010$ için 50,40 ve 20dB ($p = 0,006$, $p = 0,004$, $p = 0,007$) şiddet seviyelerindeki farklar anlamlı olarak tespit edilmiştir.

Lotfi ve ark. (63), click uyararı ile gerçekleştirdiği çalışmasında bireyleri yaşlarına göre 3 (18-30,31-50,51-70) grupta toplamıştır. V.dalga latansını 51-70 yaş grubunda önemli derecede geç tespit etmiştir. Yaşın latanslara etkisi çalışmamızda chirp uyararı ile elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Erdem ve ark.(56) çalışmasında, 9-17 ve 18-45 yaş aralığındaki bireylerden elde edilen sonuçlar anlamlı derecede farklı bulunmuştur. Belirtilen yaş aralığında V.dalga latanslarının kadında erkeklere göre anlamlı derecede erken tespit edildiği bildirilmiştir.

Beagley ve ark.(59) , Lopez-Escamez ve ark.(64) dalgalar arası latanslar ve mutlak latansların cinsiyetle olan değişimini gösteren çalışmalarında da benzer sonuçlar gösterilmişlerdir. III ve V. dalga mutlak latansları,I-V ve III-V dalgalar arası latansları kadınlarda iki kulak içinde erken tespit edilmiştir. Çalışmalarda bahsedilen V.dalga latansı ile alakalı bulgular bu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Literatürde chirp ve click uyararı kullanarak elde edilen V. dalga latansları karşılaştırıldığında yüksek şiddet düzeylerinde (80 ve 60 dB HL) chirp uyararı kullanarak elde edilen V. dalga latansları click uyararına göre daha kısa olduğu bildirilmiştir. Düşük frekanslarda(20 ve 40 dB HL) ise tam tersi veriler sunulmuş ve V.dalga latansları click uyararı ile daha erken elde edilmiştir.

Rodrigues ve ark.(65) 12 yetişkin ile yaptıkları çalışmalarında 20, 40, 60 ve 80 dB HL de V. dalga latanslarını değerlendirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlar sırasıyla 7.99ms, 6.79ms, 5.56ms ve 4.57 ms' dir. Çalışmamızda benzer yaş grubunda 60 ve 80 dB de kayıt alınmamış olmasına rağmen yapılan değerlendirmede Rodrigues ve ark. ile benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

Elberling ve ark.(55) onbir sağlıklı yetişkin ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında 20, 40, 60, 80 dB HL seviyesinde click, chirp ve LS-chirp uyarılarının latans ve amplitüd değerlerini farklı kanal içi kulaklıklar(ER-2,ER-3A) ile değerlendirmişlerdir. Elde ettikleri değerler sırasıyla 8.11ms, 6.88ms, 5.53ms, 4.58ms olarak bulunmuştur. ER-3A kulaklığı ile elde edilen değerler çalışmamızdaki ilgili yaş grubu ile karşılaştırıldığında ,iki çalışma arasında benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

Kristensen ve ark.(66) on yetişkin üzerinde yaptıkları çalışmalarında chirp, click ve LS-chirp uyarılar ile 20,40,60 ve 80 dB HL'de V.dalga latans ve amplitüdlarini değerlendirmişlerdir. V.dalga latansları 7.99ms,6.75ms, 5.42ms,4.29 ms olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızdaki ilgili yaş aralığında bulduğumuz sonuçlarla yapılan karşılaştırmada değerler yakın gözlenmiştir. Elde edilen farkların kayıt parametrelerinden ve bölgesel farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmüştür.

Nöral senkronizasyonu sağlamak üzere geliştirilen chirp uyararı daha kısa latansa sahip olduğu gibi daha büyük dalga boylu dalgalar da üretmektedir. Özellikle düşük frekanslarda click uyarana göre tipik olarak 2 kat daha büyük dalgalar gözlenmektedir. Amplitüd; maturasyon durumu ,uyaran çeşidi , elektrot yerleşimi,sinyal tekrar oranı,filtre gibi faktörlerden etkilenmektedir.Amplitüd tepe amplitüdü ve tepeden-tepeye amplitüd olmak üzere 2 şekilde ölçülebilmektedir. Tepe amplitüdü, taban hattı ile tepe noktası arasındaki, tepeden-tepeye amplitüd ise bir tepe ile onu takip eden ters işaretli tepe arasındaki dikey mesafedir(67). Çalışmamızda elde edilen tepe amplitüdları cihaz tarafından otomatik hesaplanmaktadır.

Amplitüd ölçümlerinde, dalgada oluşan filtreleme etkisi önemlidir. Dalganın amplitüdü, uygulanan bant-geçiren filtrenin alt ve üst kesim frekanslarına bağlı olarak değişebilir. V. dalganın amplitüdü için filtrenin alçak frekans sınırı daha önemlidir. Alt kesim frekansının (yüksek geçiren fitreye ait) 30 Hz'den 100 Hz'e çıkarılması, V. dalga tepe amplitüdünde %10, tepeden-tepeye amplitüde de ise % 60 azalmaya yol açmaktadır (67-70). Çalışmamızda bant-geçiren filtre değerlerini 50- 1500 Hz olarak kullanılmıştır.

Amplitüd ve latans değerlerini etkileyen bir başka faktör stimulus tekrar oranıdır. Bu oran arttıkça latanslarda uzama, amplitüdlerde ise azalma meydana gelmektedir. Stimulus tekrar oranı özellikle koklear patolojileri retrokoklear patolojilerden ayırt etmekte kullanılmaktadır. Günümüze kadar yapılmış birçok çalışma göstermiştir ki, stimulus tekrar oranı arttırıldığında dalga latanslarında görülen uzama retrokoklear patolojilerde çok daha fazla miktarda olmaktadır. (36,37) Rowe ve ark.(37) çalışmalarında düşük tekrar oranında bulgu vermeyen retrokoklear patolojilerin yüksek tekrar oranında belirginleştiğini belirtmektedir. Özellikle 20 tekrar oranından daha yüksek sıklıklarda amplitüdülerin azaldığı bildirilmiştir. Çalışmamızda kliniğimizin eşik değerlendirme testinde kullanılan saniyede 33.1 tekrar oranı tercih edilmiştir.

Çalışmamızda elde edilen amplitüd değerleri cinsiyet ve yaş gruplarına göre karşılaştırıldığında anlamlı farklar tespit edilmemiştir. Literatürde click uyarana yapılan çalışmalarda şiddetin azalması amplitüdü de azaltmaktadır. Ancak chirp uyarana ile yaptığımız çalışmada en büyük amplitüdü dalga 70 dB de elde edildi ve uyarana şiddeti 90dB 'den 70dB'e düşürüldüğünde V.dalga amplitüdünün arttığı gözlemlenmiştir. Chirp uyarana ile koklea üzerinde geniş bir bölge uyarılmaktadır. Yüksek şiddette uyarana gönderildiğinde daha geniş bir yayılma(uyarılma) söz konusudur. Bu sebeple şiddet arttığında amplitüdülerin azalması aşırı uyarılmaya bağlanmıştır. Benzer sonuçlar çeşitli çalışmalarda da bildirilmiştir(71,72).

Rodrigues ve ark,(65) 80dB, 60dB, 40dB ve 20 dB uyarana şiddetinde yaptıkları çalışmalarında V. dalga amplitüdülerini sırasıyla 0.537µV, 0.593µV, 0.575µV, 0.304µV olarak bulmuşlardır. Bulunan değerler 80dB haricindeki tüm şiddet düzeylerinde click uyarana büyük elde edilmiştir. Elberling ve ark(55) aynı uyarana şiddetinde yaptıkları çalışmalarında V.dalga amplitüdülerini 0. 450µV, 0.525µV, 0.495µV, 0.276µV olarak bulmuşlardır. Click uyarana karşılaştırma sonuçları Rodrigues ve ark.çalışması ile paralellik göstermektedir.Elberling ve ark.(71) başka bir çalışmasında ise 50-60dB şiddet seviyesinde click uyarana göre önemli derecede büyük amplitüdüler elde etmişlerdir. Çalışmamızdan elde ettiğimiz V.dalga amplitüdüleri literatür verilerine göre, özellikle yüksek şiddet seviyelerinde daha küçük tespit edilmiştir. Bu sonuçların klinik şartlar, kullanılan parametreler ve bölgesel farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmüştür.

Elde edilen sonuçlar klinik şartlar, kullanılan parametreler ve bölgesel farklılıkların amplitüd üzerine etkisini değerlendirebilmek için önemlidir.

Literatürde chirp uyararı ile yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunda V.dalga amplitüdü incelenmiştir. Ancak I. ve III. dalgalar tanısal olarak oldukça büyük öneme sahiptir. Çalışmamızda yüksek uyaran şiddetinde I,III ve V. dalgaların elde edilebilirliği değerlendirilmiştir. 90dB seviyesinde yapılan değerlendirmede 62 bireyden 17'sinde I.dalga 14'ünde ise III.dalga elde edilememiştir.Bu dalgalarının yokluğu chirp uyararının V.dalganın amplitüdünü arttırmak üzere tasarlamasından kaynaklanmaktadır. Klinik uygulamalar göz önüne alındığında V.dalga amplitüdlerinin artması ve latansların kısalması test süresini azaltmakta ve eşik tespitinde kolaylık sağlamaktadır. Ancak I ve III. dalgaların tüm hastalardan elde edilememesi tanı için önemli bir kısıtlamadır ve chirp uyararının geliştirilmesi gereken bir noktası olarak görülmektedir.

6. SONUÇ

“Normal İşitmeye Sahip Yetişkinlerde Chirp Uyarını Normatif Değerleri” adlı çalışmamıza katılan, normal otoskopik bulgulara ve işitme eşiklerine sahip, yaşları 18-39 ve 40-60 olarak iki grupta toplanan 62(124 kulak) gönüllü bireyler ile çalışmamız gerçekleştirilmiştir.

62 bireyin çalışmada kullanılan tüm şiddet düzeylerinde sağ ve sol kulak yönünden yapılan karşılaştırmada latans ve amplitüdlerinde $p<0,010$ için anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Cinsiyetin, latans ve amplitüdler üzerindeki etkisi incelendiğinde $p<0,010$ için cinsiyetin amplitüdler üzerine etkisi görülmemiş, tüm şiddet düzeyinde yaştan bağımsız olarak yapılan değerlendirmede erkeklerin kadınlara göre latansları daha geç elde edilmiştir. Ancak istatistiksel olarak sadece 50 dB ve 20 dB anlamlı bulunmuştur. Cinsiyetten bağımsız olarak yaş gruplarına göre V. dalga latans verileri değerlendirilmiştir. 18-39 yaş grubunun latansları 40-60 yaş grubuna göre daha erken tespit edilmiştir. $p<0,010$ için 50,40 ve 20 dB şiddetlerinde anlamlı farklılık tespit edilmiştir.

62 birey için elde ettiğimiz latans referans değerlerimiz 90dB de $4,62 \pm 0,34$ (4,00-5,51) ms, 70dB de $5,54 \pm 0,36$ (4,71-6,15)ms, 50 dB de $6,58 \pm 0,38$ (5,65-7,20)ms, 40dB de $7,19 \pm 0,42$ (6,37-8,23)ms, 20dB de $8,34 \pm 0,42$ (7,44-9,50)ms olarak bulunmuştur. 62 birey için elde ettiğimiz amplitüd referans değerlerimiz 90dB de $0,38 \pm 0,10$ (0,19-0,65) μV , 70dB de $0,41 \pm 0,12$ (0,19-0,77) μV , 50dB de $0,35 \pm 0,13$ (0,15-0,76) μV , 40dB de $0,29 \pm 0,10$ (0,10- 0,50) μV , 20dB de $0,21 \pm 0,09$ (0,07-0,49) μV olarak tespit edilmiştir.

ABR testi, noninvaziv ve kooperasyonu kolay bir testtir. Yetişkinlerde, çocuklarda, simülasyon şüphesi bulunan bireylerde rahatlıkla uygulanabildiği gibi retrokoklear patolojilerin tanısında da değerli bilgiler vermektedir. Chirp uyarın içerdiği frekansların zamansal dağılımı ile nöral senkronizasyonu artırmak ve daha büyük amplitüdü V.dalga üretmek üzere geliştirilmiştir. Chirp uyarın düşük şiddetlerde bile

V. dalga tespitini oldukça kolaylaştırmış ve dolayısıyla test süresini kısaltmıştır. Eřik tayininde, yeni doğan işitme taramasında güvenilir ABR kaydedilmesine imkan sağlamaktadır. Ancak I ve III. Dalgaların yüksek şiddetlerde her zaman elde edilememesi chirp uyarının rekrokoklear patolojilerdeki tanı değerini dūřürmektedir.

Çalışmadan elde edilen V. dalga latansları, kliniğimize ait chirp uyarın ABR standartlarımızı oluşturmaktadır. Bundan sonra planlanacak olan çalışmalarda uygun yaş aralıklarında referans olarak kullanılacaktır.

7. KAYNAKÇA

1. ÖZDAMAR, Ö., MUŞ N. (1996). İşitsel Beyinsapı Cevapları. İşitsel Beyinsapı Cevaplarının Normal Değişimleri. Ankara.
2. ÖNERCİ, M., KORKMAZ H. (2004). Essential Otolaryngology 8.Ed. p.65-87.
3. ARNOLD, S.A., (2000). Auditory Diagnosis (Ed.R.J. Roeser, M.Valente, H.Hosford-Dunn) Thieme Medical,Publishers, Inc.,New York, s 451-470.
4. Aage, R. (2006). Moller, Hearing Anatomy, Physiology and Disorders of Auditory System s 151-177.
5. ÜNAL, M. (1998). İşitsel Beyin Sapı Cevapları El Kitabı. İstanbul. Nobel Tıp Kitabevi
6. AKYILDIZ, N. (2007). Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi 2:s177-187
7. HALL, JW. (1992). Handbook Of Auditory Evoked Responses. Allyn and Bacon, Massachusetts.
8. HOOD, LJ. (1998). Clinical Applications of the Auditory Brainstem Response. SingularPublishing Group, San Diego.
9. DAU, T., (2000). Wegner, O., Mellert, V., Kollmeier, B., Auditory brainstem responses with optimized chirp signals compensating basilar-membrane dispersion, *J. Acoust. Soc. Am.*, **107**(3): 1530-1540.
10. WEGNER, O., DAU, T., (2002). Frequency specificity of chirp-evoked auditory brainstem responses, *J. Acoust. Soc. Am.*, **111**(3): 1318-1329.
11. BELL, S.L., ALLEN, R., LUTMAN, M.E., (2002). An investigation of the use of bandlimited chirp stimuli to obtain the auditory brainstem response, *Int. J. Audiol.*, **41**(5): 271-278, 2002.
12. AKYOL MH. (1992). Erişkin Beyin Sapı Uyarılmış İşitme Cevapları (ABR) Klinik Normal Standartlarının Saptanması ve Anestezi İndüksiyonu Etkisinin Araştırılması. Uzmanlık Tezi. Uludağ Üniversitesi. Bursa.
13. GÜLER YILDIZBAŞ, Ş. (2009). Uyarılmış İşitsel Beyin Sapı Cevaplarının Klinik Standardizasyonu. Uzmanlık Tezi Düzce Üniversitesi.
14. PURDY, SC, ABBAS, PJ. (2002). ABR Thresholds to Tone bursts Gated with Blackman and Linear Windows in Adults with High-Frequency Sensorineural Hearing Loss . *Ear & Hearing*; **23**: 358–368.
15. GORGA, MP., REILAND, JK., BEAUCHAİNE, KA. AND JESTEADT, W. (1988). Auditory brainstem responses to tone bursts in normal-hearing subjects. *Journal of Speech and Hearing Research*. **31**: 87–97.
16. GORGA, MP., JOHNSON, TA., KAMİNSKİ, JK., BEAUCHAİNE, KL., GARNER, CA., NEELY ST. (2006). Using a combination of click and toneburst evoked auditory brainstem response measurements to estimate pure-tone thresholds, *Ear Hear*, **27**(1): 60–74.

17. BEYNON, AJ, (2005). Electrically evoked auditory cortical event-related potentials in cochlear implant patients: the P300 potential. Thesis University of Nijmegen, p:7
18. MUSIEK, FE., GEURKINK, NA., WEIDER, DJ., DONNELLY, KMS. (1984). Past, present, and future applications of the auditory middle latency response. *Laryngoscope*, **94**:1545-1553.
19. KRAUS, N, McGEE, T. (1993). Clinical implications of primary and nonprimary pathway contributions to the middle latency response generating system. *Ear and Hearing*, **14**: 36-48.
20. JEWETT, DL., ROMANO, MN., WILLISTON, JS. (1970). Human auditory evoked potentials: Possible brainstem components detected on the scalp. *Science*, **167**: 1517-1518.
21. CESUR, S. (2012). İşitsel Uyarılmış P1-N1-P2 Kortikal Potansiyellere Eşik İncelemesi. Yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi.
22. AKYOL. M. (1993). Transtimpanik Elektrokokeografi Derlemesi. *Kulak Burun Boğaz Baş ve Boyun Cerrahisi*, **1**(2): 101-102
23. BÜYÜKLÜ, F. Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi. Anadolu Sanat Dijital Baskı. C.1.
24. PROBST R. (1983). Electrocochleography: Using extratympanic or transtympanic methods? *Journal of Otorhinolaryngology and Related Specialties*, **45**: 322–329.
25. <http://www.genelbilge.com/brainstem-evoked-response-audiometry.html/> Doç. Dr. Enver ALTAŞ (Erişim Tarihi 20.09.2013)
26. BRENDA, L., LONSBURY-MARTIN, MARTIN GK., LUEBKE, AE. (1996). İşitme ve vestibüler sistemlerin fizyolojisi. In Ballenger JJ, Snow JB (eds): Otolaringoloji Bas Boyun cerrahisi. 15. baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri. 879-929.
27. ANTONIA, SM., FREIDMAN, R. (2005). Meniere's Disease In Jagler RK, Brackman DE, eds. Neurotology. Philadelphia: Elsevier. 621-638
28. MOLLER, AR., JHO, HD. (1991). Compound action potentials recorded from the intracranial portion of the auditory nerve in man: Effects of stimulus intensity and polarity, *Audiology*, **30**(3): 142-163.
29. MIDDLEBROOKS, JC. (2009), Auditory system: Central pathways. In Larry R. Squire, editor, Encyclopedia of Neuroscience, p 745-752. Academic Press, Oxford.
30. ANTONELLI, AR., BELLOTTO, R., GRANDORÌ, F. (1987). Audiologic diagnosis of central versus eighth nerve and cochlear auditory impairment. *Audiology*. **26**: 209-226.
31. <http://www.itfnoroloji.org/uyandirilmis/ep.htm> (Erişim Tarihi 25.09.2013)
32. PICTON, TW., STAPELLS, DR., CAMPBELL, KB. (1983). Effect of stimulus repetition rate on the auditory brainstem responses. *Am J Otol*, **4**:226-34.
33. GIROUX, AP., PRATT, LW. (1983). Brainstem evoked response audiometry. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. **92**:183-6.

34. SİNİNGER, YS. (1993). Auditory brainstem response for objective measure of hear. *Ear Hear.* **14**:23-30.
35. PİCTON, TW., STAPELLS, DR., CAMPBELL, KB. (1983). Effect of stimulus repetition rate on the auditory brainstem responses. *Am J Otol*, **4**:226-34.
36. PRATT, H., SOHMER, H. (1976). Intensity and rate functions of cochlear and brainstem evoked responses to click stimuli in man. *Arch Otolaryngol.* **212**:85-92.
37. ROWE, MJ. (1981). The brainstem auditory evoked responses in neurological disease: a rewiev. *Ear Hear*; **2**:41-51.
38. DESPLAND, PA., GALAMBOS, R. (1980). The auditory brainstem response. *Pediatr Res.* **14**:154-8.
39. BORG, E., LÖFGVİST, L. (1981). Brainstem response to rarefaction and condansation click in normal hearing and step high frequency heraing loss. *Scan Audiol Suppl.* **13**: 99-101.
40. JUNİUS, D., DAU, T. (2005). Influence of cochlear travelling wave and neural adaptation on auditory brainstem responses, *Hear. Res.*, **205**:53-67,
41. STAPELLS, DR. (2002), Cortical event-related potentials to auditory stimuli (2002). In Katz J. (Ed), Handbook of clinical audiology (378-406).Baltimore: Williams and Wilkins.
42. PURDY, SC., ABBAS, PJ. (1989). Auditory brainstem response audiometry using linearly and Blackman-gated tonebursts. *ASHA.* **31**: 115–116.
43. ELBERLİNG, C., DON, M. (2008). Auditory brainstem responses to a chirp stimulus designed from derived-band latencies in normal-hearing subjects. *J Acoust Soc Am.* **124**(5):3022-37.
44. <http://www.erisci.com/Resimler/File/Chirp%20Stimulus.pdf> (Erişim Tarihi 14.08.2013)
45. DE BOER, E. (1980). Auditory physics. Physical principles in hearing theory I, *Phys. Rep.*, **62**: 87-174.
46. GREENWOOD, DD. (1990). A cochlear frequency position function for several species- 29 years later, *J. Acoustic. Soc. Am.*, **87**: 2592-2605.
47. ELBERLİNG, C., CALLO, J., DON, M. (2010). Evaluating auditory brainstem responses to different chirp stimuli at three levels of stimulation. *J Acoust Soc Am.* **128**(1):215-23.
48. ELBERLİNG, C., DON, M. (2010). A direct approach for the design of chirp stimuli used for the recording of auditory brainstem responses. *J Acoust Soc Am.* **128**(5):2955-64.
49. ÇE, P., ÇOBAN, P., BİLGİN, R., GEDİZOĞLU, M. (2007). Topiramet Kullanımının Beyinsapı İşitsel Uyarılmış Potansilleri Üzerine Etkisi. **13**(1):25-28.
50. BRACKMANN, DE., DON, M., SELTERS, WA. (1991). Electric Response Audiometry. Eds: Paperella MM, Shumrich DA, Gluckman JL, Meyerhoff WL. Otolaryngology. 3rd edition, Vol 2, s. 993–1004. WB. Saunders Company.

51. HATANAKA, T., SHUTO, H., YASUHARA, A., KOBAYASHI, Y. (1988). Ipsilateral and contralateral recordings of auditory brainstem responses to monoaural stimulation. *Pediatric Neurology*. **4**(6): 354-357
52. GORGA, MP., KAMINSKI, JR., BEAUCHAINE, KL., JESTEADT, W., NEELY, ST. (1989). Auditory brainstem responses from children three months to three years of age: II. Normal patterns of response. *J Speech and Hear. Res.* **32**(32):281-288
53. SİNİNGER, YS. (1993). Auditory brain stem response for objective measures of hearing. *Ear and Hearing*. **14**:23-30.
54. YILMAZ, S., ÖZDEK, A., ŞAFAK, MA., TARHAN, E., OĞUZ, H., GÖÇMEN, H. ve ark. (2003). Cinsiyet, stimulus şiddeti ve stimulus tekrarlama oranının normal işitmeye sahip olgularda işitsel beyin sapı cevapları üzerine etkisi. *Otoskop*. **2**:55-63.
55. ELBERLING, C., KRISTENSEN, S., DON, M. (2012). Auditory brainstem responses to chirps delivered by different insert earphones 2012 Acoustical Society of America Pages: 2091–2100
56. NUH, ME. (2002). Beyin Sapı İşitsel Potansiyeli Kayıtlarının Yaş ve Cinsiyete Göre Standardizasyonu, *Van Tıp Dergisi*, **9**(1).
57. COSTA NETO, TT., ITO, YI., FUKUDA, Y., GANANCA, MM., CAO VILLA, HH. (1991). Effects of gender and head size on the auditory brainstem response. *Revue de Laryngologie-Otologie-Rhinologie*. **112**(1): 17-19.
58. TRUNE, DR., MITCHELL, C., PHILLIPS, DS. (1988). The relative importance of head size, gender, and age on the auditory brainstem response. *Hearing research* **32**(2-3): 165-174.
59. BEAGLEY, HA., SHELDRAKE, JB. (1978). Differences in brainstem response latency with age and sex. *Br. J. Audiol*, **12**:69-77.
60. MUŞ, N., KAHRAMANYOL, M., DÜNDAR, A. (1989). İnsanlarda seks faktörünün işitme fonksiyonuna etkisinin elektriksel cevap odyometriği ile araştırılması. *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Araştırma Dergisi*. **7**:53-57
61. PICTON, TW., STAPPELLS, DR., CAMPBELL, KB. (1981). Auditory evoked potentials from the human cochlea and brainstem. *J. Otolaryngol, Suppl.* **9**: 1-41.
62. PICTON, TW., HILLYARD, SA., KRAUSZ, HI., GALAMBOS, R. (1974). Human auditory evoked potentials: Evaluation of components. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. **36**:179-190.
63. YONES LOTFİ, MD. (2012). Farzaneh Zamiri Abdollah Age and Gender Effects on Auditory Brain Stem Response (ABR), *Iranian Rehabilitation Journal*, **10**(16).
64. LOPEZ-ESCAMEZ, J., SALGUERO, G., SALINERO, J. (1999). Age and sex differences in latencies of waves I, III, and V in auditory brain stem response of normal hearing subjects. *Acta otolaryngol.* **53**: 09-115.
65. RODRIGUES, I., LEWIS, R. (2012). Comparison of click and CE-chirp stimuli on Brainstem Auditory Evoked Potential recording, *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* **17**(4):412-6.

66. KRİSTENSEN, SGB., ELBERLİNG, C. (2012). Auditory brainstem responses to level-specific chirps in normalhearing adults. *J. Am. Acad. Audiol.* 23. 712-721.
67. YARDIMCI, S. (2006). İşitsel beyin sapı yanıtlarını uyarılmasında chirp sinyalinin yeri. Yüksek lisans tezi Hacettepe Üniversitesi.
68. SİNİNGER, YS. (1995). Filtering and spectral characteristics of averaged auditory brainstem response and background noise in infants, *J. Acoust. Soc. Am.* 98:2048–2055.
69. SPİVAK, L.G. (1993). Spectral composition of infant auditory brainstem responses: implications for filtering, *Audiology.* 32: 185–194.
70. STUART, A. YANG, EY. (1994). Effect of high-pass filtering on the neonatal auditory brainstem response to air- and bone-conducted clicks, *J. Speech Lang. Hear. Res.* 37: 475–479.
71. ELBERLİNG, C., DON, M. (2008). Auditory brainstem responses to a chirp stimulus designed from derived-band latencies in normal-hearing subjects. *J Acoust Soc Am.* 124(5):3022-37.
72. ELBERLİNG, C., CALLO, J., DON, M. (2010). Evaluating auditory brainstem responses to different chirp stimuli at three levels of stimulation. *J Acoust Soc Am.* 2010;128(1):215-23