T.C. BA. KENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
ODYOLOJİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

SAĞLIKLI ERİŞKİN BİREYLERDE YAPILAN İŞİTSEL BEYİN SAPI CEVAPLARI ÖLÇÜMLERİNDE LS CE-CHİRP UYARAN VE CE-CHİRP UYARAN CEVAPLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Engin DANİŞMEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANKARA
2018

T.C.BA. KENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
ODYOLOJİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

SAĞLIKLI ERİŞKİN BİREYLERDE YAPILAN İŞİTSEL BEYİN SAPI CEVAPLARI ÖLÇÜMLERİNDE LS CE-CHİRP UYARAN VE CE-CHİRP UYARAN CEVAPLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Engin DANİŞMEN

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. HATİCE SEYRA ERBEK

ANKARA 2018

T.C
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Programı çerçevesinde Engin Danişmen tarafından yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 02/02/2018

Tez Konusu: "Sağlıklı Erişkin Bireylerde Yapılan İşitsel Beyin Sapı Cevapları Ölçümlerinde LS CE-Chirp Uyaran ve CE-Chirp Uyaran Cevaplarının Karşılaştırması"

TEZ DANIŞMANI: **Prof. Dr. Hatice Seyra ERBEK**

TEZ JÜRİSİ ÜYELERİ

Prof. Dr. Adnan Fuat Büyüklü	Başkent Üniversitesi
Prof. Dr. Esra Yücel	Hacettepe Üniversitesi
Prof. Dr. Hatice Seyra Erbek	Başkent Üniversitesi

ONAY: Bu tez, Başkent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunun 06 / 02 / 2018 tarih ve 14 Karar Sayısı ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Rengin ERDAL
Enstitü Müdürü

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS / DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORİJİNALLİK RAPORU

Tarih: 02 / 02 / 2018

Öğrencinin Adı, Soyadı : **Engin DANİŞMEN**
Öğrencinin Numarası : **21320129**
Anabilim Dalı : **Kulak Burun Boğaz A.D.**
Programı : **Odyoloji ve Konuşma Ses Bozuklukları Tezli Yüksek Lisans Programı**
Danışmanın Adı, Soyadı : **Prof. Dr. H. Seyra ERBEK**
Tez Başlığı : **Sağlıklı erişkin bireylerde yapılan işitsel beyin sapı cevapları ölçümlerinde LS CE-Chirp uyaran ve CE-Chirp uyaran cevaplarının karşılaştırılması**

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans/Doktora tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 44 sayfalık kısmına ilişkin, 02/ 02/ 2018 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 6'dır.

Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

"Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esaslarını" inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci İmzası :

Onay

02 / 02/ 2018

Prof. Dr. H. Seyra ERBEK

İmza

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimime başlamama olanak sağlayan, eğitim süresi ve tez çalışmam boyunca bilgi ve desteklerini esirgemeyen Sayın H. Seyra ERBEK'e,

Eğitim süresi boyunca daha yakından tanımaktan onur duyduğum Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Levent N. ÖZLÜOĞLU'na, Sayın Prof. Dr. Selim Sermed ERBEK'e, Sayın Prof. Dr. Ayşe Gül GÜVEN'e, Sayın Prof. Dr. Adnan Fuat BÜYÜKLÜ'ye, Sayın Yrd. Doç. Dr. Evren HIZALAN ve Hacettepe Üniversitesinden Prof. Dr. Esra Yücel'e,

Tanıştığım ilk günden itibaren; eğitime, bilgiye ve insana yatırımın en kıymetli yatırım olduğu felsefesini benimsemiş ve bu anlamda maddi ve manevi her türlü katkılarından dolayı Sn. H. Hürol ERİŞÇİ'ye,

Tez döneminde verdikleri destek için Dr. Atılım ATILGAN, Dr. Ebru KÖSEMİHAL, Uzm. Ody. Seda ÖZTÜRK, Dr. Özge GEDİK, Uzm. Ody. Handan Turan DİZDAR'a ,

Hayatımda her koşulda yanımda olan, bugünlere gelebilmem için hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan canım aileme ve biricik eşime teşekkürü borç bilirim.

Engin DANİŞMEN

ÖZET

Engin Danişmen. Sağlıklı erişkin bireylerde yapılan işitsel beyin sapı cevapları ölçümlerinde LS CE-Chirp uyaran ve CE-Chirp uyaran cevaplarının karşılaştırılması.Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji ve Konuşma Ses Bozuklukları Programı Yüksek Lisans Tezi, 2017.

Giriş

Chirp uyaranlar, daha fazla nöral senkronizasyon sağlayarak işitsel beyinsapı cevap amplitütlerinin arttırılması hedeflenerek oluşturulmuş akustik ses uyaranlarıdır. Cevap amplitütlerinin artması işitsel beyin sapı cevaplarında özellikle V. dalganın kolay ve hızlı bir şekilde tespitinin yapılmasını sağlamakta ve buna bağlı olarak test hızı artmaktadır. Son yıllarda geliştirilen CE-Chirp ve LS CE-Chirp uyaranlar buna örnektir. Bu çalışmada sağlıklı bireylerden CE–Chirp ve LS CE-Chirp uyaranlara karşı elde edilen işitsel beyin sapı cevaplarının karşılaştırması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metod

Bu çalışma, Başkent Üniversitesi Hastanesi KBB Kliniğinde (KA17/164 proje nolu, 26/07/2017 tarih ve 17/160 sayılı karar ile) etik kurul onayı alınarak yapılmıştır. Çalışma grubuna 18 – 40 yaş arasında normal işitmeye sahip, 14 kadın (28 kulak) ve 9 erkek (18 kulak), toplam 23 kişi (46 kulak) dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen gönüllü bireylerin ayrıntılı bir anamnezi alınmış, kulak burun boğaz muayenesi yapılarak herhnagi bir patoloji saptanmamış, odyometri testi ve akustik immitansmetri ölçümleri yapılıp işitmesinin normal olduğu görülmüş ve gönüllülerin test kriterlerine uygun olduğu ispatlandıktan sonra ABR testleri yapılmıştır. ABR testi CE-Chirp ve LS CE-Chirp uyaranlar verilerek 80,60,40 ve 20 dB nHL şiddetlerinde yapılmıştır. Elde edilen veriler, verilerin dağılımına uygun olarak istatistiksel yöntemler ile değerlendirilmiştir.

Bulgular

80 dB nHL'de CE Chirp ve LS CE-Chirp uyaranların I., III. ve V. dalga latansları ve I. ve III. dalgaların amplitütlerinde istatistiksel farklılıklar izlenirken, V. dalganın amplitütünde istatistiksel bir farklılık izlenmemiştir. 80 dB nHL şiddetinde interpik latansları (I-III,III-V ve IV) farkı karşılaştırıldığında I-III arasında istatistiksel anlamlı farklılık izlenmezken, III-V ve I-V arasında istatistiksel anlamlı fark tespit edilmiştir**.** 60, 40 ve 20 dB nHL şiddetinde yapılan ölçümlerde tüm dalga latansları ve amplitütleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık izlenmemiştir.

Sonuç

LS CE-Chirp uyaranlar işitme eşiğinin değerlendirilmesinde etkilidir. Çalışmamızda LS CE CHRIP latans ve amplitüt değerlerinin yüksek şiddetlerde CE-CHIRP e göre daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Düşük şiddetlerde her iki uyaran arasında herhangi bir üstünlük izlenmemiş ve literatürle uyumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İşitsel beyinsapı cevapları (ABR), CE-Chirp, LS CE-Chirp

Bu çalışma, Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimler Araştırma Kurulu tarafından (KA17/164 proje nolu, 26/07/2017 tarih ve 17/160 sayılı karar ile) etik kurul onayı alınarak yapılmıştır.

ABSTRACT

Engin Danişmen. Comparison of LS CE-Chirp versus CE-Chirp ABR results in healty subjects Başkent University Health Sciences Institute Department of Ear Nose Throat, Audiology & Speech Voice Disorders Programme Masters Degree Thesis.

Introduction

Chirps are acoustic stimuluses generated to increase the amplitudes arising from brain stem responses by increasing the neural syncronization. With the increase of response amplitudes, V. wave can be detected faster and easier and the duration of testing is shortened. CE-Chirp and LS CE-Chirp are stimuluses which are developed for this purpose. In this study, CE-Chirp and LS CE-Chirp stimulus responses are compared in ABR's.

Material&Method

This study is done by the confirmation of ethical committee approval in Baskent University hospital ENT clinic (Project no: KA17/164, Date of issue 26.07.2017, Decision no: 17/160). Work group was consist of 14 Woman (28 ears) and 9 Man (18 ears), with the age range of 18-40, normal hearing total of 23 subjects. All the subjects detailed anemnesis were taken, examined by ENT, audiometry and tympanometry testings were done showing no pathologies and then subjects were tested with ABR. ABR testing was performed with 80, 60, 40 and 20 dB nHL levels using CE-Chirp and LS CE-Chirp stimuluses. The results acquired were evaluated by statistical methods according to the distribution of the data.

Results

There were statistically significant differences with 80dB nHL CE-Chirp & LS CE-Chirp stimulus responses for I., III. & V. latencies and I. & III. amplitudes, but no statistically significance was observed for V. wave amplitude. At 80 dB nHL interpeak latency (I-III, III-V & I-V) differences were evaluated and there was no statistically

significant difference for I-III, but for III-V & I-V statistically significance was observed. For the rest 60, 40 and 20 dB nHL levels, there were no statistically significant values for the all response latencies and amplitudes.

Conclusion

LS CE-Chirp stimulus is valuable for hearing threshold examination. Within this study, latency and amplitude responses were higher for LS CE-Chirp with high stimulus levels compared to CE-Chirp. For lower stimulus levels there was no significant supremecy in between two stimuluses and results acquired were complying with the literatüre

Keywords: Auditory brainstem responses (ABR), CE-Chirp, LS CE-Chirp

This study is held by the ethical committee permission of Başkent University Medicine & Health Sciences Research Committee (Project no: KA17/164, Date of issue 26.07.2017, Decision no: 17/160).

øÇøNDEKøLER

Sayfa No:

ONAY SAYFASI iii

TEŞEKKÜR iv

ÖZET v

ABSTRACT vii

İÇİNDEKİLER ix

SİMGELER ve KISALTMALAR xi

ŞEKİLLER xii

TABLOLAR xiii

1. GİRİŞ 1

2. GENEL BİLGİLER 4

2.1.İşitsel Uyarılmış Potansiyeller 4

2.1.1. İşitsel uyarılmış potansiyellerin sınıflandırılması 5

2.1.2. İşitsel uyarılmış potansiyellerin tarihçesi 6

2.2. İşitsel Beyinsapı Cevapları (ABR) 7

2.3. ABR'de Kullanılan Kulaklıklar 9

2.4. ABR'de Uyaran Parametreleri 10

2.4.1. Uyaran şiddeti 10

2.4.2. Uyaran hızı 11

2.4.3. Polarite 12

2.4.4. Uyaran tipleri 12

2.4.4.1 Klik uyaran 13

2.4.4.2. Tone burst uyaranlar 13

2.4.4.3. Chirp uyaranlar 13

2.5. ABR'de Kayıt Parametreleri 19

2.5.1. Elektrotlar 19

2.5.2. Elektrot yerleşimi 20

2.5.3. Zaman penceresi 23

2.5.4. Filtre ayarları 23

2.5.5. Örnekleme oranı 24

2.5.6 Averaj sayısı 25
2.6. ABR Analiz ve Yorumlanması 25
2.6.1. ABR eşiklerinin davranışsal eşiklerle ilişkisi 27
2.6.2. ABR eşiğinin belirlenmesi 28
2.7. ABR Kaydını Etkileyen Patolojik Olmayan Faktörler 29
2.7.1. Yaş 29
2.7.2. Cinsiyet 30
2.7.3. Uyku 30
2.7.4. Dikkat 31
3. GEREÇ VE YÖNTEM 32
3.1. Gönüllü Birey Seçimi 32
3.2. Ölçüm Metodu 33
3.3.İstatistiksel Yöntem 35
4. BULGULAR 37
4.1. 80 dB nHL Bulguları 37
4.2. 60 dB nHL Bulguları 38
4.3. 40 dB nHL Bulguları 39
4.4. 20 dB nHL Bulguları 39
5. TARTIŞMA 40
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 44
7. KAYNAKLAR 45
8. EKLER 50

SİMGELER VE KISALTMALAR

İUP	İşitsel Uyarılmış Potansiyeller
ERP	Olay İlişkili Potansiyeller (*ing:Event Related Potentials*)
ABR	İşitsel Beyinsapı Cevapları *(İng: Auditory Brainstem Response, ABR)*
KBB	Kulak Burun Boğaz
dB	Desibel
ms	Milisaniye
nHL	Normalize edilmiş işitme şiddeti (*ing: Normalized Hearing Level*)
SPL	Ses Basınç Birimi (*ing:Sound Pressure Level*)
Hz	Hertz
AP	Aksiyon Potansiyeli
SP	Sumasyon Potansiyeli
CM	Koklear Mikrofonik
MLR	Orta Latanslar (*ing:Middle Latency Respones*)
LLR	Geç Latanslar (*ing:Late Latency Response*)
ASSR	İşitsel Durağan Potansiyeller (*ing:Auditory Steady-State Responses*)
EEG	Elektroensefalogram
CERP	Kortikal Uyarılmış Potansiyeller
µV	Mikro Volt
SNR	Sinyal gürültü oranı
Ω	Ohm

ŞEKİLLER

Şekil 2.1. ABR Dalgaları ve Jewett işaretlemesi 8
Şekil 2.2. ABR dalgalarının anatomik kökeni 8
Şekil 2.3. Don ve arkadaşları tarafından gösterimi yapılan Stacked ABR kaydı 15
Şekil 2.4. CE-Chirp ve Klik uyaran dalga formu görünümü 16
Şekil 2.5. CE-Chirp ve Klik uyaranla elde edilmiş ABR kayıtlarının karşılaştırması 16
Şekil 2.6. Dar Bant CE-Chirp uyaran frekans spektrumu ve dalga formu 17
Şekil 2.7. Baziler membran üzerinde gerçekleşen koklear gecikme modelleri 17
Şekil 2.8. Klik ve CE-Chirp uyaranların amplitütsel karşılaştırması 18
Şekil 2.9. Çok kullanımlık ABR elektrot çeşitleri 19
Şekil 2.10. Tek kullanımlık ABR elektrot çeşitleri 20
Şekil 2.11. ABR'de 10-20 metodu ile elektrot yerleşim kılavuzu 21
Şekil 2.12. Tek ve İki kanallı ABR kaydı için elektrot yerleşim kılavuzu 21
Şekil 2.13. İki kanallı elektrot yerleşimi ve empedans kontrolü 23
Şekil 2.14. ABR dalga formu analizi parametreleri 27
Şekil 2.15. Patolojiye bağlı ABR dalga morfolojisi ve latans değişimleri 27
Şekil 2.16. Interacoustics marka Eclipse Model EP25 ABR Cihazı ile alınmış eşik kayıtları 29
Şekil 3.1. CE-Chirp uyaran için oluşturulan ABR test protokolü 34
Şekil 3.2. LS CE-Chirp uyaran için oluşturulan ABR test protokolü 34
Şekil 3.3. CE Chirp uyaran ile kaydedilen ABR dalgaları. 35
Şekil 3.4. LS CE Chirp uyaran ile kaydedilen ABR dalgaları. 35

TABLOLAR

Tablo 2.1. İşitsel Uyarılmış Potansiyellerin (İUP) latans, anatomik kaynak ve uyaran ilişkisine göre sınıflandırılması 5

Tablo 4.1. 80 dB nHL'de CE Chirp ve LS CE-Chirp Uyaran ile yapılan ABR ölçüm sonuçları ve istatistiksel analizi. 37

Tablo 4.2. 80 dB nHL'de CE Chirp ve LS CE-Chirp Uyaran ile yapılan ABR ölçüm sonuçları interpik latansları ve istatistiksel analizi 38

Tablo 4.3. 60 dB nHL'de CE Chirp ve LS CE-Chirp Uyaran ile yapılan ABR ölçüm sonuçları ve istatistiksel analizi. 38

Tablo 4.4. 40 dB nHL'de CE Chirp ve LS CE-Chirp Uyaran ile yapılan ABR ölçüm sonuçları ve istatistiksel analizi. 39

Tablo 4.5. 20 dB nHL'de CE Chirp ve LS CE-Chirp Uyaran ile yapılan ABR ölçüm sonuçları ve istatistiksel analizi. 39

1. G. RİŞ

İşitsel uyarılmış potansiyeller (İUP) ses veya elektriksel uyarım ile işitme siniri, beyin sapı ya da kortikal düzeydeki nöral aktivitelerden kaynaklı elektrofizyolojik cevaplardır. Elektrofizyolojik cevaplar, kafatasına yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla kaydedilmektedir (1).

Uyaran başlangıcından itibaren alınan kayıtların 15 ms'lik bölümleri averajlandığında beyin sapı düzeyinde cevap elde edilmektedir. Bu yanıtlara da İşitsel Beyin sapı Cevabı (ABR) *(ing: Auditory Brainstem Response, ABR)* adı verilmektedir (2). ABR; koklea, VIII. Sinir ve beyin sapında bulunan nöronların işitsel uyaranlara vermiş olduğu senkronize elektriksel aktiviteyi göstermektedir. ABR yolağında VIII. sinirin koklear kısmı, koklear nükleus *(ing: cochlear nucleus)*, superior olivery kompleks *(ing: superor olivary complex)*, lateral lemniskus *(ing: lateral lemniscus)* ve inferior kollikulus *(ing: inferior colliculus)* bulunmaktadır. ABR kayıtlarından elde edilen dalgalar romen rakamları ile gösterilmekte olup (I, II, III, IV ve V) ve Jewett işaretleri olarak bilinmektedir. I. ve II. dalgalar VIII. Sinir ve kokleanın ipsilateral tarafından elde edilmektedir. III, IV ve V. dalgalar ise beyin sapının hem ipsi hem de kontralateralinden gelen kompleks yanıtları içermekte ve superior olivary kompleks seviyesinden kaydedilmektedir (3). İşitme eşiğinin belirlenmesinde insanlarda V. dalganın varlığı değerlendirilmekte olup V. dalganın elde edilebildiği en düşük uyaran seviyesi bireyin desibel (dB) normalize edilmiş işitme seviyeleri (decibel normalized hearing level - dB nHL) seviyesinde işitme eşiğini ifade etmektedir.

ABR ölçümü ipsilateral kayıt yapılabilen tek kanallı veya hem ipsilateral hem kontralateral kayıt yapılabilen çift kanallı ön kuvvetlendiriciler (preamplifiers) kullanılarak gerçekleştirebilmektedir. Kayıtlar kafatası üzerine yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla yapılmaktadır. Verilen uyarana karşılık elde edilen yanıtlar averajlanarak bilgisayar ekranında gösterilmekte ve ABR yorumlanabilir hale gelmektedir. Elde edilen veriler, süre (latans), amplitüt ve dalga morfolojisi açısından değerlendirilmektedir (4).

ABR testinde kullanılan ses uyaranları klik, tone burst gibi altın standart olarak kabul edilen uyarımlardır. Klik sinyali geniş frekans spektrumuna sahip 100 μs'lik bir uyarandır. Kulak kanalına yerleştirilen sünger prob ucu ile verilen klik sinyali kokleada ilerleyerek nöronların ateşlenmesine sebep olmaktadır (5).

Klik sinyali, kokleanın tonotopik yapısı nedeniyle önce yüksek frekans bölgesini (basiler) uyarmakta ve alçak frekans bölgesine (apeks) doğru ilerlemektedir. Bu sebeple klik sinyalinin koklea içerisindeki yayılımı boyunca bir gecikme söz konusudur (6). Bu gecikme tüm kokleanın aynı anda uyarı oluşturmasını ve nöral senkronizasyonu engellemektedir.

Klik uyaran ile yapılan ABR testlerinde, uyaran şiddeti azaldıkça elde edilen kayıtların amplitütleri azalırken ve latans sürelerinde uzamalar gerçekleşmektedir (7). Özellikle düşük uyaran şiddetlerinde amplitütün az olması, ABR eşiklerinin bulunmasını zorlaştırırken test süresinin de uzamasına sebep olmaktadır. Azalan uyaran şiddetine rağmen büyük amplitütlü yanıtlar elde edebilmek için yapılan çalışmalar doğrultusunda farklı koklear gecikme modelleri kullanılarak Chirp uyaranlar oluşturulmuştur (8).

Chirp, kokleanın tonotopik yapısına uygun olarak koklear sinir aktivasyonunu bütün frekanslarda aynı anda uyarım oluşturacak şekilde dizayn edilmiş bir uyaran çeşididir. Chirp uyaranlar ile hedeflenen; klik sinyalinin aksine, kokleada bulunan tüm sinir hücrelerinin aynı anda ateşlenmesini sağlayacak senkronizasyona sahip bir uyaran oluşturmak ve daha büyük genlikli yanıtlar elde etmektir. Farklı koklear modeller baz alınarak birçok Chirp uyaran çeşidi geliştirilmiştir. Claus Elberling tarafından geliştirilen CE-Chirp günümüzde en yaygın kullanılan Chirp uyaran türüdür. Yapılan çalışmalarda CE-Chirp uyaranının 60 – 80 dB HL aralığında V. dalga formunda iki katına yakın büyüklükte genliğe sahip olduğu görülmüştür. Ancak diğer uyaran şiddetlerinde bu etki görülemediği için Level Specific (LS) CE- Chirp uyaranı geliştirilmiştir. Böylece her şiddette klik sinyaline göre daha büyük genlikte V. dalga yanıtları elde edilmiştir (8,9).

CE-Chirp ve klik uyaranlarla yapılan diğer bir karşılaştırma da latanslarla ilgilidir. Chirp uyaranla alınan kayıtlara ait latansların klik uyaranı ile elde edilen latans değerlerinden farklı olduğu görülmüştür ve bu konu üzerine araştırmalar devam etmektedir (8).

Bu çalışmada normal işiten bireylerde CE-Chirp ile LS CE-Chirp uyaranları farklı ses şiddetlerinde ABR kayıtları ile elde edilerek V. Dalga yanıtlarının latans ve amplitüt açısından karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Bu doğrultuda;

H1: Sağlıklı erişkin bireylerde yapılan işitsel beyin sapı cevapları ölçümlerinde LS CE - Chirp uyaran ile CE - Chirp uyaran cevapları arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır.

H0: İki farklı uyaran arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

hipotezi değerlendirmeye alınmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İşitsel Uyarılmış Potansiyeller

İşitsel Uyarılmış Potansiyeller (İUP) en temel haliyle işitsel herhangi bir akustik uyarana karşı periferik ve/veya santral işitme sistemi tarafından oluşan elektrofizyolojik cevap sinyalleridir. Bu cevaplar, uyaranın gönderilmesinin hemen sonra belirli bir zaman aralığında kafatasının belirli bölgelerinden, kulaktan veya kulak içerisinden ölçülen pozitif ve negatif yönlü elektriksel voltaj değişiklikleri olarak kayıt edilir. Belirli bir süre boyunca kayıt edilen pozitif ve negatif yönlü voltaj değişiklikleri dalga olarak tanımlanırken, dalgalarda oluşan pozitif yönlü dalgaların maksimum noktası tepe, negatif yönlü dalgaların minimum noktası ise çukur olarak tanımlanmaktadır. Dalgalarda oluşan tepelerin yüksekliği veya derinliği amplitüt, zamana göre oluştuğu yer ise latans olarak tanımlanmaktadır.

Normal fonksiyona sahip bir beyin herhangi bir dış uyaran olmasa da spontan nörofizyolojik aktivite gösterir. Bu aktiviteler elektroensefelogram (EEG) cihazları ile kayıt edilebilmektedir. Bu sayede farklı beyin aktiviteleri gözlemlenebilir ve ayırt edilebilmektedir. Örneğin; uyku durumunda 3 Hz, dikkat durumunda 20 Hz veya yorgun durumdaki beyin aktivitesi 10 Hz'lik dalgalanmalar oluşturmaktadır.

Kafatasına yerleştirilen elektrotlarla yapılan İUP kayıtları EEG aktivitelerini de içermektedir. EEG aktiviteleri İUP cevap amplitütlerinden daha büyük olduğundan, İUP cevapları EEG aktivitesi içerisinde görülememektedir. IUP'ların kayıt edilmesi için dijital sinyal işleme teknolojisi ile sinyal averajlama tekniği kullanılmaktadır. Sinyal averajlama tekniğinde rastgele sinyaller birbirini yok ederken, kendini tekrar eden sinyaller güçlendirilmektedir. Ancak IUP kayıtlarının doğru bir şekilde averajlanması, filtreleme ve amplifikasyon gibi birçok teknik parametrenin dikkate alınması ile gerçekleştirilmek mümkündür (7).

2.1.1. İşitsel uyarılmış potansiyellerin sınıflandırılması

İUP'ler farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır (10). Sınıflandırmalar latans, anatomik kaynağına veya uyaran ile ilişkisine göre yapılabilir. Tablo 2.1'de İUP'lerin sınıflandırılması gösterilmiştir. Günümüzde en sık latans sınıflandırması kullanılmaktadır. Uyaran gönderimini takiben ilk 15 ms'lik kayıt erken latansları tanımlarken, 15- 80 ms aralığı orta latansları, 80 ms'den daha uzun kayıtlar ise geç latansları tanımlamaktadır.

Genel Ad	Latans Aralığı (ms)	Analiz Metodu	Fizyolojik Açıklama	Anatomik Köken	Egsojen/Endojen
EChochG	0-2	Zaman	Koklear Nörojenik	Saç hücreleri, işitme siniri	Egsojen
ABR	1 - 10	Zaman	Nörojenik	İşitme siniri, beyinsapı	Egsojen
MLR	15 - 35	Zaman	Nörojenik	Subkortikal, kortikal	Egzojen
LLR	50 - 250	Zaman	Nörojenik	Kortikal	Egsojen, endojen
MMN	150 - 300	Zaman	Nörojenik	Kortikal	Egsojen, endojen
P300	250 - 400	Zaman	Nörojenik	Kortikal	Egsojen, endojen
ASSR	10 - 30	Fekans ve Faz	Nörojenik	Beyinsapo, subkortikal, kortikal	Egsojen, endojen
VEMP	12 - 27	Zaman	Nörojenik	Vestibülokolik refleks	Egsojen

Tablo 2.1. İşitsel Uyarılmış Potansiyellerin (İUP) latans, anatomik kaynak ve uyaran ilişkisine göre sınıflandırılması (10).

Bir diğer sınıflandırma metodu ise İUP'lerin endojen, eksojen veya her ikisini barındıran cevaplar olmasına bağlı olarak yapılan metodudur. Ekzojen potansiyeller duyusal uyarıya sinir sistemi tarafından verilen cevaplar olup çoğunlukla uyaranın fiziksel parametrelerinden etkilenmektedir. Ekzojen potansiyeller İUP'lerin geç latanslara kadar olan bölümünü kapsar. Beyin sapı odyometrisi (ABR) ekzojen potansiyellere klasik bir örnektir. Endojen potansiyeller ise uyaranın fiziksel parametrelerine nazaran daha çok içeriği ile bağlantılı olup bu potansiyeller oldukça uzun latans sürelerine sahiptir. Birden fazla uyaranın uygulanması durumunda daha nadir gelen uyarının tespiti esnasında dikkat ve dinleme durumu gibi fizyolojik parametreler kaydın alınmasını etkilemektedir. Bu nedenle endojen potansiyeller olay ilişkili potansiyeller (Event Related Potentials – ERP) olarak tanımlanmaktadır. P300 testi endojen potansiyellere iyi bir örnektir. Gönderilen uyaran dikkatle dinlenildiğinde elde edilen kayıtların amplitütleri büyürken, uyarana konsantrasyonun kaybolduğu durumlarda amplitütlerde düşüş meydana geldiği gözlemlenmiştir (11).

2.1.2. İşitsel uyarılmış potansiyellerin tarihçesi

İşitsel uyarılmış potansiyeller odyolojik açıdan incelenmesi Hallowel Davis, MD ile başlamaktadır. Dr. Davis elli yılı aşkın bir süre kortikal potansiyeller ve kokleanın fizyolojisi üzerine çalışmalar yürütmüştür. Davis'in eşi Pauline Davis 1939 yılında EEG üzerinde bir dış uyarana karşı oluşan değişiklikleri ilk tanımlayan ve yayınlayan kişi olmuştur. Bu anlamlı değişim daha sonra işitsel geç cevaplarda (ALR) oluşan verteks potansiyeli olarak tanımlanmıştır. 1930 yılında Wever ve Bray, bir kedinin medullaya yakın bölgeden geçen işitme sinirine yerleştirdikleri elektrot ve bir diğer kablo ile bir telefon amplifikatörüne bağlantı sağlayarak koklear mikrofonik (CM) ve indirekt olarak durağan işitsel potansiyellerin (Auditory Steady-State Responses ASSR) varlığını göstermişlerdir. 1951 – 1954 yılları arsında Dawson ilk sinyal averajlama yapabilen bilgisayarı geliştirerek İUP'lerin EEG'den ayırt edilmesini sağlamıştır. Dawson'dan sonra Jerome Cox, Maynaryard Engebretson, Clark ve Hallowell Davis'de kendi averajlama bilgisayarlarını geliştirmişlerdir. Davis ve arkadaşları 1960 ile 1970 yılları arasında genç popülasyonda kortikal potansiyeller ile işitme eşiğinin tespitinin yapılması da dahil olmak üzere kortikal potansiyellerle ilgili birçok çalışmaya imza atmıştır.

Bu metot zamanla popüler olup uyarılmış cevap odyometrisi olarak adlandırılmıştır (*ing:Evoked Response Audiometry*). 1959 yılında Dan Geisler, Clark'ın pegeliştirmiş olduğu yeni averajlama sistemini (ARC) kullanarak orta latanslarla ilgili ilk çalışmayı yayınlamıştır. ECochG ve üç komponenti (CM, SP ve Aksiyon Potansiyeli) hayvanlarda ve insanlarda da tanımlanmıştır. Koklear Mikrofonik ile ilgili ilk yayın 1935 yılında Fromm, Nylen ve Zotterman tarafından yapılmıştır. Sumasyon potansiyeli 1950 yılında (SP) Davis, Fernandez ve Mc Auliffe tarafından ilk olarak hayvanlarda tanımlanmış, 1974'de Coats tarafından insan kulak kanalından kayıt edilerek gösterilmiştir. Tasaki 1954'te hayvanlardaki aksiyon potansiyelini (AP) tarafından tanımlanırken, Ruben ve arkadaşları 1960 yılında insan kulağında aksiyon potansiyelinin gösterimini yapmışlardır. Jewett ve arkadaşları (1970, 1971) işitsel uyarılmış potansiyellerin, günümüzde beyin sapı odyometrisi (ABR) olarak kullanılarak yenidoğan ve çocuklarda işitme eşiğinin tespiti ve işitme

siniri ve beyin sapındaki nörolojik lezyonların tespiti amacıyla kullanımını sağlamışlardır.

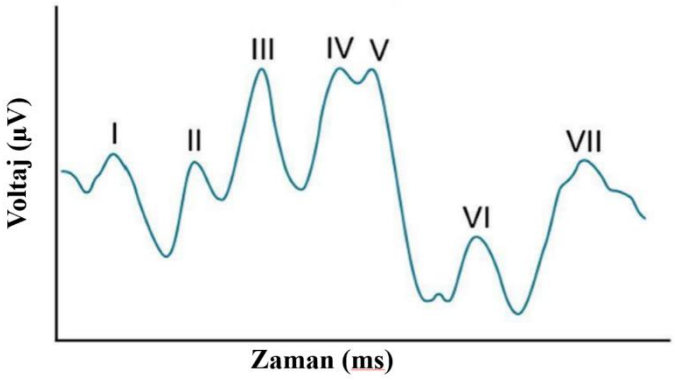
ABR'nin, 1 cm'den daha küçük tümörleri tespit etmek amacıyla Stacked ABR, Meniere hastalığının tespiti için CHAMP (Cochlear Hydrops Masking Procedure) ve işitsel işlemleme bozukluğunun tespiti amacıyla BIOMARK gibi bir çok varyasyonu gelişmiştir. . Stacked ABR ve CHAMP, 1997 ve 2005 yıllarında Manny Donn ve arkadaşları tarafından geliştirilirken, Biomark 2006 yılında Nina Kraus ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir. 40 Hz cevabı MLR testinin klik uyaranla yanlışlıkla farklı bir metodla kayıt edilmesi ile Galambos, Makeig ve Talmachoff (1981) tarafından bulunmuştur. Bu aynı zamanda ilk ASSR kaydı olarak da anılmaktadır. Kortikal potansiyelleri ilk olarak Pauline Davis 1939 yılında tanımlamıştır. Ostroff, Martin ve Boothroyd 1998 yılında Acoustic Change Complex'i (ACC) tanımlamış, Sharma ve arkadaşları (2005) P1 cevabının biyomarker olarak kullanımının çocuklarda kortikal işitsel gelişimi açısından önemli olduğunu tespit etmişlerdir (1,12).

2.2. İşitsel Beyinsapı Cevapları (ABR)

Santral sinir sistemi tarafından ses sinyallerinin analizi ilk olarak beyinsapı düzeyinde başlamaktadır. Kokleadan gelen sesin spektral ve zamanlama bilgileri kodlanarak işitsel kortekse iletilmektedir. Aktarım esnasında beyin sapındaki çekirdekler, sesin yönünü, periyodikliğini ve harmonik yapısı çözümlemektedir. İşitsel korteksin sesleri anlamlandırabilmesi için, beyin sapının hızlı ve tutarlı çalışması gereklidir.

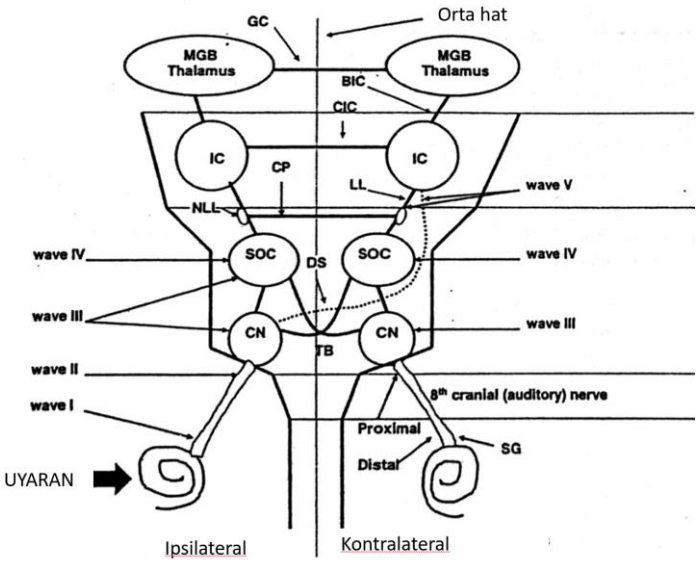
İşitsel beyin sapı cevapları, bir akustik uyarana karşı beyin sapı düzeyinde oluşan senkronize ateşlenen nöral aksiyon potansiyelleridir. Uyaran gönderiminin hemen akabinde ilk 15ms'lik süre içerisinde kayıt edilen elektriksel cevaplardır. ABR dalga formu, normal işiten bireyde yedi adet tespit edilebilir dalga tepesi vermekte ve bu dalga tepeleri roma rakamları ile I'den VII'ye kadar işaretlenmektedir. Normal işiten bireyde en büyük tepe V. dalga olup Klik ile 70 dB nHL'de uyarım sağlandığında latansı yaklaşık 5.6 ms'dir. V. dalganın oluşumunun hemen ardından

büyük bir düşüş gözlemlenir. Bu V. dalganın tipik formudur (Şekil 2.2).



Şekil.2.1 ABR Dalgaları ve Jewett işaretlemesi(13)

Her dalganın tespit edilmiş anatomik bir kökeni bulunmaktadır. I. dalga sekizinci sinirin distali, II. dalga sekizinci sinirin proksimali, III. dalga koklear nükleuslar, IV. dalga süperior olivari kompleks, V. dalga lateral leminiskus, VI ve VII. dalgalar inferior kolikulustan köken almaktadır (Şekil 2.3).



Şekil 2.2. ABR dalgalarının anatomik kökeni(14)

Dalga formu latans ve amplitüt değerleri ölçülerek analiz edilir ve retrokoklear yapıların bütünlüğü incelenir (7).

ABR işitme siniri patolojilerinin değerlendirilmesi ve yenidoğan, çocuk ve

yetişkinlerde işitme eşiklerinin tespiti amacıyla kullanılmaktadır(7,15).

Elde edilen ölçümlerin amplitüt ve latansları klinisyen için tanıda önemli rolü bulunmaktadır. İşitme sistemindeki herhangi bir patoloji, ABR dalgalarının yok olmasına, dalga latanslarının uzamasına veya dalga amplitütlerinin küçülmesine sebep olmaktadır(15).

2.3. ABR'de Kullanılan Kulaklıklar

Piyasada bulunan birçok ABR cihazı farklı uyaran çeşitleri üretebilmekte ve kullanıcıya bu uyaranlarla ilgili temel ayarları yapabilmesine olanak tanımaktadır. Uyaranların kulağa gönderim özelleşmiş kulaklıklar (başlıklar) aracılığıyla gerçekleştirilmektedir.

ABR cihazlarında kullanılan kulaklıklar klik, chirp, tonal ve özelleşmiş konuşma uyaranlarını istenilen frekansta ve şiddette yüksek hassasiyette ve doğrulukta üretebilen hoparlörlerdir. Teknik özelliklerine ve yapısal farklılıklarına göre isimlendirilmektedirler. ABR cihazlarında kullanılan kulaklıklar standartlaşmış olup Telephonics SRL firmasına ait TDH 39 ve TDH49 havayolu başlıkları, Etymotic Research Inc. firmasına ait ER3A kanal içi hoparlörleri ve RadioEar firmasına ait B71 ve B81 kemikyolu başlıkları en sık kullanılan örneklerdir. Bazı cihaz üreticileri kalibrasyon ve kalite sertifikasyonları ile bu başlıklara alternatif başlıklar üretmiş olsa da bu başlıklar günümüzde en yaygın kullanılanlarıdır.

Kullanılan kulaklıkların birbirlerine karşı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu nedenle kullanıcılar hastanın durumuna göre farklı başlıkları tercih edebilmektedir. TDH 39 ve TDH 49 başlıklar yüksek şiddetlerde 120 dB nHL uyarım yapabiliyorken oluşturdukları uyaran artefaktı nedeniyle test sürecini etkileyebilmektedir. Ayrıca özellikle yenidoğan ve çocuklarda kulaklığın yerleşimi esnasında aurikulanın kıvrılarak kulak kanalını kapanmasına neden olabilmektedir. Bu durum uyaranın ses şiddetini azaltacağından veya tamamen kulak kanalına gitmesini engelleyeceğinden test sonuçlarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Ancak atrezili kulaklarda test yapılabilmesi TDH başlıklarla mümkün olabilmektedir. TDH

başlıkların bir diğer dezavantajı ise kulaklar arası geçişin daha kolay olması nedeniyle maskeleme ihtiyacının erken başlamasına neden olmasıdır. Insert başlıklarda kulaklar arası geçiş çok yüksek değerlerde gerçekleştiğinden klinik kullanımda tercih sebebidir. Ancak kanal içine yerleştirilen tek kullanımlık sünger uçların sarf maliyetleri göz önünde bulundurulmalıdır. Insert başlıkların hoparlörü kulaktan uzak konumlandırılmıştır. Ses bir hortum vasıtasıyla kulak kanalına iletilmektedir ve hortumun uzunluğu nedeniyle sesin iletimi yaklaşık olarak 0.8 ms gecikmektedir. Eğer kullanılan cihaz bu açığı otomatik olarak kompanse edemiyorsa kullanıcının yapmış olduğu latans ölçümlerinden 0.8 ms gecikmeyi çıkartarak hesaplaması gerekmektedir. Günümüzde kullanılan birçok ABR cihazı bu kompanzasyonu otomatik olarak yapabilmektedir. Insert başlığın ses üretici bölümü elektrotlardan uzak olduğundan kayıt üzerinde daha az artefakta sebep olmaktadır (16).

2.4 ABR'de Uyaran Parametreleri

2.4.1. Uyaran şiddeti

Uyaran şiddeti (*ing:stimulus intensity*): uyaran şiddetindeki değişimler ABR cevaplarını en çok etkileyen test parametresidir. ABR cevaplarının amplitütleri uyaran şiddeti azaldıkça küçülmekte ve dalga latansları uzamaktadır. Amplitüt ve latans sürelerindeki değişim aynı zamanda dalga morfolojisinin de bozulmasına yol açmaktadır. Picton ve arkadaşlarının 1974 yılında yaptıkları çalışmada ABR'larında uyarı şiddetinin 70 dB nHL'dan 80 dB nHL'e çıkardıklarında ABR latanslarının azaldığını ve dalga amplitütlerinin büyüdüğünü göstermişlerdir (17).

Uyarı şiddeti eşik seviyesine yaklaştıkça V. dalga komponenti görülmeye devam ederken, erken dalga komponentleri yok olmaya başlamaktadır. Uyaran şiddetindeki değişimler ABR'larının her dalga komponentine eşit olarak etki etmemektedir. V. dalga latansı her 10 dB nHL'lik değişimde yaklaşık 0.2 ms'lik lineer bir uzama gösterirken, I dalga komponentinin logaritmik bir uzama seyri izlediği görülmüştür. Bu nedenle latanslar arası süre düşük şiddetli uyaranlarda azalmaktadır.

Uyaran şiddetinin latans süresine olan etkisinden dolayı nöro diagnostik uygulamalar 80 dBnHL seviyesinde yapılmaktadır (7).

ABR'larında kullanılan uyaranların şiddeti 0 – 100 dB nHL veya -10 dB – 120 dB SPL aralığında değişmektedir. Cihazların çıkabileceği maksimum uyaran şiddeti kullanılan ses ileticilerinin teknik özellikleri ve kullanılan uyaran tipine bağlı olarak bu aralık içerisinde sınırlanabilir (7).

2.4.2. Uyaran hızı

Uyaran hızı, ABR testlerinde amaç aynı zaman penceresinde birden fazla uyaran gönderimi yapılmaması engellemek olduğu için zaman penceresine ve uyaran süresine bağlıdır. Aynı zaman penceresi içerisinde birden fazla uyaran olduğu zaman, kayıtta üst üste binen yanıtlar ortaya çıkmakta ve dalga morfolojisi bozulmaktadır. Uyaran hızları geç latanslar olarak bilinen testler için (örn: CERP) erken latanslara (ECochG, ABR) göre daha düşüktür. Örneğin, ABR testinde zaman penceresi genelde 10 ms seçilir ve uyaran uzundur (100 µsn'lik klik gibi). Klinisyen ABR zaman penceresini 10 ms ayarlayıp saniyede 100 uyaran verdiğinde üst üste çakışan yanıtlar elde etmese de ABR dalga formu ciddi anlamda bozulacaktır. CERP testlerinde 500 ms gibi daha uzun bir zaman penceresi kullanılırken uyaran süreside 400 ms gibi uzun olacak şekilde seçilebilmektedir. Bu durumda uyaran hızı 1.25 Hz olacaktır. Eğer uyaran daha hızlı verilirse (1.25 Hz den daha yüksek bir uyaran tekrar hızında) birinci ve ikinci verilen uyaran aynı zaman penceresinde görülecektir ve bu istenmeyen bir durumdur. Uyaran hızının artırılması için ya uyaran süresinin ya da zaman penceresinin süresinin kısaltılması gerekmektedir. Eğer seçilen uyaran hızı seçilen zaman penceresine uymuyorsa yazılım klinisyeni uyarmakta ve seçilebilecek uygun aralık değerlerini göstermektedir. Özet olarak bir protokol tanımlamadan önce; uyaran hızı, zaman penceresi ve uyaran hızı arasındaki ilişkinin iyi bilinmesi gerekmektedir (1,7).

2.4.3. Polarite

ABR de kullanılan uyaranlar iki farklı fazdan birisi seçilerek hastaya iletilmektedir: kondensasyon ve rarefaksiyon. Uyarandaki faz değişimi polarite olarak adlandırılmaktadır. Polarite değişimi latans sürelerini çok fazla etkilemese de dalga morfolojisi farklı patolojilerde farklı yanıtlar elde edilmesini sağlayabilmektedir. Fowler, Bauch ve Olsen'in 2002 yılında yapmış olduğu bir araştırmada klik ABR yanıtları her iki polaritede insert başlık kullanılarak unilateral akustik nörinom hastalarında değerlendirilmiş ve anlamlı bir fark bulunamamıştır (18). Buna karşın TDH başlıklar kullanıldığı taktirde polarite değişimi farklı yanıtların ortaya çıkmasına sebep olabilmektedir. Alçak frekanslı frekans spesifik uyaranlarda, uyaran polaritesinin mutlak latans üzerinde belirgin bir etkisi olduğu tespit edilmiştir (19). Bazı durumlarda alçak frekanslı frekans spesifik uyaranlar tek bir polarite ile hastaya iletildiğinde, (rarefaksiyon veya kondensasyon olarak) ABR de uyarana bağlı artefakt oluşmasına sebebiyet vermekte olup bu uyaran artefaktının üstesinden gelmek için alterne polarite kullanmak mümkündür. Alterne polaritede uyaranda ilk uyaran rarefaksiyon gönderilirken ardından gelen uyaran kondensasyon olacak şekilde gönderilmektedir. ABR de 500 Hz frekans spesifik uyaran alterne polarite ile eşik tayininde kullanılabilirken, alterne polaritenin İşitsel Nöropati tanısında kullanımı önerilmemektedir zira anormal büyüklükte CM görülememektedir. Bunun yerine ayrı ayrı rarefaksiyon ve kondensasyon polaritelerinde kayıt alınması gerekmektedir, ya da yazılım vasıtası ile alterne bir polarite yanıtı A ve B şeklinde ikiye bölündüğünde rarefaksiyon ve kondensasyon polariteler ayrı ayrı incelenebilir (1).

2.4.4 Uyaran tipleri

İşitsel Beyin Sapı Cevaplarında kullanılan uyaran tiplerini frekans yapılarına göre üç ayrı başlıkta inceleyebiliriz;

a. Klik Uyaran,
b. Tone Burst Uyaranlar,
c. Chirp Uyaranlar

2.4.4.1. Klik uyaran

Bir hoparlöre gönderilen ve dalga formu kare dalga şeklinde olan elektrik uyaranı tarafından oluşturulan ses uyarısına klik adı verilir. Klik uyaranlar 100 µs sahip olup şiddeti peSPL ile ölçülür. Klik uyaranlar teorik olarak tüm frekansları içerisinde barındırır. Geniş frekans spektrumuna sahip olmasından ötürü kokleanın tamamının uyarılması hedeflenerek üretilmiştir. Ancak uyaran şiddeti, kullanılan başlıkların teknik özellikleri, dış kulak ve orta kulağın iletim mekanizmaları ve kokleanın yapısından kaynaklı olarak klik uyaranların sadece 2000 Hz ile 4000 Hz arasındaki işitme eşikleri ile korelasyonu olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle işitmenin değerlendirilmesi bu frekanslar göz önünde bulundurularak yapılmalıdır (20,21).

2.4.4.2. Tone burst uyaranlar

Klik uyaranların geniş frekans spektrumuna sahip uyaranlardır. Daha spesifik frekanslarda ABR kayıtlarının elde edilebilmesi için frekans spektrumu dar tonal uyarılara Tone-Burst uyaranlar adı verilir. Tone Burst uyaranlarda kokleanın belirli bir kısmının uyarılması amaçlanmıştır. Yapısı gereği saf ses olarak üretilemeyen tonal uyaranlar dar bir frekans bandına sahip olup merkez frekansına göre adlandırılmıştır. Klinik kullanımda sıklıkla 500, 1000, 2000, 4000 Hz toneburst uyaranlar kullanılmaktadır (20,21).

2.4.4.3. Chirp uyaranlar

İşitsel Beyin Sapı ölçümlerinde işitme eşiğinin yordanmasında klik ve toneburst uyaranlar beraber kullanılmaktadır. Ancak bu uyaranlar özellikle düşük şiddetteki uyarımlarda elde edilen dalga yapısının bozulmasına ve dalga tepelerinin tespit edilebilmesini zorlaştırmaktadır (22). Klik uyaranın hızlı kinetik yapısı ve sahip olduğu frekans spektrumu, kokleanın basiler membranında yüksek frekanstan alçak frekanslara doğru ilerleyen dalga oluşmasına ve nöral senkronizasyonun azalmasına neden olmaktadır (6).

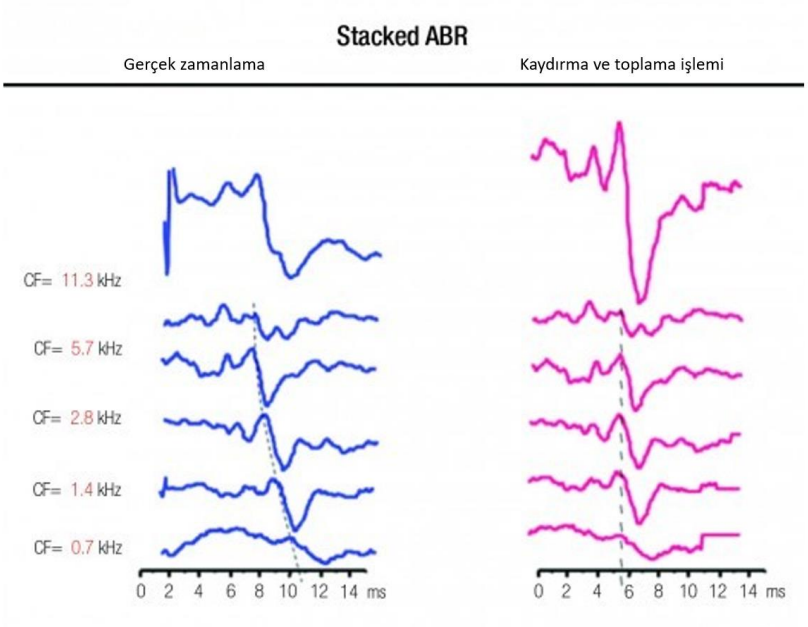
Bu nedenle araştırmacılar ilerleyen dalga etkisinin azaltılmasına yönelik araştırmalar sonucunda yeni uyaran tipleri geliştirmişlerdir. Bu uyaranların frekans spektrumları kokleanın yapısı baz alınarak dizayn edilmiş ve ilerleyen dalga etkisini azaltılması hedeflenmiştir.

İşitsel Uyarılmış potansiyellerde, sinir liflerinin senkronize bir biçimde ateşlenmesi kayıt edilen cevap amplitütlerinin büyük olması için önemlidir. Klik uyaran bu görevi ilerleyen dalga teorisine göre kokleada apeks'ten basiler membrana kadar sırayla her frekans bölgesini uyararak yapmaktadır (6).

Klik ve toneburst uyaranların her biri kokleanın belirli bir frekans aralığını uyarmaktadır. Uyaran gönderildiğinde koklea içerisinde bulunan tüy hücreleri farklı zaman aralıklarında uyarılmaktadır. Bu nedenle tam bir nöral senkronizasyon sağlanamaz ve bu durum ideal bir ABR dalgasının oluşması engeller. Nöral senkronizasyonun etkin bir şekilde sağlanamaması, dalga amplitütlerinde azalma ve dalga morfolojisinde bozulmaya yol açar. Bu durum uyaranın frekans yapısından ve/veya barındırdığı frekansların diziliminden kaynaklanmaktadır. Uyaran çok kısa bir zaman dilimi içerisinde barındırdığı frekansları kokleanın basiler girişinden apekse kadar iletmekte olup bu iletim koleanın uzunluğu nedeniyle zaman almakta ve farklı frekans bölgeleri farklı zaman aralıklarında uyarılmasına neden olmaktadır. Bu durum koklea içerisindeki seyahatinin zaman almasından kaynaklıdır. Amplitütlerdeki azalma hem klik hem de tone burst uyaranlarda görülmektedir (6).

Elberling, Don, ve arkadaşları, klik ve tone burst uyaranların dezavantajlarını incelemiş ve alternatif uyaranlar üzerinde çalışmalar yürütmüşlerdir. Don ve arkadaları, küçük tümörlerin tespiti için geliştirdiği "Stacked ABR" tekniği ile bu problemlerin üstesinden gelmeyi amaçlamışlardır. Stacked ABR tekniğinde, filtrelenmiş klik uyaranlarla farklı frekans bölgelerinden ABR kayıtları elde edilir. Elde edilen dalgaların, V. dalga latansları aynı zaman düzlemine denk gelecek şekilde kaydırılarak matematiksel olarak toplanır ve tek bir dalga elde edilir. Böylelikle tüm frekans bölgelerinden kayıt edilen dalgaların zamansal senkronizasyonu sağlanarak V. dalga amplitütü başta olmak üzere tüm dalga amplitütleri yükseltilmesi amaçlanmıştır. Stacked ABR kayıtlarında yapılan incelemelerde V. dalga amplitütünün yaklaşık 2 kat

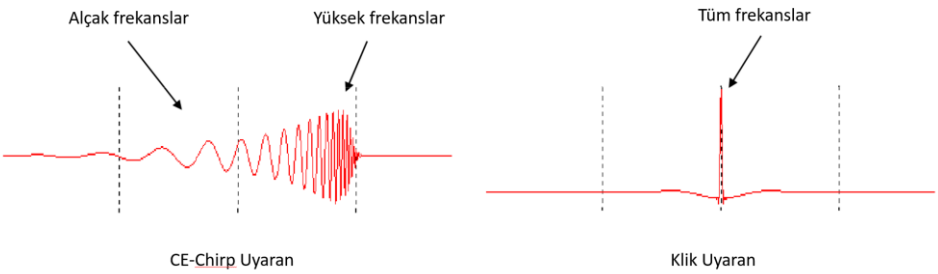
büyük olduğu gözlenmiş ve bu sayede V. dalga daha hızlı ve kolay bir şekilde tespit edilebilmiştir (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3. Don ve arkadaşları tarafından gösterimi yapılan Stacked ABR kaydı (23).

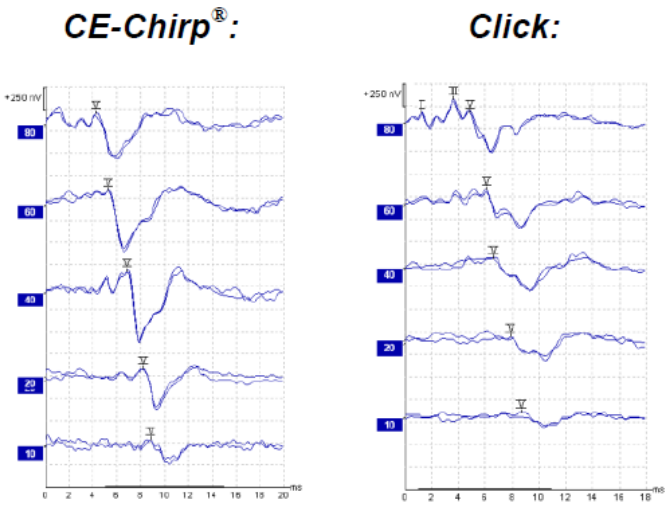
Yapılan işleme çıkış kompansazyonu adı verilmiştir. Çıkış kompanzasyonu elde edilen farklı frekansa ait dalgaların kokleadaki gecikme süreleri hesaplanarak bu gecikmeyi kompanse edecek kaydırma işlemidir. Ancak bu metod ile yapılan ölçümler çok uzun sürdüğünden daha etkin bir metod üzerinde araştırmalarını sürdürmüşlerdir (24).

Elberling ve arkadaşları elde edilen elektrofizyolojik yanıtların zamansal olarak kaydırılması (çıkış kompanzasyonu) yerine gönderilen akustik uyaran içerisindeki frekans bileşenlerinin kokleayı daha iyi uyaracak şekilde kaydırılmasını (giriş kompanzasyonu) hedefleyerek kullandıkları yeni bir uyaran geliştirmişlerdir (Şekil 2.4.). Chirp adı verilen bu uyaran ile daha iyi sonuç aldıklarını göstermişlerdir (24).

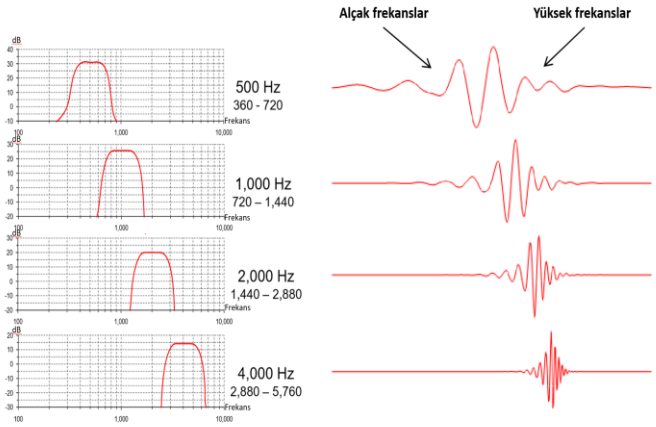


Şekil 2.4. CE-Chirp ve Klik uyaran dalga formu görünümü (26).

Chirp uyaran, ilerleyen dalga gecikmesini telafi ederek nöral senkronizasyonu sağlamaktadir ve bu sayede daha büyük amplitütlü cevaplar elde edilmektedir (Şekil 2.5.). Chirp uyaran , geniş bantlı olabileceği (Klik uyaran türevi) gibi frekans spesifik dar band chirp (Tone- Burst türevi) olarak da kullanılmaktadır (25). Şekil 2.6.'da dar band chirp uyaranların frekans spektrumu gösterilmiştir.

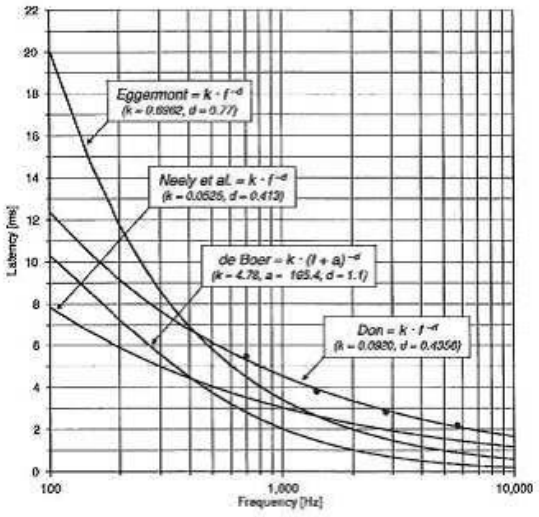


Şekil 2.5. CE-Chirp ve Klik uyaranla elde edilmiş ABR kayıtlarının karşılaştırması (26)



Şekil 2.6. Dar Bant CE-Chirp uyaran frekans spektrumu ve dalga formu(26).

Zaman içerisinde Klik uyarana karşı farklı koklear gecikme modellerine dayanan birçok chirp uyaran çeşidi gelişilmiştir (Şekil 2.7.). Yapılan çalışmalarda geliştirilen birbirinden farklı Chirp uyaranların latans, amplitüt ve morfolojik açıdan farklılıklar gösterdiği gözlemlenmiştir (6). Bu değişkenlik, kullanılan frekans geciktirme modellerinin farklılıklarından kaynaklandığı bildirilmiştir.



Şekil 2.7. Baziler membran üzerinde gerçekleşen koklear gecikme modelleri (6).

Farklı modellere dayandırılarak üretilmiş Chirp uyaranların birbirinden ayırt edilebilmesini sağlamak için isimlendirilmeye başlanmıştır. Günümüzde en sık

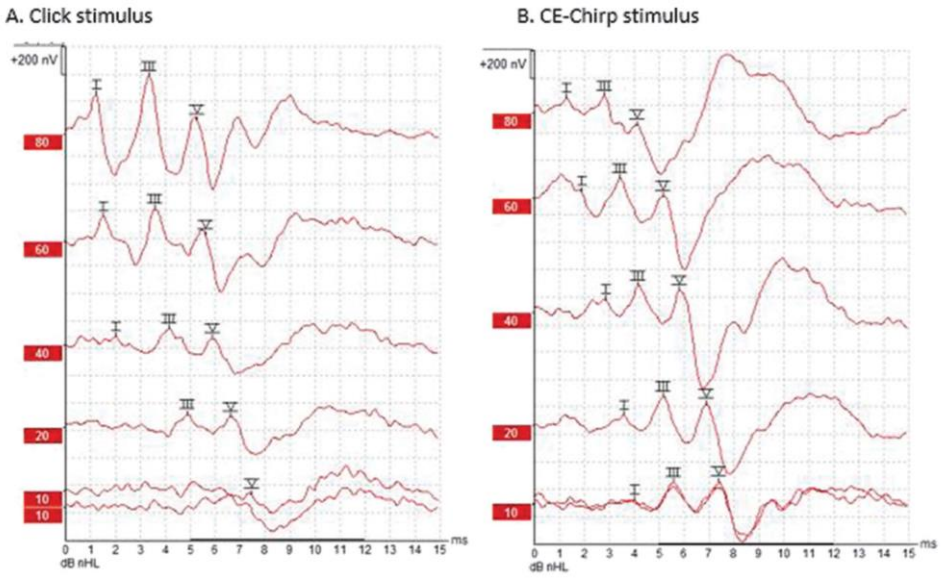
kullanılan chirp uyaran tipi **C**laus **E**lberling tarafından geliştirilen ve ad ve soyadının ilk harfleri verilerek isimlendirilmiş CE-Chirp uyarandır.

Günümüz literatüründe Claus Elberling tarafından yapılan çalışmalar ve geliştirmeler sonucunda CE-Chirp uyaranın ortalama insan kokleasına en uygun model olduğunu gösterilmiştir (27) .

Stürzebecher, Cebulla, ve Elberling CE- Chirp uyaranın işitme taramalarındaki etkinliğini araştırmışlardır. 30 dB'de yapılan işitme taramasında CE-Chirp ile elde edilen cevapların klik uyarana göre iki kat daha fazla olduğu ve test süresinin erken beliren V. dalga sebebiyle ortalama 30 sn daha az sürdüğü görülmüştür (6).

Ferm ve Lightfoot'un Dar Bant CE-Chirp ile yapmış oldukları çalışmada, yapılan ABR kayıtlarında elde edilen cevap amplitütlerinin, standart tone burst uyaranlardan 1.6 kat daha yüksek olduğu gözlenmiştir (28).

Elberling ve Don tarafından klik ve CE-Chirp uyaranın latansına dayalı yapılan bir çalışmada; özellikle düşük şiddetli uyaran seviyelerinde latanslar arasında farklılıkların olduğu görülmüş ve yüksek şiddetlerde elde edilen kayıtlarda amplitütlerin klik uyarana nazaran daha düşük seviyede olduğu görülmüştür (Şekil 2.8.) (29).



Şekil 2.8. Klik ve CE-Chirp uyaranların amplitütsel karşılaştırması

Elberling ve ark. yapmış olduğu bir diğer çalışmada ise normal işiten bireylerde yüksek amplitütlü dalga oluşturabilmek için geliştirilen Chirp uyaranlarda kullanılan koklear gecikme modellerinin tek başına kullanılmasının hatalı olduğu görülmüş ve bu nedenle yeni bir gecikme kompanzasyon formülü üzerinde çalışmalar yapmışlardır.

2010 yılında Elberling ve Don, Level Specific (LS) CE-Chirp uyaranı geliştirmişlerdir. LS CE-Chirp uyaran 0 – 100 dB nHL aralığında her 5 dB'lik adımlar için ayrı olarak tasarlanmış geniş frekans spektrumuna sahip bir uyarandır. Yapılan bir çalışmada LS CE-Chirp uyaran her şiddet seviyesinde amplifikasyon sağlarken latans süreleri açısından da klik uyaranla elde edilen kayıtlarla benzerlik gösterdiği gözlenmiştir (29).

2.5. ABR'de Kayıt Parametreleri

2.5.1. Elektrotlar

ABR kayıtları kafatasının belirli bölgelerine yerleştirilen elektrotlar ile kayıt edilmektedir. Kullanılan elektrotların metal, gümüş veya gümüş klorür, altın veya platinyum gibi farklı yapısal özellikleri olduğu gibi, tek kullanımlık (*ing: reusable*) disk ve kup veya çok kullanımlık (*ing:disposable*) kendinden yapışkanlı iletken jel emdirilmiş elektrotlar, hidrojel elektrotlar, kulak lobülü kıskaç elektrotu veya kulak kanalına yerleştirilen kullanım türüne yönelik dizayn edilmiş birçok elektrot geliştirilmiştir (Şekil 2.9., Şekil 2.10.).

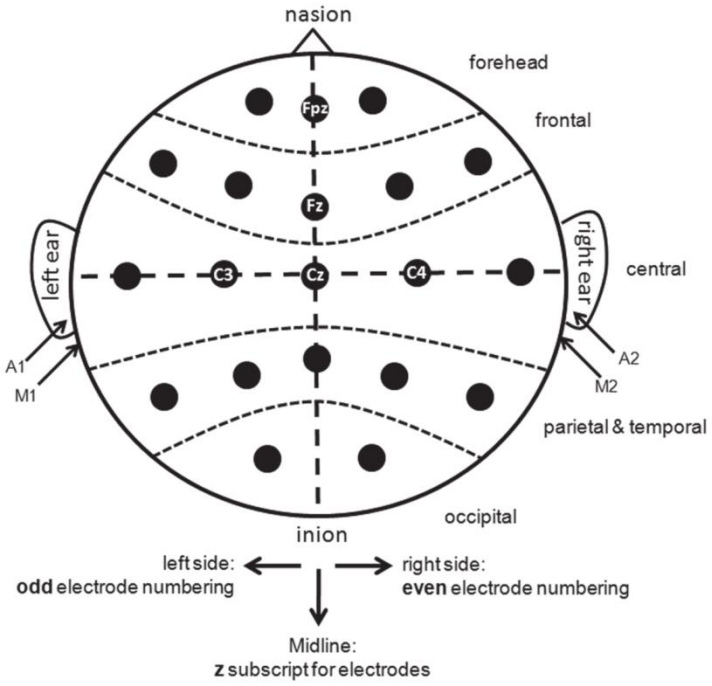
Şekil 2.9. Çok kullanımlık ABR elektrot çeşitleri

Şekil 2.10. Tek kullanımlık ABR elektrot çeşitleri

Tek kullanımlık elektrotların sarf maliyetlerinden dolayı genelde çok kullanımlık altın veya gümüş klorür tip elektrotlar tercih edilmektedir. Ancak hasta hazırlık süresinin kısaltılması ve pratiklik açısından çok kullanımlık elektrotlar tercih edilebilir. Tek kullanımlık elektrotlar yenidoğan işitme tarama programlarında yaygın kullanılmaktadır (1).

2.5.2. Elektrot yerleşimi

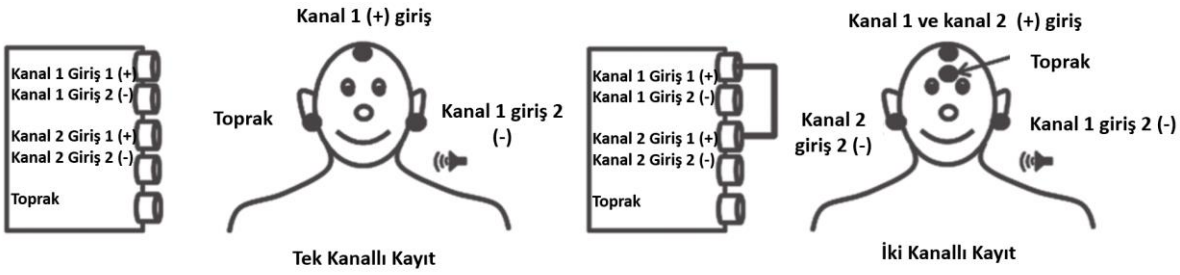
ABR kaydı iki elektrot arasındaki elektriksel aktivite farkının ölçümü ile gerçekleştirilmektedir. Elektrofizyolojik kayıtlar için elektrot yerleşimi Jasper (1958) tarafından geliştirilen 10-20 sistemine göre yapılmaktadır. 10 – 20 sistemi elektrot yerleşiminin standarizasyonu amacıyla oluşturulmuş olup toplam 21 (yirmibir) elektrotun yerleşimi için yol göstericisidir. Bu sayede kayıtlar her zaman aynı bölgelere yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla alınabilmektedir. 10 – 20 sistemi kafatası büyüklüğünden etkilenmemektedir. 10 – 20 sistemine bölge göre kafatasının elektrot yerleştirilen her bölgesi harflerle kodlanmıştır. Harf kodlarının yanında bulunan tek sayılar sol hemisferi, çift sayılar sağ hemisferi ifade etmektedir (30). Şekil 2.11.'de odyolojide kullanılan elektrofizyolojik ölçümler için elekrot yerleşim alanları gösterilmektedir.



Şekil 2.11. ABR'de 10-20 metodu ile elektrot yerleşim kılavuzu (1)

ABR kaydı için elektrot yerleşimi için, ölçülecek işitsel beyin sapı elektriksel aktivitelerinin stabil ve en güçlü elde edildiği yerler yapılan bilimsel çalışmalarla belirlenmiştir (30).

ABR kayıtlarının elde edilebilmesi için en az üç elektroda ihtiyaç vardır. Üç elektrot ile tek kanal kayıt alınabilmektedir. Tek kanal kayıt ile sadece ipsilateral kulak ölçümleri yapılabilir. Kontralateral kayıtların aynı anda elde edilebilmesi için iki kanallı yerleşim kullanılır. Tek kanal ve iki kanal ABR kaydı için elektrot yerleşimi Şekil 2.12.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.12. Tek ve İki kanallı ABR kaydı için elektrot yerleşim kılavuzu

Tek kanallı yerleşimde elektrotlardan ilki vertekse (Cz) veya alının saç bitimine yakın bölgesine (Fz) yerleştirilmelidir. Bu elektrot pozitif (*ing:non-inverting*) olarak adlandırılmaktadır. Diğer elektrot kulak ipsilateral ölçüm yapılacak kulağın lobülüne (A1 veya A2) veya mastoid (M1 veya M2) kemiğine yerleştirilmektedir. Bu elektrot negatif (*ing:inverting*) elektrot olarak adlandırılmaktadır. Son elektrot ise alın (Fpz), yanak, kontralateral mastoid (M1 veya M2) veya kulak lobülüne (A1 veya A2) yerleştirilir. Bu elektrot toprak olarak adlandırılmaktadır.

İki kanallı elektrot yerleşiminde kanal adı bir kulağa atanmaktadır. Örneğin birinci kanal sağ kulak olarak düşünüldüğünde; birinci kanalın negatif elektrotu sağ mastoide veya sağ kulak lobülüne, ikinci kanalın negatifi sol kulak mastoidine veya sol kulak lobülüne, her iki kanalın pozitif elektrodu kısa devre edilip tek elektrot olarak vertekse (Cz) veya saç bitimine (Fz) yerleştirilirken toprak elektrot alına (Fz) veya yanağa yerleştirilerek kayıt alınmaktadır (4).

Elektrot yerleşiminden önce hastanın cildi üzerindeki yağ, kir ve ölü doku özel bir arındırıcı sıvı ile temizlenmelidir. Ardından elektrotlar iletken pasta ile doldurulur ve cilt üzerine konumlandırılır. Temasın sağlanması ve test esnasında elektrotların gevşemesinin önlenmesi amacıyla elektrotlar bant ile sabitlenir. Tek kullanımlık kendinden yapışkan elektrotlarda iletken pasta ve bant kullanımına gerek yoktur.

Elektrotlar yerleşim kalitesi için empedans ölçümü yapılmalıdır. Empedans ölçüm birimi Kilo Ohm'dur (KΩ). Elektrotların ciltle arasındaki empedansın 5 KΩ'dan küçük, elektrotlar arası empedans farkının ise 2 KΩ'dan az olması gerekmektedir. Örnek iki kanallı elektrot yerleşimi ve empedans kontrolü Şekil 2.13.'de gösterilmiştir.

Şekil 2.13. İki kanallı elektrot yerleşimi ve empedans kontrolü

2.5.3. Zaman penceresi

Zaman penceresi, kayıt esnasında analiz edilecek olan uyaranların hastaya gönderiminden önce ve sonrasını kapsayan süre olarak tanımlanmaktadır. Bu sebeple seçilecek olan zaman penceresi incelenecek ABR'nin latansına göre belirlenmelidir. Zaman penceresi seçilirken incelenecek olan ABR yanıtının tamamını kapsayacak şekilde bir aralık belirlenmeli, ilgi alanı dışında kalan yanıtların ekranda görüntülenmesi tercih edilmemelidir. Örneğin; ABR yanıtlarında I – V dalgalar uyaran verildikten sonra 6 ms içerisinde görüntülenmektedir. Bu sebeple nörodiagnostik amaçla yapılan bir ABR testinde zaman penceresinin 0 ms ile 10 ms aralığında ayarlanması yeterli olacaktır. Bu tercih yapılırken, hastadan ve uyarandan kaynaklanan ve latans yanıtının gecikmesine sebep olan faktörlerde göz ardı edilmemelidir (ör, alçak frekanslı uyaran, azalan uyaran şiddeti, yeni doğanlarda merkezi işitme sinir sisteminde bozukluk görülmesi). Bu gibi durumlarda zaman penceresinin gecikme miktarı kadar uzatılması yeterli olacaktır (ör, 15ms – 25 ms). Zaman penceresinin çok kısa seçilmesi halinde incelenmek istenen dalga formlarında kesintiler gözlenebileceği gibi bu pencerenin istenenden çok daha uzun ayarlanması halinde de örnekleme oranı düşecek ve elde edilen trasenin zaman çözünürlüğü azalacaktır(7).

2.5.4. Filtre ayarları

Filtre ayarları, incelenen ABR'de bulunan gürültünün, bir başka deyişle spektral enerjinin, yanıtlardan elimine ve yüksek sinyal gürültü oranı (SNR) elde

edilmesi için büyük önem arz etmektedir. Genelde kayıt alınırken belirlenen alçak ve yüksek frekans değerleri aralığını kapsayacak bant geçiren filtre tercih edilmektedir. ABR'lerin zaman ve frekans eksenlerinde gösterilebilen kompleks dalga forumları olduğunu unutmamak gerekmektedir. Filtre ayarları incelenen ABR yanıtlarında bulunan frekans değerlerine göre belirlenmelidir. Her ABR'nin farklı spektral enerji veya frekans kompozisyonuna sahip olması sebebiyle filtre ayarları farklılık göstermektedir. Örneğin; Kortikal Uyarılmış Potansiyellerde incelenen frekanslar ABR'ye göre çok daha düşük olması sebebiyle bant geçiren filtre değerleri 0.1 – 30 Hz olarak seçilirken ABR kaydında 30 – 3000Hz aralığına ayarlanmalıdır (7).

2.5.5. Örnekleme oranı

Örnekleme oranı zaman penceresi ile özellikle 256, 512, 1024 gibi sabit sayıda örnekleme noktası belirlendiğinde direkt bir ilişkisi bulunmaktadır. Birçok ticari ABR cihazında bu değerlerden en az 2 tanesi sunulmaktadır. Daha sonrasında örnekleme oranı; zaman penceresi değerinin (saniye cinsinden) nokta sayısına bölünmesi ile bulunmaktadır. Örneğin; ABR de genellikle 10msn'lik (0.01s) zaman penceresi kullanılmaktadır. Eğer 256 örnek noktası seçilirse, 256/0.1 =25600Hz değeri elde edilir. Nyquist frekans değeri ABR'de 1000Hz civarındadır ve anlamlı bir kayıt alınabilmesi için bu değerin en az 2000 Hz olması gerekmektedir. 25600 Hz örnekleme oranı değeri minimum gerekli olan 2000 Hz örnekleme oranı değerinden çok daha fazla olduğundan temporal çözünürlüğü yüksek bir ABR yanıtı elde edilmektedir. Aslında bu örnekleme oranında, her bir örnekleme süresi ~0.039 msn'dir. Zaman penceresinin aralığı arttıkça, örnekleme oranı düşecektir. Yapılacak kayıtta Nyquist teoreminin sağlanması için incelenecek ABR spektrumunun bilinmesi elde edilen yanıtın geçerli olmasına yeterli olacaktır. Bazı bilim adamları güvenilir yanıtlar elde edilebilmesi için örnekleme oranının Nyquist frekansının 4 katı olması gerektiğini belirtmektedir (31) .

2.5.6. Averaj sayısı

Ortalama bir ABR kaydı elde edilmesi için gerekli olan uyaran tekrar miktarı SNR ve incelenen ABR amplitütü ile ters orantılıdır. SNR arttıkça, ABR'nin amplitütü artmaktadır ve test için ihtiyaç duyulan uyaran tekrar miktarı azalmaktadır. Genelde yanıta ait latans uzadıkça amplitüt artmaktadır (CERP>MLR>ABR) bu sebeple; merkezi işitme sinir sisteminde kortekse doğru ilerledikçe, daha az sayıda uyaran tekrar miktarı gerekli ABR yanıtının alınmasına yeterli olacaktır. Genel olarak, 200, 1000 ve 2000 uyaran CERP, MLR ve ABR yanıtı elde edilmesi için yeterli bir sayıdır, uyaran tekrar miktarının belirli protokoller için daha fazla veya az olması gerekebilmektedir. Eğer elde edilen SNR değeri iyiyse, klinisyen averajlamayı sonlandırıp protokolündeki bir sonraki şiddette testine devam edebilir. Ancak SNR değeri düşükse daha fazla sayıda uyaran gönderilip yanıt elde edilmesi gerekmektedir. ABR eşik tayininde bu kriterin sağlanabilmesi için Fsp adı verilen teknik kullanılmaktadır. Böylece elde edilen yanıtın istatistiksel olarak güvenilir olup olmadığı belirlenmekte ve klinisyen daha fazla uyaran gönderip göndermeme kararını verebilmektedir(31).

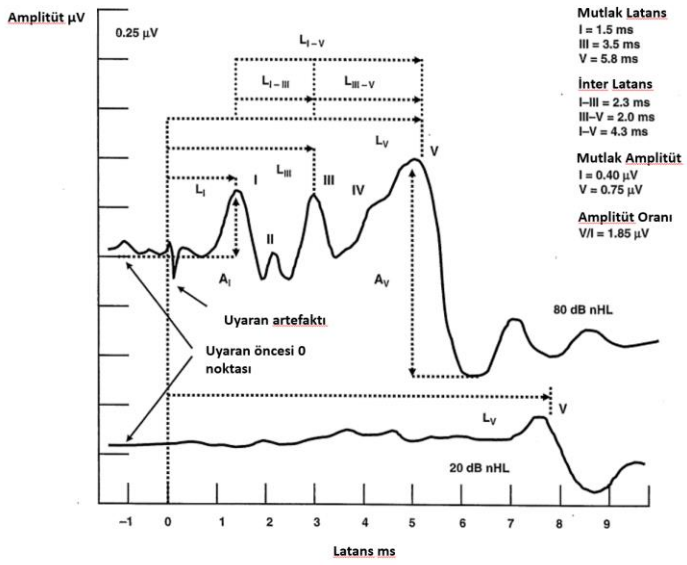
2.6. ABR Analizi ve Yorumlanması

ABR analizindeki ilk adım işitsel uyarana karşı oluşan elektrofizyolojik cevabın, uyaran başlangıcından itibaren geçen süresini ve amplitütlerini değerlendirmektir. Bu değerlendirmeyi yaparken oluşan dalgaların uygun tepe noktaları işaretlenmelidir. Her tepe noktasının uyaran başlangıcı ile arasındaki uzaklık yatay düzlemde ms cinsinden kaydedilmektedir. Bu ölçüm, latans değeri olarak adlandırılmaktadır. Latans analizinin yapılabilmesi için ABR'de; I., II., III., IV. ve V. dalgalarının yerlerinin tanımlanması gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda II ve IV dalga tepe noktalarının dalga morfolojisinin değişkenliği nedeniyle tespit edilmesinin zor olduğu, bu nedenle tanısal incelemede kullanılmadığı söylenmiştir. Bu nedenle tanısal incelemede I., III. ve V. dalga tepelerinin değerlendirilmesi kullanılmaktadır. Latans analizi değerlendirmeleri I., III. ve V. dalganın uyaran başlangıcı arasındaki uzaklığı (mutlak latans), I-III, III-V ve I-V dalgalar arası latans değerleri (inter latans)

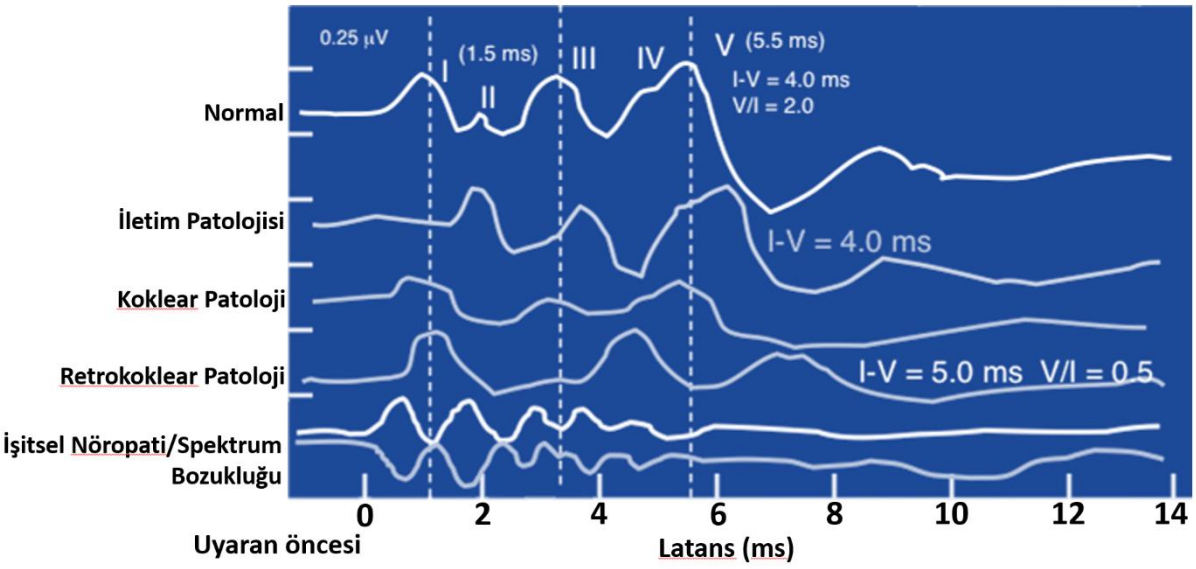
ve kulaklar arası mutlak latans farklılıklarının değerlendirilmesi ile yapılmaktadır. Dalga formunun tutarlılığının ve morfolojisinin değerlendirilmesinde en az iki dalga kaydı alınması önerilmektedir. Değerlendirmede sağlık bireylerden elde edilmiş ve bireyin yaş grubuna uygun normatif latans ve amplitütleri değerleri referans alınmaktadır (Şekil 2.14).

Bireyden elde edilen ABR dalga latans değerleri ile normal işiten bireylerden elde edilen referans latans değerlerinin farklılık göstermesi patoloji lehine yorumlanmaktadır. İletim patolojilerinde dalgalar arası latans değerleri normal sınırlarda olmakla birlikte, I, III ve V. dalga mutlak latansları normal latans değerlerine göre geç elde edilmektedir. Koklear patolojilerde dalgalar arası latans değerleri iletim patolojisinde olduğu gibi normal sınırlarda oluşmakta fakat mutlak latanslar özellikle eşik seviyesinde geç elde edilmektedir. Bulgular işitme kaybının konfigürasyonu ve derecesine göre değişmektedir. Normal işiten bireylerde I. dalganın görülebildiği şiddet seviyesinde koklear patolojisi olan bireyde I. dalga gözlenmeyebilir. Retrokoklear patolojilerde patolojinin lokasyonuna bağlı olarak dalgalar arası ve/veya kulaklar arası latans değerlerinde normal bireylere göre farklılıklar gözlenmektedir (Şekil 2.15.).

Dalga tepe noktasının genliği µV cinsinden ölçülür ve bu ölçüm amplitüt olarak adlandırılmaktadır. Dalga amplitütlerinin tanısal olarak incelenmesindeki genel teknik dalga tepeleri arasındaki voltaj farklılıklarını incelemektir. İki farklı teknik bulunmaktadır. Bu tekniklerden ilki dalga tepe noktası ile dalga ekseninin sıfır noktası arasındaki voltaj ölçümüdür *(ing: peak to baseline)*. Diğer bir teknik ise dalga tepe noktası ile dalganın negatif bitimi arasındaki voltaj ölçümüdür (*ing: peak to peak*). Amplitüt değerlendirilmesine özellikle I/V oranının değerlendirilmesi önceliklidir. V. dalganın amplitütün I. Dalga amplitütünden en az iki kat büyük olması beklenmektedir. V/I amplitüt oranı 0.5'ten düşük olduğunda bu nöropatoloji lehine yorumlanmaktadır.



Şekil 2.14. ABR dalga formu analizi parametreleri



Şekil 2.15. Patolojiye bağlı ABR dalga morfolojisi ve latans değişimleri

2.6.1. ABR eşiklerinin davranışsal eşiklerle ilişkisi

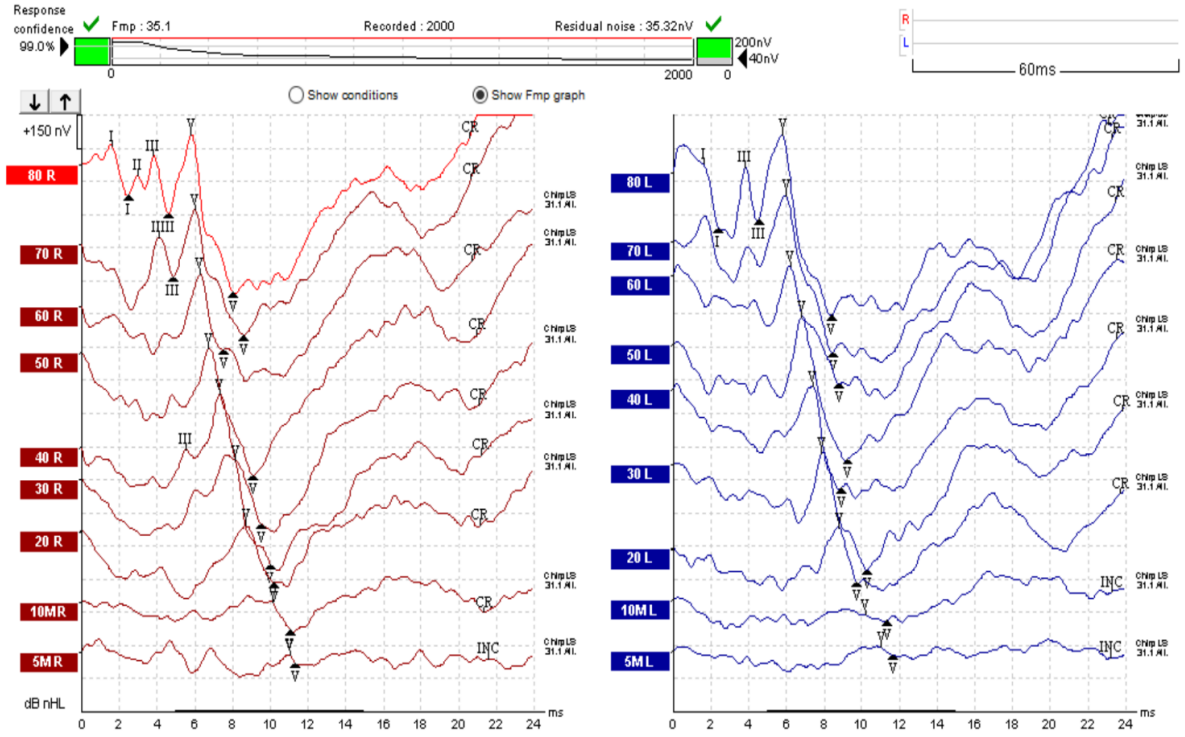
Davranışsal eşikleri tahmin etmek için son adımda, fizyolojik (ABR) eşiklerini davranışsal saf ton eşikleriyle ilişkilendirmek gerekmektedir. Bu bilgi, planlama, değerlendirme, amplifikasyon uygulama, danışmanlık ve sonuçların raporlanması konularında yardımcı olmaktadir. Bu ilişkilendirme için "Tahmini işitme seviyesi"

(eHL) terimi kullanılmaktadır. Stapells ve arkadaşları çalışmalarında, ABR eşiklerini, normal işiten ve çeşitli derecelerde işitme kaybı olan bebeklerde ve çocuklarda hava yoluyla iletilen uyaranlara cevaben kaydetmeyi basarmışlardır. ABR ve davranışsal eşikler arasındaki ilişkiler, geniş bir şiddet aralığında (20 ila 90 dB nHL) yaklaşık olarak doğrusal izlenmistir. Bu veri kümesinde, ABR eşikleri ortalaması sırasıyla 500, 2000 ve 4.000 Hz'de davranışsal eşik değerlerinin 15, 5 ve 0 dB (sırasıyla en yakın 5 dB'ye yuvarlanarak) üzerinde bulunmustur. Başka bir çalışmada, Stapells (2000), test kriterlerine uyan, ABR ve davranışsal eşikler için veri içeren çalışmaları gözden geçirmiştir. Bu meta analizde yer alan çalışmalar arasında, teknikler ve kalibrasyonlara dayalı bazı farklılıklar bulunmasına rağmen, normal işiten ve sensorinöral işitme kaybı olan bebekler, çocuklar ve yetişkinler için veriler mevcuttur. Bu analizin sonuçlarına göre, 500, 1,000, 2,000 ve 4,000 Hz için sırasıyla yaklaşık 15, 10, 5 ve 0 dB'lik farklılıklar olduğu gözlenmiştir. Ancak çocuklar ve yetişkinler arasında ve normal işiten ile sensörinöral işitme kaybı olanlar arasında bu değerler değişkenlik göstermektedir (7,12,32).

2.6.2.ABR eşiğinin belirlenmesi

İşitsel beyin sapı cevapları sübjektif ve objektif değerlendirmelerle incelenmektedir. Öncelikle dalga formu iyi bir morfoloji ile tekrarlamalıdır. Aynı şiddet seviyesinde en az iki dalga formunun benzer olması çok önemlidir. Şiddet düzeyi azaldıkça, dalga mutlak latans değerleri uzamalı ve amplitüt küçülmelidir. Mutlak latans değeri, hastanın yaşı ile uyumlu olmalıdır. Bu uyumluluk yaşa ve cinsiyete bağlı olarak oluşturulmuş olan normatif verilere göre değerlendirilir.

Bir cevabın gözlendiği en düşük şiddet seviyesi ABR eşiğidir. Bu durumda belirlenen eşik seviyesinin altındaki şiddetlerde hiçbir cevap gözlenmemiş demektir. Bir şiddet düzeyinde bir cevabın olmadığını söyleyebilmek için, amplitütünün yaklaşık. 0.2 µV gibi çok düşük bir değerde olması gerekir. Eğer dikkate değer bir gürültü ve büyük amplitütlü aşırı artefakt mevcut ise çok küçük eşik cevaplarının görülmesini engelleyebilir. Bu durumda artifakt engellenerek yeniden bakılmalıdır (Şekil 2.16) (33).



Şekil 2.16. Interacoustics® marka Eclipse Model EP25 ABR Cihazı ile alınmış eşik kayıtları.

2.7. ABR Kaydını Etkileyen Patolojik Olmayan Faktörler

2.7.1.Yaş

Hayatın ilk 12-18 ayında, işitsel nöral sistem olgunlaşırken ABR komponentlerinde değişiklikler olur. Ancak bazı araştırmacılar 18-24 aya kadar bu değişikliklerin olabileceğini belirtmektedir (Atcherson ve Shoemaker, 2012). Bu değişiklikler doğumdan sonra işitsel yolların miyelinizasyonunun devam etmesine bağlıdır. Prematüre ve zamanında doğan bebeklerin ABR karakteristikleri, birbirinden ve onların yetişkinlik döneminde elde edilen ABR bulgularından farklılık gösterir Hecox and Galambos, 1974; Salamy, 1984). Gestasyonel yaşı 28 haftalık olan yenidoğanlarda 65 dBnHL'de klik uyarana cevaben güvenilir ABR komponentleri elde edildiği rapor edilmektedir (Starr ve ark, 1977). I, III ve V. Dalga bebeklerde en rahat görülebilen dalgalardır. V. Dalga mutlak latansı, klik uyaran için 60 dBnHL'de yaklaşık 7.0 msn'de elde edilmektedir. 12-18 aylık ve daha büyük bebeklerden elde

edilen cevaplar, yetişkinlerden elde edilen cevaplarla benzerlik göstermektedir (Hecox ve Galambos, 1974).

I. dalga mutlak latansı, bebeklerde uzun elde edilebilir ancak V. Dalga kadar uzun değildir. Bu sebeple yetişkinlerde I-V dalgalar arası latans değeri 4.0 msn elde edilirken bebeklerde 5.0 msn'ye kadar uzamış olarak gözlenebilir (Hecox and Galambos, 1974; Starr et al., 1977). Bu durum koklear matürasyon, nöronal matürasyon, dış ve/veya orta kulak ses iletim etkinliğinin azalması ve sıklıkla kulak kanalının kollaps olması sebebiyle olabilir.

ABR amplitudleri de yine yaşa bağlı değişkenlik göstermektedir. Bir tepeden izleyen negatif tepeye doğru ölçülen peak amplitütleri, 1-2 yaştan sonra artar (Salamy, 1984). Bebeklerde I ve/veya III. Dalganın amplitütü V. Dalgadan büyük olabilir. Yetişkinlerde ise V. Dalga diğerlerine göre daha büyük elde edilmektedir. İlk yıllardan sonra yetişkin benzeri duruma ulaşır (34).

2.7.2. Cinsiyet

Kadınlarda erkeklere oranla daha büyük ABR amplitütleri ve daha kısa latanslar gözlenmiştir. V. Dalga latansı, kadınlarda yaklaşık 0.2 ms daha kısa ve özellikle IV, V, VI, VII dalga amplitütleri daha büyüktür. Ayrıca kadınların dalgalar arası latans değerleri erkeklerden daha kısadır. ABR latans ve amplitütlerinde kadın ve erkek arasındaki bu farklar kadınların koklear cevap sürelerinin erkeklerinkinden daha kısa gözlenmiş olmasıyla ilişkili olabilir(35)

2.7.3. Uyku

İşitsel sistemde uykunun etkisi değişkenlik göstermektedir. Geç latanslar uykudan etkilenirken erken latanslı cevaplar, genel olarak uykudan etkilenmemektedir. Ek olarak ABR, anestezi veya sedasyondan etkilenmez (Atcherson ve Shoemaker, 2012). Böylelikle bebek, küçük çocuklar ve davranım odyometrisi yapılamayan yetişkinlerde rahatlıkla uygulanabilmektedir (35).

2.7.4. Dikkat

Dikkat genelde yüksek ileri kognitif işlemleme gerektiren bir beceridir. Pek çok farklı çeşitte dikkat vardır. Yer yön bulma, seçici, bölünmüş ve sürekli gibi dikkat çeşitleri bulunmaktadır (Coull, 1998). Yapılan çalışmalarda erken latanslı cevaplar olan ECochG, ABR ve orta latans cevaplarında dikkatin etkisinin olmadığı ya da çok az olduğu belirtilmektedir (35).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim dalı Odyoloji, Konuşma ve Ses Bozuklukları Yüksek Lisans Programı bitirme tezi olarak planlanmıştır. Etik kurul onayı alınarak projeye başlanmıştır (KA17/164 proje nolu, 26/07/2017 tarih ve 17/160 sayılı karar ile). Bu çalışma, Ankara Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesinde gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmamızda ABR ölçümlerinde CE-Chirp uyaran ile LS CE Chirp uyaranla elde edilen dalgalar karşılaştırarak farklılıklarının gösterilmesi amaçlanmıştır.

3.1. Gönüllü Birey Seçimi

Çalışma grubuna 18 – 40 yaş arasında normal işitmeye sahip, 14 kadın (28 kulak) ve 9 erkek (18 kulak), toplam 23 kişi (46 kulak) dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen gönüllü bireylerin ayrıntılı bir anamnezi alınmış, kulak burun boğaz muayenesi yapılarak patoloji saptanmış, odyometri testi ve akustik immitansmetri ölçümleri yapılıp, gönüllülerin test kriterlerine uygun olduğu ispatlandıktan sonra ABR testi yapılmıştır.

Çalışma dışında bırakılan grup belirlenirken aşağıdaki kriterler kullanılmıştır:

- Kulakla ilgili kronik veya rekürren hastalık öyküsü bulunanlar
- İletim, sensörinöral veya mikst tip işitme kaybı olanlar
- 18 yaş altı ve 40 yaş üstü gönüllü bireyler
- Dış kulak yolunda anatomik bozukluğu olanlar

Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalı olduğundan, katılımcılardan "Bilimsel Araştırmalar için Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu" nu okuyup kabul etmeleri istenmiştir (EK 1).

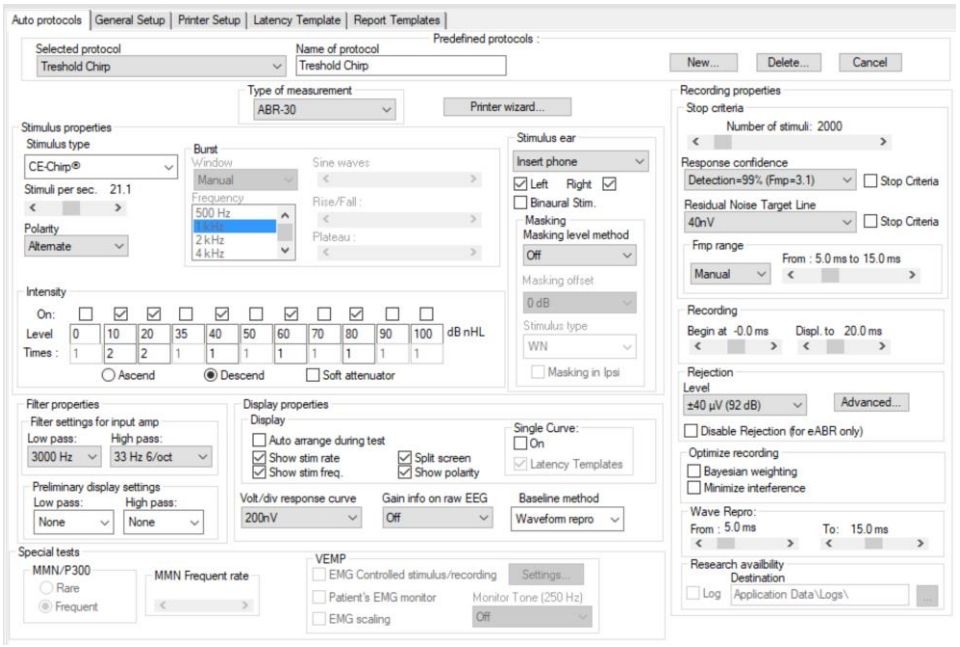
3.2. Ölçüm Metodu

Çalışma esnasında Interacoustics® marka Eclipse EP25 (Danimarka) model iki kanallı ABR cihazı kullanılmış olup, Etymotic® marka EarTone ABR kanal içi başlıklar (Amerika), her bir hasta için 4 adet 2019 yılı Mayıs son kullanma tarihli Ambu® marka Neuroline 720 (Amerika) model tek kullanımlık kendinden yapışkanlı elektrot ve test edilecek bireylerin kulak kanalı çapına uygun 2 adet Etymotic® marka (Amerika) kanal içi sünger prob ucu kullanılmıştır.

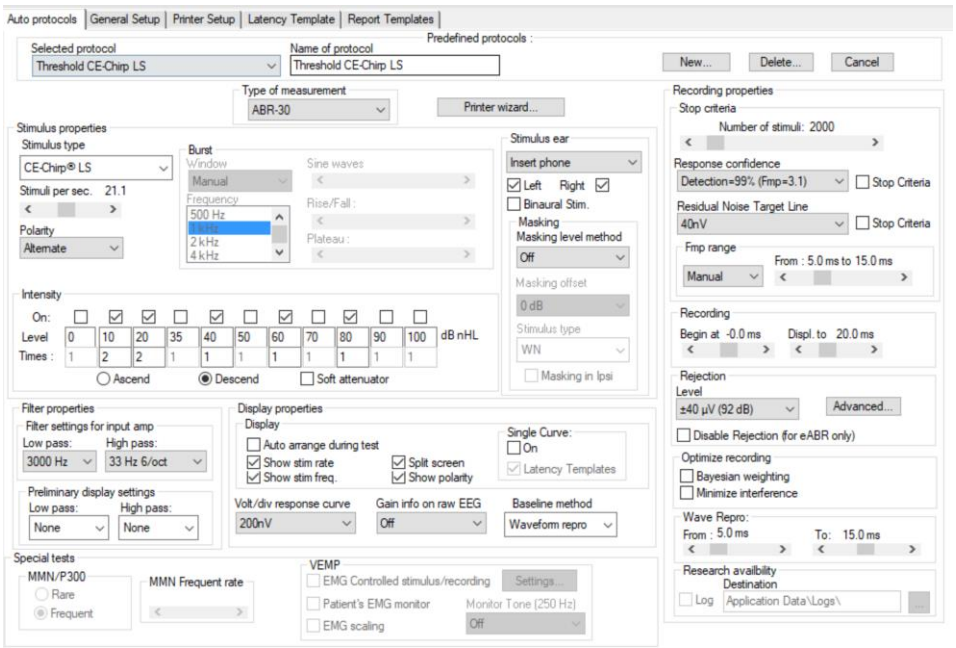
Test öncesi gönüllü bireylerin cildi NuPrep® marka cilt temizleme jeli ile temizlendikten sonra elektrotlar yerleştirilmiştir. Elektrot yerleşimi sırasıyla; 1. Kanalın negatif elektrotu sağ mastoid kemiğe, 2. Kanalın negatif elektrotu sol mastoid kemiğe, her iki kanalın pozitif elektrotu tek bir elektrot kablosu olarak saç bitimine ve toprak elektrotu yanağa yerleştirilmiştir. Elektrot yerleşiminden sonra her bir elektrot için empedans kontrolü yapılmış olup empedans değerinin 3 kΩ veya daha düşük ve elektrotlar arası empedansın 2 kΩ veya daha düşük değerlerde olması sağlanmıştır.

Kanal içi kulaklıklar gönüllü bireyin kulak kanalı çapına uygun büyüklükte sünger prob ucu takılarak yerleştirilmiştir. Gönüllü bireyler supin pozisyonda bir sedyeye yatırılarak rahat olması sağlanmıştır. Gönüllü bireylerin ölçüm süresince hareket etmemesi istenmiş ve mümkünse uyuması önerilmiştir.

ABR testleri sırasıyla CE Chirp ve LS CE Chirp uyaranlar kullanılarak; 80 dB nHL, 60 dB nHL, 40 dB nHL, 20 dB nHL ve 10 dB nHL şiddetlerinde her bir ölçüm iki defa tekrar edilerek yapılmıştır. Her iki uyaran için saniyedeki tekrar hızı 21,1 olarak belirlenmiş ve alterne polariteye sahip toplam 2000 uyaran verilerek averajlama yapılmıştır. Yanıt penceresi 0 ms – 20 ms olacak şekilde ayarlanmıştır. Giriş yükseltecinin alçak geçiren filtresi 3000 Hz, ve yüksek geçiren filtresi 33 Hz olarak ayarlanmıştır (Şekil 3.1, Şekil 3.2).

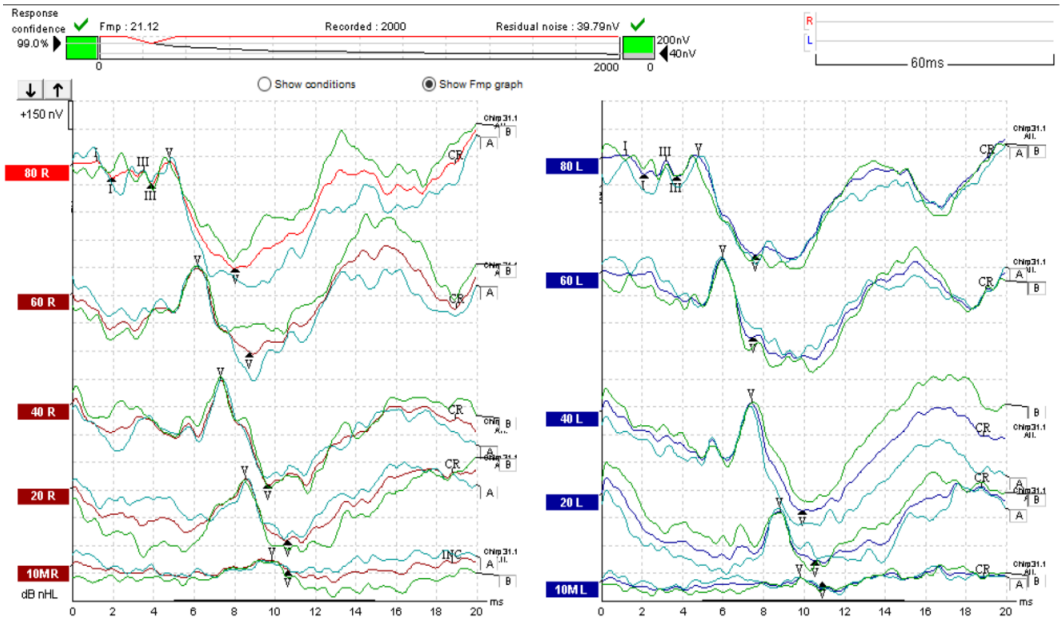


Şekil 3.1. CE-Chirp uyaran için oluşturulan ABR test protokolü.

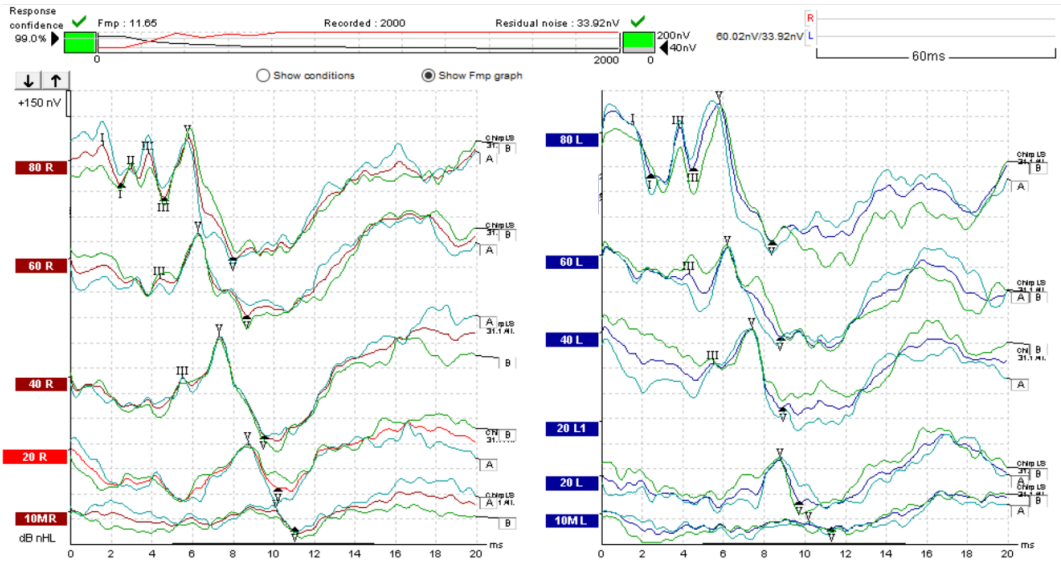


Şekil 3.2. LS CE-Chirp uyaran için oluşturulan ABR test protokolü.

Gönüllü bireylerden kaydedilen ABR dalgaların kalitesi analiz edilmiş ve sinyal/gürültü oranı ≥3 olan ABR dalgaları değerlendirilmeye alınmıştır (Şekil 3.3., Şekil 3.4.).



Şekil 3.3. CE Chirp uyaran ile kaydedilen ABR dalgaları.



Şekil 3.4. LS CE-Chirp uyaran ile kaydedilen ABR dalgaları.

3.2. İstatistiksel Yöntem

Veriler SPSS versiyon 20 paket programı (Statistical Package for Social Sciences v.20, IBM®, Chicago, IL, USA) ile analiz edilmiştir. Normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile kontrol edilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler, ortalama, standart deviasyon olarak verilmiştir. Normal dağılıma uygun veriler

nonparametrik testlerden Student T testi ile analiz edilmiş olup, $p<0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Normal dağılıma sahip olmayan veriler ise nonparametrik testlerden Mann Whitney u ile analiz edilmiş olup, $p<0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Bu çalışmada sağlıklı erişkin bireylerde yapılan işitsel beyin sapı cevapları ölçümlerinde LS CE-Chirp uyaran ve CE-Chirp uyaran cevapları verilerini elde etmek amacıyla yaşları 19 ile 27 yaş arasında değişen, 8'i erkek (%34,78), 15'i kadın (%65,22) toplam 23 gönüllü birey değerlendirilmiştir. Gönüllü bireylerin yaş ortalaması 21,22 ve standart sapması 2,408'dir. Çalışmaya katılan bireylerin her iki kulağı değerlendirilmiş olup çalışmaya toplam 46 kulak dahil edilmiştir.

4.1. 80 dB nHL Bulguları

80 dB nHL'de CE Chirp ve LS CE-Chirp uyaranların I., III. ve V. dalga latansları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık izlenmiştir. Aynı uyaranların amplitütleri değerlendirildiğinde I. ve III. dalgaların amplitütlerinde farklılıklar izlenirken, V. dalganın amplitütünde istatistiksel farklılık izlenmemiştir (4.1).

80 dB nHL'de interpik latansları (I-III,III-V ve IV) farkı karşılaştırıldığında I-III arasında istatistiksel anlamlı farklılık izlenmezken, III-V ve I-V arasında istatistiksel anlamlı fark tespit edilmiştir (Tablo 4.2.).

Tablo 4.1. 80 dB nHL'de CE Chirp ve LS CE-Chirp Uyaran ile yapılan ABR ölçüm sonuçları ve istatistiksel analizi.

Tablo 4.1 .	Uyaran Tipi	N	Ortalama	Standart Sapma	p değeri
80 dB nHL I. Dalga Latansları	LS	46	1,5193	,12935	<0,01*
	CE	46	1,3404	,24942	
80 dB nHL III. Dalga Latansları	LS	46	3,6846	,12569	<0,01*
	CE	46	3,4700	,26562	
80 dB nHL V. Dalga Latansları	LS	46	5,5157	,24280	<0,01*
	CE	46	4,9730	,57413	
80 dB nHL I. Dalga Amplitütleri	LS	46	,3061	,16709	<0,01*
	CE	46	,1387	,06298	
80 dB nHL III. Dalga Amplitütleri	LS	46	,2608	,10469	<0,01*
	CE	46	,1477	,06531	
80 dB nHL V. Dalga Amplitütleri	LS	46	,6814	,17155	0,091**
	CE	46	,6180	,18330	

(*Mann Whitney U (p<0.05), **Student t testi (p<0.05). LS: Level Specific CE Chirp uyaran, CE: CE Chirp uyaran.)

Tablo 4.2. 80 dB nHL'de CE Chirp ve LS CE-Chirp Uyaran ile yapılan ABR ölçüm sonuçları interpik latansları ve istatistiksel analizi

Tablo 4.2.	Uyaran Tipi	N	Ortalama	Standart Sapma	p değeri
I - III İnterpik Latansı	LS	46	2,1652	,12427	0,458**
	CE	46	2,1296	,29972	
III - V İnterpik Latansı	LS	46	1,8311	,18078	<0,001**
	CE	46	1,5030	,50682	
I - V İnterpik Latansları	LS	46	3,9963	,22846	<0,001*
	CE	46	3,6326	,62397	

. *Mann Whitney U (p<0.05), **Student t testi (p<0.05). LS: Level Specific CE Chirp uyaran, CE: CE Chirp uyaran.

4.2. 60 dB nHL Bulguları

60 dB nHL'de CE Chirp ve LS CE-Chirp uyaranların V. dalga latans değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık izlenmemiştir (p<0,484). Aynı uyaranların amplitüt değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı fark bulunamamıştır (p<0,422). (Tablo 4.3.).

Tablo 4.3. 60 dB nHL'de CE Chirp ve LS CE-Chirp Uyaran ile yapılan ABR ölçüm sonuçları ve istatistiksel analizi.

Tablo 4.3.	Uyaran Tipi	N	Ortalama	Standart Sapma	p değeri
60 dB nHL V. Dalga Latansları	LS	46	5,9550	,23980	0,484**
	CE	46	5,9180	,26390	
60 dB nHL V. Dalga Amplitütleri	LS	46	,5441	,20309	0,422**
	CE	46	,5765	,18095	

*Mann Whitney U (p<0.05), **Student t testi (p<0.05). LS: Level Specific CE Chirp uyaran, CE: CE Chirp uyaran.

4.3. 40 dB nHL Bulguları

40 dB nHL'de CE Chirp ve LS CE-Chirp uyaranların V. dalga latans değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık izlenmemiştir (p<0,56). Aynı uyaranların amplitüt değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı fark bulunamamıştır (p<0,243) (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. 40 dB nHL'de CE Chirp ve LS CE-Chirp Uyaran ile yapılan ABR ölçüm sonuçları ve istatistiksel analizi.

Tablo 4.4.	Uyaran Tipi	N	Ortalama	Standart Sapma	p değeri
40 dB nHL V. Dalga Latansları	LS	46	7,0317	,33945	0,56*
	CE	46	7,0733	,26162	
40 dB nHL V. Dalga Amplitütleri	LS	46	,5133	,20397	0,243**
	CE	46	,4655	,18578	

*Mann Whitney U (p<0.05), **Student t testi (p<0.05). LS: Level Specific CE Chirp uyaran, CE: CE Chirp uyaran.

4.4. 20 dB nHL Bulguları

20 dB nHL'de CE Chirp ve LS CE-Chirp uyaranların V. dalga latans değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık izlenmemiştir (p<0,204). Aynı uyaranların amplitüt değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı fark bulunamamıştır (p<0,829) (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. 20 dB nHL'de CE Chirp ve LS CE-Chirp Uyaran ile yapılan ABR ölçüm sonuçları ve istatistiksel analizi.

Tablo 4.5.	Uyaran Tipi	N	Ortalama	Standart Sapma	p değeri
20 dB nHL V. Dalga Latansları	LS	46	8,4033	,48043	0,204*
	CE	46	8,2952	,35442	
20 dB nHL V. Dalga Amplitütleri	LS	46	,2787	,12084	0,829**
	CE	46	,2716	,18600	

*Mann Whitney U (p<0.05), **Student t testi (p<0.05). LS: Level Specific CE Chirp uyaran, CE: CE Chirp uyaran.

5. TARTIŞMA

Günümüzde odyoloji alanında hastalıkların tanı ve takip sürecinde elektrofizyolojik yöntemler önemli bir yer edinmiştir. Bu yöntemler içinde de objektif bir değerlendirme çeşidi olan ABR en çok kullanılan tekniklerden biri olarak klinik uygulamada yer edinmiştir.

ABR, işitme sinirinden beyinde sapına kadar olan nöral yapılar kaynaklı aksiyon potansiyellerini değerlendirme felsefesi ile çalışmaktadır. Bu nöral aksiyon potansiyelleri verilen uyaranlara karşı oluşan cevaplardır. Bu elektrofizyolojik cevaplar, normal fizyolojik durum ile çeşitli patolojik durumlar arasında belirgin farklılıklar göstermektedir.

ABR ölçümlerinde klinik pratikte sıklıkla klik ve tone burst gibi akustık uyaranlar kullanılmaktadır. Bu uyaranlar ile elde edile elektrofizyolojik yanıtlar dalga formu latans ve amplitüt değerleri ölçülerek analiz edilir. Bu uyaranlar kokleanın basiler bölgesinden apeksine doğru ilerleyen bir uyarım oluşturmaktadır. Bu nedenle uyaranın tüm kokleada aynı anda uyarı oluşturararak nöral senkronizasyonun tam olarak sağlanamaz. Nöral senkronizasyonun optimizasyonu amacıyla yapılan çalışmalar doğrultusunda farklı koklear gecikme modelleri kullanılarak Chirp uyaranlar oluşturulmuştur (8). Bu felsefe ile chirp uyaranlar klik uyaranlara göre daha yüksek amplitütlü dalgalar oluşturarak V. dalganın tespiti kolaylaştırmıştır. Ayrıca test süresini kısaltarak elektrofizyolojik değerlendirmelere hız kazandırmaktadır.

Chirp uyaranlar kokleanın bazal bölgesinden apeksine kadar bütün alanlarda aynı anda uyarım oluşturması beklenen uyaran çeşitlerinin genel adıdır. Bu chirp uyaranlarından da en sık kullanılan CE-Chirp tür. CE-Chirp uyaranının 40 – 80 dB HL aralığında daha yüksek amplitüde sahip dalgalar oluşturduğu görülmüştür (36). Bu avantaja rağmen klik uyaranlara göre latans sürelerinde standardize değerlere göre sapmalar oluştuğu görülmüştür (37). Bu nedenle yeni bir koklear uyarım modeli oluşturularak farklı bir CE-Chirp uyaranı dizayn edilmiş olup farklı şiddet seviyelerine göre tanımlanmıştır. Level Specific (LS) CE- Chirp uyaran adı verilen bu uyarım

çeşidi olup 0 – 100 dB nHL aralığında her 5 dB şiddet için farklı uyarım dizaynına sahip olup, bu özelliği ile latans sürelerinde sapmanın azaltılması ve maksimum dalga amplitütünün sağlanması amaçlanmıştır (8, 9).

Bizim çalışmamızda normal işiten bireylerde CE-Chirp ile LS CE-Chirp uyaranları farklı ses şiddetlerinde ABR kayıtları değerlendirilerek V. Dalga yanıtlarının latans ve amplitüt açısından karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Bu amaçla yapılan ölçümlerde 80 dB de LS CE-Chirp ün gösterdiği interpik latans sürelerinin CE-Chirp e göre daha uzun olduğu bulunmuştur. Bu klinik durum nöral senkronizasyonun CE-Chirp e göre daha iyi sağlanması sonucu olduğu düşünülmüştür.

CE-Chirp ve klik uyaranlarla yapılan diğer bir karşılaştırma da latanslarla ilgilidir. Chirp uyaranla alınan kayıtlara ait latansların klik uyaranı ile elde edilen latans değerlerinden farklı olduğu görülmüştür ve bu konu üzerine araştırmalar devam etmektedir (8). Kristensen ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada CE-Chirp ile LS CE-Chirp karşılaştırmasında 60, 40 ve 20 dB şiddetinde latanslarda farklılık olmadığını göstermiştir (36). Bizim çalışmamızda literatürle uyumlu olarak 60, 40 ve 20 dB de latanslarından farklılık olmadığı görülmüştür. Amplitütler karşılaştırıldığında LS CE-Chirp uyaranın oluşturduğu işitsel beyin sapı cevap amplitütlerinin büyük bulunduğu gösterilmiştir. Bizim çalışmamızda 60 dB nHL, 40 dB nHL ve 20 dB nHL'de farklılık izlenmemiştir.

Kristensen ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada CE-Chirp ve LS CE-Chirp uyaranlara karşı elde edilen beyinsapı cevapları morfolojik olarak karşılaştırılmış ve CE-Chirp uyaranlarda elde edilen dalgaların özellikle 80 dB nHL seviyesinde bozulduğu gözlenirken LS CE-Chirp ile elde edilen dalgalarda bu etki görülmemiştir. Bizim yapmış olduğumuz çalışmada elde ettiğimiz bulgular litaratürle uyumlu olduğu görülmüştür (36).

Keesling ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada, klik ve farklı dizayna sahip iChirp adı verilen bir uyaranla yapılan karşılaştırmada, klik uyaran amplitütlerinin yüksek şiddetlerde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bizim yapmış olduğumuz çalışmada LS CE-Chirp amplitütleri Keesling'in çalışmasındaki sonuçlarına göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durumunun iChirp uyarana ait alçak frekans komponentlerinin, kokleanın baziler bölgesi ile distorsiyona girmesi nedeniyle nöral senkronizasyonu azalttığı ve buna bağlı olarak amplitütlerde düşüş meydana getirdiği düşünülmektedir (38).

Venkatacheluvaiah ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada gürültüye bağlı işitme kayıplı kişilerde beyinsapı cevaplarını klik ve CE-Chirp uyaranlar kullanarak karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada CE-Chirp uyaran ile yapılan ölçümlerde dalga latanslarının daha erken ortaya çıktığı ve amplitütlerin daha büyük elde edildiği görülmüştür. Bizim yapmış olduğumuz çalışmada CE-Chirp uyaranların dalga amplitütü ve latans değerleri bu çalışma ile uyumlu olduğu görülmüştür (39).

Kensi M. Cobb and Andrew Stuart'ın yapmış olduğu çalışmada, sağlıklı yetişkin ve yenidoğanlarda CE-Chirp ve dar bant CE-Chirp uyaranlar ile elde edilen ABR kayıtlarını karşılaştırmışladır. Bu çalışma uyaran tekrar hızı, uyaran şiddeti ve polarite değişimlerini kapsayan bir çalışmadır. Yapılan çalışmada; uyaran şiddetinin azalması ile doğru orantılı olarak amplitütlerde düşüş, uyaran tekrar hızının yükselmesi durumunda amplitütlerde düşüş gözlenmiştir. CE-Chirp ile elde edilen kayıtlarda dalga latanslarının daha erken oluştuğu gözlenmiştir. CE-Chirp uyaran ile kaydedilen dalga amplitütlerinin klik yetişkinlerde yenidoğanlara nazaran daha büyük oluştuğu gözlenmiştir. Bizim çalışmamızda elde etmiş olduğumuz veriler bu çalışma ile uyumlu bulunmuştur. LS CE-Chirp uyaranın CE-Chirp uyaran üstünlükleri düşünüldüğünde bu çalışmanın LS CE-Chirp uyaran ile yapılması farklı istatistiksel sonuçlar oluşturabileceği göz ardı edilmemelidir (40).

Chirp uyaran, nöral senkronizasyonu arttırmaya yönelik başarımı nedeniyle farklı elektrofizyolojik testlerde kullanıma yer bulmuştur.

Wang ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada servikal vestibüler uyarılmış potansiyellerde (cVEMP), CE-Chirp, klik ve tonal uyaranlar ile elde edilen kayıtlar karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada CE-Chirp uyaran ile elde edilen VEMP kayıtlarının daha erken latanslara sahip olduğu ancak dalga cevabının daha hızlı oluştuğu ve diğer uyaranlara nazaran daha tutarlı olduğu gözlenmiştir (41).

Michel ve arkadaşlarının işitme kayıplı ve kayıpsız yenidoğanlarda dar bant dar bant CE-Chirp ASSR (Auditory Steady State Responses) ile tespit edilen işitme eşiklerini tone burst ABR yanıtları ile karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada dar bant CE-Chirp ASSR ile tespit edilen işitme eşiklerinin tonal ABR ile bulunan işitme eşikleri ile yüksek korelasyona sahip olduğu görülmüştür (42). CE-Chirp uyaranların nöral senkronizasyonu arttırması nedeniyle ASSR eşiklerinin daha hızlı ve tutarlı tespit edilebildiği düşünülmektedir. Yapmış olduğumuz çalışmada gözlemlediğimiz farklar göz önünde bulundurulduğunda benzer çalışmanın LS CE-Chirp uyaranlar kullanılarak yapılması işitme eşiğinin daha hızlı ve doğru tespitini sağlayabilir.

Cebulla ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada CE-Chirp uyaranların yenidoğan işitme taramasındaki başarımı değerlendirilmiş ve sensivitesi %99 bulunmuştur (43).

Literatürdeki gelişmeler incelendiğinde chirp uyaranların avantajları nedeniyle ilerleyen dönemlerde daha geniş alanlarda kullanılabileceği düşünülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

ABR ölçümleri günümüzde sıklıkla kullanılmakta olup chirp uyaranlar klinik kullanımdaki avantajları nedeniyle kendine daha çok yer bulmaya başlamıştır. Chirp uyaranlar işitme eşiğinin değerlendirilmesinde etkilidir. Bizim bu çalışmamızda LS CE Chirp latans ve amplitüd değerlerinin yüksek şiddetlerde CE-Chirp e göre daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Düşük şiddetlerde her iki uyaran arasında herhangi bir üstünlük izlenmemiştir. Standart klik uyaran ölçümleri ile daha geniş popülasyonlarda yapılacak ileri çalışmalar ile klinik kullanıma gelecekte daha geniş yer bulması beklenebilir. LS-CE Chirp ile yapılacak ABR testlerinin test süresini kısaltacak etkisi araştırılması işitme eşiği ve nörodiagnostik uygulamalarda faydalı olabilir. Farklı başlıkların kullanımın (TDH 39, ER3, ER2, B71, B81 vb) dalga formu, latans ve amplitütler açısından etkilerinin araştırılması klinik kullanım açısında faydalı olabilir.

7. KAYNAKLAR

1. Atcherson SR, Stoody TM. Auditory Electrophysiology : A Clinical Guide. Thieme; 2012.
2. Ferraro JA. Laboratory exercises in auditory evoked potentials. San Diego Singul. Publ. 80, 1997;
3. Møller AR. Hearing: Anatomy, Physiology and Disorders of the Auditory System (2nd edition). London Acad. Press. 2006;
4. Dzulkarnain AAA, Noor Ibrahim SHM, Anuar NFA, Abdullah SA, Tengku Zam Zam TZH, Rahmat S, et al. Influence of two-electrode montages on the level-specific (LS) CE-Chirp auditory brainstem response (ABR) at multiple intensity levels [Internet]. Int. J. Audiol. Informa UK Limited, trading as Taylor 8 Francis Group; 2017. Available from: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14992027.2017.1313462
5. Keesling DA, Parker JP, Sanchez JT. A comparison of commercially available auditory brainstem response stimuli at a neurodiagnostic intensity level. Audiol. Res. **7**, 15, 2017;
6. Cebulla M, Stürzebecher E, Elberling C, Müller J. New clicklike stimuli for hearing testing. J. Am. Acad. Audiol. **18**, 725, 2007;
7. J. H. Handbook of Auditory Evoked Responses. p. 38–170, 2007.
8. Pushpalatha ZV, Konadath S. Auditory brainstem responses for click and CE-chirp stimuli in individuals with and without occupational noise exposure. Noise Health [Internet]. **18**(84), 260, 2016; Available from: http://www.noiseandhealth.org/text.asp?2016/18/84/260/192477%0Ahttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27762255%0Ahttp://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5187654
9. Cho S-W, Han K-H, Jang H-K, Chang SO, Jung H, Lee JH. Auditory brainstem responses to CE-Chirp ® stimuli for normal ears and those with sensorineural hearing loss. Int. J. Audiol. [Internet]. **54**(10), 700, 2015; Available from: http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/14992027.2015.1043148
10. Atcherson SR, Stoody TM. Auditory Electrophysiology : a clinical guide.

Thieme; 2012.

11. Melyn MA, White DT. Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: Recording standards and publication criteria. Pediatrics. p. 542–5, 1973.
12. J. K. Handbook of Clinical Audiology. p. 242, 2009.
13. Lambell D. The Auditory Brainstem Response: History and Future in Medicine. 1, 2013; https://baylor-ir.tdl.org/baylor-ir/bitstream/handle/2104/8669/devyn_lambell_honorsthesis.pdf?sequence=1
14. Roeser RJ. Roeser's Audiology Desk Reference. Thieme; 2013.
15. Wilson DF, Hodgson RS, Gustafson MF, Hogue S, Mills L. The sensitivity of auditory brainstem response testing in small acoustic neuromas. Laryngoscope. United States; **102**(9), 961, 1992;
16. Shlomo Silman MBE. Instrumentation for Audiology and Hearing Science Theory and Practice. Plural Publishing Inc.; 2011.
17. Holt F, Özdamar Ö. Effects of rate (0.3-40/s) on simultaneously recorded auditory brainstem, middle and late responses using deconvolution. Clin. Neurophysiol. [Internet]. International Federation of Clinical Neurophysiology; **127**(2), 1589, 2016; Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2015.10.046
18. Lima JP de, Alvarenga K de F, Foelkel TP, Monteiro CZ, Agostinho RS. Polarity stimulation effects on brainstem auditory evoked potentials. Braz. J. Otorhinolaryngol. Brazil; **74**(5), 725, 2008;
19. S. Orlando M, C. Folsom R. The Effects of Reversing the Polarity of Frequency-Limited Single-Cycle Stimuli on the Human Auditory Brain Stem Response. Ear Hear. **16**, 311, 1995;
20. Gorga MP, Johnson TA, Kaminski JK, Beauchaine KL, Garner CA, Neely ST. Using a combination of click-and toneburst-evoked auditory brainstem response measurements to estimate pure-tone thresholds. Ear Hear. **27**(1), 60, 2006;
21. Baldwin M, Watkin P. Predicting the degree of hearing loss using click auditory brainstem response in babies referred from newborn hearing screening. Ear Hear. [Internet]. **34**(3), 361, 2013

22. Elberling C, Callø J, Don M. Evaluating auditory brainstem responses to different chirp stimuli at three levels of stimulation. J. Acoust. Soc. Am. **128** (July 2010), 215, 2010;
23. Daniell H. NIH Public Access. **76**(October 2009), 211, 2012;
24. Elberling C, Don M. Auditory brainstem responses to a chirp stimulus designed from derived-band latencies in normal-hearing subjects. J. Acoust. Soc. Am. **124** (November 2008), 3022, 2008;
25. Zirn S, Louza J, Reiman V, Wittlinger N, Hempel JM, Schuster M. Comparison between ABR with click and narrow band chirp stimuli in children. Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol. [Internet]. Elsevier Ireland Ltd; **78**(8), 1352, 2014
26. Jill Craig M. Using the CE Chirp Stimulus for Faster TtTi Test Times. 2010; Internt: https://www.infanthearing.org/meeting/ehdi2010/ehdi_2010_presentations/chirp chirp.pdf
27. Elberling C, Don M. A direct approach for the design of chirp stimuli used for the recording of auditory brainstem responses. J. Acoust. Soc. Am. **128**(5), 2955, 2010;
28. Ferm I, Lightfoot G. Further comparisons of ABR response amplitudes, test time, and estimation of hearing threshold using frequency-specific chirp and tone pip stimuli in newborns: Findings at 0.5 and 2 kHz. Int J Audiol. **54**(10), 2015;
29. Elberling C, Don M, Kristensen SGB, Rodrigues GRI, Ramos N, Lewis DR, et al. Auditory brainstem responses to chirps delivered by an insert earphone with equalized frequency response. J. Acoust. Soc. Am. . Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial; **128**(2), EL149, 2012
30. Towle VL, Bolaños J, Suarez D, Tan K, Grzeszczuk R, Levin DN, et al. The spatial location of EEG electrodes: locating the best-fitting sphere relative to cortical anatomy. Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. **86**(1), 1, 1993;
31. R. Steven Ackley, Ph.D., CCC-A F, University G, Editor AOC. Auditory Brainstem Response Testing: Stimulus Rate Revisited. 2006. Internet:

http://www.audiologyonline.com/articles/auditory-brainstem-response-testing-stimulus-963

32. Cebulla M, Lurz H, Shehata-Dieler W. Evaluation of waveform, latency and amplitude values of chirp ABR in newborns. Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol. [Internet]. Elsevier Ireland Ltd; **78**(4), 631, 2014; Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.ijporl.2014.01.020
33. Crumley W. Good Practices in Auditory Brainstem Response [Internet]. 2011. Available from: http://www.audiologyonline.com/articles/good-practices-in-auditory-brainstem-827
34. Patel KC, Shah CJ, Mehta HB. Effect of Age on Brainstem Auditory Evoked Potential. **3**(12), 2551, 2014;
35. Camposano S, Lolas F. Effects of stimulation intensity, gender and handedness upon auditory evoked potentials. Arq. Neuropsiquiatr. Brazil; **50**(1), 43, 1992;
36. Kristensen SGB, Elberling C. Auditory Brainstem Responses to Level-Specific Chirps in Normal-Hearing Adults. J Am Acad Audiol. **23**(September 2011), 712, 2012;
37. Cargnelutti M, Luis P, Pinto E, Biaggio V. LS CE-Chirp ® vs. click in the neuroradiological diagnosis by ABR. Braz. J. Otorhinolaryngol. [Internet]. Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial; **83**(3), 1, 2016
38. Keesling DA, Parker JP, Sanchez JT. A Comparison of Commercially Available Auditory Brainstem Response Stimuli at a Neurodiagnostic Intensity Level. Audiol. Res. 2017.
39. Pushpalatha Zeena Venkatacheluvaiah KS. Auditory brainstem responses for click and CE-chirp stimuli in individuals with and without occupational noise exposure. Noise Heal. **18**(84), 260, 2016;
40. Stuart A, Cobb KM. Effect of Stimulus and Number of Sweeps on the Neonate Auditory Brainstem Response. Ear Hear. 2014;
41. Wang BC, Liang Y, Liu XL, Zhao J, Liu YL, Li YF, et al. Comparison of chirp versus click and tone pip stimulation for cervical vestibular evoked myogenic potentials. Eur. Arch. Otorhinolaryngol. **271**(12), 3139, 2014;

42. Michel F, Jørgensen KF. Comparison of threshold estimation in infants with hearing loss or normal hearing using auditory steady-state response evoked by narrow band CE-chirps and auditory brainstem response evoked by tone pips. Int. J. Audiol. [Internet]. Informa UK Limited, trading as Taylor 8 Francis Group; **56**(2), 1, 2016;
43. Cebulla M, Shehata-Dieler W. ABR-based newborn hearing screening with MB11 BERAphone ?? using an optimized chirp for acoustical stimulation. Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol. **76**(4), 536, 2012;

EK 1. ARAŞTIRMALAR İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

LÜTFEN DİKKATLİCE OKUYUNUZ !!!

Bilimsel araştırma amaçlı klinik bir çalışmaya katılmak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışmada yer almayı kabul etmeden önce çalışmanın ne amaçla yapılmak istendiğini tam olarak anlamanız ve kararınızı, araştırma hakkında tam olarak bilgilendirildikten sonra özgürce vermeniz gerekmektedir. Bu bilgilendirme formu söz konusu araştırmayı ayrıntılı olarak tanıtmak amacıyla size özel olarak hazırlanmıştır. Lütfen bu formu dikkatlice okuyunuz. Araştırma ile ilgili olarak bu formda belirtildiği halde anlayamadığınız ya da belirtilemediğini fark ettiğiniz noktalar olursa hekiminize sorunuz ve sorularınıza açık yanıtlar isteyiniz. Bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım **gönüllülük** esasına dayalıdır. Araştırma hakkında tam olarak bilgilendirildikten sonra, kararınızı özgürce verebilmeniz ve düşünmeniz için formu imzalamadan önce hekiminiz size zaman tanıyacaktır. Kararınız ne olursa olsun, hekimleriniz sizin tam sağlık halinizin sağlanmasına ve korunmasına yönelik görevlerini bundan sonra da eksiksiz yapacaklardır. Araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz taktirde formu imzalayınız.

1. ARAŞTIRMANIN ADI

Sağlıklı erişkin bireylerde yapılan işitsel beyin sapı cevapları ölçümlerinde LS CE-Chirp uyaran ve CE-Chirp uyaran cevaplarının karşılaştırılması.

LS CE-Chirp ve CE-Chirp ses uyaranları "**C**laus **E**lberling" tarafından tasarlanmış içerisinde 20 Hz ile 20.000 Hz'ye aralığındaki tüm frekansları barındıran özel test sesleridir. İşitme eşiğiniz bu farklı tasarıma sahip ses uyaranları kullanılarak değerlendirilecek ve karşılaştırılması yapılacaktır.

2. KATILIMCI SAYISI

Bu araştırmada yer alması öngörülen toplam katılımcı sayısı *23*'tür.

3. ARAŞTIRMAYA KATILIM SÜRESİ

Bu araştırmada yer almanız için öngörülen süre 60 dakikadır.

4. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu araştırmanın amacı;
İşitsel Beyin Sapı Cevapları testi ile işitme siniri test edilerek beyin sapı düzeyinde işitme eşiğiniz değerlendirilmektedir. İki farklı ses uyaranı ile beyni sapı düzeyinde işitme eşiğiniz test edilecek olup iki kaydın karşılaştırılması sağlanacaktır.

5. ARAŞTIRMAYA KATILMA KOŞULLARI

Bu araştırmaya dahil edilebilmek için sahip olmanız gereken koşullar şu şekildedir;
18 ile 40 yaş arası normal işitmeye sahip olmamak
Herhangi bir denge problemi olmamak
İşitsel Uyarılmış Potansiyel testlerine engel oluşturabilecek dış kulak yolu, orta kulak ve iç kulak rahatsızlığı olmayan gönüllü kişiler alınacaktır.

6. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ
Size önce bir KBB hekimi tarafından kulak burun boğaz muayenesi yapılacaktır. Ardından iç kulağınızı farklı frekanslarda ses uyaranı ile değerlendirip (tonal odyogram), normal işiten olmanız taktirde elektrokokleografi testine hazırlanacaksınız.

İşitsel Beyin Sapı Cevapları Testi : İç kulağınızda işitmenizi sağlayan tüylü hücreler bulunmaktadır. Bunlar görevleri sırasında çok düşük seviyede elektriksel aktiviteler göstermektedir. Oluşan bu aktiviteler beyinde bulunan işitsel kortekse çeşitli sinir yolakları ile ulaşmaktadır. Kulağınızın arkasına veya kulak lobülüne yerleştirilen özel alıcılarla bu elektriksel aktiviteleri kayıt edebiliyoruz. Bu elektriksel aktivitelerin normal değerlerini burayı etkileyen hastalıkların tanısında kullanıyoruz. Siz sağlıklı bireylerde elde ettiğimiz aktiviteler hasta bireylerin takibinde ve tedavisinde yol gösterici olacaktır.

Bu araştırmada size uygulanacak tedaviler / girişimler / tetkikler /işlemler şu şekildedir;

Test öncesinde dış kulak yolunuzda kulak kiri var ise Kulak Burun Boğaz Hekimi tarafından temizlenecektir. Test sırasında cildinize dört (4) tek kullanımlık disk şeklinde elektrot, sağ ve sol kulak lobülüne, alnınıza ve elmacık kemiği üzerine yapıştırılacaktır. Takiben farklı formlardaki iki ses uyaranı bu yolla kulağınıza verilecektir. Test süresince hareket etmemeniz, konuşmamanız istenecektir.

7. KATILIMCININ SORUMLULUKLARI
Test süresince hareket etmemeniz ve konuşmamanız istenecektir.

8. ARAŞTIRMADAN BEKLENEN OLASI YARARLAR
LS CE-Chirp ve CE-Chirp ses uyaranları "**C**laus **E**lberling" tarafından tasarlanmış ve adının baş harfleri uyarana verilmiştir. Bu ses uyaranları, içerisinde 20 Hz ile 20.000 Hz'ye aralığındaki tüm frekansları belirli bir sıralama ile barındıran özel test sesleridir. Yapılacak olan bu çalışmada LS CE-Chirp uyaranının CE-Chirp uyarana nazaran daha büyük genlikte yanıtlar elde edilip edilmediği ve latans sürelerinin uyumu incelenecek, LS CE-Chirp uyaranının geleneksel CE-Chirp sinyalinin yerine kullanılıp kullanılamayacağı değerlendirilecektir.

9. ARAŞTIRMADAN KAYNAKLANABİLECEK OLASI RİSKLER
Bu yapılacak işlemler sizde herhangi bir risk oluşturmayacaktır.

10. ARAŞTIRMADAN KAYNAKLANABİLECEK HERHANGİ BİR ZARARLANMA DURUMUNDA YÜKÜMLÜLÜK / SORUMLULUK DURUMU
Araştırma nedeniyle bir zarar görmeniz söz konusu olursa, tedavi için gereken masraflar Başkent Üniversitesi tarafından karşılanacaktır.

11. ARAŞTIRMA SÜRESİNCE ÇIKABİLECEK SORUNLARDA ARANACAK KİŞİ
Uygulama süresince, zorunlu olarak araştırma dışı ilaç almak durumunda kaldığınızda Sorumlu Araştırıcıyı önceden bilgilendirmek için, araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da araştırma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki veya diğer rahatsızlıklarınız için herhangi bir saatte adresi ve telefonu aşağıda belirtilen ilgili hekime ulaşabilirsiniz.

İstediğinizde Günün 24 Saati Ulaşılabilecek Hekimin Adres ve Telefonları:

Prof. Dr. Seyra Erbek

Adres: Başkent Üniversitesi Ankara Hastanesi

Yukarı Bahçelievler Mh. Mareşal Fevzi Çakmak Cd. No:45 06490

Çankaya/Ankara

İş: (0312) 203 68 68 **Cep:** 0532 514 09 05

12. GİDERLERİN KARŞILANMASI VE ÖDEMELER
Bu araştırmaya katılmanız için veya araştırmadan kaynaklanabilecek giderler için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Hastalığınızın gerektirdiği tetkiklere ilave olarak yapılacak her türlü tetkik,

fizik muayene ve diğer araştırma giderleri size veya güvencesi altında bulunduğunuz resmi ya da özel hiçbir kuruma ödetilmeyecektir.

13. ARAŞTIRMAYI DESTEKLEYEN KURUM
Araştırmayı destekleyen kurum Başkent Üniversitesidir.

14. KATILIMCIYA HERHANGİ BİR ÖDEME YAPILIP YAPILMAYACAĞI
Bu araştırmaya katılmanızla, araştırma ile ilgili çıkabilecek zorunlu masraflar tarafımızdan karşılanacaktır. Bunun dışında size veya yasal temsilcilerinize herhangi bir maddi katkı sağlanmayacaktır.

15. BİLGİLERİN GİZLİLİĞİ

Araştırma süresince elde edilen sizinle ilgili tıbbi bilgiler size özel bir kod numarası ile kaydedilecektir. Size ait her türlü tıbbi bilgi gizli tutulacaktır. Araştırmanın sonuçları yalnıza bilimsel amaçla kullanılacaktır. Araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir. Ancak, gerektiğinde araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar tıbbi bilgilerinize ulaşabilecektir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabileceksiniz

16. ARAŞTIRMA DIŞI BIRAKILMA KOŞULLARI
Değerlendirmelerin yapılacağı süre zarfında; Ani işitme kaybı, vertigo atağı, nezle veya grip gibi üst solunum yoluna bağlı bir enfeksiyon geçirmek, kafa travması gibi durumlarda araştırma dışı bırakılacaksınız.

17. ARAŞTIRMADA UYGULANACAK TEDAVİ DIŞINDAKİ DİĞER TEDAVİLER
Araştırmada yapılacak olan elektrofizyolojik kayıtlar haricinde başka bir tedavi uygulanmayacaktır.

18. ARAŞTIRMAYA KATILMAYI REDDETME VEYA AYRILMA DURUMU
Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; araştırmada yer almayı reddetmeniz veya katıldıktan sonra vazgeçmeniz halinde de kararınız size uygulanan tedavide herhangi bir değişikliğe neden olmayacaktır.

Araştırmadan çekilmeniz ya da araştırıcı tarafından çıkarılmanız durumunda da, sizle ilgili tıbbi veriler bilimsel amaçla kullanılabilecektir.

19. YENİ BİLGİLERİN PAYLAŞILMASI VE ARAŞTIRMANIN DURDURULMASI
Araştırma sürerken, araştırmayla ilgili olumlu veya olumsuz yeni tıbbi bilgi ve sonuçlar en kısa sürede size veya yasal temsilcinize iletilecektir. Bu sonuçlar sizin araştırmaya devam etme isteğinizi etkileyebilir. Bu durumda karar verene kadar araştırmanın durdurulmasını isteyebilirsiniz.

(Katılımcının/Hastanın/Anne-Baba/Yasal Temsilcinin Beyanı)

Sayın Dr. Seyra ERBEK ve Araştırmacı Engin DANİŞMEN tarafından Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB Anabilim Dalı Odyoloji Bölümü, İSTANBUL kliniğinde tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı" (denek) olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam hekim ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin özenle korunacağı konusunda bana gerekli güvence verildi.
Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim). Ayrıca, tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim anlatıldı.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımıma ve hekim ile olan ilişkime herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

ARAŞTIRMAYA KATILMA ONAYI

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri gösteren 4 sayfalık metni okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırıcıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Araştırmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. Bu formu imzalamakla yerel yasaların bana sağladığı hakları kaybetmeyeceğimi biliyorum.

Bu formun imzalı ve tarihli bir kopyası bana verildi.

GÖNÜLLÜ		**İMZASI**
İSİM SOYİSİM		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		

VASİ (Varsa)		**İMZASI**
İSİM SOYİSİM		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		

ARAŞTIRMACI		**İMZASI**
İSİM SOYİSİM ve GÖREVİ	Engin DANİŞMEN / OKB Yüksek Lisans Öğrencisi	
ADRES	Sahrayı Cedid Mah. Üst Çeşme Sok. Meşeli Park Gold Apartmanı No:5 Daire:14 Kadıköy / İSTANBUL	
TELEFON	0533 273 88 33	
TARİH		

ONAM ALMA İŞİNE BAŞINDAN SONUNA KADAR TANIKLIK EDEN KURULUŞ GÖREVLISI		**İMZASI**
İSİM SOYİSİM ve GÖREVİ		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		