



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

KOKLEAR İMPLANT(BİYONİK KULAK) CERRAHİSİ SONRASI UZUN
DÖNEM VESTİBÜLER FONKSİYONLARIN
VESTİBÜLER UYARILMIŞ KAS CEVAPLARI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

MUSTAFA TOPAL

ANKARA-2016



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

KOKLEAR İMPLANT(BİYONİK KULAK) CERRAHİSİ SONRASI UZUN
DÖNEM VESTİBÜLER FONKSİYONLARIN
VESTİBÜLER UYARILMIŞ KAS CEVAPLARI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUSTAFA TOPAL

TEZ DANIŞMANI
Prof.Dr.Selim Sermed ERBEK

ANKARA-2016

T.C
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

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

Tez Savunma Tarihi: 29/09/2016

Tez Konusu: “Koklear İmplant (biyonik kulak) Cerrahisi Sonrası Uzun Dönem Vestibüler Fonksiyonların Vestibüler Uyarılmış Kas Cevapları ile Değerlendirilmesi”

TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. Selim S. ERBEK

TEZ JÜRİSİ ÜYELERİ

Prof. Dr. Levent N. Özlüoğlu

Başkent Üniversitesi

Prof. Dr. Selim S. Erbek

Başkent Üniversitesi

Doç. Dr. Bülent Gündüz

Gazi 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 ..29.. / 09... / 2016 tarih ve ...152... Karar Sayısı ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Rengin ERDAL
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji, Konuşma ve Ses bozukluğu yüksek lisans programına kabul edilmemde ve eğitimim sürecinde bana destek olan Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Başkanı Prof.Dr. Levent N.Özluoğlu'na teşekkür ediyorum.

Yüksek Lisans eğitimim ve tez çalışma sürecinin başından sonuna kadar yanımda olan, mesleki, akademik ve kişisel gelişimimde eşsiz katkıları bulunan, tez danışmanım değerli hocam, Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof.Dr. Selim S. Erbek'e teşekkür ediyorum.

Yüksek Lisans eğitimimin ve tez çalışmamın ilk gününden son gününe kadar maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen bireysel başarı ve motivasyonumu borçlu olduğum çok değerli hocam Başkent Üniversitesi öğretim üyesi Prof.Dr. H. Seyra Erbek'e teşekkür ediyorum.

Klinik çalışmalarım ve tez çalışmamda çok büyük destekleri olan Başkent Üniversitesi Konya Eğitim ve Uygulama Hastanesi Kulak Burun Boğaz doktorlarından Doç. Dr.Özgül Topal'a, Yrd. Doç.Dr. M. Volkan Akdoğan'a, Öğr. Gör. Dr. Suna Tanrıkulu'na, Uzm. Ody. Nuri Tanrıkulu'na ve yardımcı personele teşekkür ediyorum.

Ayrıca birlikte çalışmaktan keyf aldığım Yüksek lisans arkadaşlarıma özellikle de Emine Demirel Aksoy ve İsmail İynen'e teşekkür ediyorum

Yine bu süreçte desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, bana tahammül eden canım aileme, özellikle de işyerimdeki işleri aksatmadan devam ettiren Diltem İştme ve Konuşma Bozukluğu Merkezinin çok değerli personeline teşekkür ediyorum.

Mustafa Topal

ANKARA,2016

ÖZET

Mustafa TOPAL. Koklear implant (Biyonik Kulak) Cerrahisi Sonrası Uzun Dönem Vestibüler Fonksiyonların Vestibüler Uyarılmış Kas Cevapları İle Değerlendirilmesi. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Konuşma Ses Bozuklukları Yüksek Lisans Tezi. Ankara, 2016

Amaç: Koklear implant cerrahisi gerek ameliyat sırasında gerekse ameliyat sonrası erken ve geç dönemde önemli komplikasyonları olabilen bir cerrahidir. Bunlar arasında vestibüler sistem şikayetleri özel öneme sahiptir. Bu çalışmanın amacı koklear implant cerrahisi uygulanan hastalarda uzun dönemde vestibüler sistemin çalışmasını değerlendirmektir.

Plan: Prospektif, kontrol gruplu, klinik çalışma.

Yer: Konya Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB Kliniği

Hastalar: Çalışmamıza 18 yaş altı takip edilen ve koklear implant uygulandıktan sonra bir yıl geçen 35 hasta ve hikayesinde vestibüler sistemle ilgili herhangi bir yakınması olmayan 35 gönüllü 18 yaş altı sağlıklı kişi dahil edildi.

Yöntem: Çalışmaya dahil edilen koklear implantlı hasta ve sağlıklı gruba, her iki kulaklarına servikal ve oküler VEMP yapılarak gruplar arası karşılaştırıldı.

Bulgular: Koklear implantlı çocuklarda cVEMP dalgası elde edilme oranları ve P1 latansları opere edilen ve karşı kulak arasında istatistiksel anlamlı bir fark göstermedi (sırasıyla $p=0,802$ ve $p=0,123$). Diğer taraftan kontrol grubu kulaklarda cVEMP dalgası implantlı olgularda hem opere taraf hem de karşı kulak ile karşılaştırıldığında anlamlı olarak yüksek oranda elde edildi. P1 latans değerlerinin karşılaştırılmasında ise opere taraf değerleri kontrol grubuna göre anlamlı oranda kısa bulunurken ($p=0,046$), karşı kulak ile sağlıklı çocukların kulaklarının karşılaştırılmasında iki grup arasında fark yoktu ($p=0,746$). Servikal VEMP bulgularına benzer şekilde, koklear implantlı çocuklarda oVEMP dalgası elde edilme oranları ve P1 latansları opere edilen ve karşı kulak arasında anlamlı bir fark yoktu (sırasıyla $p=0,078$ ve $p=0,851$). Kontrol grubu kulaklarda oVEMP dalgası implantlı olgularda hem opere taraf hem de karşı kulak ile karşılaştırıldığında anlamlı olarak yüksek oranda elde edildi. N1 latans değerlerinin karşılaştırılmasında ise iki grup arasında fark yoktu ($p>0,05$).

Sonuç: Hastaların operasyon öncesi mevcut olan kohlear etkilenim kadar vestibüler son organda da etkilenmelerin olması, cerrahi sırasında hasar oluşması denge sorunlarının oluşmasında önemli nedenler olarak görünmektedir. Semptomların önemli bir kısmı geçici ve orta şiddette olmaktadır. Tedavide uygun egzersizler ve medikal tedavi ile şikayetlerde büyük oranda azalma ya da kaybolma sağlanmaktadır.

Anahtar kelimeler: koklear implant; komplikasyon; vemp;



ABSTRACT

Mustafa TOPAL. Evaluation of long term vestibular functions by using vestibular evoked myogenic potentials after cochlear implantation (bionic ear). University of Başkent, Institute of Medical Sciences, Department of Otolaryngology Audiology Speech Sound Disorder. Msc Thesis. Ankara, 2016

Objective: Cochlear implantation is an operation in which important complications can take place in both peroperative, early and late postoperative periods. Among these vestibular complaints have special consideration. The aim of this study was to evaluate the long term functions of vestibular system in patients underwent cochlear implantation surgery.

Planing : Prospective, controlled clinical study.

Center: Başkent University, Faculty of Medicine, Otolaryngology Department, Konya

Study Group: Thirty five patients under 18 years old with cochlear implantation after at least a year from the operation were included to the study. Control group included 35 voluntary patients under 18 years who had no complaint about vestibular system.

Method : Cervical and ocular VEMP vestibular evoked myogenic potentials testing were achieved in both control and cochlear implantation groups. Results were compared between the groups.

Results: Rate of Existence of cVEMP and P1 latency in children with implants did not significantly differ in between the operated and non operated ears ($p=0,802$ and $p=0,123$ respectively). On the other hand in control group, c VEMP significantly was highly achievable compared to both operated and non operated ears of children with cochlear implants. P1 latencies of operated ears were significantly shorter than the control group ($p=0,046$). There were no significant difference between the P1 latencies of control group and non operated ears of study group ($p=0,746$). As c VEMPS, rate of existence of o VEMP and P1 latencies in children with cochlear implants did not significantly differ in between the operated nonoperated ears (respectively $p=0,078$ and $p=0,851$). In control group, o VEMP was significantly high achievable compared to both operated and nonoperated ears of children with cochlear implantation. There were no statistically significant difference between P1 latencies of the two groups ($p>0,05$).

Conclusion : Possible vestibular and organ impairments of the patients as in cochlear functions and possible vestibular damage during the operation are important factors about postoperative vestibular functions. Most of the symptoms are transient and moderate. With appropriate physical exercises and medical therapy considerable improvement can be achieved in vestibular complaints.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ	viii
KISALTMA LİSTESİ	ix
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. İşitme Kayıpları	2
2.1.1. İletim Tipi İşitme Kaybı	2
2.1.2. Sensörinöral Tipte İşitme Kaybı	2
2.1.3. Mikst tip İşitme Kaybı	2
2.1.4. Santral İşitme Kaybı	2
2.2. İşitme Kaybının Derecesi	2
2.3. İşitme Kaybının Tedavisi	3
2.4. Koklear implantasyon	4
2.4.1 Koklear İmplantasyon Nedir?	4
2.4.2. Koklear İmplantın Tarihçesi	4
2.4.3. Koklear İmplantların Genel Özellikleri	5
2.4.4. Koklear İmplantasyonda Hasta Seçimi	7
2.5. Uyarılmış Vestibüler Miyojenik Potansiyeller (VEMP).....	13
2.5.1. Cvemp.....	13
2.5.2. cVEMP Test yöntemi.....	14
2.5.3. oVEMP.....	18
2.5.4. oVEMP Test Yöntemi.....	19
2.5.5. Sonuçların yorumlanması.....	23
3.YÖNTEM VE GEREÇ	26
4. BULGULAR	31
5. TARTIŞMA	33

6. SONUÇ	39
7. KAYNAKLAR	40



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Koklear implant dış ve iç parçaları

Şekil 2. cVEMP ölçümü için elektrot yerleşimi görülmektedir.

Şekil 3. Normal bir cVEMP cevabı görülmektedir.

Şekil 4. oVEMP ölçümü için elektrot yerleşimi görünmektedir.

Şekil 5. Normal bir oVEMP cevabı görülmektedir.

Şekil 6. Test esnasında cVEMP ölçümü için elektrot yerleşimi görülmektedir.

Şekil 7. Test esnasında oVEMP ölçümü için elektrot yerleşimi görünmektedir.

Şekil 8. Test Sonucu elde edilen bir oVEMP cevabı görülmektedir.

Şekil 9. Test sonucu elde edilen bir cVEMP cevabı görülmektedir.

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. İşitme kaybına yol açan nedenler

Tablo 2. Koklear implantlı ve sağlıklı çocuklarda cVEMP bulgularının karşılaştırılması

Tablo 3. Koklear implantlı ve sağlıklı çocuklarda oVEMP bulgularının karşılaştırılması



KISALTMA LİSTESİ

dB: Desibel

ABR: İşitsel beyin sapı yanıtları

Kİ: Koklear implant

VEMP: Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (Vestibular Evoked Myogenic Potentials)

cVEMP : (servikal VEMP),

oVEMP: (oküler VEMP)

EMG: Elektromyogram

AC: Hava iletimi ses

BC: Kemik iletimi ses

SCM: Sternocleidomastoid

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Koklear implant, mekanik ses enerjisini, elektrik sinyallerine dönüştürüp bunu doğrudan kokleaya aktararak, seslerin algılanmasını sağlayan elektronik bir cihazdır. Bu cihazlar bilateral, çok ileri derecede sensörinöral işitme kaybı olan ve konvansiyonel işitme cihazlarından çok veya hiç yararlanmayan hastalara uygulanmaktadır. Koklear implant cerrahisi gerek ameliyat sırasında gerekse ameliyat sonrasında erken ve geç komplikasyonları olabilen önemli bir cerrahidir. Koklear implant sonrası minör komplikasyonlar arasında sayılan vertigo oranı % 0.33 den % 75 e kadar değişmektedir. Vestibülooküler refleksde etkilenim %23-100 arasındadır. Vestibüler kanal lezyonları ise %19-93 arasındadır. Çocuk hastalarda yapılan ilk çalışmaya ait olan bildirimde vestibüler etkilenim %40 civarındadır (1-4).

Koklea ve vestibül süreklilik gösteren bir membranöz yapıyı paylaşmaktadır. Dolayısıyla hem hastalıklar hem de cerrahi işlemlerin bu iki bölümü de etkilemesi kaçınılmaz olacaktır. Postoperatif vertigonun en yaygın nedeninin elektrot yerleştirilmesi sırasında periferik vestibüler sistemin direkt hasarı olduğu düşünülmektedir. Fluktuan vestibülopati durumunda ise vestibüler sistemin elektriksel stimülasyonu neden olabilir. İç kulak sıvı homeostazisinde değişiklik, cerrahinin neden olduğu inflamasyon, fibrozis ve saçlı hücre kaybı diğer nedenler arasında sayılabilir (5).

Literatürde koklear implant uygulanan hastalarda vestibüler sistem değerlendiren çok fazla çalışma mevcut değildir. Bu çalışmadaki amacımız daha kapsamlı testlerle koklear implant uygulanan hastalarda vestibüler bulgulara yönelik daha ayrıntılı bilgiler elde etmektir. Çalışmanın sonucunda elde edilecek bulguların koklear implant uygulanan hastaların vestibüler şikayetlerinin takibinde kullanılabileceğini düşünmekteyiz.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 İşitme Kayıpları

İşitme kaybının tipleri:

2.1.1. İletim Tipi İşitme Kaybı

Auriküla,dış kulak ve/veya orta kulaktaki patolojilerden kaynaklanır. Aurikülanın konjenital bozuklukları, enfeksiyonlar, yabancı cisimler, buşon, kulak zarının veya kemikçiklerin intakt olmaması bu tip işitme kaybına yol açar.

2.1.2. Sensörinöral Tipte İşitme Kaybı

İç kulağın fonksiyon kaybından kaynaklanır. Konjenital iç kulak anomalileri, ani işitme kayıpları, ileri yaşa bağlı işitme kayıpları (presbiakuzi), gürültüye bağlı işitme kayıpları (akustik travma), ilaca bağlı işitme kayıpları (ototoksisite), iç kulağı tıtan enfeksiyonlar (menenjit, labirentit, kızamık gibi), 8. sinirin tümörü (akustik nörinom) bu tip işitme kaybına yol açar.

2.1.3. Mikst Tip İşitme Kaybı

Çoğunlukla orta kulak enfeksiyonlarının veya otosklerozun iç kulağı da etkilemesi sonucu meydana gelir.

2.1.4. Santral İşitme Kaybı

İşitme siniri, beyin sapı ve beyindeki merkezlerin fonksiyon bozukluğundan kaynaklanır.

2.2. İşitme Kaybının Derecesi

İşitme kaybının desibel olarak değerlendirilmesi;

-10-15 dB'e kadar olan kayıplar: Normal,

16-25 dB'e kadar olan kayıplar: Çok hafif,

26-35 dB'e kadar olan kayıplar: Hafif,

36-45 dB'e kadar olan kayıplar: Hafif orta,

46-55 dB'e kadar olan kayıplar: Orta,

56-70 dB'in üstündeki kayıplar: İleri ,

70 dB ve üstü çok ileri derecede işitme kaybı.

İşitme kaybına yol açan nedenler Tablo 1' de açıklanmıştır.

Tablo 1: İşitme kaybına yol açan nedenler

<p>1-DOĞUMSAL İŞİTME KAYIPLARI</p> <ul style="list-style-type: none">*Ailesel-Genetik*Gebelik ve doğum ile ilgili<ul style="list-style-type: none">-Prematüre-Hipoksi-Travma-Enfeksiyonlar; TORCH, kızamık, kabakulak v.s-Teratojen ilaçlar <p>2-SONRADAN KAZANILMIŞ İŞİTME KAYIPLARI</p> <ul style="list-style-type: none">*Cerrahi girişimler*Metabolik Bozukluklar*Labirentit*Menenjit*Kafa travması*Otitler*Endolenfatik hidrops*Otoimmün iç kulak hastalığı*Perilenfatik fistül*Ototoksik ilaçlar
--

2.3.İşitme Kaybının Tedavisi

Tedavi; işitme kaybına yol açan hastalık, işitme kaybının derecesi, başlangıcı ve tipi, hastanın yaşı ve motivasyonu gibi faktörler göz önünde tutularak planlanmalıdır. Çocuklardaki işitme kaybının başarılı bir şekilde tedavi edilebilmesi, işitme kaybının erken dönemde fark edilebilmesine bağlıdır. Burada amaç çocukta duyarak ve konuşarak iletişim sağlamak, kaliteli bir konuşma düzeyi oluşturmak ve bu yeteneği geliştirmek ve neticede topluma uyumu sağlamaktır.

Bazı işitme kayıplarında (otitis medialis, otoskleroz gibi) medikal veya cerrahi tedavi mümkündür. Ancak düzelmeyen işitme kayıplarında kulağa gelen sesi mikrofona aracılığıyla yükselterek duymaya yardımcı olan işitme cihazları kullanılır. İşitme cihazları genellikle hafif, orta ve ileri derecedeki işitme kayıplarında yarar sağlar. İşitme cihazından fayda göremeyecek çok ileri derecedeki işitme kayıplarında

ise koklear implant uygulanması gerekir. Gelecekte işitme kaybına neden olan genlerin tanınması ve gen tedavisi umut vermektedir (1,2).

2.4. Koklear İmplantasyon

2.4.1 Koklear İmplantasyon Nedir?

Koklear implant, konvansiyonel işitme cihazlarından yararlanamayacak derecede ileri işitme kaybı olan kişilere, çevreleri ile iletişim kurdurmayı amaçlayan ve kokleaya yerleştirilen bir cihazdır.

2.4.2. Koklear İmplantın Tarihçesi

İlk olarak işitsel sistemi elektriksel olarak uyarma girişimi 1790'larda olmuştur. Alessandro Volta her bir kulağına metal çubuklar yerleştirmiş ve bu çubukları 50 Volt akıma bağlamıştır. Volta bu uygulaması sırasında "une recousse dans la tete" olarak tanımladığı başı etrafında patlama hissi ve çorbanın kaynamasına benzer bir ses duymuştur.

1957' de iki Fransız Djourno ve Eyries işitme kaybı yüksek derecede olan kronik otitli ve fasiyal paralizisi olan iki hastaya, fasial sinire yönelik dekompresyon yapılırken, işitme sinirini elektrik enerjisi ile uyarılmışlar ve 'kriket' ya da 'rulet çarkı' sesine benzer elde edildiğini saptamışlardır.

1968'de Robin Michelson uzun süreli hayvan deneyleri ile elektrodların zararlı etkileri olmadığını belirlemiştir. Bu sonuçlar ile cesaret alan House, Jack Urban' la birlikte 1972'de ilk ticari olarak elde edilebilir koklear implant ve konuşma işlemcisi olan House 3M single-elektrode implantı geliştirmiştir. Bu implant 1972'den 80'lerin ortasına kadar yüzlerce kişiye tatbik edildi. The House/3M unit'1984'te, erişkinlerde uygulanması için ilk FDA onayını aldı. 1970 'lerde, California'daki gelişmelere paralel olarak, diğer iki grup Viyana, Avusturya, ve Melbourn, Avustralya'da koklear implant geliştirmeye çalışıyordu. 1977'de, professor Kurt Burian 'multichannel cochlear implant' uyguladı. Bu cihaz, işitme cihazları üreticisi MED-EL firmasının kurucuları Ingeborg Hochmair-Desoyer ve Erwin Hochmair adlı araştırmacılar tarafından geliştirildi. 1984 Aralık ayında, Avustralya kaynaklı koklear implant, ABD'de erişkinler için FDA onayı aldı.

1969' da Dr. Graeme Clark Melbourne Üniversitesi'nde çok kanallı intrakoklear implantı geliştirerek bu implantın tek kanallı implantlara üstünlüklerini ortaya çıkarmıştır. Günümüzde ise kanal sayısı 24'e kadar çıkartılabilmektedir. Kanal sayısındaki artışın işitmenin anlaşılabilirliği üzerine ciddi etkileri bulunmaktadır. 1980 yılında House, çocuklarda ilk kez koklear implant operasyonunu gerçekleştirmiştir. Türkiye'de ise 1987 yılında Dr. Bekir Altay tarafından Eskişehir'de gerçekleştirilmiştir.

ABD'de Federal İlaç Dairesi [FDA (*Food and Drug Administration*)] koklear implantların kullanımına yetişkinlerde 1984'te, pediatrik hastalarda ise kullanımına 1990' da izin vermiştir.

2.4.3. Koklear İmplantların Genel Özellikleri

Koklear implant dış ve iç parçalar olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1: Koklear implant dış ve iç parçaları

1) Dış Parçalar:

a. Alıcı mikrofon: İşitsel bilgileri alarak elektrik sinyallerine dönüştürür ve konuşma işlemcisine aktarır. Mikrofon kulak arkası işitme cihazları gibi kulağa takılan sistemin içinde bulunmaktadır. Son zamanlarda gürültülü ortamlarda anlamayı artırmak için çift mikrofonlu sistemler geliştirilmeye çalışılmaktadır.

b. Konuşma sinyal işlemcisi (*Speech processor*): Normal bir insanda ses sinyalleri kokleada oluşturulur ve kodlanır. Ancak koklear implantlı bir kimsede koklea ve tüylü hücreler by-pass edildiğinden sinyaller doğrudan koklear sinirine verilmektedir. Konuşma sinyal işlemcisi sinyali kodlayıp amplifiye ederek iç kulağın uyarılması için uygun hale getirir. Elektriksel uyarı daha sonra dış antene iletilir.

c. Dış anten: Elektriksel uyarıyı deriden iç antene aktarır. Konuşma işlemcisinin oluşturduğu sinyaller dış antenden içeriye radyofrekans dalgaları aracılığı ile geçmektedir. Dış anten ve alıcı uyarıcı (Receiver) arasında mıknatıs bağlantısı vardır. Bu sayede dış anten kulak arkasında sabitlenir.

2) İç Parçalar:

a. İç Anten: Dış antenden gelen sinyalleri alıcı-uyarıcıya (Receiver) iletir.

b. Alıcı-Uyarıcı (Receiver): Alıcı-uyarıcı bir kontrol merkezi gibi çalışır. Sinyalleri alır, kodlarını çözer ve elektrotlara transfer eder. Ayrıca temporal kemik içine sıkıca yerleştirilmiş olan magnet parçası, dış anteni manyetik kuvvetle yerinde sabit tutar.

c. Elektrot Demeti: Elektriksel uyarıyı kokleaya aktarır ve koklea içinde ilgili lokalizasyonun stimülasyonunu sağlar. Elektrotlar kokleanın yuvarlak penceresine yakın veya skala timpani içine veya koklear nukleusun yüzeyine yerleştirilebilir. En sık skala timpaniye yerleştirilir, çünkü elektrotlar bu sayede koklea boyunca yerleşen işitsel nöron dendritlerine en yakın hale gelir.

2.4.4. Koklear İmplantasyonda Hasta Seçimi

Koklear implant için hasta seçilirken; medikal, odyolojik, radyolojik, dil gelişimi ve psikolojik olarak değerlendirilmektedir.

1) Medikal Değerlendirme: Detaylı bir öykü alınması etiyojinin bilinmesi açısından kritiktir. Hastalığın ne zaman başladığı mutlaka bilinmelidir. İşitme kaybı konjenital olabileceği gibi sonradan da meydana gelebilir. Bilateral sensörinöral işitme kayıpları ailesel olabileceği gibi konjenital malformasyonlar, prenatal dönemde annenin geçirdiği enfeksiyonlar ve kullandığı ilaçlar, doğum sırasında asfiksi veya kernikterus, postnatal dönemde geçirilen menenjit ve viral enfeksiyonlar, ototoksik ilaç kullanımı, kafa travması, ilerleyici sensörinöral işitme kaybı ve Meniere gibi durumlarda da görülebilir. Bunun yanı sıra temel olarak iletim tipi işitme kaybına yol açan ancak sensörinöral işitme kaybına da neden olabilen kronik otitler ve otosklerozda da koklear implantasyon gerekebilir.

İşitme kaybı olduğu yaşa göre üç grup altında incelenir:

i) Prelingual; Dilin karakteristik özelliklerini henüz öğrenmeden meydana gelen işitme kayıplarıdır. İşitme kaybı doğuştan var olabileceği gibi ilk iki-üç yaş içinde de oluşabilir. Bu hasta grubunda başarılı sonuçlar dört-beş yaşa kadar yapılacak implantasyonla elde edilebilir.

ii) Perilingual; Dil öğrenilirken meydana gelen işitme kayıplarıdır. Bu grupta iki-altı yaş arasındakiler bulunur.

iii) Postlingual; Altı yaşından büyük çocuklarda ve erişkinlerde oluşan işitme kayıplarıdır. Lisan öğrenildikten sonra kayıp meydana geldiğinden en iyi koklear implant sonuçları bu grupta alınmaktadır.

İşitme kaybından sonra geçen süre koklear implantasyonun başarısındaki hayati faktörlerden birisidir. Prelingual hastalarda en iyi sonuçların, tanı konulduktan sonra ilk 4-5 yaş içerisinde yapılacak ameliyatla elde edileceği görüşü kabul edilmektedir. Bu yaştan sonra hiç işitme cihazı kullanmamış bir prelingual hastaya implantasyon yapıldığında, muhtemelen postlingual bir hastayla aynı işitsel uyarıları

almasına rağmen, beyin gelişimi tam olmadığı için bilgiden aynı derecede faydalanamayacaktır. Bu da hastanın cihazı kullanmamasına sebep olabilir. Konuşmayı ayırt edip anlayamadıklarından veya vokalizasyonları düzelmediğinden bu kişiler "koklear implant kullanamaz" durumuna gelmektedir. Postlingual hastalarda da aradan çok uzun süre geçtiğinde başarı şansı önemli ölçüde azalmaktadır. Özellikle çocuk hastaların koklear implantasyon öncesinde en az altı ay bir işitme cihazı takması gerekmektedir. Bu süre çocuğun işitme cihazından yeterince yararlanıp yararlanmadığını görme açısından şarttır. Altı aylık işitme cihazı deneyimi ve izleme periyodu sonrasında, koklear implant için uygun bir aday olup olmadığına karar verilir. Ancak menenjit geçiren hastalarda kokleada ossifikasyon başlarsa bu 6 aylık süre beklenmeden hemen cerrahi yapılmalıdır. Hastada efüzyonlu otitis medianın varlığı halinde, işitme cihazıyla izleme döneminde hastalığı tedavi etme yoluna gidilmelidir. Medikal tedaviye yanıt alınamazsa ventilasyon tüpü uygulanmalıdır. Takılan tüpler koklear implant ameliyatı öncesinde ya da ameliyat esnasında çıkartılabilir. Ancak ameliyattan önce alınıp, zardaki perforasyonun tamamen kapanmasından sonra implantın yerleştirilmesi daha uygun bir yaklaşım olacaktır. Kronik otit vakalarında implantasyon öncesinde yapılacak mastoidektomi ile sağlıklı bir orta kulak ve timpanik membran elde edilmelidir.

2) Odyolojik Değerlendirme: İmplant adaylarının odyolojik kriterlere göre seçiminde bu üç önemli sorunun cevaplanması gerekmektedir:

a. Koklear implanttan sonra işitme sistemine, işitme cihazından daha fazla bilgi sağlanabilir mi?

b. Hasta bu uyaran sayesinde sesleri ayırt etmeyi ve anlamayı öğrenebilecek mi?

c. Koklear implant ekstra bir iletişim yöntemi kullanmadan, sadece işiterek yeterli iletişim ve eğitimi sağlayabilecek mi?

Bu soruların cevaplanması oldukça zordur, seçim için kesin bir kriter değildir. Ancak önemlidir. Bu soruların cevap bulması için sırayla yapılması gerekenler.

1. İşitme cihazı olmaksızın işitme eşiğinin saptanması (Tonal odyometri)
2. İşitme cihazı ile işitme eşiğinin saptanması
3. İşitme cihazı ile konuşma testlerinin yapılması
4. İmpedansmetrik değerlendirme
5. Otoakustik emisyon yapılması (özellikle 5 yaşın altındaki hastalarda)
6. İşitsel beyin sapı yanıtlarının (ABR) değerlendirilmesi (özellikle 5 yaşın altındaki hastalarda)
7. Çocuklarda 6 ay süreyle işitme cihazı ya da taktil cihaz ile deneyim kazandırılması
8. Promontorium stimülasyon testi yapılması (özellikle 10 yaşın üzerindeki hastalarda)

Operasyon öncesi promontorium stimülasyon testi uygulanmaya devam edilen bir yöntem olmasına rağmen implantın uygulanmasının nasıl neticeleneceği hakkında bilgi vermemektedir. Ancak işitme sinirinin fonksiyonu hakkında şüpheli durumlarda yapılması gerekli olan bir testtir. Kokleanın kapalı görüldüğü, iç kulak kanalı dar olan, travmaya bağlı işitme kaybı ve pontoserebellar köşeden tümör çıkarılarak sinirin korunduğu düşünülen durumlarda elektrik uyarım testi gereklidir. Pozitron emisyon tomografi=PET ile koklear implant uygulanmış hastalarda open-set kelime tanıma testiyle kortikal aktivasyon incelenmeye başlanmıştır. Ancak bu cihazın klinik uygulamaları halen gösterilememiştir. ABD’de Federal İlaç Dairesi’nin ortaya çıkardığı kriterlere göre en az 6 ay konvansiyonel işitme cihazı kullanmamış bir implant adayı ameliyat edilemez. Adayın cihazdan yarar sağlaması da gereklidir. Koklear implant adayları en iyi koşullarda 55 dB’lik bir ses uyarımı olan ortamda bir seri konuşma testlerinden geçirilmelidir. Bu testler sonunda SD düzeyleri % 30 seviyesine ulaşmamalıdır. Postoperatif dönemde elde edilen sonuçlar da aynı şekilde değerlendirilir. Retrokoklear ve santral patolojiler koklear implantasyon için kontrendikasyon oluşturur. Yapılan değerlendirmelerde erişkin ve çocuk hastalar için farklı kriterler aranmaktadır:

Erişkin adaylar için implantasyon kriterleri

1. Bilateral çok ileri derecede sensörinöral işitme kaybı olması,
2. İşitme cihazıyla yapılan testte, özellikle 2000 ve 4000 Hz'de 55 dB SPL (Sound Pressure Level - Ses Basıncı Düzeyi)'nin üstünde bir eşik saptanması,
3. Bilateral işitme cihazı takarak 65 dB SPL'de yapılan konuşmayı ayırt etme testinde %30 ve altında bir skora sahip olmak.

Çocuk adaylar için implantasyon kriterleri

1. Bilateral ileri veya çok ileri derecede sensorinöral işitme kaybı mevcut olması,
2. Bir çok cihaz için adayın 12 aydan büyük olması,
3. Hastanın işitme cihazıyla ses deneyiminin mevcut olması,
4. İşitme cihazından çok az ya da hiç yararlanamaması,
5. Ailenin motivasyonunun ve beklentilerinin uygun olması,
6. Ailenin preoperatif ve postoperatif eğitim programını izleyebilecek yapıda olması,
7. İşitme cihazıyla yapılan uygun konuşma testlerinde ve eğitiminde yeterli düzeyde performans gösterememesi,
8. Tıbbi kontraendikasyonu olmaması

Bugün ise saf ses ortalamasınının 70 dB HL'den kötü olan, uygun seçilmiş işitme cihazından yeterince yarar sağlayamayan ve açık uçlu cümle tanıma testinde %50'den kötü sonuç elde edilen erişkin hastalarda koklear implantasyon yapılmaktadır. İki yaşın üstündeki çocuklarda da benzer odyolojik endikasyonlar vardır. Ayrıca bir yaşın altında koklear implant uygulaması, bilateral uygulama, kalıntı işitmesi olan ve tek taraflı işitme kaybı yanında tinnitusu olan hastalarda koklear implant uygulamaları da yaygınlaşmaktadır. Tıbbi olarak eski yıllarda kontraendikasyon kabul edilen akut/kronik otitis media, total ossifikasyon ve koklear anomaliler ise artık başarılı sonuçların elde edilebildiği endikasyonlar arasındadır.

Çocuklar için kesin kriterlerin konulması oldukça zordur. Bundan dolayı 90 dB ve üzerinde işitme kaybı olan çocuklar implant için aday olarak kabul edilmektedirler. Çocukların preoperatif bir işitme cihazı taşımaları ve bunu

kabullenmeleri de ameliyat sonu rehabilitasyon için oldukça önem arzeder. Bütün bu olasılıkların saptanamaması karşısında çocuklarda saf ton işitme kaybı esas alınır. Bu kayıp 90 dB'in ne kadar üzerinde ise erken ameliyat endikasyonu gibi kabul görür. Ülkemizde sosyal güvenlik kurumu koklear implant uygulaması ödeme kapsamını sıklıkla güncellemektedir. .En son güncelleme olan 18 Mart 2014'te resmi gazetede yayınlanan kohlear implantla ilgili son SUT(Sağlık Uygulama Tebliği) kriterleri ise şöyledir:

(1) Koklear implant, bilateral ileri-çok ileri derecede sensörinöral işitme kaybı olan ve işitme cihazından yarar görmeyen aşağıdaki kriterlere haiz kişilerde (Ek:RG-18/03/2014- 28945/36 md. “veya Sağlık Bakanlığı İşitsel İmplantlar Bilimsel Danışma Komisyonu tarafından koklear implant yerleştirilmesi uygun görülen kişilerde” uygulanması halinde Kurumca bedeli karşılanır.

a) Alıcı ve ifade edici dil yaşı ile kronolojik yaş arasında 4 (dört) yıldan daha az fark olması durumunda veya alıcı ve ifade edici dili 4 (dört) yaş ve üstü olan çocuklarda (4-18 yaş) kronolojik yaşa bakılmaksızın Kİ uygulanır.

b) Post-lingual işitme kaybı olanlarda Kİ uygulanır.

c) Sağlık kurulu raporu, aynı resmi sağlık kurumunda çalışan 3 (üç) Kulak Burun Boğaz uzman hekimi tarafından düzenlenir. Rapor ekinde aynı veya farklı bir resmi sağlık kurumunda çalışan 1 (bir) uzman odyolog veya odyolog ve psikolog değerlendirme sonucu bulunmalıdır.

ç) Elektrod yerleşimini sağlayacak kadar iç kulak gelişiminin olması ve koklear sinirin varlığı yüksek çözünürlükte CT ve/veya MRI ile gösterilmelidir.

d) Menenjit sonrası oluşan işitme kaybı ve koklear ossifikasyon varlığında özel şartlar aranmaksızın acil operasyon sağlık kurulu raporu ile belgelendirilmesi halinde yapılır.

e) İşitsel nöropati tanısı alan ve en az 6 (altı) ay süreyle işitme rehabilitasyonu ve eğitiminden fayda görmediği odyolojik test bataryası ile belgelendirilmesi halinde yapılır.

f) İkinci kulağa Kİ uygulanması; menenjit sonrası ileri derecede sensörinöral işitme kayıplarında, ileri işitme kaybı yanında bilateral körlük olduğunda, corpus callosum agenezisine eşlik eden ileri derecede işitme kayıplarında eşzamanlı veya ardışık çift taraflı Kİ uygulanabilir.

g) Kİ uygulaması sonrası gelişen enfeksiyon nedeniyle koklear implantın işlevselliğini yitirmesi durumunda, bu durumun aynı resmi sağlık kurumunda çalışan 3 (üç) Kulak Burun Boğaz uzman hekimi tarafından düzenlenen sağlık kurulu raporu ile belgelendirilmesi halinde yeniden planlanan implantasyon Kurumca bedeli karşılanır.

(2) Odyolojik değerlendirme; odyometrik inceleme, timpanometri, stapes refleks eşiği testi, klinik otoakustik emisyon testi, ABR testleri ile yapılır. Odyolojik kriterler;

a) 2 (iki) yaş üstü çocuklarda ve erişkinlerde 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz'lerdeki işitme eşikleri ortalamasınının 80 dB'den daha kötü olması ve konuşmayı ayırt etme testi yapılabilen hastalarda konuşmayı ayırt etme skorunun %30'un altında olması gereklidir. En az 3 (üç) aylık süre ile binaural işitme cihazı kullanımından fayda görmediği sağlık kurulu raporunda belirtilmelidir.

b) 2 (iki) yaş altı çocuklarda, bilateral 90 dB HL'den daha fazla sensörinöral işitme kaybı olması ve en az 3 (üç) aylık süre ile binaural işitme cihazı kullanımından fayda görmediği sağlık kurulu raporunda belirtilmelidir.

c) Saf ses ortalaması (500, 1000, 2000 ve 4000 Hz) bir kulakta 70 dB ve daha kötü, karşı kulakta 90 dB ve daha kötü olan ve konuşmayı ayırt etme skorunun %30'un altında kaldığı hastalarda kötü kulağa Kİ yapılabilir (1-3).

2.5. UYARILMIŞ VESTİBÜLER MİYOJENİK POTANSİYELLER (VEMP)

Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP, Vestibular Evoked Myogenic Potentials), periferik vestibüler organların uyarılması sonucu kaslarda sonlanan refleks arkının ölçüldüğü bir elektrofizyolojik test yöntemidir. Vestibüler sistemin bütünlüğünün değerlendirilmesi için kullanılan bu test yöntemi, refleks arkı yanıtı boyun kaslarından ölçülüyorsa cVEMP (servikal VEMP), ekstraoküler kaslardan ölçülüyorsa oVEMP (oküler VEMP) olarak adlandırılır. Temelleri daha eskiye dayansa da, 20 yıl kadar önce tanımlanan ve yıllar içinde giderek artan şekilde klinik kullanım alanı bulan VEMP'ler, vestibüler sistemin değerlendirilmesinde çok önemli katkılar sağlamıştır (4).

2.5.1. cVEMP

Uyarılmış miyojenik potansiyeller terimi, odyolojide sıklıkla kullanılan “işitsel uyarılmış potansiyeller”den farklı olarak sinirsel cevabın değil, kasta oluşan elektriksel cevabın ölçüldüğünü belirtmek için kullanılır. Sonuçta, vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller bir elektromyogram (EMG) kayıdır. Miyojenik potansiyeller, vestibüler sistemin uyarılması sonucu oluşur. Vestibüler sistemin uyarımı ise, fizyolojik olan hareket uyarılarıyla sağlanabileceği gibi, ses, titreşim veya elektrik uyarılarıyla da sağlanabilir.

Vestibüler sistemin akustik duyarlılığına ilk dikkati çeken, Pietro Tullio'dur. Tullio, deney hayvanlarında kemik labirente pencere oluşturarak ses uyarılarını takiben gelişen baş ve göz hareketleri ile postüral değişiklikleri gözlemlemiştir. Yüksek şiddette seslere cevaben baş hareketleri olduğu Georg von Békésy tarafından da 1930'larda bildirilmiş. 1940'larda güvercinlerde ses uyarılarına karşı gelişen baş hareketi cevapları kaydedilmiştir. Ölçüm ve kayıt yöntemlerinin gelişmesi ile ses uyarılarına karşı gelişen cevaplar skalpe yerleştirilen elektrotlarla ölçülmeye başlanmıştır; 1960'larda hava yolu ile verilen yüksek şiddette ses uyarılarına karşı kaslarda oluşan cevaplar gösterilmiştir. Oksipital bölgeden alınan ve miyojenik kökenli oldukları düşünülen bu cevaplar, “inion cevabı (inion response)” olarak tanımlanmıştır. Vestibüler fonksiyonları normal olan sağır hastalarda da bu

cevapların gösterilmesi, vestibüler sistemin uyarılması neticesinde cevapların çıktığını düşündürmüştür. İlerleyen yıllarda yapılan çalışmalarla inion cevabının sakkül kaynaklı olabileceği savunulmuş; ancak başka uyarılar sonucu da benzer cevaplar elde edildiği için klinik kullanımda inion cevaplarının faydalı olmayacağı düşünülmüştür.

Inion cevaplarını tekrar inceleyen ve kayıt elektrotlarını inion yerine sternocleidomastoid (SCM) kas üstüne yerleştiren Colebatch ve ark., yüksek şiddette klik ses uyarılarına karşı ortaya çıkan kısa latanslı bir cevabın olduğunu göstermişlerdir. SCM kasın aktivasyonuna bağımlı olan bu cevabın, unilateral olduğu, ilk olarak bir pozitif tepe (p13 veya p1) ile bunu takip eden negatif ve pozitif tepelerden (n23, p34, n44) oluştuğu, ancak vestibüler kaynaklı olduğu düşünülen kısmının p13-n23 olduğu bildirilmiştir.

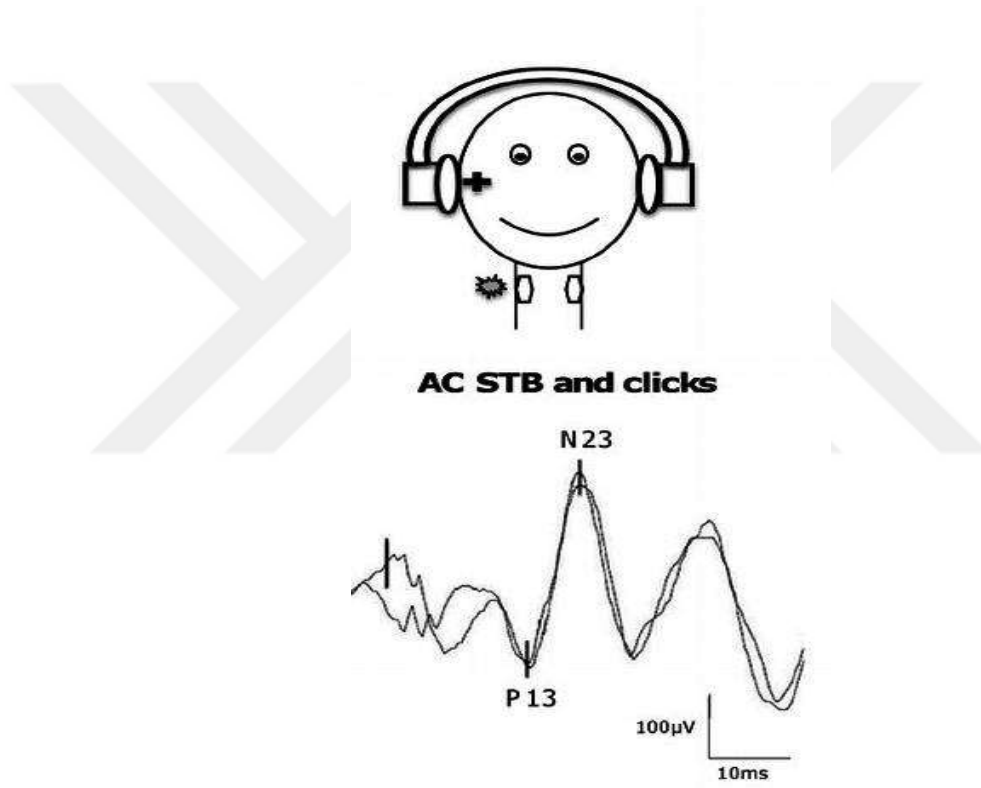
Vestibüler organlar normalde kafa hareketleri ile uyarılırlar. Ancak vestibüler sistem bütünlüğünü değerlendirmek için uygulanacak testlerde uyarıcı olarak kafa hareketlerini kullanmak pratik açıdan zordur. Kafa hareketleri hem standardize edilmesi zor uyarılardır hem de miyojenik cevaplarla karışabilecek elektrik artefaktlara neden olurlar. Kontrol edilebilen, şiddeti ve süresi ayarlanabilen hava iletimi (AC) ses, kemik iletimi (BC) ses, titreşim ve galvanik (elektriksel) akım gibi diğer uyarılar ise daha standart ve ölçülebilir cevaplara neden oldukları için testlerde sıklıkla tercih edilirler.

Yüksek şiddetteki AC ses uyarılarının hayvanlarda sakkülü uyardığı bilinmektedir. Bunun sebebi, sakkülün anatomik olarak stapes tabanına yakınlığı olabilir. Vestibüler organlar, AC ses uyarıları yanında ayrıca BC ses ve titreşim uyarılarına da yanıt vermektedir. İletim tipi işitme kaybı olanlarda kafatasına hafif vuruş ve BC tone-burst gibi uyarılarla VEMP cevapları alınabilmektedir. Vestibüler sinirin hem superior hem de inferior dalı, hem cVEMP hem de oVEMP cevaplarında görev alıyor olabilir.

2.5.2. cVEMP Test yöntemi

cVEMP ölçümleri hasta yatar veya oturur pozisyonda iken yapılabilir. cVEMP'lerin alınabilmesi için hastanın SCM kasını kasması gerekir. Bu, yatar pozisyonda hastanın başını hafifçe yukarı doğru kaldırması veya başını uyarılan

tarafın karşısına doğru çevirmesi ile sağlanabilir (Şekil 2). Yine de, SCM aktivitesi testi yapan tarafından kontrol edilmeli, gerektiğinde hasta uyarılmalı ve yeterli ve simetrik kasılma sağlanmalıdır. Kayıtlar sırasındaki ham, düzeltilmemiş EMG aktivitesini izlemek arka plandaki kasılma seviyesi hakkında fikir verebilir. Hasta yorulduğunda, dinlenme fırsatı verilmelidir. cVEMP testleri genellikle iyi tolere edilir. Ancak boyun problemleri olan, yaşlı veya kooperasyon sağlanamayan bazı hastalarda SCM kasta yeterli kasılmanın sağlanamayacağı için cevaplar alınamayabilir.



Resim 2. cVEMP ölçümü için elektrot yerleşimi görülmektedir.

cVEMP ölçümleri için aktif elektrot SCM kasın orta 1/3'ü üzerine, aktif olmayan elektrot ise bunun biraz uzağına, örneğin SCM tendonlarının sternuma yakın kısmına yerleştirilir. Aynı bir toprak elektrotu da bağlanmalıdır.

Servikal VEMP amplitüdü, SCM kas aktivitesi ile direkt olarak ilişkilidir. Testin temeli, kasılmış halde bulunan bir SCM kasında, vestibüler uyarım sonucu gelişen inhibitör aktiviteyi ölçmek olduğu için, istirahat halinde VEMP cevabı alınmaz.

Klasik kas tendon elektrot yerleşimi ile arka plan kas aktivitesi en az 40 μ V olmalıdır; 150-200 μ V'a kadar olan değerlerin kabul edilebileceği bildirilmiştir. Arka plan EMG aktivitesi, elde edilen cevapların amplitüd ve latanslarını önemli derecede etkileyebilir. Bu nedenle özellikle normatif veriler oluşturulurken arka plan EMG asimetrisi izlenmeli, testler tüm bireylerde benzer şartlar sağlanarak yapılmalı, en azından belirgin arka plan aktivitesi olmamasına dikkat edilmelidir. cVEMP yanıtlarındaki yüzey pozitifliği, SCM kasındaki kısa süreli bir inhibisyona, yüzey negatifliği ise kastaki uyarım artışına bağlıdır. İnhibisyonun süresi her zaman kısadır ve klik uyarımlarla 2-8 ms arasında değişmektedir (ortalama 3.6 ms). Daha şiddetli uyarımlar daha uzun süreli inhibisyon veya eksitasyona yol açabilir. Vestibüler uyarım sonucu kasta oluşan elektriksel aktivite kısa latanslıdır, amplitüd olarak çok küçüktür ve kasın tonik aktivitesine bağlıdır. Bu nedenle oluşan cevapların fark edilebilmesi ve değerlendirilebilmesi için sayısal olarak işlenmesi gerekir. cVEMP cevaplarının tespiti için kayıt edilen elektriksel aktivite bilgisayar tarafından yaklaşık 2500 kez (veya 68 dB) yükseltilir, bant geçişi filtrelenir (yaklaşık 5 Hz-2 kHz) ve uyarımdan önceki 20 ms ile uyarımdan sonraki 100 ms arasında kalan 5 kHz etrafındaki kayıtlar örneklenir.

cVEMP elde etmek için en sık kullanılan uyarı tipi, AC ses uyarılarıdır. Ses uyarısının şiddeti yüksek olmalıdır. Net bir cVEMP cevabı elde edememenin en sık sebebi, uyarımın yetersiz şiddette olmasıdır. Ancak, uyarı şiddeti, kokleaya zarar verecek kadar da çok olmamalıdır. Kullanılmakta olan klinik VEMP ölçüm cihazlarının çoğunda, verilen ses uyarılarının şiddeti ve süresi kokleaya zarar vermediği belirlenmiş sınırlar içinde tutulduğu için testlerin güvenli olduğu söylenebilir. Yine de, uyarı şiddeti dB SPL cinsinden bilinmeli ve kontrol edilebilmeli, kalibre edilmiş cihazlar kullanılmalıdır.

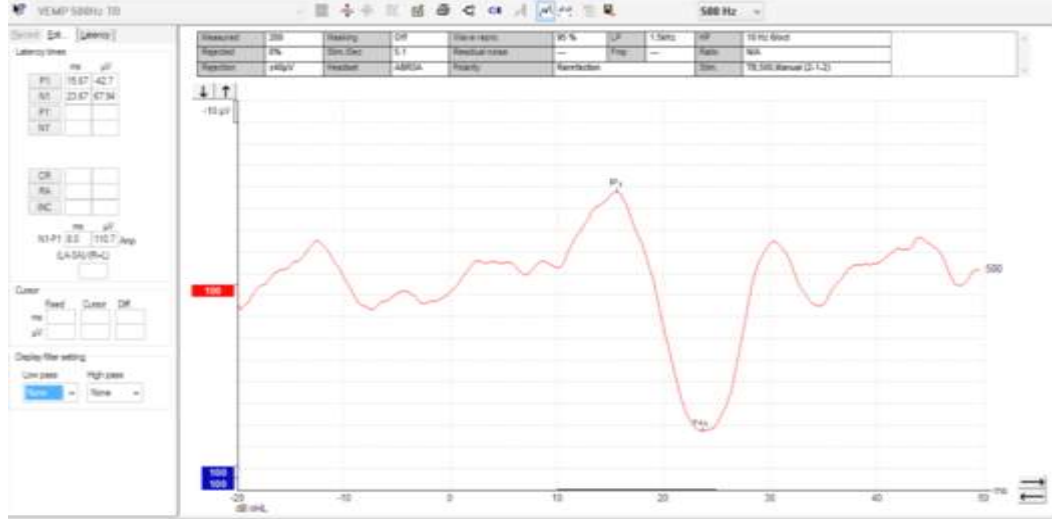
cVEMP'ler ilk olarak kare dalga formasyonunda 0.1 ms süreli AC klik uyarıları ile elde edilmiş; ancak daha sonra AC tone-burst uyarıları, BC titreşim ve kafaya hafif vuruş (skull-taps) uyarıları ve galvanik (elektriksel) uyarılar ile de yanıt alınabileceği gösterilmiştir. Alın bölgesinin orta kısmına klinik refleks çekici ile yapılan vuruşlarla ve mastoid kemik üstünden BC ses uyarıları verilerek de cVEMP cevapları elde edilmiştir. AC tone-burst VEMP'ler, uyarım süresi daha uzun (ve dolayısıyla iç kulağa iletilen ses enerjisi daha büyük) olduğu ve frekans ayarlaması

yapılabildiği için klik uyarıyla elde edilen cVEMP'lere göre daha belirgindirler. En iyi yanıt alınan uyarı frekanslarının 200 ile 1000 Hz arasında olduğu bildirilmiştir. BC ses uyarıları için en iyi yanıt alınan frekanslar, hava yolu frekanslarına göre daha düşüktür. Hem ipsilateral hem de kontralateral yanıtların incelenmesine imkan tanıdığı için genellikle unilateral uyarım tercih edilir.

Tekrar edilmesi gereken uyarı sayısı, uyarının etkinliği ve arka plan SCM kas aktivitesine bağlı olarak 100- 300 arasında değişir. Kafa vuruşlarıyla elde edilen cVEMP'lerde gereken uyarı (vuruş) sayısı ise daha azdır (yaklaşık 30-60). Miyojenik potansiyeller için belirlenen parametreler yerine nöral potansiyeller için (BERA gibi) belirlenmiş olan amplifikasyon parametrelerini kullanmak, yanlış cVEMP ölçümlerine neden olacaktır.

Eşik üstü değerlerde verilen ses uyarısının şiddeti ile cevabın amplitüdü arasında doğrusal bir ilişki bulunur. Gençlerde, AC ses uyarısı, BC titreşimler ve kafatasına hafif vuruşlar (skull-taps) gibi çeşitli uyarılarla VEMP cevapları genellikle alınabilir; ancak cevapların ortaya çıkış sıklığı ve amplitüdü yaşla birlikte azalır. SCM kası aktivasyonu sağlanabilen birkaç günlük infantlarda ve çocuklarda da VEMP yanıtları alınabilmektedir. Çocuklardaki VEMP latansları erişkinlere kıyasla genel olarak daha uzundur ve boy ve boyun uzunluğu ile korelasyon göstermektedir .

Testten önce işitme durumunun bilinmesi test sonuçlarının yorumlanmasında önem taşır. İletim tipi işitme kaybı durumunda cVEMP yanıtlarının bozulabileceği bilinmelidir. Bu durumda, AC ses yerine BC titreşim kullanılarak daha doğru cVEMP cevapları elde edilebilir. BC ve AC uyarıların, kısmen ortak kısmen de farklı vestibüler afferentleri etkilediği göz önünde tutulmalıdır. (Resim 2)



Şekil 3. Normal bir cVEMP cevabı görülmektedir.

2.5.3. oVEMP

oVEMP, vestibülooküler refleks aktivitesi sonucu ortaya çıkan ekstraoküler kas aktivitesinin EMG kayıdır; gözlerin çevresine yerleştirilen elektrotlar yardımıyla ölçülür. Son yıllarda tanımlanan ve giderek kendine kullanım alanı bulan bu ölçüm yönteminin temeli aslında daha eskilere dayanır.

Ekstraoküler kaslar, zengin bir innervasyona sahip olan, uyarılara çok kısa sürede tepki vererek kasılan ve bu sayede göz hareketlerinin çok ince bir şekilde kontrol edilebilmesini sağlayan kaslardır. Çok sayıda motor birim içeren bu kaslar saniyede 150, hatta muhtemelen daha fazla ateşlenme yeteneğine sahiptir. Hızlı göz hareketleri sırasında, agonist kaslarda eş zamanlı hızlı bir ateşlenme ile antagonist kaslarda eş zamanlı inhibisyon gözlenir. Bir başka ifadeyle, VOR'un ortaya çıkması veya nistagmusun hızlı fazının gerçekleşmesi için, ekstraoküler kasların eş zamanlı çalışması gerekir. Buradan hareketle, hızlı göz hareketlerinin başlangıcı sırasında ekstraoküler kaslarda önemli derecede elektriksel aktivite üretileceği, bu elektriksel aktivitenin de etrafa yayılacağı ve yüzey elektrotları ile ölçülebileceği öngörülebilir. Ancak alınacak bu EMG kayıtlarının, retinadaki potansiyellerden (corneoretinal dipol) etkilenip etkilenmeyeceği veya nasıl etkileneceği konusu tartışmalı olmuştur.

Eskiden, ekstraoküler kas aktivitesinin uzaktaki yüzey elektrotlarıyla ölçülemeyeceği, çünkü EMG kayıtlarının korneoretinal potansiyellerden etkileneceği düşünülüyordu. Ancak yapılan çalışmalarla bazı durumlarda ekstraoküler EMG kayıtlarının yüz veya skalpten kayıt edilebileceği ortaya konmuştur. Elektroensefalografi (EEG) kayıtlarında, istemli sakkadlardan hemen önce, belirgin, kısa süreli diken şeklinde elektriksel aktivite geliştiği görülmüş, bunlara “pre-sakkadik potansiyeller” adı verilmiştir. Skalp üzerinde geniş bir alandan kaydedilebilen bu potansiyellerin, ekstraoküler kasların etrafında yoğunlaşması ve lateral rectus kas felci nedeniyle göz abdüksiyonu yapamayan hastalarda alınamaması, miyojenik kökenli olduklarını düşündürmüştür. Vestibüler uyarım ile ortaya çıkan kortikal potansiyellerin de kafatasının ön kısmında ve gözlerin etrafında yoğunlaştığı görülmüş ve bunların VOR’un tetiklenmesiyle oluştuğu düşünülmüştür. Yakın zamanda yapılan çalışmalarda bu potansiyellerin korneo-retinal potansiyellerden bağımsız olduğu ve ekstraoküler kaslardan kaynaklandığı gösterilmiş; en belirgin cevapların superomediale bakış sırasında gözlerin alt kısmındaki elektrotlardan alındığı ve inferior oblik kasın cevaplarda önemli rol oynadığı düşünülmüştür. Gerek search-coil gerekse EOG kayıtları ile korneoretinal potansiyellerin EMG kayıtlarında gözlenen potansiyellerden ayırt edilmesi; gerekse göz küresi enükleasyonu yapılmış ancak ekstraoküler kasları korunmuş hastalarda da EMG cevaplarının izlenmesi, bu cevapların retinadan bağımsız, vestibüler uyarıma bağlı ekstraoküler kaslarda ortaya çıkan potansiyeller olduğu görüşünü desteklemiştir.

2.5.4. oVEMP Test Yöntemi

oVEMP ölçümleri için kullanılan uyarılar ve test koşulları cVEMP için kullanılanlara benzer. Uyarıdan kaynaklanacak artefaktları önlemek ve temiz oVEMP cevapları alabilmek için uyarı süresi kısa olmalıdır.

Test hasta oturur veya uzanır pozisyonda iken yapılabilir. Hastadan yüz kaslarını kasmaması, rahat bırakması istenir. oVEMP’lerin amplitüdü yukarı doğru bakmayla artmaktadır; bu nedenle ölçümler sırasında hastadan 30-40 derece yukarıya doğru bakması istenir (Resim 3). Sonuçları doğru yorumlamak ve karşılaştırmalarda kullanabilmek için yukarı bakış açısı sabit olmalıdır. Bu nedenle, hastadan önceden

belirlenmiş hedeflere bakması istenebilir. İstemli göz kırpma hareketlerinin etkisini azaltmak için kayıt sırasındaki artefaktlar bilgisayar programı tarafından otomatik olarak temizlenebilir veya göz kırpma aralıkları için hastaya zaman tanınabilir.

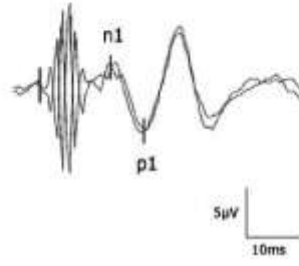
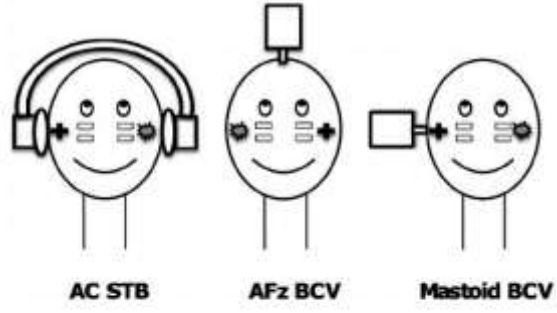
Kayıt elektrotları, her iki tarafta orbita alt kenarının 15-30 mm altına yanak üstüne yerleştirilir. Elektrotlar simetrik olmalıdır. Aktif elektrotlar ile referans elektrotları arasındaki mesafe, uzak aktivite kaynaklarının etkisini önlemek için birbirine yakın, ancak bir “elektrot köprüsü” yaratmayacak kadar da uzak tutulmalıdır. Toprak elektrodu, sternum, alın veya çeneye yerleştirilebilir. Kayıt ve referans elektrotlarının birbirine yakın yerleşimini sağlayabilmek için standart EMG elektrotları kesilerek küçültülebilir, veya 9 mm Ag/AgCl skalp elektrotları kullanılabilir. oVEMP’ler cVEMP’lere göre çok daha küçük potansiyeller oldukları için (cVEMP’lerin en fazla 1/10’u kadar) amplifikasyon miktarı çok olmalıdır. Elektrotlarla kayıt edilen elektriksel aktivite yaklaşık 50,000-100,000 kez (veya 94-100 dB) yükseltilir, bant geçişi filtrelenir (5 Hz-1 kHz) ve uyarım öncesi 10-20 ms ile uyarım sonrası 50-70 ms arasında kalan 10 kHz etrafındaki kayıtlar örneklenir. Tekrar edilmesi gereken uyarı sayısı, uyarımın etkinliği ve fasiyal kasların aktivitesine bağlı olarak 100-500 arasındadır. Faz bölgesine kafa vuruşlarıyla elde edilecek oVEMP’ler için daha az uyarım gerekir. oVEMP kayıtları, gözlere yakın bir kayıt elektrodu ve bundan 2-3 cm ötede bir referans elektrodu yerleşimiyle alınabilmektedir. oVEMP bir dizi negatif ve pozitif tepeden oluşur. Sıklıkla ilk tepe, latansı yaklaşık 10 ms olan negatif bir tepedir (n10 veya n1). İlk tepe özellikle önemlidir çünkü kas aktivitesinin en erken belirtisi olarak ortaya çıkar. Dalganın polaritesi, cVEMP’te olduğu gibi, kas aktivasyonunu yansıtır. Yüzey pozitifliği, tonik olarak aktif ekstraoküler kasların inhibisyonunu, negatifliği ise eksitasyonunu gösterir. oVEMP’in n10 bileşeni, aslında cVEMP’e benzer eşik ve frekans ayarı özellikleri gösterir. AC oVEMP’ler 400- 800 Hz arası frekanslarda, BC oVEMP’ler ise 100 Hz ve aşağısındaki frekanslarda verilen uyarılarla en belirgin şekilde gözlenir. Bilateral vestibüler kaybı olan hastalarda hiç tepe gözlenmez. (Şekil 4)

Gözlerin etrafına yerleştirilen elektrotlar birden fazla ekstraoküler kasa yakın olduğu için, cevaplar tüm bu kaslardaki net aktiviteyi yansıtır. Bununla birlikte, yukarıya doğru bakışta elde edilen kayıtların esas olarak inferior oblik kas aktivitesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Inferior oblik kasın karnı, inferior

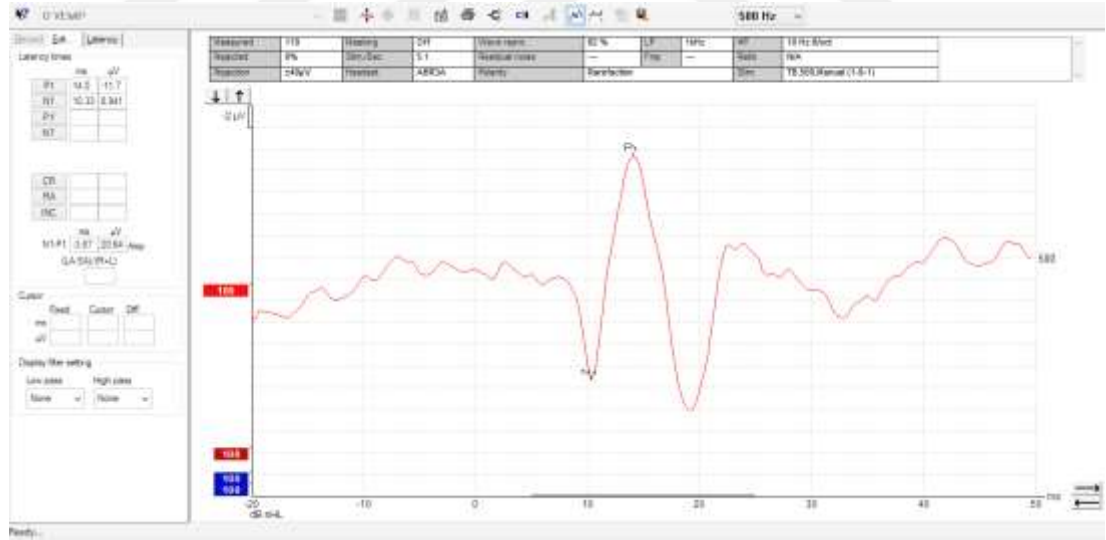
rectusa göre yüzeye daha yakındır ve yukarı bakış sırasında kasılır; bu da, oVEMP amplitüdünü artırır. Bu nedenle, yukarı bakış sırasında ve inferior oblik kas aktif haldeyken gözlerin inferioruna yerleştirilen elektrotlarla alınan kayıtların en güvenilir ve klinik kullanıma uygun kayıtlar olduğu belirtilmektedir. Standart elektrot yerleşiminin dışında da, gözlerin çevresindeki diğer bölgelerden oVEMP yanıtları alınabilir; ancak bu kayıtların kaynağı ve geçerlilikleri henüz doğrulanmamıştır.

AC ve BC uyarılar ile oVEMP cevaplarının elde edilebileceği gösterilmiştir. Normal bireylerde, frontal bölgede saç çizgisi seviyesinin orta noktasına (Fz) yapılan hafif kafatası vuruşları (skull-taps) ve titreşim uyarıları ile oVEMP cevapları alınmıştır. Unilateral vestibüler kayıplı hastalarda n10 cevabı esas olarak sağlam kulağın karşı tarafında alınmış, bu nedenle BC oVEMP yolağının çaprazlandığı düşünülmüştür. Benzer şekilde, normal bireylerde AC ses uyarısı ile oVEMP cevaplarının, bazen bilateral alınabilse de, esas olarak kontralateral gözden kaydedildiği gösterilmiştir. Dolayısıyla, inferior oblik kaslara giden sakkülo-oküler yolağın temelde çaprazlandığı düşünülmektedir. Superior vestibüler sinir nöriti olan veya cerrahi olarak unilateral vestibüler siniri kesilen hastalarda n10 asimetri oranı yüksek bulunmuştur. Bu da, superior vestibüler sinir liflerinin oVEMP gelişiminde özellikle önemli olduğunu düşündürmektedir. AC oVEMP'ler, unilateral vestibüler kayıplı hastalarda etkilenen kulağın uyarılması ile alınamazken, sensörinöral işitme kaybı olan hastalarda alınabilmektedir. Bu ise, oVEMP cevaplarının vestibüler bağımlı olduğunu göstermektedir.

AC ses uyarıları ve alın vuruşları ile elde edilen ilk oVEMP dalga tepeleri negatiftir; ancak oVEMP dalgalarının temel özellikleri, inferior oblik kas aktivitesi ve verilen uyarı şeklinden etkilenir. BC uyarıların nereden verildiğine göre de dalga özellikleri değişebilir. Galvanik uyarı ile dalga polaritesi değişebilir, "Galvanik uyarı koklear-retrokoklear ayırımında kullanılır." Lateral düzlemde kafa hareketleri ile her gözde farklı özelliklerde oVEMP kayıtları alınabilir (Şekil 5). Neticede, oVEMP'in temel özellikleri, verilen uyarının şekli ve yerinden etkilenir. Bu etkilenmelerin sebebi ise henüz tam olarak belirlenmiş değildir. oVEMP ve cVEMP sıklıkla bir arada ve tamamlayıcı testler gibi kullanılsa da her birinin kendine has özellikleri ve klinik önemi, ilerleyen yıllarda daha da netleşecektir.



Şekil 4. oVEMP ölçümü için elektrot yerleşimi görünmektedir.



Şekil 5. Normal bir oVEMP cevabı görülmektedir.

2.5.5. Sonuçların yorumlanması

“En çok tercih edilen uyaran tone-burst’dür. Bununla birlikte, klik uyaranlar da kullanılabilir.” 145 dB SPL’de 0.1 ms AC klik uyaranlara karşı 60 yaşın altındaki bireylerde cVEMP cevabı alınması gerektiği bildirilmiştir. cVEMP ve oVEMP amplitüdü otolit fonksiyonunun kantitatif ölçüsü olarak kullanılabilir. Amplitüd asimetri oranı (AR), kullanılan temel parametrelerden biridir. AR: (Büyük cevap - Düşük cevap)/(Büyük cevap + Küçük cevap) x 100 formülüyle hesaplanır. Normal düzeltilmiş VEMP amplitüdü 0.5-3 arasında değişir. Düzeltilmiş amplitüdü için asimetri oranı %35’ten düşük olmalıdır. Hem p13 hem de n23 tepe latansları; büyük amplitüdü cevaplar latans uzamasına sebep olabilirler. Amplitüdü çok büyükse veya bir “üçüncü pencere sendromu” varlığından kuşulanılıyorsa, eşik ölçümleri yapılabilir. Bir teste elde edilen eşik değerinin normal bireyler için saptanmış olan değer altıda olup olmadığını belirlemek önemlidir. Normal eşikler 120-145 dB SPL arasında olmalıdır. VEMP latansları da önemlidir. Yaşla beraber, cVEMP amplitüdü düşer, refleks asimetrisi artar, eşikler yükselir, tepe latansları uzar.

Normal bireylerde oVEMP cevabı görülme prevalansı, refleks simetrisi ve uyarı eşikleri cVEMP’e benzer. Bu noktada vurgulanması gereken, cevap parametrelerinin uyarı çeşidi (ses veya titreşim), dalga formu (klik veya tone burst), şiddeti ve süresinden etkilendiğidir. Her merkezin kendine ait normatif verilerini toplaması ve kullanması gerekmektedir.

cVEMP vestibulokokolik refleks yolağının, oVEMP ise vestibulooküler refleks yolağının bütünlüğünü ölçtüğü için cevap yokluğu veya asimetri gözleendiğinde bu refleks yollarındaki herhangi bir yeri tutan lezyondan şüphelenilebilir. Santral patolojilerde genellikle reflekslerde gecikme görülür. Her iki tarafta cevap alınmaması, lezyonun endorganlarda, veya vestibüler sinirin vestibüler çekirdeğe kadar olan herhangi bir kısmında olduğunu düşündürür (iletim tipi işitme kaybı dışlanmalıdır). Deneysel hayvan çalışmalarından çıkarılan sonuç, AC cVEMP ve oVEMP’lerin baskın olarak sakkülü, kemik titreşim uyarılarının ise hem sakküler hem de utriküler afferentleri uyardığıdır. Afferent lifler vestibulokokolik ve vestibulooküler yollar için birebir aynı olmayabileceği için, periferik vestibüler lezyonlarda cVEMP ve

oVEMP'ler birebir aynı sonuç vermeyebilir. Odyometrik testte ölçülen hava-kemik mesafesi yaklaşık 30 dB'i aştığında AC cVEMP cevapları kaybolur; çünkü iç kulağa ulaşan uyarı, cVEMP çıkarmak için gereken eşiğe ulaşamaz. Dolayısıyla, iletim tipi işitme kayıplarında AC cVEMP cevapları beklenmez. 20 dB'den fazla hava-kemik mesafesi bulunan hastalarda cVEMP'ler normal alınıyorsa, superior semisirküler kanal dehisansı olasılığı dışlanmalıdır.

Akut vestibüler nörit, sıklıkla vestibüler sinirin superior bölümünü tutar. Daha az sıklıkta superior ve inferior vestibüler sinir birlikte tutulur, izole inferior vestibüler sinir tutulumu ise nadirdir. Superior vestibüler sinirin selektif tutulumu, VEMP çalışmaları ile desteklenmiştir. Nitekim, sakküler uyarım ve inferior vestibüler sinir yoluyla alındığı bilinen AC cVEMP cevaplarının, vestibüler nöritli kulakların sadece %20-30'unda alınmadığı bildirilmiştir. Kafaya vuruş uyarıları ile tetiklenen ve normalde hem superior hem de inferior vestibüler sinir yoluyla elde edilen cVEMP cevaplarının vestibüler nöritli hastalarda alınamama oranı ise daha yüksektir.

Meniere hastalığında, tutulan kulakların %55'inde AC cVEMP'lerin alınmadığı bildirilmiştir. Meniere hastalığının ilerleyen evrelerinde cVEMP'ler kaybolmakta, gliserol, furosemid veya endolenfatik hidropsu azaltan ilaçlarla ise cevaplar tekrar ortaya çıkmakta veya artmaktadır. Akut atak sırasında cVEMP'lerde dalgalanmalar olduğu, atak sonrasında cevapların düzeldiği de bildirilmiştir. Tek başına cVEMP amplitüdlerine bakılarak, tutulan kulak hakkında karar verilemez. Nitekim, Meniere hastalığının erken döneminde AC cVEMP amplitüdlерinin artabileceği görülmüş, bunun muhtemelen hidropik sakkülün stapes tabanına basması ve sakkülün düşük seslere hassasiyetinin artmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Meniere hastalığı bulunan hastalarda hem etkilenen kulakta hem de etkilenmeyen kulakta cVEMP eşiklerinin arttığı bildirilmiştir.

BPPV'si olan hastaların çoğunda AC cVEMP'ler elde edilmekte; ancak özellikle tedaviye dirençli BPPV'si olan bazı hastalarda amplitüd değişiklikleri ve/veya latans uzamaları olduğu görülebilmektedir. Ancak, posterior semisirküler kanalın cerrahi olarak tıkanmasından sonra, VEMP amplitüd asimetrisi ve p13 latanslarının değişmediği de bildirilmiştir. Vestibüler schwannomu olan kulakların %80'inde AC VEMP'lerin alınmadığı ya da amplitüdlерin düştüğü bildirilmiştir. Tümör boyutu büyüdükçe ve tümör medialde yerleştikçe cVEMP anormallikleri artmaktadır. AC

cVEMP'ler, vestibüler schwannom hastalarında vestibüler rezervin saptanması için de kullanılabilir. Cerrahi öncesi normale yakın cevapları olanlarda, cerrahiden sonra daha gürültülü bir deafferentasyon tablosu gelişmesi beklenebilir.

AC cVEMP'lerin intratimpanik gentamisin injeksiyonu sonrası bozulduğu, ancak rezidüel vertigo atakları ile korele olmadığı bildirilmiştir. Superior semi-sirküler kanal dehisansı, bilateral vestibülopati, santral vestibüler patolojiler gibi çeşitli hastalıklarda da cVEMP ve oVEMP cevaplarının etkilenebileceği bildirilmiştir. Gerek cVEMP, gerekse oVEMP testlerinin klinik geçerlilikleri ve güvenilirlikleri zaman içinde olgu sayısı yüksek klinik çalışmalarla desteklenecek ve non invaziv, uygulanması kolay olan bu testlerin klinikteki uygulama alanları giderek genişleyecek gibi görünmektedir (5-9).

3. YÖNTEM ve GEREÇ

Çalışmamızı, Başkent Üniversitesi Konya Eğitim Uygulama Hastanesi ve değişik merkezlerde opere olup burada takip edilen 5-18yaş arası koklear implantlı 35 hasta ile 5-18 yaş arası 35 sağlıklı kontrol grubu olacak şekilde 70 denek üzerinde yapıldı. Hem hasta grubunu hem de kontrol grubundaki bireylere ve ailelerine yapılacak çalışma anlatıldı ve onamları alındı. Çalışmamız Başkent Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 10.06.2016 tarih ve 16/63 sayılı kararı ile uygun görülmüştür.

Çalışma KBB polikliniğinde ve odyoloji laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Hastalar ve kontrol grubuna KBB muayenesi yapıldıktan sonra tüm deneklere servikal ve oküler VEMP uygulandı.

VEMP testi

Bizim bu çalışmamızda, gerek cVEMP gerekse oVEMP testlerinde ototometrics'in ICS Chartr EP 200 cihazı,prob olarak Eartip starter kit tip prob ve Nuprep jel kullanarak yapıldı.Elektrot olarak ise;"MEDİCO electrodes" tercih edildi. Direnç değerlerinin 5.0 kOHM 'dan küçük olmasına dikkat edilerek teste başlandı. Her hasta için ayrı ayrı prob kullanılmasına özen gösterildi. VEMP dalgalarının ilk pozitif (p13) ve onu takip eden negatif dalgasının (n23) latansları ve dalganın varlığı analiz edildi.

cVEMP ölçümleri hasta yatar veya oturur pozisyonda iken yapıldı. cVEMP'lerin alınabilmesi için hastanın SCM kasını kasma veya yatar pozisyonda ise hastanın başını hafifçe yukarı doğru kaldırması veya başını uyarılan tarafın karşısına doğru çevirmesi sağlandı (Şekil 6).

oVEMP ölçümleri, Noninverting elektrod hemen göz kapağı altına yaklaşık 3-4 mm infraorbital rime gelecek şekilde, 3 cm altına inverting elektrod olacak şekilde yerleştirildi (Şekil 7). Ground elektrod altına yerleştirildi. Cilt rezistansı 5 mikroohm un altında tutuldu. Her bir kayıt sırasında 250 stimulus kullanıldı. İki metre uzaklıkta göz nötral bakış çizgisi ile horizontal ekseninde 30-40 derece açı oluşturan, önceden belirlenmiş objeye hafif sesin geldiği kulağa dönecek şekilde bakmaları istendi.

Kanal içi (Insert earphone) ile uyararı verirken kontrlatelal gözden kayıt alındı. Minimum iki ard arda testte aynı dalga formu ve latansı elde edilecek Şekilde eşik belirlendi. Stimulus verilmesini takiben oluşan ilk dalga formunun tepe noktaları n1ve p1 olarak belirlendi (Şekil 8 ve 9). Dalgaların latans ve amplitüd değerleri ölçüldü.

İstatistiksel değerlendirim için, elde edilen veriler “SPSS 17.0” istatistik programına yüklenmiŐtir. Grupların ortalamalarının değerlendirilmesinde Student *t* testi ve Mann Whitney U testi kullanılmıŐtır. Yaş ile latans ve amplitud değerlerinin ilişkisi Pearson korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir. P değerinin 0,05’in altında olması anlamlı kabul edilmiştir.



Şekil 6. Test esnasında cVEMP ölümü için elektrot yerleşimi görülmekte.

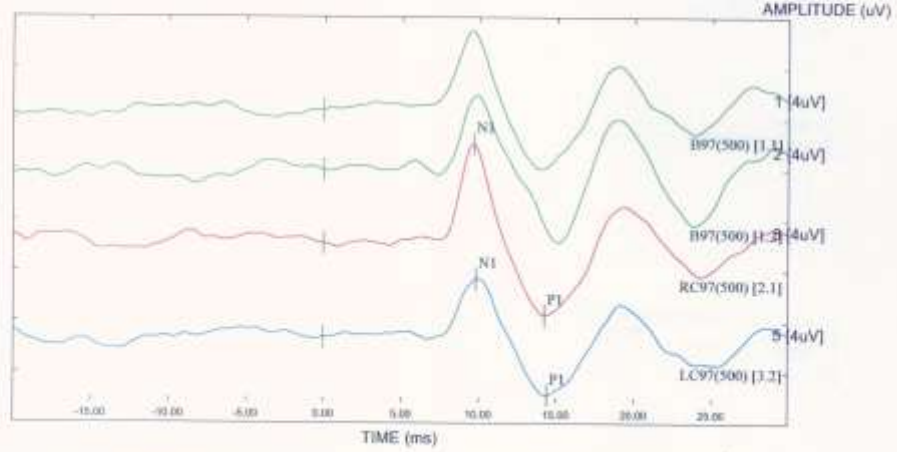


Şekil 7. Test esnasında oVEMP ölçümü için elektrot yerleşimi görünmektedir.

BASKENT UNIVERSITESI Evoked Potential Report

Patient: 8871, alperen
Telephone: 5334928963

Birthdate: 04.08.2007
Physician: None
Date: 20.06.2016



LATENCIES (ms)				
VEMP				
Waveform	Ear	P1	N1	P2
1	Right	14.25	9.67	***
5	Left	14.42	9.63	***

INTERPEAK INTERVALS (ms)			
VEMP			
Waveform	Ear	P1-N1	N1-P2
1	Right	4.58	***
5	Left	4.58	***

AMPLITUDES (µV)		
VEMP		
Waveform	P1 - N1	N1 - P2
1	13.50	***
5	9.14	***

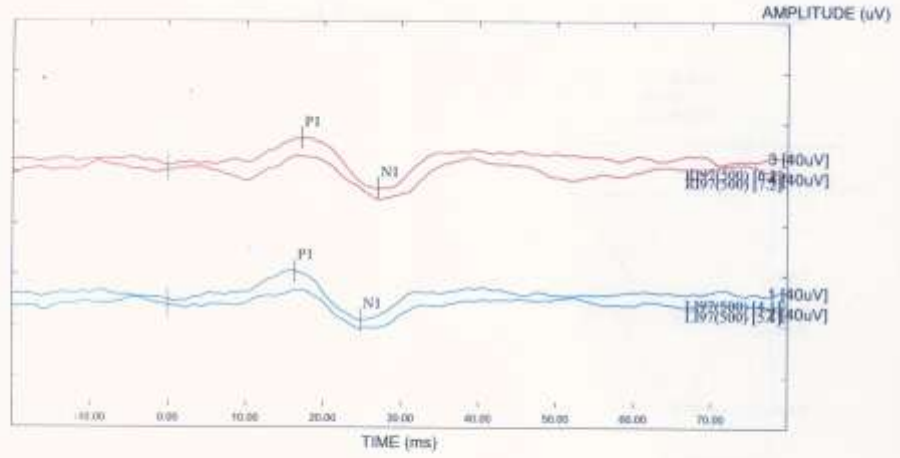
WAVEFORMS															
VEMP															
#	Date	Transducer	nHL	Ear	Rate	Stimulus	Gain	High	Low	Acc	Rej	Epoch	Time/dv	Delay	
1	09.06.2016	1.1	Insert Phone	97 dB	Both	5.1/s	500 Hz-A	100K	1 Hz	1 kHz	163	0	50ms	5.00ms	-20.0ms
2	09.06.2016	1.2	Insert Phone	97 dB	Both	5.1/s	500 Hz-A	100K	1 Hz	1 kHz	163	0	50ms	5.00ms	-20.0ms
3	09.06.2016	2.1	Insert Phone	97 dB	Right	5.1/s	500 Hz-A	100K	1 Hz	1 kHz	162	0	50ms	5.00ms	-20.0ms
5	09.06.2016	3.2	Insert Phone	97 dB	Left	5.1/s	500 Hz-A	100K	1 Hz	1 kHz	159	0	50ms	5.00ms	-20.0ms

WAVEFORM COMMENTS	
VEMP	
Waveform	Comments
1	(Inverted; Smooth: 1.1 - 7 points) / EMG: 58µV
2	(Inverted; Smooth: 1.2 - 7 points) / EMG: 58µV
3	(Inverted; Smooth: 2.1 - 7 points) / EMG: 76µV
5	(Inverted; Smooth: 3.2 - 7 points) / EMG: 88µV

Şekil 8. Test Sonucu Elde Edilen bir oVEMP cevabı görülmektedir.

Patient: sert, alperen

Date: 20.06.2016



LATENCIES (ms)				
VEMP				
Waveform	Ear	P1	N1	P2
1	Left	16.33	24.03	***
3	Right	17.17	27.05	***

INTERPEAK INTERVALS (ms)			
VEMP			
Waveform	Ear	P1-N1	N1-P2
1	Left	8.50	***
3	Right	9.83	***

AMPLITUDES (uV)		
VEMP		
Waveform	P1 - N1	N1 - P2
1	38.38	***
3	39.01	***

WAVEFORMS															
VEMP															
#	Date	Transducer	nHL	Ear	Rate	Stimulus	Gain	High	Low	Acc	Rej	Epoch	Time/div	Delay	
1	08.06.2016	4.1	Insert Phone	97 dB	Left	5.1/s	500 Hz-R	5K	10 Hz	1 kHz	150	0	100ms	10.00ms	-20.0ms
2	08.06.2016	3.1	Insert Phone	97 dB	Left	5.1/s	500 Hz-R	5K	10 Hz	1 kHz	150	0	100ms	10.00ms	-20.0ms
3	08.06.2016	6.2	Insert Phone	97 dB	Right	5.1/s	500 Hz-R	5K	10 Hz	1 kHz	150	0	100ms	10.00ms	-20.0ms
4	08.06.2016	7.2	Insert Phone	97 dB	Right	5.1/s	500 Hz-R	5K	10 Hz	1 kHz	150	1	100ms	10.00ms	-20.0ms

WAVEFORM COMMENTS	
VEMP	
Waveform	Comments
1	EMG: 29uV
2	EMG: 24uV
3	EMG: 38uV
4	EMG: 51uV

TEST PARAMETERS													
Channel	Date	Time	Test	nHL	SPL	Ear	IC	Rate	Stimulus	Mask	Acc	Rej	Epoch
1.1	08.06.2016	15:56:29	VEMP	97 dB	128 dB	Both	ipsi	5.1/s	500 Hz-A	None	163	0	50ms
1.2	08.06.2016	15:56:29	VEMP	97 dB	128 dB	Both	ipsi	5.1/s	500 Hz-A	None	163	0	50ms
2.1	08.06.2016	15:59:19	VEMP	97 dB	128 dB	Right	contra	5.1/s	500 Hz-A	None	162	0	50ms
2.2	08.06.2016	15:59:19	VEMP	97 dB	128 dB	Right	ipsi	5.1/s	500 Hz-A	None	162	0	50ms
3.1	08.06.2016	16:00:28	VEMP	97 dB	128 dB	Left	contra	5.1/s	500 Hz-A	None	159	0	50ms
3.2	08.06.2016	16:00:28	VEMP	97 dB	128 dB	Left	ipsi	5.1/s	500 Hz-A	None	159	0	50ms
4.1	08.06.2016	16:07:54	VEMP	97 dB	128 dB	Left	ipsi	5.1/s	500 Hz-R	None	150	0	100ms
5.1	08.06.2016	16:08:46	VEMP	97 dB	128 dB	Left	ipsi	5.1/s	500 Hz-R	None	150	0	100ms
6.2	08.06.2016	16:10:58	VEMP	97 dB	128 dB	Right	ipsi	5.1/s	500 Hz-R	None	150	0	100ms
7.2	08.06.2016	16:11:09	VEMP	97 dB	128 dB	Right	ipsi	5.1/s	500 Hz-R	None	150	1	100ms

Şekil 9. Test sonucu elde edilen bir cVEMP cevabı görülmektedir.

4. BULGULAR :

Demografik özellikler

Çalışmaya operasyon sonrası en az 1 yıl geçmiş olan 35 (19 erkek, 16 kız) koklear implantlı çocuk ve 35 (21 erkek, 14 kız) sağlıklı çocuk dahil edildi. İmplantlı çocukların yaş ortalaması $13,06\pm 3,63$ yıl, sağlıklı çocukların yaş ortalaması $14,57\pm 3,22$ yıl idi. Gruplar arasında cinsiyet ($p=0,338$) ve yaş ($p=0,074$) açısından istatistiksel anlamlı bir fark yoktu.

Koklear implant operasyonu 19 çocukta sağ kulağa, 16 çocukta sol kulağa yapılmıştı. Koklear implant takılma yaş ortalaması $7,63\pm 1,8$ (3 ile 11 yaş arası) yıl idi.

Servikal VEMP testi sonuçları

Koklear implantlı çocuklarda cVEMP dalgası elde edilme oranları ve P1 latansları opere edilen ve karşı kulak arasında istatistiksel anlamlı bir fark göstermedi (sırasıyla $p=0,802$ ve $p=0,123$). Diğer taraftan kontrol grubu kulaklarda sVEMP dalgası implantlı olgularda hem opere taraf hem de karşı kulak ile karşılaştırıldığında anlamlı olarak yüksek oranda elde edildi (Tablo 2). P1 latans değerlerinin karşılaştırılmasında ise opere taraf değerleri kontrol grubuna göre anlamlı oranda kısa bulunurken ($p=0,046$), karşı kulak ile sağlıklı çocukların kulaklarının karşılaştırılmasında iki grup arasında fark yoktu ($p=0,746$).

Oküler VEMP testi sonuçları

Servikal VEMP bulgularına benzer şekilde, koklear implantlı çocuklarda oVEMP dalgası elde edilme oranları ve P1 latansları opere edilen ve karşı kulak arasında anlamlı bir fark yoktu (sırasıyla $p=0,078$ ve $p=0,851$). Kontrol grubu kulaklarda oVEMP dalgası implantlı olgularda hem opere taraf hem de karşı kulak ile karşılaştırıldığında anlamlı olarak yüksek oranda elde edildi (Tablo 3). N1 latans değerlerinin karşılaştırılmasında ise iki grup arasında fark yoktu ($p>0,05$).

KULAK	İMLANTLI ÇOCUK (n=35)	KONTROL (N=70)	P
OPERE TARAF			
Dalga varlığı (n)	11/35	63/70	<0,001
P1 latansı (msn)	16,12±1,38	17,32±1,82	0,046
KARŞI TARAF			
Dalga varlığı (n)	13/35	63/70	<0,001
P1 latansı (msn)	16,91±1,7	17,3±1,83	0,746

Tablo 2. Koklear implantlı ve sağlıklı çocuklarda cVEMP bulgularının karşılaştırılması

KULAK	İMLANTLI ÇOCUK (n=35)	KONTROL (N=70)	P
OPERE TARAF			
Dalga varlığı (n)	4/35	59/70	<0,001
N1 latansı (msn)	9,66±0,53	10,39±2,75	0,671
KARŞI TARAF			
Dalga varlığı (n)	11/35	59/70	<0,001
N1 latansı (msn)	10,19±1,91	10,27±2,61	0,56

Tablo 3. Koklear implantlı ve sağlıklı çocuklarda oVEMP bulgularının karşılaştırılması

5. TARTIŞMA

Koklear implant kullanan hasta sayısı giderek artış göstermektedir. Sadece total işitme kaybı olan değil, kısmi ve totale yakın işitme kaybı olup işitme cihazlarından faydalanamayan hastalar da bugün koklear implant adaydır. Günümüzde minimal invaziv operasyon teknikleri ve yeni implant teknolojileri ile komplikasyonlar oldukça nadir görülmesine rağmen koklear implant cerrahisi sonrası minör komplikasyonlar arasında sayılan vertigo oranı % 0.33 den % 75 e kadar değişmektedir (16,17). Vestibüloöküler refleksde etkilenim %23-100 arasındadır (18). Vestibüler kanal lezyonları ise %19-93 arasındadır. Çocuk hastalarda yapılan ilk çalışmaya ait olan bildirimde vestibüler etkilenim %40 civarındadır (19,20). Bizim çalışmamızı oluşturan hasta ve kontrol grubu çocuklardan oluşmakta idi. Bu çalışmamızda koklear implant sonrası denge sistemindeki uzun dönem içinde oluşan bozuklukları tespit ederek bu bozuklukların nasıl seyrettiğini gözlemlemek amaçlanmıştır.

Koklear implant sonrası denge sistemindeki bozukluğun postural stabilite ile iyileşeceğini savunan çalışmaların yanı sıra, daha iyi olacağını, ya da değişmeyeceğini belirten çalışmalar da mevcuttur. Oluşan iç kulak hasarına rağmen postural stabilitede iki yılın sonunda iyileşme olduğu görülmektedir (21,22).

Winkler (23) tek taraflı implantasyon yapılan olgularında bu etkinin işitsel uyarandaki iyileşmenin indirekt bir sonucu olabileceğini öne sürmektedir. Bizim çalışmamızdaki hastaların hepsine tek taraflı koklear implan uygulanmıştır. Schwab (24) implantın açık ve kapalı konumlarında yaptığı dinamik posturografide implantın denge skorları üzerinde olumlu etkisi olduğunu bildirmektedir. “Videohead impuls test” (vHIT) ve kalorik test “Dizziness Handicap Index” (DHI) skorları ile karşılaştırdığında vHIT’in Kİ yapılan hastalarda postoperatif dönemde vestibüler değişimi %30 oranında ortaya çıkardığı bulunmuştur (25). Bizim çalışmamızda özellikle opere olan kulak tarafında vestibüler sistemde değişiklik olduğu tespit edilmiştir.

Koklea ve vestibül süreklilik gösteren bir membranöz yapıyı sahiptir. Dolayısıyla hem hastalıklar hem de cerrahi işlemlerin bu iki bölümü de etkilemesi kaçınılmaz olacaktır. Postoperatif vertigonun en yaygın nedeninin elektrot yerleştirilmesi sırasında periferik vestibüler sistemin direkt hasarı olduğu düşünülmektedir. Fluktuan vestibülopati durumunda ise vestibüler sistemin elektriksel stimülasyonu neden olabilir. İç kulak sıvı homeostazisinde değişiklik, cerrahinin neden olduğu inflamasyon, fibrozis ve saçlı hücre kaybı diğer nedenler arasında sayılabilir. Burada unutulmaması gereken bir nokta da işitme fonksiyonunu etkileyen hastalık süreci preoperatif dönemde sıklıkla vestibüler fonksiyonu da etkilemektedir (4). Özellikle çocuklarda işitme engeli halinde, vestibüler ve kohlear son yapıların anatomik, histolojik ve fizyolojik benzerliği genetik mutasyon ve enfeksiyon gibi etkilerin her iki sistemi de değiştirebileceğini göstermektedir (7). Yazarlara göre bu oran %50 ya kadar çıkmaktadır. Preoperatif dönemde yapılan kalorik testte kulakların %25-30'unda cevap yok veya hiporefleks mevcut iken çocuk olgularda bu oran % 70'e çıkmaktadır (8). Thierry ve ark. (26) tüm hastalarına ameliyat öncesi vestibüler değerlendirim yaptıklarını, bilateral işitme kayıplı çocuk hastalarında eğer tüm koşullar eşit ise vestibüler fonksiyonların zayıf olduğu kulağı seçtiğini söylemektedir. Bizim hasta grubumuzda operasyon öncesinde böyle bir uygulama yapılmamıştır.

Ito (27) semptomların ortaya çıkış süresine göre üç tip vertigo tanımlamıştır. Erken tip; ilk 2 haftada ortaya çıkarken, uzamış tip; ilk 2 haftada başlayıp devam eder. Gecikmiş tip ise iki haftadan sonra başlamaktadır. Bizim çalışmamızda denge sistemindeki geç dönemde oluşan bozukluklar tespit edildi. Yazarların çoğu erken dönemde geçici vertigodan bahsederken Fina ve ark. (28) postoperatif dönemde %39 oranında postoperatif vertigo olduğunu diğer yazarlardan farklı olarak geç dönemde daha fazla geliştiğini bildirmektedir. Yazarlar, bu durumu endolenfatik hidrops ile ilişkilendirmektedir. Postoperatif dönemde gecikmiş intermitant dengesizlik de olabilmektedir. Koklear implantın vestibüler fonksiyonlara etkisi geçici baş dönmesi şeklinde de karşımıza çıkmaktadır (29). Bizim çalışmamızda geç dönemde hiçbir hastamızda klinik olarak vertigo olmamasına rağmen, servikal ve oküler vemp değerlerinde kontrol grubu ile istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler elde edilmiştir.

Postimplantasyon sonrası koklear ve vestibüler fonksiyonlarla ilgili klinik çalışmalar mevcutken, histopatolojik çalışmalar sınırlıdır. Tien ve Linthicum (30) tek taraflı implante edilmiş 11 temporal kemiği inceledikleri çalışmada baziller membran ve skala vestibüli hasarının vestibüler semptomlar ile yüksek korelasyon gösterdiğini vurgulamaktadır. Elektroda bağlı vestibülde fibrozis, sakküler membranda distorsiyon, yeni kemik formasyonu ve reaktif nörinom gibi histolojik değişiklikler izlenebilir. Bu çalışmada tüm hastaların preoperatif ve postoperatif vertigo, dengesizlik, ossilopsi gibi problemleri değerlendirilmiştir. ENG ve kalorik test yapılmıştır. Onbir hastanın 7 sinde sakkül hasarı, 3 ünde utrikul hasarı, 2 sinde semisirküler kanal hasarı izlenmiştir. Bu durum özellikle kemik spiral lamina veya baziller membran rüptürüne bağlanmaktadır. Yakınma olan olguların % 75' inde bazal kıvrım hasarı, vestibuler son organ hasarı söz konusudur. Eğer elektrot skala timpanide ise baziller membran ve osseöz spiral lamina hasarı yok ise minimal hasar olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada vestibüler ve koklear hasar % 54.5 olarak verilmiştir. Bu oran histopatolojik hasarın fonksiyonel testler veya anamnez ile elde edilen etkilenimin üzerinde olduğunu ispat etmektedir. Eğer skala vestibüliye elektrot geçerse hasar artmaktadır, dolayısıyla elektrodu skala timpanide tutmak önemlidir. Yine bu çalışmada şu da gösterilmiştir ki, vestibüler hasar asemptomatik de olabilmektedir. Başka bir çalışmada, sakküler otolit sistemin etkilenimi %23-100 arasında verilmektedir (31). Fizyopatolojide implant sonrası artan oksidatif stres önemli bir neden olarak karşımıza çıkmaktadır (32). Ülkemizde henüz sık olmasa da bilateral implantasyon vakalarında artış düşünülürse vestibüler yapılar daha da önem kazanmaktadır.

Vertigo insidansı ile şiddetinin değerlendirildiği çalışmada; yaş, cinsiyet, işitme kaybı nedeni ile postoperatif vertigo gelişimi arasında ilişki gözükmemektedir (29). Bizim çalışmamızda da böyle bir ilişki tespit edilmemiştir. Birman ve ark.'ın (33) çalışmasında pediatrik hasta grubunda postoperatif 1 hafta sonra hafif dizziness oranı % 8 dir. 98 hasta içinde 4 hastada geniş vestibüler akuadakt mevcut olup dizziness yakınması olan bunların ikisidir. Ito (27) serisinde multikanal implant sonrası %47 (26/45) oranında vestibüler yakınma olduğunu bildirmektedir. Bunların % 8'i uzun dönem devam etmektedir. Bizim çalışmamızda uzun dönem vertigo şikayeti

olmamasına rağmen VEMP varlığı kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Steenerson ve ark. (34) ise vestibüler yakınma oranını % 74 (35/47) olarak vermektedir. Buchman ve ark. nın (35) yaptığı derlemede hasta serilerinde baş dönmesini % 0-77 oranında vermektedir. Yazarlar kendi hastalarında 28 hastanın 8 inde kalorik cevapta azalma izlemiştir.

Enhicott ve ark. (36) çalışmasında, bu bozulma ameliyattan 4 ay sonra başlayıp 1-2 yıl kalıcı olabilir demektedir. Buna sebep olarak cerrahi teknik, elektrot şeklinin yanı sıra pek çok faktörün de sayılabileceğini öne sürmektedir. Yazarlar, yılda 65-85 arası erişkin ameliyat ettiklerini yaşlı hastaların gençlere kıyasla vestibüler hasara daha yatkın olduğunu bildirmektedir. Bizim çalışmamızdaki koklear implantlı hastalar daha genç olduğu için klinik olarak vertigo uzun dönemde tespit edilmemiştir.

Marrinan ve ark. (37) yaptıkları değerlendirmede postoperatif 1 haftadan daha uzun başdönmesi olan hastalar çalışmaya alınmıştır. Elektrot pozisyonu gevşek, uygun ve sıkı olmak üzere sınıflandırılmıştır. Takip süresi 10-39 hafta olan 70 yaş altı olgularda belirgin vestibüler değişiklik % 32 iken 70 yaş üzerinde bu oran % 33 bulunmuştur. Elektrot pozisyonu ile baş dönmesi bağlantısı saptanmamıştır. 70 yaş üzerinde DHI anlamlı olarak kötüdür. Yine kalorik cevapları da kötüdür. Yazarlar, dolayısıyla yaşlı kulak kalıcı zedelenmeye yatkındır demektedir. Bunda yaşlı hastaların oksidatif stres ile daha zor mücadele etmesi etkili olabilir. Ancak yazarlar, hastalara implant öncesi mastoidektomi yapılmasının ısı transferini değiştirdiğini, bu nedenle bu hastaların normal hastalar ile kıyaslanmasının çok da doğru olmadığını öne sürmektedir.

Koklear implant yerleştirme sırasında kullanılan cerrahi tekniklere bakıldığında, pek çok çalışmada vurgulanan bir unsur elektrodun skala timpaniye yerleştirilmesi ile vestibüler epitel reseptör fonksiyonlarının korunduğu şeklindedir. Todt ve ark. (38), Coordes ve ark. (39) tanımladıkları yuvarlak pencere tekniği ile skala timpaniye yerleştirilen elektrodun vestibüler epitelde daha az hasara yol açtığını göstermiştir.

Derin yerleşim, skala timpaninin apeksteki bölümü daha ince olduğundan risk getirebilir. Yetersiz yerleşim ise baziller membran rüptürü ve rezidüel işitme kaybı ile sonuçlanacaktır.

Yapılan çalışmalarda ve bizim çalışmamızda olduğu gibi objektif testlerde fonksiyonel problem olurken subjektif vertigo ile direkt bir korelasyon görülmemektedir. Coordes ve ark. ın (39) çalışmasında elektrodun skala vestibüliye geçmesinin vestibuler epitelde daha fazla hasara yol açtığı vurgulanmaktadır. Baziller membran burada yırtılmakta ve endolenf vestibule karışmaktadır. Yuvarlak pencere yönteminde kohleostomiye nazaran interskalar dislokasyon daha azdır. Yine elektrot insersiyon velositesi vestibüler reseptörlerin hasarına yol açabilir. Başka bir çalışmada elektrot tipinde intrakohlear final pozisyonda önemli olduğunu görmekteyiz (40). Aschendorff ve ark. (41) rotasyonel tomografi ile yaptığı çalışmasında elektrot pozisyonundaki değişimi göstermiş, ancak vestibüler fonksiyonların değişimi ile arasında ilişki araştırılmamıştır. Rotasyonel tomografi elektrot yerleşimini değerlendirmede kullanılabilir. Hızlı ve düşük radyasyon içermesi nedeni ile bilgisayarlı tomografiye ye oranla avantajlıdır. Düz radyografi hızlı, basit ve ucuz bir yöntem olarak bize elektrot yerleşimi hakkında bilgi verebilir. Bununla beraber yerleşim derinliğinin postoperatif denge ve vestibüler semptomlar ile ilişkisi üzerine olası bir etki bulunamamıştır. En olası senaryo elektrodun baziller membranı yırtarak interskalar dislokasyonudur. Buna bağlı olarak iç kulağın homeostasisi bozulmaktadır. Diğer etkili faktör insersiyonun açısı ve hızıdır. Skala timpani içerisindeki, elektrod skala vestibüliye geçebilir.

Tek kanallı implantta Eisenberg ve ark. (43) vestibüler sistemin etkilenmediğini belirtmektedir. Van Den Broek ve ark. (42) 6 kanallı elektrodta postoperatif vestibüler hasarın olduğunu, postoperatif vestibuler fonksiyon kaybının % 60'a kadar çıkabileceğini bildirmektedir. Brey ve ark. (21) 40 yetişkin ve 7 çocukta yaptığı multikanal implantta preop ve postop kalorik test yapmıştır. Yazarlar, %41 hastada postoperatif defisit saptamıştır. Kalorik defisit oranları Huygen ve ark. tarafından (44) % 31, Chiong ve ark. (45) tarafından % 19 olarak bildirilmektedir. Bizim

çalışmamızda kullanılan implantların hepsi çok kanallı implantlar olmasına rağmen klinik olarak belirgin bir vertigo tespit edilmemiştir.

Vestibüler disfonksiyon özellikle cerrahi sonrası birkaç hafta veya ay sonrası iyileşme gösterir. İyileşmede santral vestibüler adaptasyon rol alır (46). Yapılan çalışmalarda vertigo nedeni ile implant kararında değişikliğe gidilmediği görülmektedir. Genellikle semptomatik tedavi yoluna gidilmektedir. Vestibülookuler refleksi kuvvetlendirici egzersizler, bakış stabilizasyon egzersizleri önerilmektedir (47). González-Navarro ve ark. (48) 25 hastasında geç dönem 1. aydan sonra ortaya çıkan vertigoyu değerlendirmişler, 25 hastanın 20 sinde semptomların standart vestibüler rehabilitasyon ile düzeldiğini ifade etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da hastalarda oluşan vertigo hepsinde uzun dönem içinde kendiliğinden düzeldiği tespit edilmiştir.

Koklear implantasyon sonrası denge problemleri hiç de az olmayan bir komplikasyon olarak karşımıza çıkmaktadır. Hastaların mevcut işitme kaybına ek olarak vestibüler son organda etkilenmelerin olması, cerrahi teknik ki özellikle elektrodun yerleştirilmesi sırasındaki hasar oluşması önemli nedenler olarak görülmektedir. Semptomların önemli bir kısmı geçici olmaktadır, şiddeti de nadiren günlük yaşamı uzun süreli etkileyecek boyuttadır. Uygun egzersizler ve medikal tedavi ile şikayetler de azalma ya da kaybolma sağlanmaktadır. Koklear implantasyon öncesi hastalar cerrahi sonrası olası baş dönmesi semptomları açısından bilgilendirilmelidir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER:

1. Bu çalışmada koklear implant cerrahisi uygulanan hastalarda uzun dönemde vestibüler sistemin çalışması oküler ve servikal VEMP testleriyle değerlendirilmiştir.
2. 18 yaş altı takip edilen ve koklear implant uygulandıktan sonra bir yıl geçen 35 koklear implant hastası ve hikayesinde vestibüler sistemle ilgili herhangi bir yakınması olmayan 35 gönüllü 18 yaş altı sağlıklı kişi çalışmaya alınmıştır.
3. Koklear implantlı çocuklarda cVEMP dalgası elde edilme oranları ve P1 latansları opere edilen ve karşı kulak arasında istatistiksel anlamlı bir fark göstermedi (sırasıyla $p=0,802$ ve $p=0,123$).
4. Diğer taraftan kontrol grubu kulaklarda cVEMP dalgası implantlı olgularda hem opere taraf hem de karşı kulak ile karşılaştırıldığında anlamlı olarak yüksek oranda elde edildi. P1 latans değerlerinin karşılaştırılmasında ise opere taraf değerleri kontrol grubuna göre anlamlı oranda kısa bulunurken ($p=0,046$), karşı kulak ile sağlıklı çocukların kulaklarının karşılaştırılmasında iki grup arasında fark yoktu ($p=0,746$).
5. Koklear implantlı çocuklarda oVEMP dalgası elde edilme oranları ve P1 latansları opere edilen ve karşı kulak arasında anlamlı bir fark yoktu (sırasıyla $p=0,078$ ve $p=0,851$). Kontrol grubu kulaklarda oVEMP dalgası implantlı olgularda hem opere taraf hem de karşı kulak ile karşılaştırıldığında anlamlı olarak yüksek oranda elde edildi. N1 latans değerlerinin karşılaştırılmasında ise iki grup arasında fark yoktu ($p>0,05$).
6. Yapılan çalışmada elde edilen bulgular ışığında koklear implant hastalarında vestibüler sistemde disfonksiyonun da eşlik edebileceği söylenebilir. Hastaların operasyon öncesi mevcut olan koklear etkilenim kadar vestibüler son organda da etkilenmelerin olması, cerrahi sırasında hasar oluşması denge sorunlarının oluşmasında önemli nedenler olarak görünmektedir. Semptomların önemli bir kısmı geçici ve orta şiddette olmaktadır. Tedavide uygun egzersizler ve medikal tedavi ile şikâyetlerde büyük oranda azalma ya da kaybolma sağlanmaktadır. Çalışmalara operasyon öncesi değerlendirmelerin de eklendiği daha geniş sayıda hasta gruplarıyla devam edilmelidir.

7. KAYNAKLAR:

1. Çelik O. Koklear implantasyon, Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi, Turgut Yayıncılık, İstanbul, 2002, 326-338.
2. Belgin E. İşitme kayıpları, Temel Odyoloji, Güneş Tıp Kitapevi, Ankara, 2015,301-323.
3. Yorgancılar E, Yıldırım M, Gün R et al. Analysis of 36 patients underwent cochlear implantation surgery. Dicle Medical Journal, 39 (2): 262-268, 2012.
4. González-Navarro M, Manrique-Huarte R, Manrique-Rodríguez M et al. Long-term follow-up of late onset vestibular complaints in patients with cochlear implant. Acta Oto-Laryngologica. 135: 1245–1252, 2015.
5. Buchman CA, Joy J, Hodges A, Telischi FF et al. Vestibular Effects of Cochlear Implantation. Laryngoscope, 114(Suppl. 103):1–22, 2004.
6. Psillas G, Pavlidou A, Lefkidis N et al. Vestibular evoked myogenic potentials in children after cochlear implantation. Auris Nasus Larynx 41; 432–435, 2014.
7. Jin Y, Nakamura M, Shinjo Y et al. Vestibular-evoked myogenic potentials in cochlear implant children. Acta Oto-Laryngologica, 126: 164-169, 2006.
8. Abouzayd M, Smith PF, Moreau S et al. What vestibular tests to choose in symptomatic patients after a cochlear implant? A systematic review and meta-analysis. Eur Arch Otorhinolaryngol, DOI 10.1007/s00405-016-4007-4.
9. Hızal E, H. Erbek S, Özlüoğlu LN. Vestibular Evoked Myogenic Potentials. Bozok Med J, 1(1):26-37, 2014.
10. Akyıldız N. Kulak hastalıkları ve mikrocerrahisi I. Bilimsel Tıp Yayınevi, Ankara, 1998.
11. Öz I. Meniere hastaları ve sağlıklı erişkinlerde gliserol testi ile vemp ve odyoloji bulgularında olası değişikliklerin karşılaştırılması. Yüksek lisans tezi, Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Ankara, 2012.
12. Khan FK, Balraj A, Lepcha A. Vestibular evoked myogenic potential in sudden sensorineural hearing loss. Indian Journal of Otology, 19; 2, 2013.
13. Heydari N, Hajiabolhassani F, Fatahi J et al. Vestibular evoked myogenic potentials in patients with rheumatoid arthritis. MJIRI, 29; 216, 2015.

14. Bayazit YA, Celenk F, Gündüz AG, et al.. Vestibular evoked myogenic potensials in patients with fibromyalgia syndrome. *J Laringol Otol* 124, 610-615, 2010.
15. Özdemir S. Koklear implant uygulanan hastaların işitsel performans analizleri. Uzmanlık Tezi. Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Adana, 2006.
16. Kempf HG, Tempel S, Johann K. Complications of cochlear implant surgery in children and adults. *Laryngorhinootologie* 1999; 78:529–37.
17. Vibert D, Hausler R, Kompis M. Vestibular function in patients with cochlear implantation. *Acta Otolaryngol Suppl.* 2001; 22:842-34.
18. Basta D, Todt I, Goepel F. Loss of saccular function after cochlear implantation: the diagnostic impact of intracochlear electrically elicited VEMP. *Audiol Neurootol.* 2008; 13: 187-92.
19. Filipo R, Patrizi M, La Gamma R. Vestibular impairment and cochlear implantation. *Acta Otolaryngol* 2006;126:1266-74.
20. Jacot E, Van Den Abeele T, Debre HR. Vestibular impairments pre and post-cochlear implant children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2009; 73: 209-17.
21. Brey RH, Facer GW, Trine MB. Vestibular effects associated with implantation of a multiple channel cochlear prothesis. *Am J Otol.*1995;16:424-430
22. Abramides PA, Bitter RS, Tsuji RK. Caloric test as a predictor tool of postural control in CI users. *Acta Otolaryngol* 2015;135:685-91.
23. Winkler CP, Lion A, Verient BM. Effects of unilateral cochlear implantation on balance control and sensory organization in adult patients with profound hearing loss. *BioMed Res Int* 2015;621845.
24. Schwab B, Durisin M, Kontorinis G. Investigation of balance function using dynamic posturography under electrical-acoustic stimulation in cochlear implant recipients. *Int J Otolaryngol* 2010;978594.
25. Caletrio B, Kulmpp M, Santacruz Ruiz S. Vestibular function in cochlear implantation: Correlating objectiveness and subjectiveness. *Laryngoscope* 2015;125:2371-5.
26. Thierry B, Blanchard M, Leboulanger N. Cochlear implantation and vestibular function in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2015;79:101-4.

27. Ito J. Influence of the multichannel cochlear implant on vestibular functions. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1998;118:900-2.
28. Fina M, Skinner M, Goebel JA. Vestibular dysfunction after cochlear implantation. *Otol Neurotol* 2003; 24:234-42.
29. Krause E, Louza R, Wectenbrunch J. Incidence and quality of vertigo symptoms after cochlear implantation. *J Laryngol Otol* 2009; 123: 278–282
30. Tien HC, Linthicum FH. Histopathologic changes in the vestibule after cochlear implantation. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2002;127:260-4
31. Robard L, Hitier M, Lebas C. Vestibular function and cochlear implant. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2015;272: 523-30.
32. Eshraghi AA, Polak M, He J, et al. Pattern of hearing loss in a rat model of cochlear implantation trauma. *Otol Neurotol* 2015;26:442-7.
33. Birman CS, Gibson WP, Elliott EJ. Pediatric cochlear implantation: associated with minimal postoperative pain and dizziness. *Otol Neurotol* 2015; 36: 220-222.
34. Steenerson RL, Cronin GW, Gary LB. Vertigo after cochlear implantation. *Otol Neurotol* 2001; 22:842 -843
35. Buchman CA, Joy J, Hodges A, et al. Vestibular effects of cochlear implantation. *Laryngoscope* 2004;114:S1-22.
36. Enticott JC, Tari S, Koh SM, et al. Cochlear implant and vestibular function. *Otol Neurotol* 2006; 27: 824-830
37. Marrinan MS, Roland JT, Reitzen SD, et al. Degree of modiolar coiling, electrical thresholds, and speech perception after cochlear implantation. *Otol Neurotol* 2004;25:290-294
38. Todt I, Basta D, Ernst A. Does the surgical approach in cochlear implantation influence the occurrence of postoperative vertigo. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2008; 138: 8–12
39. Coordes A, Ernst A, Brademann G, et al. Round window membrane insertion with perimodiolar cochlear implant electrodes *Otol Neurotol* 2013; 34: 1027–1032
40. Ströver T, Issing P, Graurock G. Evaluation of the advance off-styler insertion technique and the cochlear insertion tool in the temporal bones. *Otol Neurotol* 2005; 26: 1161-70.

41. Asshendorff A, Kubale R, Turowsk B. Quality control after cochlear implant surgery by means of rotational tomography. *Otol Neurotol*. 2005; 26: 34-37.
42. Van Den Broek P, Huygen PLM, Mens LHM, et al. Vestibular function in cochlear implant patients. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1993;113:263-5.
43. Eisenberg LS, Nelson Jr., House WF. Effects on the single-electrod cochlear implant on the vestibular system of the profoundly deaf adult. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1982;91:47-54.
44. Huygen PLM, Hinderink JB, Van Den Broek P, et al. The risk of vestibular function loss after intracochlear implantation. *Acta Otolaryngol* 1995;520(Suppl):270-2.
45. Chiong CM, Nedzilski JM, McIlmoyl LD, et al. Electrooculographic findings pre and post cochlear implantation. *J Otolaryngol* 1994;23:447-9.
46. Fina M, Skinner M, Goebel JA. Vertigo and cochlear implantation. *Otol Neurotol* 2003; 24: 234-42.
47. Enticott CT, O'Leary SJ, Briggs RJ. Effects of vestibulo-ocular reflex exercises on vestibular compensation after vestibular schwannoma surgery . *Otol Neurotol* 2005; 26: 265-269
48. González-Navarro M, Manrique-Huarte R, Manrique-Rodríguez M, Huarte-Irujo A, Pérez-Fernández N. Long-term follow-up of late onset vestibular complaints in patients with cochlear implant.