



T.C

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ KULAK BURUN BOĞAZ

HASTALIKLARI ANABİLİ DALI

ODYOLOĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**TEK TARAFLI PERİFERİK VESTİBÜLER BOZUKLUĞU OLAN
HASTALARDA STATOKİNESİGRAM VE PARAMETRELERİNİN
VİDEO BAŞ SAVURMA TESTİ VE OTOLİTİK REFLEKSLERLE
OLAN KORELASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

CANAN ÇÖPÜRGENSLİ

ANKARA-2018



T.C

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ KULAK BURUN BOĞAZ

HASTALIKLARI ANABİLİ DALI

ODYOLOJİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**TEK TARAFLI PERİFERİK VESTİBÜLER BOZUKLUĞU OLAN
HASTALARDA STATOKİNESİGRAM VE PARAMETRELERİNİN
VİDEO BAŞ SAVURMA TESTİ VE OTOLİTİK REFLEKSLERLE
OLAN KORELASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

CANAN ÇÖPÜRGENSLİ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Levent Naci ÖZLÜOĞLU

ANKARA-2018



T.C
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

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

Tez Savunma Tarihi: 26/12/2018

Tez Konusu: “Tek Taraflı Periferik Vestibüler Bozukluğu Olan Hastalarda, Statokinesigram ve Parametrelerinin; Video Baş Savurma Testi ve Otolitik Reflekslerle Olan Korelasyonu”

TEZ DANIŞMANI: **Prof. Dr. Levent Naci ÖZLÜOĞLU**

TEZ JÜRİSİ ÜYELERİ

Prof. Dr. Levent Naci Özlüoğlu

Başkent Üniversitesi

Prof. Dr. Hatice Seyra Erbek

Başkent Üniversitesi

Prof. Dr. Gülsüm Aydan Genç

Hacettepe 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 ~~28~~ / ~~12~~ / 2018 tarih ve ~~60-4~~ Karar Sayısı ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Fatma Belgin ATAÇ
Enstitü Müdürü



BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS / DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 09/01/2019

Öğrencinin Adı, Soyadı : Canan ÇÖPÜRGENSLİ

Öğrencinin Numarası : 21610191

Anabilim Dalı : Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı

Programı : Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Programı

Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı : Prof. Dr. Levent Naci Özlüoğlu

Tez Başlığı : Tek Taraflı Periferik Vestibüler Bozukluğu Olan Hastalarda Statokinesigram ve Parametrelerinin Video Baş Savurma Testi ve Otolitik Reflekslerle Olan Korelasyonu

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans/Doktora tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 60 sayfalık kısmına ilişkin, .16 / .11 / 2018 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 9'dur.

Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimedenden 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

09/01/2019

Öğrenci Danışmanı Unvan, Ad, Soyad,

Prof. Dr. Levent Naci Özlüoğlu
Diyadinin
Kulak/Burun/Boğaz Uzmanı

TEŞEKKÜR

‘Odyoloji’ ile tanışmama vesile olarak hayatıma dokunan ve yön veren, bu çalışmanın konusunun belirlenmesinde ve hazırlanma sürecinin her aşamasında değerli bilgilerini ve zamanını benden esirgemeyen, çalışmanın başlangıcından sonlandırıldığı ana kadar karşılaştığım her türlü sorunun aşılmasında bana yardımcı olan ve bilime katkıda bulunmamı sağlayan, yanında çalışmaktan onur duyduğum ve her an minnettar hissettiğim; ayrıca tecrübelerinden yararlanırken göstermiş olduğu hoşgörü ve sabırdan dolayı çok değerli Hocam, Bayındır Hastanesi Kulak Burun Boğaz Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Osman Nuri Özgirgin’e,

Yüksek lisans eğitimim boyunca, engin tecrübe ve bilgi birikimiyle her zaman bana destek olan ve beni yönlendiren, çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren, danışmanım olması sebebiyle her zaman gurur duyduğum ve güçlü hissetmemi sağlayan, sadece Hocam olarak değil, insani yönden zenginliğini ve hayata bakışını örnek ve ilham aldığım, çok kıymetli Hocam, Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Levent Naci Özlüoğlu’na,

Tez yazacak bilgi ve donanıma sahip olmamı sağlayarak zemin hazırlayan, yüksek lisans eğitimim boyunca değerli zamanlarını esirgemediği bilgi ve birikimlerini paylaşarak yol gösteren, çok değerli hocalarım Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Bölümü Anabilim Dalı öğretim üyelerinden, Sayın Prof. Dr. Hatice Seyra Erbek’e, Sayın Prof. Dr. Selim Sermed Erbek’e, Sayın Doç. Dr. Evren Hızal’a, Sayın Prof. Dr. Adnan Fuat Büyüklü’ye,

Kendileriyle çalıştığım için özel hissettiğim, bu süreçte takip ettikleri hastaların çalışmaya yönlendirilmesini sağlayarak desteklerini sürekli hissettiğim, Sayın Doç. Dr. Tuncay Özçelik’e, Sayın Op. Dr. Mustafa Konaklıoğlu’na,

Tez yazım sürecimde her anlamda yanımda olan, desteğini ve gücünü hissettirerek bana güven veren Sayın Burak Gökalp’e,

Akademik bilgi ve deneyimlerini paylaşarak beni yönlendiren, her türlü nazımı çeken kadim dostum Sayın Doç. Dr. Gözde Gür Yağcı’ya,

Hayatımın her aşamasında olduğu gibi, tez çalışmalarım sırasında da gerekli dayanışma ve sevgiyi göstererek varlıklarını her an hissettiren ve maddi manevi her türlü desteği veren, Sevgili Annem’e, Sevgili Babam’a ve canım Abim’e sonsuz teşekkür ederim.

ÖZET

Periferik vestibüler bozukluklar, vestibüler labirent ya da vestibüler sinirlerdeki patolojilerden kaynaklanır. Bu bozukluklarda, vertigo, postüral instabilite ve denge kaybı gibi semptomlar görülmektedir. Vestibüler sistemin değerlendirilmesinde, detaylı öykü ve fizik muayenenin yanı sıra, sıklıkla kullanılan birkaç test bulunmaktadır. Literatürde bu testlerin birbiriyle ilişkisini inceleyen herhangi bir çalışma bulunmaması bizde bu araştırmayı yapma ihtiyacı doğurmuştur.

Bu çalışmanın amacı, tek taraflı periferik vestibüler bozukluğu olan hastalarda, statokinesigramın ne ölçüde etkilendiğini incelemektir. Bu bağlamda, dinamik/ statik postürografi ile tek taraflı vestibüler bozukluğu tanısına katkıda bulunan video baş savurma testi (VHIT) ve vestibüler uyarılmış myojenik potansiyeller (VEMP) testlerinin ilişkisini incelemektir.

Bu çalışma “tek taraflı periferik vestibüler bozukluk” tanısı almış, semptomları en az üç aydır devam eden ve yaşları 40 ile 82 yaş arasında değişen 30 hastanın katılımı ile gerçekleştirildi. Hastalara; statokinesigram (SKG), stabiliteninin limiti testi (limits of stability), öne-arkaya postüral stabilite, sağa-sola postüral stabilite alt parametrelerini içeren statik/dinamik sensoryal organizasyon testleri (dinamik postürografi); semisirküler kanalların VOR kazanç ve ortalama hız parametrelerini içeren VHIT ve servikal- oküler VEMP testleri uygulandı. Dinamik postürografi; farklı koşullardaki postüral stabiliteyi, VHIT; kanalların VOR kazanç ve fonksiyonlarını; VEMP testleri ise, otolit fonksiyonunu ölçmekteydi. Değişkenler arasındaki doğrusal ilişki pearson korelasyon analizi ile incelendi.

Analizler sonucunda, arkaya stabilite limiti ile posterior kanal hız ölçümleri arasında negatif yönlü, orta derecede ($r=-0,555$; $p=0,032$); sola stabilite limiti ile anterior ve lateral kanal hızları arasında pozitif yönlü orta derecede ($r=0,528$; $p=0,043$ / $r=0,549$; $p=0,034$); anterior kanal kazancı ile servikal VEMP dalga latansları arasında negatif yönlü kuvvetli derecede ($r=-0,807$; $p=0,015$ / $r=-0,767$; $p=0,026$); gözler açık SKG alanı ile servikal VEMP N1 dalga amplitudu arasında pozitif yönlü, çok yüksek derecede ($r=0,826$; $p=0,011$); gözler açık ön-arka postüral stabilite ile posterior kanal hızı arasında negatif yönlü, yüksek derecede ($r=-0,643$; $p=0,010$); gözler kapalı ön-arka postüral stabilite ile anterior kanal kazancı arasında, negatif yönlü, orta derecede ($r=-0,580$; $p=0,024$); gözler kapalı ön-arka postüral stabilite ile posterior kanal hızı arasında, negatif yönlü, yüksek derecede ($r=-0,661$; $p=0,007$); örümcek ön-arka postüral stabilite ile posterior kanal hızı arasında negatif yönlü, yüksek derecede ($r=-$

0,614; p=0,015); servikal VEMP P1 dalga amplitudu ile örümcek sağ-sol postüral stabilite ve laterak kanal hızları arasında negatif yönlü yüksek derecede ($r=-0,772$; $p=0,025$ / $r=-0,843$; $p=0,009$); stabilite limiti total alanı ile anterior kanal hızı arasında pozitif yönlü, orta derecede ($r=0,574$; $p=0,025$); lateral kanal kazancı ile servikal VEMP dalga latansları arasında negatif yönlü yüksek derecede ($r=-0,780$; $p=0,022$; $r=-0,722$; $p=0,043$); gözler açık SKG alanı ile lateral ve anterior kanal hızları arasında pozitif yönlü orta derecede ($r=0,534$; $p=0,040$; $r=0,602$; $p=0,018$); gözler kapalı ön-arka postüral stabilite ile lateral kanal hızı arasında pozitif yönlü orta derecede ($r=0,520$; $p=0,047$); gözler kapalı sağ-sol postüral stabilite ile servikal VEMP P1 latansı arasında negatif yönlü, çok yüksek derecede ($r=-0,835$; $p=0,010$); örümcek SKG alanı ile anterior kanal hızı arasında pozitif yönlü, orta derecede doğrusal ilişki bulunmuştur ($r=0,614$; $p=0,015$).

Çalışmanın bulguları dikkate alındığında, tek taraflı periferik vestibüler bozukluğu olan hastalarda, dinamik postürografi alt parametrelerinden sitatokinesigramın, farklı ölçülerde etkilendiği ve VHIT ile VEMP testleri ile farklı kuvvetlerde ilişkili olduğu bulunmuştur. Bu sonuçların, vestibüler rehabilitasyon programlarının planlanması aşamasında dikkate alınmasını önermekteyiz.

Anahtar Sözcükler: Dinamik Postürografi, Video Baş Savurma Testi (VHIT), VEMP, Vestibüler Rehabilitasyon, Statokinesigram (SKG), stabilite limitleri (LOS), periferik vestibüler hastalıklar

ABSTRACT

Peripheral vestibular disorders are resulted from vestibular labyrinth or vestibular nerve pathologies. In these disorders, it is also possible to observe symptoms such as vertigo, postural instability and poor balance. Some other tests exist for evaluating vestibular system as well as detailed medical history and physical examination. Not finding any studies investigating the relation between these tests in literature created a need to conduct this study.

The aim of this study are to examine the level of effect that statokinesigram (SKG) has exposed on patients having Unilateral Peripheral Vestibular Disorder (UPVD), in this context, to investigate the relation between Video Head Impulse Test (VHIT) and Vestibular Evoked Myogenic Potential (VEMP) Test, which contributes diagnosis of UPVD and Static / Dynamic Posturography.

This study has been conducted with 30 patients whose ages differ between 40-82 years and diagnosed UPVD, and their symptoms lasting at least 3 months. Static/ Dynamic Sensory Organization Test (SOT) including sub-parameters of SKG, Limits of Stability (LOS) Test, antero-posterior postural stability, medio-lateral postural stability, VHIT including VOR gains and head velocity and cervical-ocular VEMP tests were all administered to patients. Dynamic Posturography assesses postural stability in different conditions, VHIT assesses VOR gains and functions of canals, VEMP assesses otoliths functions. Linear correlation between variations was examined with Pearson Correlation Analysis.

Regarding the analysis in this study shows that a negative correlation-moderate degree ($r=-0.555$; $p=0.032$) has been found between LOS posterior and posterior SSC peak head velocity, and a positive correlation-moderate degree ($r=0.528$; $p=0.043$ / $r=0.549$; $p=0.034$) between LOS left and Anterior/ Lateral SSC peak head velocity. In addition to this, a negative correlation-high degree ($r=-0.807$; $p=0.015$ / $r=-0.767$; $p=0.026$) between Anterior SSC VOR gain and cervical VEMP Latans, and a positive correlation-high degree ($r=0.826$; $p=0.011$) between eyes open SKG area and cervical VEMP N1 Amplitude, and a negative correlation-high degree ($r=-0.643$; $p=0.010$) between eyes open antero-posterior postural stability and posterior SSC peak head velocity have been observed. In addition correlations were following; a negative correlation-moderate degree ($r=-0.580$; $p=0.024$) between eyes closed antero-posterior postural stability and Anterior SSC VOR gain, and a negative correlation-high degree ($r=-0.661$; $p=0.007$) between eyes closed antero-posterior postural stability and posterior SSC peak head velocity, and a negative correlation-high degree ($r=-0.614$; $p=0.015$)

between cobweb antero-posterior postural stability and posterior SSC peak head velocity, and a negative correlation-high degree ($r=-0.772$; $p=0.025$ / $r=-0.843$; $p=0.009$) cervical VEMP P1 amplitude and cobweb right-left postural stability / lateral SSC peak head velocity have been found. Additionally, a positive correlation-moderate degree ($r=0.574$; $p=0.025$) between LOS total area and anterior SSC peak head velocity, and a negative correlation-high degree ($r=-0.780$; $p=0.022$; $r=-0.722$; $p=0.043$) between lateral SSC VOR gain and cervical VEMP latans, and a positive correlation-moderate degree ($r=0.534$; $p=0.040$; $r=0.602$; $p=0.018$) between eyes open SKG area and lateral/anterior SSC peak head velocity have been come by. Finally, this study has come up with a positive correlation-moderate degree ($r=0.520$; $p=0.047$) between eyes closed antero-posterior postural stability and lateak SSC peak head velocity, and a negative correlation-high degree ($r=-0.835$; $p=0.010$) between eyes closed medio-lateral postural stability and cervical VEMP P1 latans, and a positive correlation-moderate degree ($r=0.614$; $p=0.015$) between cobweb SKG area and anterior SSC peak head velocity.

In line with these findings, this study presents that SKG being sub-parameters of Dynamic Posturography has been affected in various degrees in patients experiencing UPVD, and SKG has a correlation with VHIT and VEMP in various degrees. We strongly suggest these findings to be taken into consideration in planning of vestibular rehabilitation programs.

Key words: Dynamic Posturography, Video Head Impulse Test (VHIT), Vestibular Evoked Myogenic Potentials (VEMP), Vestibular Rehabilitation, Statokinesigram (SKG), Limits of Stability (LOS) Test, Peripheral Vestibular Disorders

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No:
TEŞEKKÜR	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR VE SİMGELER	viii
ŞEKİL LİSTESİ	x
TABLO LİSTESİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Vestibüler Sistem Anatomisi ve Fizyolojisi	3
2.1.1. Vestibüler Sistem Anatomisi	3
2.1.2. Vestibüler Sistem Fizyolojisi	6
2.2. Periferik Vestibüler Hastalıklar	14
2.2.1. Benign Paroxysmal Positional Vertigo (BPPV)	14
2.2.2. Meniere Hastalığı	15
2.2.3. Vestibüler Nörit	15
2.2.4. Diğer Periferik Vestibüler Bozukluklar	15
2.3. Videonistagmografi (VNG)	16
2.4. Video Baş Savurma Testi (VHIT)	16
2.5. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP)	18
2.5.1. Servikal Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (cVEMP)	19
2.5.2. Oküler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (oVEMP)	21
2.6. Dinamik Postürografi	23
3. GEREÇ VE YÖNTEM	26
3.1. Video Head Impulse Test (VHIT) Tekniği	27
3.1.1. Genel Prensipler ve Uygulama	30
3.1.2. Terminoloji	31

3.2. VEMP Test Tekniği	34
3.2.1. Servikal VEMP Test Tekniği	34
3.2.2. Oküler VEMP Test Tekniği	36
3.3. Bilgisayarlı Dinamik Postürografi	38
3.4. İstatistiksel Değerlendirme	42
4. BULGULAR	43
4.1. Olguların Demografik Özellikleri	43
4.2. Ölçüm Değerlerinin Korelasyonu	43
4.3. Cinsiyet Gruplarına ve Hastalık Tarafına Göre, İstatistiksel Olarak Anamlı Çıkan Parametreler	47
5. TARTIŞMA	52
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	58
7. KAYNAKLAR	61

KISALTMALAR VE SİMGELER

BPPV: Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigo

VNG: Video Nistagmografi

VHIT: VHIT

VEMP: Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyel

VOR: Vestibülo Oküler Refleks

cVEMP: Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyel

oVEMP: Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyel

SKG: Statokinesigram

dSOT: Dinamik Duyu Organizasyon Testi

SSK: Semi Sirküler Kanal

r-VOR: Rotasyonel Vestibülo Oküler Refleks

t-VOR: Translasyonel Vestibülo Oküler Refleks

HIT: Head Impulse Test

sn: Saniye

Hz: Hertz

msn: Milisaniye

SKM: Sternocleidomastoid Kası

EMG: Elektromiyografi

SPL: Sound Pressure Level

dB: Desibel

nHL: Normal Hearing Level

RALP: Right Anterior-Left Posterior, Sağ Anterior-Sol Posterior

LARP: Left Anterior-Right Posterior, Sağ anterior- Sol Posterior

mm: Milimetre

cm: Santimetre

SPS: Synapsys Postürografi Sistem

LOS: Limits of Stability



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1. Sağ membranöz labirent	5
Şekil 2.2. Tip 1 ve tip 2 saçlı hücreler, sterosilya ve kinesilyum dizilimleri	7
Şekil 2.3. Ewald'ın 2. Kanunu	9
Şekil 2.4. Sakkül ve Ütrikül yerleşimi	9
Şekil 2.5. Otolit membran makulası	10
Şekil 2.6. Sol horizontal kanal VOR çalışma prensibi	12
Şekil 2.7. oVEMP ve cVEMP Refleks yolları (Sol taraf uyarımlı)	22
Şekil 3.1. Videonistagmografi (VNG) test tekniği	27
Şekil 3.2. VHIT Ulmer kamera sistemi	28
Şekil 3.3. VHIT Ulmer kamera sistemi ile Horizontal kanalların değerlendirilmesi	29
Şekil 3.4. Vertikal SSK'ların değerlendirilmesi (LARP testi)	29
Şekil 3.5. Vertikal SSK'ların değerlendirilmesi (RALP testi)	30
Şekil 3.6. Kanalogram ve her bir kanalın ortalama VOR kazançları	31
Şekil 3.7. Örnek Kanalogram	32
Şekil 3.8 Pozisyon Grafiği	33
Şekil 3.9 Hız Grafiği	33
Şekil 3.10 Kazanç Grafiği	34
Şekil 3.11 cVEMP elektrot yerleşimi	34
Şekil 3.12 SKM kas aktivasyonu (cVEMP test uygulaması)	35
Şekil 3.13 Bir olgunun sol kulak cVEMP test trasesi	35
Şekil 3.14 Kliniğimizde uygulanan cVEMP setup değerleri	36
Şekil 3.15 oVEMP elektrot yerleşimi (Sağ taraf kayıt için)	36

Şekil 3.16 Bir olgunun sağ ve sol oVEMP test traseleri	37
Şekil 3.17 Kliniğimizde uygulanan oVEMP setup değerleri	38
Şekil 3.18 Synapsys Postürografi Sistem	39
Şekil 3.19 Dinamik Sensöri Organizasyon Test değerlendirme parametreleri	40
Şekil 3.20 A: Örnekte, hastanın test boyunca basınç merkezinin yerdeğişirmesinin SKG gösterimi; B: SKG alanı normal sınırlardadır (aksi durumda SKG alanı kırmızı olarak gösterilir)	41
Şekil 3.21 kırmızı nokta test boyunca basınç merkezinin ortalama pozisyonunu gösterir. Bu örnekte, hastanın ön-arka eğilimi normal sınırlardayken, sola gitme eğilimi mevcuttur.	41
Şekil 3.22 Limits of Stability Test	42

TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1. Olguların demografik özellikleri	43
Tablo 4.2. Bireylerin ölçüm korelasyonları	47
Tablo 4.3. Cinsiyet gruplarına ve hastalık tarafına göre bireylerin ortalama değerleri	51



1. GİRİŞ

Periferik vestibüler bozukluklar, vestibüler labirentler ya da 8. kranial sinirdeki patolojilerden kaynaklanırken; santral vestibüler bozukluklar, merkezi sinir sistemi yolunda ya da vestibüler nükleusların yukarısında herhangi bir yerin etkilenmesi sonucu oluşur. Vertigo, oldukça sık görülen bir semptomdur. Her dört sağlıklı bireyden bir tanesinde, günlük yaşam aktiviteleri sırasında baş dönmesi yakınmaları kaydedilirken, 70 yaş civarında kadınların %36'sında, erkeklerin ise %29'unda; 88-90 yaş civarındaki populasyonun ise %45-50'si denge sorunları yaşamaktadır (1,2). Sıklıkla görülen tek taraflı vestibüler bozukluklar; BPPV (Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigo), meniere, vestibüler nörit, vestibüler migren, otoimmün iç kulak hastalıkları ve labirent travmasıdır (3).

Vestibüler sistemin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan test bataryası içerisinde, dinamik postürografi, Video Nistagmografi (VNG), Video Baş Savurma Testi (VHIT) ve Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP) yer almaktadır.

Video Baş Savurma Testi, semisirküler kanal disfonksiyonlarını belirlemek için kullanılan yeni bir araçtır. VHIT değerlendirmesinde hızlı baş hareketi ile göz hareketi arasında kanallar düzleminde ilişki incelenmektedir. VHIT, vestibülo-oküler refleks (VOR) ölçümleri için altın standart olarak kabul edilmektedir. Eğer periferik vestibüler sistem normal durumda ise, test sonucunda normal VOR bulguları gözlemlenmektedir. Eğer normal durumda değil ise, periferik vestibüler hipofonksiyonun olduğu tarafa doğru refleksif sakkadlar meydana gelir. Bunun sebebi, ipsilateral tarafta VOR'in zayıflığı ve kontralateral taraftan kaynaklanan inhibitör sinyalin, rotasyon sırasında bakış stabilitesini sağlamaya yetmemesidir. VHIT ölçümleri, göz hareketlerinin küçük, hafif, yüksek hızlı bir dijital kamera ile kayıt edilmesi temeline dayanmaktadır (4,5,6).

Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP), 1992 yılında tanımlanmış ve vestibüler sistem bütünlüğünün değerlendirilmesinde değerli bir araç olarak nörootoloji alanında önemli katkılar sağlamıştır. VEMP testi, periferik

vestibüler uç organların uyarılması ile tetiklenen miyojenik refleks cevaplarının ölçülmesi temeline dayanır. Refleks cevabı M. sternocleidomastoideus üzerinden ölçülüyorsa servikal VEMP (cVEMP), ekstraoküler kaslar üzerinden ölçülüyorsa oküler VEMP (oVEMP) olarak isimlendirilir (8).

Postürografi, postüral performans ile ilgili veri sağlayan, önemli bir değerlendirme yöntemidir. Dengenin devam ettirilmesi, visual, vestibüler ve somatosensöriyel sistemlerden gelen bilgilerin, merkezi sinir sistemi tarafından yorumlanıp, uygun cevap oluşturulması ile mümkündür. Bilgisayarlı dinamik postürografi tüm bu sistemleri ayrı ayrı analiz ederek, hastanın postüral kontrol mekanizmalarını değerlendirmeye olanak tanır. Elektronik dijital bilgisayar ile kontrol edilen bu sistem; çeşitli test durumlarındaki (gözler açık, gözler kapalı vs), postüral sınımları kaydederek, sayısal veri sağlar (8,9,10,11).

Bu çalışmanın amacı, tek taraflı periferik vestibüler bozukluğu olan hastalarda, statokinesigramın (SKG) ne ölçüde etkilendiğini incelemektir. Bu bağlamda, dinamik/statik postürografi ile tek taraflı vestibüler bozukluğu tanısına katkıda bulunan video baş savurma testi (VHIT) ve vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP) testlerinin ilişkisini incelemektir. SKG, postüral kontrolün kalitesi ve yeterliliği hakkında genel bilgi sağlayan Dinamik Duyu Organizasyon Testi'nin (dSOT) önemli parametrelerinden biridir. Literatürde, periferik vestibüler hastalıklarda, dSOT parametrelerinin (Statokinesigram, Limits of Stability, Postüral Stabilite Ölçümleri); vestibüler sistemin değerlendirilmesinde önemli yeri olan VHIT ve VEMP gibi testlerle, ilişkisinin ortaya konulduğu bir çalışmaya rastlanmamıştır. Postural kontrolün sağlanmasında önemli yeri olan, postüral sınımların kaydedilmesi esasına dayanan dSOT sonuçları belki de tutulan kanala göre yahut otolitik reflekslere göre değişiklik gösterecektir. Bu sorularımıza yanıt bularak, literatüre katkı sağlamayı amaçlamaktayız.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Vestibüler Sistem Anatomisi Ve Fizyolojisi

2.1.1. Vestibüler Sistem Anatomisi

Dış, orta, iç kulağın embriyojenik gelişimi, üç ayrı yerden ve üç ayrı germ yaprağından olur. Dış kulak ve orta kulak üst solunum ve sindirim sisteminin geliştiği brankial yarık ve ceplerden iç kulak ise, beyinde rombensefalonun karşısına gelen dış ektodermden gelişir (12). Yaklaşık 3-4. haftalarda, yüzey ektodermin kalınlaşması ile otik plakod oluşur. Dördüncü haftanın sonunda otik vezikül meydana gelir. Altıncı haftada semisirküler kanal (SSK)'lar oluşmaya başlarken 7. haftada, kanalların ampullarındaki zar labirenten epitel kökenli krista ampullaris oluşur. On dördüncü ve onaltıncı haftalar arasında, her bir SSK duktusun ampullasında birer adet olarak krista ampullaris; biri utrikülde diğeri de sakkülde olmak üzere iki makula gelişimi gerçekleşir. Makula, 3. haftada belirir ve 14-16. haftada erişkin boyutuna ulaşır (13). Krista 23. haftada, korti organı ise 25. haftada erişkin şekillerine ulaşır. (12,13).

Vestibüler organlar iç kulağa yerleşen, doğrusal hareketlere duyarlı otolit organlardan (sakkül ve utrikül) ve açısal hareketlere duyarlı üç adet semisirküler kanaldan oluşmaktadır. Otolit organların ve semisirküler kanalların reseptör hücreleri, vestibüler sinir lifleri aracılığı ile nöral yapılara sinyal yollayarak, uzayda baş pozisyonunun ve göz hareketlerinin algılanmasını, postürün ve dengenin kontrolünü sağlarlar. Vestibüler sistemde meydana gelen herhangi bir bozukluk, bakış instabilitesi ve postüral kontroldeki kayıp nedeniyle, günlük yaşam aktivitelerinin güçlüğüyle yapılmasına neden olur. Ancak, vestibüler yolak üzerindeki, kompensatuar değişiklikler sonucu pek çok semptom kendiliğinden çözülür (14,15).

Periferik vestibüler sistem, iç kulakta, temporal kemiğin petröz parçasına yerleşmiş kemik labirentten ve kemik kavitenin içini dolduran membranöz labirentten oluşmaktadır.

Kemik Labirent

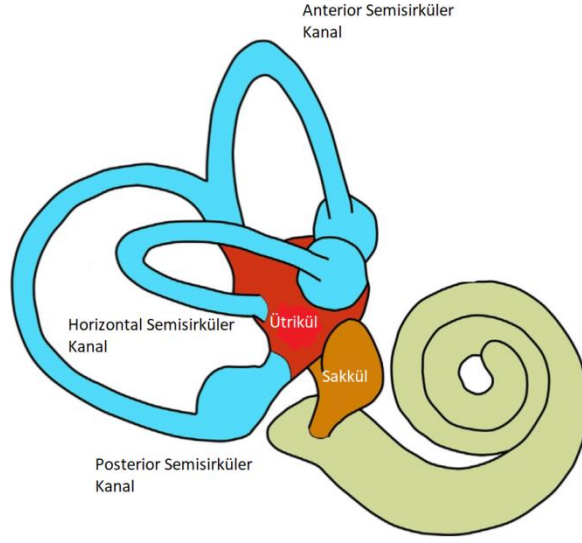
Kemik labirent, üç semisirküler kanal, koklea ve vestibülden oluşmaktadır. **Vestibül**, kemik labirentin merkezini oluşturur. Arka kısmında koklea, önünde semisirküler kanallar, iç kısmında timpanik kavite ve dış kısmında oval pencere yer

alır. Vestibül, otolit organlar olarak adlandırılan utrikül ve sakküle ev sahipliği yapar (15).

Semisirküler kanallar, anterior (superior), inferior (posterior) ve lateral (horizontal) olmak üzere üç adettir. Her bir kemik kanalın genişliği 0,8 mm'dir ve bitiş kısmında genişleyerek (1.6 mm) ampulla adını alırlar. Superior semisirküler kanal, vertikal olarak yerleşmiş olup, uzunluğu 15-20 mm'dir ve 240 derece dönüş yapar. Ampullası kanalın sonunda olup, vestibülün üst kısmına açılır. Posterior ve superior semisirküler kanalların ampulla olmayan bitiş tarafları birleşerek ortak krusu oluştururlar ve posteromedial vestibüle girerler. Inferior semisirküler kanal, üç kanalın en uzununu olup, uzunluğu 18-22 mm'dir. Inferior kanalın ampullası ise, vestibülün alt ve arka tarafına açılır. Horizontal kanal ise en kısa kanal olup uzunluğu 12-15 mm'dir. Horizontal kanal, lateral olarak çıkıntı yapar ve vestibülün, üst ve arka kısmına açılır ve yatay düzlemde 30 derece yukarı doğru açı yapar. Vertikal kanallar, horizontal kanallara ve birbirlerine 90 derece açı yaparlar. Başın üst tarafından aşağıya bakıldığı zaman, anterior kanallar yaklaşık orta sagittal hatta 45 derece açılı ve 45 derecelik açı ile kulaklar arası hattın ön tarafındadır. Bu yüzden sol taraftaki anterior kanal ile sağ taraftaki posterior kanal hafifçe birbirlerine paraleldir, sol arka ve sağ ön kanal da benzer şekildedir (15).

Membranöz Labirent

Membranöz labirent, kemik labirent içindeki perilenf tarafından durdurularak, konnektif dokular tarafından desteklenir. Perilenf, yüksek sodyum düşük potasyum içerir ve koklear aquaduct aracılığı ile serebrospinal sıvı ile bağlantılıdır. Semisirküler kanalların membranöz parçaları, iki adet otolit organlar (utrikül ve sakkül), endolenfatik kanal ve keseden oluşmaktadır. Semisirküler kanallar ve otolit organlar alçak frekanslı baş hareketlerine duyarlıyken, koklea yüksek frekanslı hareketlere ve sese duyarlıdır. Membranöz labirent endolenf ile doludur. Endolenf intraselüler sıvı ile benzerlik göstermekte olup, yüksek potasyum ve düşük sodyum konsantrasyonuna sahiptir (16,17). Endolenf, labirentin vestibüler parçasındaki dark hücreler ve labirentin koklear parçasındaki stria vaskularis tarafından üretilir ve emilimi sakkus endolenfatikusta meydana gelmektedir (Şekil 2.1) (18).



Şekil 2.1. Sağ membranöz labirent (Handb Clin Neurol 137: 1-16, 2016)

Vestibüler Sinirler

Vestibüler sinir, 8. Sinirin posterior yarısında bulunur. Vestibüler sinir lifleri, scarpa ganglionun bipolar nöronlarından oluşur. Buradan superior ve inferior olmak üzere iki ana demet tarzında çıkar. Superior vestibüler sinir, superior ve horizontal semisirküler kanallardan, utrikülünden, sakkulün bir kısmından lifler alırken, inferior vestibüler sinir, posterior semisirküler kanal ve sakkülün ana bölümünden lifler alır. Superior ve inferior vestibüler sinirler, fasial ve koklear sinirle birlikte internal akustik kanala girerler. Superior, inferior vestibüler sinirler koklear sinir ile birlikte vestibülokoklear siniri meydana getirerek, bu kanal içinde vestibüler çekirdeklere ulaşır. Vestibüler sinirde iki tip afferent nöron mevcuttur. Düzenli tipler, spontan aktivitede ve vestibülo oküler refleks'te önemliyken; düzensiz olanlar, spontan ateşleme yapmazlar ve vestibülo spinal refleksde önemlidirler (16).

Vestibüler Nükleuslar

Vestibüler nükleus 4 ana nükleustan oluşur. Medial vestibüler nükleus ağırlıklı olarak horizontal kanaldan; lateral vestibüler nükleus, sakkülden; superior vestibüler nükleus, vertikal kanallardan; inferior vestibüler nükleus ise utrikül ve sakkülden input alır. Vestibüler nükleuslardan motor çekirdeklere hızlı bağlantılar vardır. Serebellum bu sistem üzerinde ince ayarı yapmak ve denetlemekle sorumludur. Vestibüler sinir, vestibüler nükleusa ulaştığında lifler inen ve çıkan lifler

olarak iki ana gruba ayrılır. Çıkan yollar nükleusun üst kısmına ve serebelluma, inen lifler alt kısmına giderler (14). Vestibüler sinir liflerinin çoğu, yaklaşık olarak medulla ile ponsun birleştiği yerde bulunan vestibüler nükleuslarda sonlanır. Bu lifler, ikinci sıra nöronlarla, sinaps yaptıktan sonra, serebelluma, vestibülospinal yollara, medial longitudinal fasikulusa ve diğer beyin sapı alanlarına, özellikle retiküler nükleuslara da lifler yollarlar. Denge refleksinin primer yolu, vestibüler sinirlerle başlar ve sonra hem vestibüler nükleuslara hem de serebelluma geçer. Bundan sonra sinyaller beyin sapı retiküler nükleuslarına gönderildiği gibi vestibülospinal ve retikülospinal yollarla omuriliğe gönderilir. Omuriliğe gelen sinyaller, antigravite kaslarındaki fasilitasyon ile inhibisyonun etkileşimini düzenleyerek dengenin otomatik olarak kontrolünü sağlarlar (19).

Vestibüler Kanlanma

İç kulak kanlanmasını, genellikle anterior inferior serebellar arterin veya baziler arterin dalı olan labirintin arterden sağlar. Labirintin arter vestibülokoklear sinirle birlikte internal akustik kanal içinde seyreder ve koklear arterlere ayrılır. Bu damarlar, orta kulak damarlarıyla anastomoz yapabilirler. Venöz kan, iç kulaktan bir takım venler aracılığıyla juguler venin superior bulbusuna ve inferior petrozal sinüse drene olur (20).

2.1.2. Vestibüler Sistem Fizyolojisi

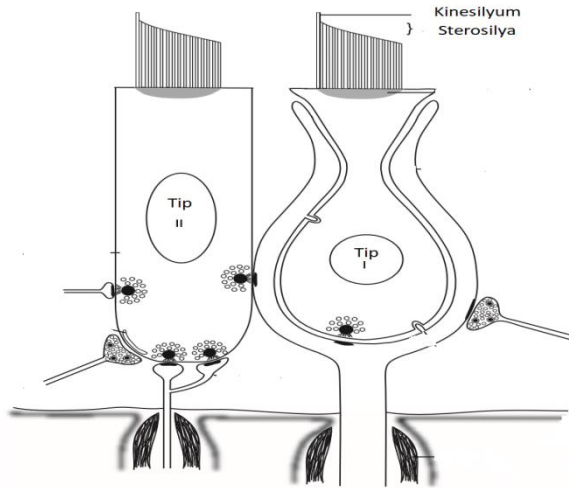
Vestibüler sistem, işitme sistemi gibi fiziksel uyarıları nöral sinyallere çevirir. Farklı olarak, vestibüler sistem sesler yerine açısız ve doğrusal ivmeyi algılar.

Vestibüler Saçlı Hücreler

Saçlı hücreler, baş hareketleri sonucu oluşan mekanik kuvvetleri, nöral sinyallere çevirirler. Vestibüler saçlı hücreler, hücre gövdesinden ve üst kısımlarında yer alan silia demetlerinden oluşmuştur. Ortalama 50 sterosilya ve 1 adet kinesilyumdan oluşmuşlardır. Kinesilyum en uzun silyadır ve saçlı hücrenin üst kenarının yanındadır. Kinesilyum kokleanın saçlı hücrelerinde bulunmaz. Kinesilyumun pozisyonu saçlı hücrelerin oryantasyonunu belirler. Sterosilyalar, kinesilyuma ne kadar yakınsa o kadar uzun olurlar. Bu düzen saçlı hücrenin, morfolojik polarizasyon vektörünü belirler (18, 21).

Saçlı hücreleri çevreleyen sıvının elektriksel potansiyeli ile hücrenin gövdesindeki elektriksel potansiyel birbirinden farklıdır. Bunun sebebi hücre zarındaki aktif transporttur. Sterosilyanın kinesilyumun üstüne doğru eğilmesi sonucu potasyum kanalları açılır ve geçici olarak dinlenme potansiyeli artar ve hücre depolarize olur. Kinesilyumdan uzağa doğru yön değiştirme, hücreyi hiperpolarize eder.

Vestibüler labirentte, birbirinden farklı iki tipte tüylü hücre tanımlanmıştır. Tüm vestibüler uç organlarda, her iki tipteki hücrelerden de bulunur. Tip I tüylü hücreler kadeh şeklindeki, Tip II tüylü hücreler, daha düz ve silindirik yapıdadır (şekil 2.2). Tip I tüylü hücrelerde geniş bir çanak şeklinde afferent sinir ucu bağlantısı bulunur. Tip II tüylü hücrelerin sinir bağlantıları ise, daha basit ve düğme şeklindedir. Tip I tüylü hücreler, morfolojik olarak daha büyük ve düzensiz ateşlenme özelliği bulunan sinir uçlarına sahipken, Tip II hücrelerde düzenli ateşlenme özelliğine sahip daha küçük sinir uçları bulunur (22). Tip 1 ve tip 2 hücreler, semisirküler kanal ampullasının ya da utrikül makulasının nöroepitelyumuna eşit bir şekilde dağılmıştır (20).



Şekil 2.2. Tip 1 ve tip 2 saçlı hücreler, sterosilya ve kinesilyum dizilimleri (The Human Nervous System 3: 1239-1269, 2012)

Ampullanın saçlı hücreleri, kan damarları demetine, sinir liflerine ve krista ampullaris adı verilen destek hücrelerine bağlıdır. Utrikül ve sakkül makulasında yer alan saçlı hücreler, sakkülün medial duvarına ve utrikülün tabanına yerleşmiştir. Her

bir saçlı hücre, hücre gövdesi skarpa gangliyonunda yer alan affarent nöronlar tarafından inerve edilir. Esnek membran kupula, kristanın üzerini örterek, vestibüle komşu ampullayı kapatır. Açısal kafa hareketleri ile birlikte meydana gelen endolenfatik basınç değişiklikleri kupulanın ileri, geri bükülmesine neden olarak saçlı hücrelerin uyarılmasını sağlar.

Otolitik membran, otokonya adı verilen kalsiyum karbonat kristallerini içerdiği için kütleli olarak kupuladan daha ağırdır. Otolitik membranın külesinden dolayı, makula, yerçekimine ve doğrusal hızlanmalara karşı hassastır. Kupula ise, endolenfatik sıvı ile aynı yoğunluğa sahiptir (16).

Semisirküler Kanallar

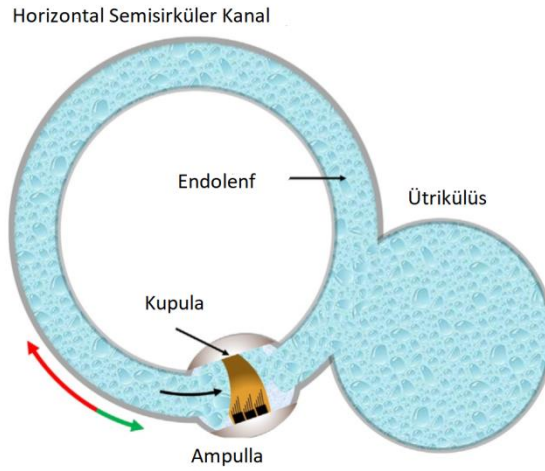
Semisirküler kanallar, membranöz yapıda ve yarı daire şekindedirler. Her bir kanaldaki duyu epiteline krista denir ve kanal sonunda genişleyen yapı olan ampullada yer alır. Jelatinöz membran, kupula, ampullayı bir taraftan diğer taraf kapatarak, endolenfin ampulladan çıkışını engeller (18).

SSK kıvrımlarının uzaysal olarak yerleşimiyle ilgili bazı özellikler göze çarpar. Birincisi her üç kanal, her düzlemde açısal hızlanmayı algılayacak şekilde doksan derecelik açılarla yerleşmişlerdir. İkinci olarak, her iki labirentteki 6 SSK, karşılıklı 3 eş düzlem oluşturur ve birlikte uyumlu bir şekilde çalışır. Birinci çifti iki kulaktaki horizontal semisirküler kanallar oluşturur. Sol anterior ve sağ posterior semisirküler kanallar ikinci, sağ anterior, sol posterior semisirküler kanallar üçüncü çifti oluşturur. Her bir çift kendi düzlemindeki açısal hızlanmaya maksimal duyarlıdır (23). Kanalların düzlemleri, ekstraoküler kasların düzlemlerine yakındır, bu durum, kanalların duyu nöronları ile oküler kasların motor nöronları arasında bağlantı kurulmasına olanak tanır. Kanalların aynı düzlem çiftlerinin olması avantajlı bir durumdur ve eşleşme durumu, fazla duyuusal bilgi sağlar. Eğer hastalık durumu (örn. vestibüler nörit), SSK çiftinin birinden gelen uyarıyı etkilerse, santral sinir sistemi baş hızlanması ile ilgili vestibüler bilgiyi, karşı taraf aynı düzlemdeki diğer eşinden almaya devam eder (16).

Kupula elastik olduğu için, basınç farkı kupulanın yer değiştirmesine neden olur. Saçlı hücrelerin reseptör potansiyelleri, kupulanın bükülme yönüne bağlı olarak, artar ya da azalır. Baş döndüğü zaman, membranöz labirent aynı yönde hareket eder ancak endolenf külesinden dolayı geride kalır (ters yönde hareket etme

eğilimi gösterir) ve kupulaya kuvvet uygulayarak iter. Kanalda az sürtünmenin olması ve endolenfin kütlesinin fazla olması, daha fazla sıvının geride kalacağı anlamına gelir ve kupulanın daha fazla kuvvetle itilmesine neden olur. Kupulanın katılığının artması (elastikiyetin azalması), bükülme miktarını azaltarak kanalı daha az duyarlı hale getirir. Hızlanma devam ettikçe denge, durumunu korur ve saçlı hücreler uyarılmaya devam eder. Kupulanın katılığının azalması (elastikiyetinin artması), artmış endolenf kütlesi ve düşük sürtünme, kupulanın daha fazla bükülmesine neden olarak kanalın duyarlılığını artırır (18).

Kanalın uyarılması sonucu ortaya çıkan göz hareketleri, o kanalın düzleminde ve endolenf akımı yönündedir (*Ewald'ın 1. Kanunu*). Lateral semisirküler kanalın içinde saçlı hücrelerde kinosilya vestibüle en yakın kısımdadır; endolenfin ampullapedal akımı ile maksimum uyarım oluşur (*Ewald'ın 2. Kanunu*) (Şekil 2.3). Vertikal kanallarda ise bu tam tersidir. Kinosilyum, vestibülden uzaktadır, bu yüzden ampullafugal akım uyarı oluşturur (*Ewald'ın 3. Kanunu*) (20).

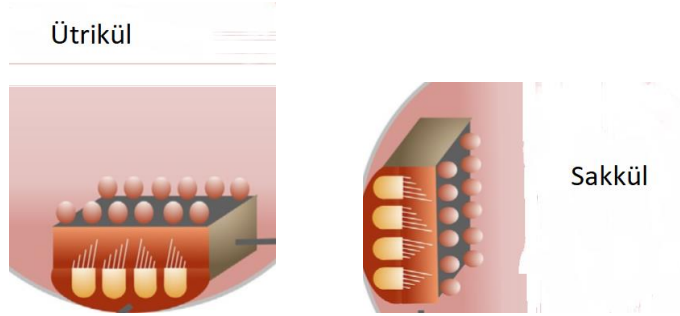


Şekil 2.3. Ewald'ın 2. Kanunu (Handb Clin Neurol 137: 1-16, 2016)

Otolit Organlar

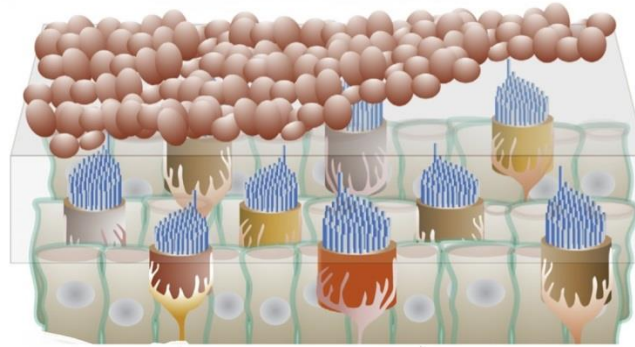
Her bir membranöz labirentte, utrikül ve sakkül olmak üzere 2 adet otolit organ bulunmaktadır. Utrikül horizontal planda, sakkül ise vertikal planda yerleşmiştir (Şekil 2.4). Utrikül, dikdörtgen şeklinde olup, horizontal ve superior kanal ampullasının yanında yer alır. Sakkül ise, kokleayı kapatacak şekilde, vestibülün ön ve alt kısmında yer alır. Her bir organ, makula utrikülüs ve makula sakkülüs olmak üzere duyu epitellerini içermektedir. Duyu epitelleri, otokonyaların

üzerini örten, jelatinöz otolitik membran ile kaplanmıştır. Otokonyalar, mineral kaplı glikoprotein yapıda binlerce kalsiyum karbonat kristallerinden oluşur (15).



Şekil 2.4. Sakkül ve Utrikül yerleşimi (Handb Clin Neurol 137: 1-16, 2016)

Kalsiyum karbonat kristalleri, bu jelatinöz membrana, ince kollajen konnektif liflerle bağlıdır. Çoklukla altıgen şeklindeki bu kristallerin spesifik ağırlığı, $2,95 \text{ g/cm}^3$ olup, genişliği 3 ile 30 μm arasında değişiklik gösterir. Utrikülde yer alan saçlı hücreler, polarizasyon yönü, makula yüzeyi üzerinde hayali bir çizgi olan striolaya doğru olacak şekilde yerleşmişlerdir. Utriküler striola düzeyinde, membran çok ince ve saçlı hücreler kısa silialara sahiptir. Sakküldeki saçlı hücreler ise, polarizasyon yönü, strioladan uzak olacak şekilde yerleşmişlerdir. Sakküler striola düzeyinde ise membran daha kalın ve saçlı hücreler uzun silialara sahiptir (Şekil 2.5) (18).



Şekil 2.5. Otolit membran makulası (Handb Clin Neurol 137: 1-16, 2016)

Yerçekimine bağlı rotasyonel ve doğrusal hızlanmalarda, kristaller hareket ederek, saçlı hücrelerin aktive olmasına neden olur. Otolit organlar üç boyutlu (doğrusal ve rotasyonel) hareketlerin ve yerçekimine bağlı baş oryantasyonunun

belirlenmesini sağlar. Utriküler membranın alt kısmı, baş hareketlerini takip eder ancak membranın üst kısmında yer alan otokonyalar bu harekete gecikir. Hareket sırasında silialarda bükülme meydana gelir. Bu bükülme, silianın bükülme yönüne bağlı olarak depolarizasyon ya da hiperpolarizasyon ile sonuçlanır.

Otolit organlar, yaklaşık 1 Hz'e kadar olan doğrusal alçak frekanslı hızlanmalara duyarlıdır. Semisirküler kanallar ise, 0,1 ve 10 Hz arasındaki açısal hızlanmalara duyarlıdır.

Görsel ve somatosensöriyel sistem, otolit organlara alçak frekanslı doğrusal hızlanmaları belirleme hususunda yardım ederken; semisirküler kanallar da, 0,1 Hz üzerindeki frekanslarda, otolit organlara destek olur (18).

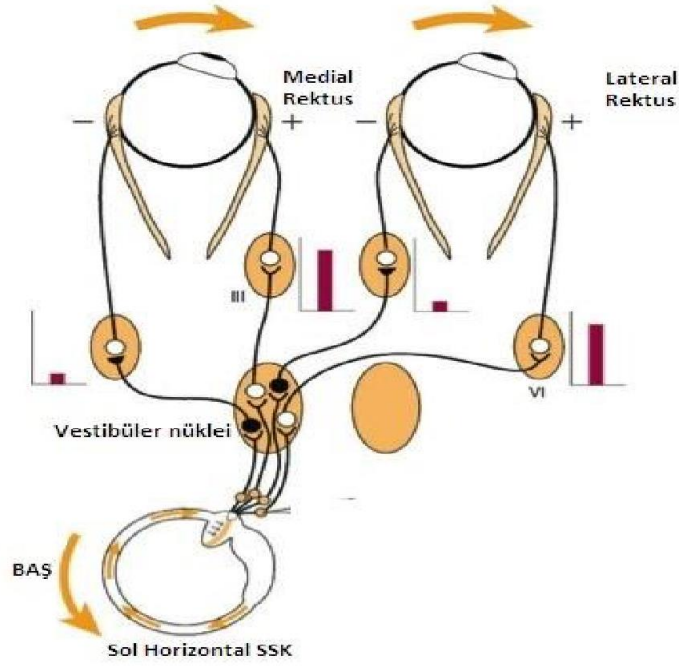
Vestibüler Refleksler

Vestibülo-oküler refleks

Baş hareketine rağmen gözlerin stabilizasyonunu korumasını ve görsel uyaranların retinada fovea üzerine düşmesini sağlayan reflekstir. Vestibülo-oküler refleks (VOR) için bir direkt, bir de indirekt yol vardır. Direkt yol vestibüler nükleuslar ile oküler motor nöronların bağlantısından oluşur. İndirekt yol multisinaptiktir ve retiküler cisimde kısa ve uzun aksonal bağlantılar içerir (23). VOR, rotasyonel ve doğrusal baş hareketlerine cevap olarak, kompansatuar göz hareketleri oluşturur. Özellikle, rotasyonel VOR (r-VOR), semisirküler kanal uyarımı ile sonuçlanan açısal hareketlere cevap olarak devreye girer. Translasyonel (doğrusal) VOR (t-VOR) ise, otolit organların uyarılmasına neden olan doğrusal baş hareketleri sonucu devreye girer. Günlük hayatta, rotasyonel ve translasyonel baş hareketleri birlikte meydana gelir ve r-VOR ile t-VOR eş zamanlı olarak uyarılır (14). Açısal VOR, birincil olarak bakış stabilizasyonundan sorumluyken, doğrusal VOR, yakın hedefler görünür hale geldiğinde, yüksek frekanslı baş hareketleri sırasında daha çok aktiftir (16).

Örnek olarak, horizontal kanal VOR çalışma prensibinde; başını sola çeviren bir kişide, başın sola açısal hareketi, endolenfte sağa hareketlenmeye yol açar. Sol

horizontal semisirküler kanalda bulunan tüy hücreleri uyarılırken, sağda bulunanlar inhibe olur. Bu durum, sol medial ve superior vestibüler nükleus nöronlarının uyarılması ve sağ medial ve superior nükleus nöronlarının inhibisyonu demektir. Sol medial vestibüler nükleus uyarımı sağ abduzens nükleus uyarımı ve medial longitudinal fasikulus aracılığı ile sol medial rektus motor nöronlarının uyarımını sağlar. Sağ medial vestibüler nükleusun inhibisyonu ise, sol abduzens nükleusu ve sağ medial rektus motor nöronlarının inhibisyonu ile sonuçlanır. Sonuçta ortaya çıkan durum, sağ lateral rektus ve sol medial rektus kaslarının kasılması, sol lateral rektus ve sağ medial rektus kaslarının gevşemesi ve buna bağlı olarak gözlerde sağa dönmedir (şekil 2.6) (16,23).



Şekil 2.6. Sol horizontal kanal VOR çalışma prensibi (Cummings: Otolaryngology: Head & Neck Surgery 4th ed., 2005)

VOR'un santral bağlantıları, serebellumda flokkulus ve paraflokkulusta bulunur. Santral bağlantılar değişen şartlarda, VOR'in uyum sağlamasını düzenler (24). Serebellumun, flokkulonodular loblarının çıkarılması, yarım daire kanallarının normal fonksiyonunu önler fakat makula reseptörlerinin fonksiyonunu daha az etkiler. Bu bağlantıda özellikle ilginç olan, serebellumun, dengede olduğu kadar,

vücudun diğer hızlı hareketlerinin çoğunda da 'tahmin edici' bir organ olarak görev yapmasıdır (25).

Optokinetik nistagmus ise, kişi sabit kalıp görsel alanın rotasyonel ya da doğrusal hareketi sonucu meydana gelir. Optokinetik sistem, bakışı stabilize edebilmek için, vestibüler girdiden ziyade, görsel girdi kullanır. Oluşan göz hareketleri, hareket yönünün tersi yönünde meydana gelir. Optokinetik sistem, VOR'in tamamlayıcısıdır. VOR'in latansı kısadır ($>0,1$ Hz) ve kısa süreli baş hareketlerinde daha etkilidir. Aksine, optokinetik sistem, uzun latanslıdır ve VOR'in yetersiz olduğu, alçak frekanslı ve uzun süreli devam eden baş hareketlerine daha sağlam yanıt verir (14).

Dengenin korunmasında görsel bilginin önemi,

Vestibüler organın, tahribinden ve vücuttan gelen propriyoseptif bilginin çoğunun kaybindan sonra bile, şahıs dengeyi koruması için, görsel mekanizmaları hala etkinlikle kullanabilir. Vücudun hafif doğrusal veya dönme şeklindeki hareketi bile retinadaki görüntüyü ani olarak kaydırır ve bu bilgi denge merkezlerine aktarılır. Vestibüler organı tahrip olmuş bazı insanların gözleri açık olduğu ve bütün hareketler yavaşça yapıldığı müddetçe dengeleri neredeyse normaldir, fakat hareketler hızlı yapılırsa veya gözler kapatılırsa denge hemen kaybolur (25).

Vestibülo-spinal refleks

Vestibülospinal refleks, başın sabitlenmesi ve yerçekimine karşı dik duruşun devamlılığının sağlanmasını ve sürdürülmesini sağlar. Vestibüler reseptörlerin uyarılması boyun ve gövde başta olmak üzere antigravite kaslarının aktivasyonuna yol açar. Bu fonksiyon baş, gövde ve alt ekstremitelerin yer çekimine karşı dik duruş pozisyonunu korur. Baş bir tarafa eğildiği zaman SSK'lar ve otolit organlar uyarılır. Endolenfin hareketi kupulada tüylü hücrelerde uyarıma neden olur. Vestibüler sinir ve vestibüler çekirdekler aktive olur. Periferik vestibüler sistemden gelen inputlar medial, lateral ve inferior lateral vestibüler nukleuslara iletilir. Bu nukleustan köken alan lateral ve medial vestibülospinal traktuslar yoluyla medulla spinalisin ön boynuz hücrelerine oradan da antigravite kaslarının kas içcikleri ve golgi tendon organlarına

iletilir. Bu yolla antigravite kasların kasılması, bu kasların antagonistlerinin de gevşemesi sağlanır ve böylece vücudun dengesi sağlanmış olur (14,16,23).

Vestibüler aparatlar sadece, başın hareketlerini ve oryantasyonunu tespit eder. Bu yüzden, sinir merkezlerinin başın vücudun oryantasyonuyla ilgili bilgiyi de alması gerekir. Bu bilgi, beyin sapının vestibüler ve retiküler nükleuslarına boyun ve vücuttaki propriyoseptörlerden doğrudan ve serebellum yoluyla dolaylı olarak iletilir.

Dengenin korunması için gereken en önemli propriyoseptif bilgiler boyundaki eklem reseptörlerinden taşınır. Boyun bükülüp baş bir tarafa eğilince, boyundaki propriyoseptörlerden gelen uyarılar, vestibüler organın insana denge bozukluğu hissettirmesini önler (25).

Denge reflekslerinin primer yolu, vestibüler sinirlerle başlar ve sonra hem vestibüler nükleuslara hem de serebelluma geçer. Bundan sonra sinyaller, beyin sapı retiküler nükleuslarına gönderildiği gibi, vestibulospinal ve retikülospinal yollarla omiriliğe gönderilir. Omiriliğe gelen sinyaller, antigravite kaslarındaki fasilitasyon ile inhibisyonun etkileşimini düzenleyerek dengenin otomatik olarak kontrolünü sağlarlar (25).

Vestibülo-kollik refleks

Vestibülokollik refleks, başın rotasyonu ile oluşan boyun kaslarındaki kompensatuar yanıttır. Refleksin görevi, başın pozisyonu ve dik duruşunu stabilize etmektir. Başın horizontal hareketinde horizontal semisirküler kanallar, vertikal hareketinde vertikal semisirküler kanallar ve otolitik organlar aktive olmaktadır (16).

2.2. Periferik Vestibüler Hastalıklar

2.2.1. Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigo (BPPV)

BPPV periferik vestibüler sistem hastalıkları arasında en sık görülenidir. 70 yaş civarı hastaların %50'den fazlasında görülür. Utrikülde, otokonyal membranda yer alan, kalsiyum karbonat kristallerinin, semisirküler kanallara yer değiştirmesi sonucu meydana gelen; kısa süreli vertigo atakları (<60 sn) ve kusma ile seyredabilen, mekanik bir hastalıktır. Özellikle, yatağa uzanırken, yataktan kalkarken,

yatakta bir yandan bir yana dönerken, başı geriye kaldırırken ve başı öne eğince meydana gelir. Tedavisinde, genellikle etkilenen kanala ve meydana gelen nistagmusun yönüne göre uygun repozisyon manevraları uygulanır (14,26).

2.2.2. Meniere Hastalığı

Meniere hastalığı, vertigo atakları, dalgalı sensörinöral işitme kaybı, tinnitus ve kulakta dolgunluk hissi ile karakterizedir. Hastaların, %60'ında, koklear ve vestibüler semptomlar birlikte gözlenir. Vertigo atakları sıklıkla, 1 ile 8 saat arasında devam ederken, tinnitus, işitme kaybı ve kulakta dolgunluk hissi birkaç gün devam eder. Başlangıçta, vestibüler ve koklear fonksiyonlarda iyileşme gözlenir ve ataklar arasında odyometri ve kalorik test sonuçları normal çıkabilir. Sonrasında ilerleyici alçak frekanslı işitme kaybı söz konusudur. Altında yatan ana sebep, iç kulakta 'hidrops' adı verilen, sıvı artışıdır. Ancak, viral ve otoimmün nedenler, genetik faktörler ve kafa travması gibi durumlar da sebepler arasında sayılabilir. (3,17,27).

2.2.3. Vestibüler Nörit

Ani tek taraflı periferik fonksiyon kaybına yaygın olarak viral ya da vasküler orijinli olabileceği düşünülen vestibüler nörit neden olur. İnflamasyonu takiben, saçlı hücrelerdeki ve afferent sinir liflerindeki olası iskemik yaralanmaya bağlı olarak etkilenen tarafta, periferik fonksiyon kaybı meydana gelir. Vestibüler kayıp, çok hızlı başlangıç göstererek, bakış instabilitesi ve postural instabiliteye neden olur. Kusma ve rotatuar vertigo gibi semptomlar da tabloya eşlik eder. Vestibüler kaybı takiben hastalarda, horizontal ve rotatuar komponenti olan spontan nistagmus görülür. Hastanın VOR'inde asimetri meydana gelir (14). Vestibüler egzersizler ile santral kompensasyonu hızlandıran denge eğitimi, tedavinin bir parçasıdır (28).

2.2.4. Diğer Periferik Vestibüler Bozukluklar

İşitme problemlerinin eşlik ettiği veya etmediği, basınç değişiklikleri ile (hapşırma, öksürme vs) tetiklenen pozisyonel/rotasyonel vertigonun eşlik ettiği, osilopsi ve postüral instabilitenin görüldüğü 'perilenfatik fistül' ve kısa süreli, spontan postüral vertigo ataklarıyla karakterize 'vestibüler paroksizm' diğer periferik vestibüler bozukluklar arasında sayılabilir (26).

2.3. Videonistagmografi (VNG)

Videonistagmografi, kızılötesi ışınlarla duyarlı video kameralar yoluyla, göz hareketlerinin izlenmesine ve kaydına olanak veren bir testtir. Labirentte disfonksiyon olup olmadığı, disfonksiyonun derecesi, periferik/santral ayırımı ve bazen de disfonksiyonun yeri hakkında bilgi verebilir. Ayrıca kalorik test yoluyla, her iki kulağın ayrı ayrı değerlendirilmesine olanak sağlar. Videonistagmografi testinin bileşenleri; okülomotor testler (gaze, sakkad, pursuit, optokinetik testler), pozisyonel testler (Dix-Hallpike/Roll testler) ve kalorik testtir (6,23).

Testin başında test edilen her kişi için kalibrasyon yapılmalıdır. Bu amaçla baş fikse iken, horizontal ve vertikal planda 15^0 ile gelen görsel hedefin takibi istenir. Bu sayede göz hareketleri her iki planda da kalibre edilir (6,23).

2.4.Video Baş Savurma Testi (VHIT)

Head Impulse Test (HIT, Baş Savurma Testi), 1988 yılında ilk olarak Halmagyi ve Curthoys tarafından tanımlanan ve yatak başı olarak kullanılan bu test, unilateral periferik vestibüler bozukluklarda, kötü olan tarafı tanımlamak için geliştirilmiştir. Test sırasında gerçekleştirilen baş savurmaları hızlı ($>80^0/sn$), pasif ve tahmin edilemeyen yönlerde olmalıdır. Video Baş Savurma Testi (Video Head Impulse Test/VHIT) ise, HIT'in dijital kamera ile kayıt edilmesi temeline dayanan objektif, güvenilir, hızlı ve non invaziv bir yöntemdir (29,30). VHIT, her bir kanal çiftinin kendi düzleminde gerçekleştirilen ve bu şekilde her bir semisirküler kanalın hem fonksiyonel durumunu hem de bu kanallardan orjin alan afferent nöral yolun fonksiyonel bütünlüğünü tek tek değerlendiren ve aynı zamanda yüksek hız ve yüksek frekansta gerçekleştirilen baş ve göz hareketlerinin hızını kaydederek VOR kazançları hakkında veri sağlayan önemli bir değerlendirme metodudur (31,32).

Bakış stabilizasyonunun başarılı bir şekilde gerçekleşmesi, baş hareket hızının (VHIT için kabul edilen hız $100^0/sn$ ile $250^0/sn$ arasında) göz hareket hızına eşit hız ve amplitütta olması ve baş ile gözlerin farklı yönlere hareket etmeleri ile sağlanır (33,6). Eğer baş ya da görsel hedefin hızı $200^0/sn$ ise, gözlerin hızı da $200^0/sn$ olmalıdır. Eğer eşit hızlar sağlanırsa ki bu ideal olanıdır, VOR kazancı %100'dür (6). Vestibüler defisiti olan bireylerde, göz hareketi baş hareketine göre daha yavaştır

ve gözler odağı kısa bir süreliğine kaçıır. Hastanın gözünün odağa tekrar fikse edilmesini sağlamak amacıyla, kompensatuar yakalama sakkadları meydana gelir (33). Örneğin gözler hedefe bakarken baş bir tarafa doğru $200^{\circ}/sn$ hızla hareket ederken, gözler zıt yöne hareketi gerçekleştiremezse ($100^{\circ}/sn$), bu durumda VOR kazancı %5 olur ve gözler hedefi kaçıırarak tekrar yakalama hareketi yapar. VOR kazancı göz hareket hızının/baş hareket hızına oranı şeklinde hesaplanır. VOR'in başarılı bir şekilde sağlanabilmesi; VOR kazancının %100 olmasına ve hiç sakkad meydana gelmemesine bağlıdır ve bu durum vestibüler labirentlerden elde edilen nöral aktivite (*uyarılan kanal düzleminde eksitasyon oluşurken, diğer kanal çiftinde inhibisyon meydana gelir. VOR büyüklüğü total nöral aktivite büyüklüğüne göre değişiklik gösterir*) ile sağlanan bilginin okulomotor sisteme gönderilmesi ile gerçekleşir.

VOR'in oluşmasını sağlayan okulomotor sistem stimülasyonu, beyin sapı seviyesinde meydana gelir ve burada herhangi bir kortikal bağlantı yoktur. Bu sebeple VOR oluşumu kısa latanslıdır ve baş hareket eder etmez hızlı bir şekilde meydana gelir. Kortikal bağlantı gerektiren göz hareketleri daha uzun latanslıdır.

VOR kazancı, göz hareket hızının, baş hareket hızına oranıdır. Baş hareketi boyunca ve olası sakkadın başlangıcından önce ölçülür. Görünür kazanç, İlk erken sakkattan (*hızlanmanın tepe noktasından 150 msn sonra meydana gelen sakkad olarak tanımlanmaktadır*) sonra ölçülür ve hastanın bakışı tam ya da yarım olarak hedefe geri döner. Pozisyon grafiği, zaman içerisinde başın ve bakışın açısal pozisyonunu gösteren grafiğdir. Hız grafiği, zaman içerisinde, başın ve gözlerin açısal hızını gösteren grafiğdir. Kazanç grafiği ise, zaman içerisindeki, VOR kazancını ve ilk erken sakkattan sonra meydana gelen görünür kazancı gösterir.

Vestibüler labirentten elde edilen zayıf nöral aktivite sebebiyle oluşan yetersiz VOR, gözleri baş ile zıt yönlerde eşit hızda hareket ettiremez. Bunun sonucunda, retina üzerindeki imajda kaymalar meydana gelir. Santral sinir sistemi, göz hareket hızının, baş hareket hızından daha yavaş olduğunu anlar anlamaz sakkad oluşumunu gerçekleştirir. Gözler ters yöne doğru daha yavaş hızla hareket ederken, sakkadik göz hareketi ile birlikte gözler tekrar odağa fikse edilir. Sakkad oluşumu, yüksek seviye kortikal bağlantı gerektirir ve bu sebeple latansı 100 msn civarındadır.

Overt sakkad, baş hareketi sonrası meydana gelen küçük zıplama tarzında göz hareketleriyken, kovert sakkad, baş hareketi boyunca meydana gelen ve çıplak gözle zor fark edilen göz hareketleridir. Yakalama sakkadlarının varlığı, semisirküler kanalların yetersiz VOR meydana getirdiğine ve bu durum periferal vestibüler sistem lezyonunun varlığına işaret edebilir. Yakalama sakkadı her zaman göz hareketi ile aynı yöndedir. %80 ile %120 arasındaki kazançlar (0,8 ile 1.2) lateral semisirküler kanallar için normal olarak düşünülürken; vertikal kanallar için bu oran %70 ile %120 (0,7 ile 1,2) arasındadır. Bu oranların altındaki kazançlar anormal olarak kaydedilir.

HIT temel olarak VOR'in fonksiyonel durumunu test eder. Baş hareket hızı, $0^{\circ}/\text{sn}$ ve $50^{\circ}/\text{sn}$ arasında olduğunda, göz hareketlerini okülomotor sistem kontrol eder. Baş hareket hızı, $50^{\circ}/\text{sn}$ ve $100^{\circ}/\text{sn}$ arasında olduğunda, göz hareketlerini hem VOR hem de okulomotor sistem tarafından kontrol edilir. Sadece baş hareket hızı, $100^{\circ}/\text{sn}$ üzerinde olduğu zaman VOR göz hareketlerini kontrol eder. VHIT, okülomotor sistemi değil, VOR'i değerlendirir (6).

Kompansatuar yakalama sakkadları üst merkezler tarafından kontrol edilir. Hem vestibüler nükleuslardan hem de serebellumdan kaynaklanıp medial longitudinal fasikulus yoluyla beyin sapından yukarıya taşınan sinyaller, başın her dönüşünde, gözlerin belli bir görsel cisimde sabitlenebilmesi için, gözlerin düzeltici hareketlerine sebep olur. Yukarıya beyin korteksine giden sinyaller (ya aynı yolla veya retiküler yollarla), paryetal lobta sylvius fisürünün derinliklerinde, superior temporal girusun işitme alanının bulunduğu fisürün karşı tarafında bulunan dengenin primer motor korteks alanında sonlanır. Bu sinyaller, vücudun denge durumunun algılanmasına yarar (25).

2.5. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP)

VEMPs (Vestibular Evoked Myogenic Potentials); hava iletimi ses, kemik iletimi vibrasyon ya da galvanik (elektriksel) stimülasyonla vestibüler labirentin uyarılması sonucu kaslarda sonlanan refleks arkının ölçüldüğü elektromiyojenik potansiyellerdir (34). Yakın geçmişe kadar, otolitik organların fonksiyonel durumunu değerlendiren herhangi bir test materyali bulunmamaktaydı, ancak; vestibüler

uyarılmış miyojenik potansiyeller ile, otolitik organ fonksiyonları da değerlendirilmeye başlanmıştır. Lineer hızlanma ve refleks yollarla bağlantılı sensör organlar olan otolitlerin klinik testidir (6,34). Servikal VEMP ilk olarak 1994 yılında Colebatch ve arkadaşları tarafından klik uyarana cevaben SKM kası üzerinden kısa latanslı yanıtlar olarak elde edilmiştir. VEMP dalgalarının varlığı, bütün vestibüler fonksiyona bağlı olup, işitme sistemi ile bağlantısı yoktur (35,36). Ancak, iletim tipi işitme kaybı dışında, sensörinöral işitme kaybında ve normal işitme varlığında kayıt alınabilir. VEMP genellikle, periferik nörovestibüler hastalıkların değerlendirilmesinde kullanılmakla birlikte son zamanlarda, santral patolojilerin değerlendirilmesinde de kullanılmaktadır.

Utrikül ve sakkül makulaları, vestibülo-spinal ve vestibülo-oküler reflekslerin affarent duyu organlarıdır. Vestibülo-spinal sisteme olan refleks bağlantı, makulo-spinal refleks ile sağlanırken, vestibülo-oküler sisteme olan refleks bağlantı, makulo-oküler refleks aracılığı ile olmaktadır. Otolitik disfonksiyon durumunda bu refleksler yetersiz duruma gelir. Vestibulo-spinal refleksin bir parçası olan, makulo-spinal refleks; postüral denge ve postüral stabilizasyonun sürdürülmesini sağlarken, vestibülo-oküler refleksin bir parçası olan, makulo-oküler refleks; lateral ve vertikal baş hareketleri boyunca, baş stabilizasyonunu sağlar (6).

VEMP; otolitik organları, inferior-superior vestibüler sinirleri ve fizyolojik olarak, vestibülo oküler refleksin bir parçası olan makulo-oküler refleks ve vestibülo kollik refleksini değerlendirir (6).

2.5.1. Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (cVEMP)

cVEMP, yüksek sesin sakkülü stimüle etmesi ile uyarılan Sternokleidomastoid (SKM) kas aktivitesinin EMG kayıdır. Sakkül ve inferior vestibüler sinir lezyonunu içeren tek taraflı vestibüler hastalıkların tanısında kullanılan, faydalı, noninvaziv ve objektif bir test yöntemidir. Yüksek ses, mekanik olarak, iç kulak sıvılarını sıkıştırarak vestibüler end organların stimüle olmasını sağlar. Yüksek şiddetli sesin, oval pencerede güçlü bir harekete sebep olması sonucu, sakkül oval pencereye yaklaşır. Sakkülün uyarılması, aksiyon potansiyeli oluşmasını sağlayarak boyun kaslarının refleks olarak uyarımına neden olur.

Vestibülo-kollik refleks olarak bilinen bu refleksin görevi, vestibüler stimülasyon sonucu kasılan boyun kasları sırasında, başın stabilizasyonunu sağlamaktır (6). Servikal VEMP, vestibülo-kollik refleks bütünlüğünü (sakküler affarentler, inferior vestibüler sinir, beyin sapı vestibüler nükleusu, medial vestibülospinal yol, üst servikal motor nöronlar ve aksesuar sinir) değerlendirir (37). Bir başka deyişle, sakkül ve inferior vestibüler sinir ile bu yapıların santral bağlantılarının normal çalışıp çalışmadığını test eder (38). Sakküler makula affarentleri, vestibüler nükleuslardaki inhibitör nöronlarla sinaps yapar ve bu nöronlar, ipsilateral SKM kasını inerve eden spinal nöronlarla bağlantılıdır ve sonuç olarak, sakkül stimülasyonu, ilk pozitif dalga (P13) ve takiben negatif dalga (N23) ile sonuçlanır (36).

Eğer bu refleks yolun (şekil 2.7) herhangi bir yerinde bozukluk meydana gelirse, vestibülo-kollik refleks tam olarak gerçekleşemeyeceği için, sakkül uyarıldığında, kastan yetersiz ve eksik cevap elde edilecektir. Ancak yeterli yüksek ses seviyesi stapes tabanının'da gerekli hareketi sağlayarak, sakkül stimülasyonuna neden olur. Eğer herhangi bir orta kulak patolojisi varsa, stapeste gerekli hareket olamayacağı için, sakkülde yeterli uyarım oluşamaz. Bu yüzden, sakküler fonksiyon olsa bile, iletim tipi işitme kaybı durumlarında VEMP cevabı elde edilemez. Sensörinöral işitme kaybı durumlarında, VEMP cevabı etkilenmez. Çünkü VEMP cevabı, ses stimülasyonu ile stapes tabanının mekanik hareketi ile başlar, koklear cevap sakkülü etkilemez. 0,1 ms'lik klik uyarı veya 500 Hz kısa tone burst uyarı (0,2 ms), 140 db SPL veya 100-105 db nHL şiddetinde ipsilateral olarak uygulanır. VEMP cevapları, kısa latanslı bifazik (pozitif ve negatif pikli) cevaplardır. Pozitif tepe, yaklaşık 13 ms'de; negatif tepe yaklaşık 23 ms'de oluşur (6). cVEMP'ler, sakkül orjinlidir. Hava yolu stimülasyonu ile elde edilen cVEMP sırasında, ipsilateral SKM'nin unilateral inhibisyonu; sakkülden orjin alınması ile tutarlıdır. Otolit organlar, hava yolu uyarıma daha duyarlıdır (39).

Servikal VEMP sonuçlarının analiz ve yorumlanmasında amplitüd, latenstan daha önemli bir parametredir. VEMP amplitüdü pek çok faktöre bağlıdır, ancak en önemlisi stimulus öncesi SKM kas kontraksiyonudur. Eğer, stimulus öncesi, tonik kontraksiyon yetersiz olursa, VEMP cevabı da küçük olur. Stimulus öncesi EMG

aktivitesi cVEMP testi için minimum 40 mikrovolt olmalıdır. VEMP amplitüdü, analiz edilirken, iki taraf arasındaki asimetri oranı temel alınır. Eğer bu oran %35'ten fazlaysa sonuç anormal olarak yorumlanır ve bu durum o taraf sakküler fonksiyonun daha zayıf olduğunun göstergesidir. Amplitüd asimetri oranı= Amplitüd sol kulak- amplitüd sağ kulak /amplitüd sol kulak + amplitüd sağ kulak x 100 olarak hesaplanır. 60 yaşa kadar P1'in 13 msn; N1'in yaklaşık 23 msn'de meydana gelmesi normalken yaş ilerledikçe latanslarda uzamalar meydana gelebilir (6).

2.5.2. Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (oVEMP)

Yapılan çalışmalar göstermiş ki, yüksek ses sadece sakkülü değil, utrikülü de stimüle etmektedir. Oküler VEMP (oVEMP) utriküler fonksiyon, superior vestibüler sinir ve makulo-oküler refleks yolun değerlendirilmesini sağlar. Oküler VEMP, ipsilateral kulaktan akustik uyaran ile utrikül stimülasyonu sonucu oluşan, kontralateral inferior oblik kasın EMG kaydıdır. Ses ile uyarmı sol kulaktan ise, sol taraf utrikül uyarılır ancak sağ taraf (kontralateral) inferior oblik kas üzerinden kayıt alınır (6). oVEMP refleks yolu şu şekildedir; aynı taraftaki utrikülün uyarılması sonucu oluşan aksiyon potansiyeli superior vestibüler sinire ve oradan aynı taraf vestibüler nükleusa iletilir. Burada çaprazlama ile karşı taraf medial longitudinal yola ve en sonunda 3. kranial sinirin nükleusana (okülo motor nükleus) ulaşır. Okülo motor sinir vasıtasıyla inferior oblik kasa gelen uyarı ile inferior oblik kasta uyarı meydana gelir (6,35,37).

Oküler VEMP cevapları küçük amplitüdüdür (5-10 mikrovolt) ancak gözlerin yukarıya bakışıya daha büyük amplitüdü kaydedilebilir (6). Bu durumda, dalgaların inferior oblik kastan orjin aldığı düşünülmektedir. oVEMP kısa latanslı, dalgalardan oluşur. İlk dalga yaklaşık 10 ms civarında negatif tepeli oluşurken (n10), ikinci dalga, 15 ms civarında pozitif tepeli (p15) oluşur. oVEMP, superior vestibüler sinirin otolit affarentlerinden orjin alır. Başka bir ifadeyle, utriküler orjinlidir (39).

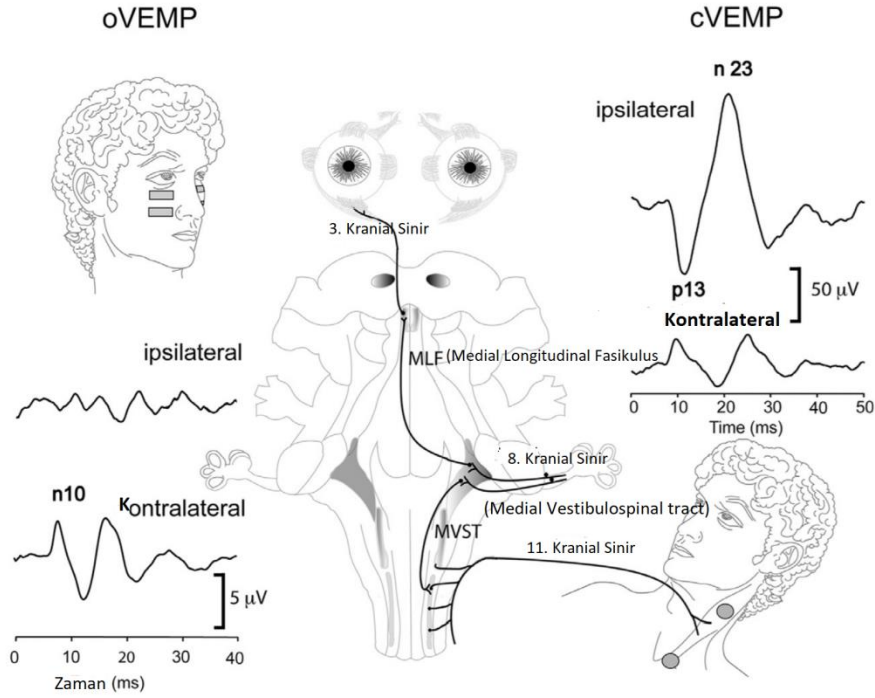
Utriküler makula affarentleri, vestibüler nükleustaki eksitatör nöronlar ile sinaps yapar ve bu nöronlar kontralateral inferior oblik kası inerve eden 3. nükleus

motor nöronları ile bağlantılıdır. Bu sebeple, utriküler stimülasyon, negatif başlangıçlı n10 ve takiben p15 dalgaları ile sonuçlanır (36).

Sonuçların hesaplanması ve yorumlanması cVEMP’de olduğu gibidir. oVEMP’te uyarım hava yolu ile olabileceği gibi, cVEMP’te olduğu gibi kemik yolu uyarımla da sağlanabilir. oVEMP, hava kemik aralığının 20 db’den fazla olduğu, iletim tipi işitme kaybı olan hastalarda, kemik yolu uyarım kullanılarak gerçekleştirilir. Kemik vibratör olarak radio ear B71 kullanılır (60db nHL, 250Hz) (6). Sheykholeslami ve arkadaşları (2000) ilk kez tone burst uyarım ile **kemik yolunu uyararak** VEMP kaydetmişlerdir. Bu teknik, orta kulağı atlayarak iki tarafında uyarılmasını sağlar (35).

Hava yolu ile ses uyarımında, TDH 49 kulaklıklar ile, 0,1 msn klik uyarım verilerek, kayıt yapılır. 500 Hz civarı kısa tone burst uyarımlarda kullanılmaya başlanmıştır. Güvenli ses gürlüğü sağlamak için, yüksek kalite ve kalibre edilmiş ekipmanlar gerekmektedir. Ses gürlüğü, db peak SPL (Sound Pressure Level) olarak ifade edilir. Pek çok ekipman, 95 ya da 100 db nHL (0 db nHL=35-45 db SPL) şiddetinde 0,1 ms’lik klik uyarımlara izin verir. Bu şiddetteki klik uyarımlar, vestibüler aparatları aktive etmede yeterlidir. Tinnitli hastalarda test, tinnitun ağırlaşmasına neden oluyorsa test durdurulmalıdır. Normal bireylerde, VEMP’in kaydedilememesi, yetersiz kas aktivasyonuna ya da düşük ses şiddeti uyarımına bağlıdır. Yaşlı bireylerde 140 db SPL seviyesindeki 0,1 msn lik klik uyarım gerekli yanıtın alınması için yeterlidir (35).

VEMP cevaplarının, otolit affarentlerden orjin alan, vestibülo-kollik ve vestibülo-oküler reflekslerin kısa latanslı bölümleri olduğu düşünülmektedir (39). Oküler ve servikal VEMP’ler, sakküler ve utriküler otolit fonksiyonlar hakkında tamamlayıcı bilgiler sağlar. Bu sebeple, bu ikisinin kombine kaydı, çapraz vestibülo-oküler refleksin ve aynı taraf sakkülo-kollik refleksin değerlendirilmesine olanak tanır (38).



Şekil 2.7. oVEMP ve cVEMP Refleks yolları (Sol taraf uyarımlı) (Handb Clin Neurol.137: 133-55, 2016)

2.6. Dinamik Postürografi

Postürografi, postüral performans ile ilgili veri sağlayan, önemli bir değerlendirme yöntemidir. Dengenin devam ettirilmesi, visual, vestibüler ve somatosensöriyel sistemlerden gelen bilgilerin, merkezi sinir sistemi tarafından yorumlanıp, uygun cevap oluşturulması ile mümkündür. Bilgisayarlı dinamik postürografi tüm bu sistemleri ayrı ayrı analiz ederek, hastanın postüral kontrol mekanizmalarını değerlendirmeye olanak tanır. Kuvvet platformu (translasyonel ve rotasyonel yönlerde hareket edebilen) ve elektronik dijital bilgisayar ile kontrol edilen bu sistem; çeşitli test durumlarındaki (gözler açık, gözler kapalı vs), postüral sınımları kaydederek, sayısal veri sağlar. Bu test durumları, postüral kontrol mekanizmalarını, harekete geçirir. Dinamik postürografiden elde edilen datada, anterior-posterior ile medial-lateral sınımlar, sınımların uzunluğu ve zamanı, sınımların frekansı ve hızı, sınımların yönü ve reaksiyon zamanı yer alır. Sıklıkla kullanılan temel protokol, dSOT (**dynamic sensory organization test / dinamik duyu organizasyon test**) 'dir. Bu test sırasında hasta, 6 farklı durumda (görsel ve somatosensöriyel feedbackler değiştirilerek), dengesini devam ettirmeye çalışır (11,40,41,42). SOT'in

sonuçları, salınımların hesaplanması esasına dayanır ve bu sonuçlar 0 ile 100 arasında denge skoru olarak grafik formunda ifade edilir. “0” denge kaybını gösterirken, “100” mükemmel stabiliteyi gösterir. Hangi motor stratejinin (ayak bileği ya da kalça stratejisi) kullanılacağına, her bir test aşamasındaki kesme kuvvetinin miktarına göre karar verilir. Ayak bileği stratejisi, vücut ayak bileği üzerinde dönmeye başladığında yani vertikal kuvvetler baskın olduğu zaman kullanılır. Kalça stratejisi ise, hareket kalça etrafında meydana geldiğinde yani horizontal (kesme) kuvvetler baskın olduğunda kullanılır (40).

Postürografi içinde yer alan diğer test, stabilitenin limitleri testi (**limits of stability (LOS) test**)’dir. Ayak bileği stratejisi kullanılarak, ayaklar hiç kaldırılmadan, ağırlık merkezinin öne-arkaya; sağa-sola olmak üzere her yöne yer değiştirilmesi esasına dayanan bu testte amaç, hastada dışardan herhangi bir etki ile denge kaybı yaratmadan, kendi gönüllü hareketi ile hastanın hareket kabiliyetini ve hangi yöne hareket limitasyonu olduğunu göstermektir. Aynı zamanda, yaşlı hastalarda, düşme riskinin değerlendirilmesi hususunda fikir edinilmesini sağlar (40,43). Her test durumu sona erdiğinde, sonuçlar analiz edildiğinde, statokinesigram (SKG) alanı da hesaplanır. SKG, postüral kontrolün kalitesi ve yeterliliği hakkında genel bilgi sağlar. Belirlenen üst limitin üzerine taşmış yüzey alanı, yükselmiş postüral salınımların sonucudur. Böyle bir durumda denge kontrolü yetersizdir, şeklinde yoruma gidilebilir (43).

Dinamik Postürografi hangi durumlarda kullanılır?

1. Vestibüler rehabilitasyon sürecinde, tedavinin planlanmasında ve iyileşmenin monitörize edilmesinde çok faydalıdır. Hastalar pertürbasyonu içeren denge eğitimleri sırasında, görsel inputlar sayesinde faydalı geri bildirimler alarak, hem kendilerini daha güvende hissederler hem de denge performanslarını geliştirerek motive olurlar. Dinamik postürografinin denge eğitiminde kullanıldığı pek çok çalışma, postüral stabilitenin ve fonksiyonelliğin geliştiğini göstermiştir (40).
2. Vestibüler yetmezliğin tanımlanmasında duyarlılığa sahiptir. Vestibülospinal fonksiyon ve postüral kontrol ile ilgili bilgi sağlar ancak

bu test de diğer vestibüler testler gibi herhangi bir hastalığa spesifik değildir (40).

3. Santral yetmezlik durumlarında kullanılır. Normal bireyler, tek yöne doğru düşük amplitüdü salınım gösterirler ve bu durum gözler kapalı olduğunda hafif olarak artar. Vestibüloserebellum lezyonlarında ise, sallanma amplitüdü daha geniştir ve tek yöne doğru olan sallanma daha çok yanlara gitme eğilimindedir. Serebellumun anterior lobunda atrofi olan bireyler, baskın olarak, antero-posterior yönde salınım gösterir ve bu durum gözler kapalı olduğunda daha çok artar (40)

4. Dengesizlik hissi mevcut olan ancak, diğer vestibüler testleri normal olan hastalarda kullanılır. Çünkü vestibüler testler birincil olarak vestibülo oküler refleksi (VOR) değerlendirirken, postürografi öncelikli vestibülo spinal refleksi içine alan çok yönlü değerlendirmeye olanak tanır (42).

5. Travma sonrası denge bozukluğu olan hastaların değerlendirilmesinde kullanılır. Postürografi vestibülo spinal fonksiyon anomalilerinin belirlenmesinde yardımcı olabilir (42).

6. Multiple skleroz, spinoserebellar dejenerasyon ve parkinson gibi vestibüler ve nörolojik hastaların işe dönme değerlendirilmelerinin yapılmasında yardımcı olur (42).

7. Vestibülo toksik ilaç alan hastaların değerlendirilmesinde kullanılır (42).

8. Düşme hikayesi olan ve dengesizlik hissi olan yaşlı hastaların değerlendirilmesinde kullanılır. Pek çok yaşlı hastada gerçek vertigo yoktur ve bunun yerine kronik dengesizlik söz konusudur. Postürografi diğer testler normalken, denge fonksiyonundaki yetersizliğin tanımlanmasına yardımcı olur (42).

9. Denge performansında iyileşme gösteren ancak dengesizlik hissi devam eden hastalarda kullanılır (42).

SOT'teki düşük performans her zaman, problemi işaret etmeyebilir. Örneğin düşmekten korkan, gergin yaşlı bir birey, test boyunca artmış salınımlar gösterebilir. Böyle durumlar da göz önünde bulundurulmalıdır (40).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Özel Bayındır Hastanesi Kulak Burun Boğaz Polikliniği'nde, "tek taraflı periferik vestibüler bozukluk" tanısı almış, semptomları en az üç aydır devam eden ve yaşları 40 ile 82 yaş arasında değişen 30 hastanın katılımı ile gerçekleştirildi. Uygulama yerine göre klinik, verilerin toplandığı zamana göre ileriye yönelik (prospektif) bir çalışmadır. Dahil edilme kriterleri kapsamında hastalar rastgele seçildi. Kognitif defisit, ciddi görsel bozukluk, BPPV, post travmatik vertigo ve bilinen ciddi ortopedik ve nörolojik problemi olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Meniere ve vestibüler nöritli hastalar çalışmaya dahil edildi. Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu'nca onaylandı (Proje No: KA18/75). Çalışmaya katılan tüm bireylerden imzalanmış gönüllü denek bilgilendirme ve onay formu alındı.

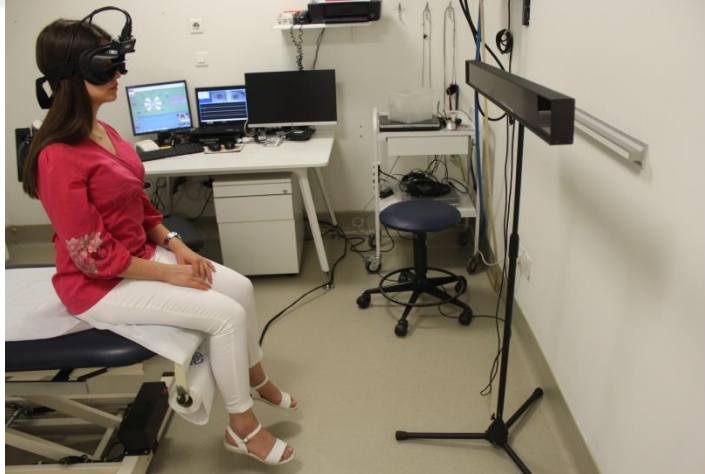
KBB polikliniğine ayaktan başvuran hastalar, bir KBB uzmanı tarafından değerlendirilip, otoskopik muayene sonrasında, hekim tarafından öngörülen gerekli testler (VNG, kalorik test, odyometri) sonucu, tek taraflı periferik vestibüler bozukluk tanısı aldıktan sonra vestibüler değerlendirmeye dahil edildi. Vestibüler değerlendirme öncesi, hekimin öngördüğü hastalara odyolojik değerlendirme yapıldı. Odyolojik değerlendirme için ortam gürültüsünün 44 db'in altında olduğu çift odalı sessiz kabinde, saf ses ve konuşma odyometrisi testleri Interacoustics AC40 klinik odyometre cihazı kullanılarak yapıldı. Saf ses odyometri testinde her bir kulağın ayrı ayrı 250 ile 6000 Hz aralığındaki oktav frekanslarda havayolu işitme eşikleri, 500 ile 4000 Hz aralığındaki oktav frekanslarda kemik yolu işitme eşikleri belirlendi. Ardından yine her bir kulağın konuşmayı alma eşiği, konuşmayı anlama puanı ve en rahat ses yüksekliği belirlendi (22).

Vestibüler değerlendirme kapsamında hastalara ilk olarak, labirentte fonksiyon bozukluğu olup olmadığı ve periferik/santral ayırımı yapabilmek adına **videonistagmografi (VNG) test tekniği** uygulandı. Hastalara test sırasında anksiyete ve korku yaşamamaları adına, test ile ilgili gerekli bilgiler verilerek testten 48 saat öncesine kadar baş dönmesine yönelik kullandıkları ilaçları kesmeleri istendi.

Spontan nistagmus horizontal ve vertikal planda bakılır ve bu sırada santral ve periferik nistagmus ayırımının yapılması önemlidir. Periferik vestibüler sistem

patolojilerine bağı spontan nistagmuslar, horizontal rotatuardır. Santral spontan nistagmus genellikle vertikal plandadır. İzole vertikal semisirküler kanalln lezyonlarında da bu şekilde vertikal nistagmus görülebilir. Periferik nistagmuslara ait ikinci özellik, görsel fiksasyondan etkilenmesidir. Bilindiği gibi, periferik orjinli nistagmuslar fiksasyon ile kaybolur veya en azından şiddetinde %50'den fazla azalma olur. Ancak, periferik bir lezyonun akut döneminde ya da santral orjinli nistagmuslarda fiksasyon olsa da nistagmus devam eder (23).

VNG cihazı, özel bir gözlük, bilgisayar, video kaydedici, ışıklı bar ve kalorik uyarım cihazından oluşur. Test odasının az aydınlatılmış olması tercih edilir. Test ekipmanlarının yatak başında olması, görsel uyarımın sağlanacağı ışıklı barın muayene masasından bir metre öteye konması gerekir (şekil 3.1). Testin başında test edilen her kişi için kalibrasyon yapıldı. Bu amaçla, baş fikse iken, horizontal ve vertikal planda 15^0 ile gelen görsel hedefin takibi istendi. Bu sayede göz hareketleri her iki planda da kalibre edildi ve sırasıyla hastalara; gaze, sakkad, pursuit (takip), optokinetik, baş sallama (head-shaking) testleri ve Dİx-Hallpike ile Roll testlerinden oluşan pozisyonel testler uygulandı.

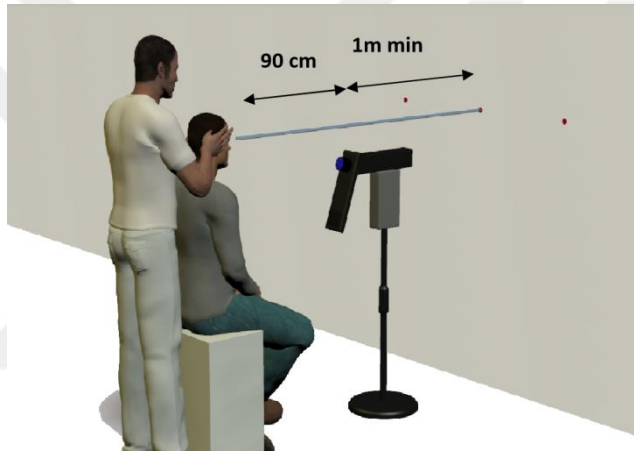


Şekil 3.1. Videonistagmografi (VNG) test tekniği

3.1. Video Head Impulse Test (VHIT) Tekniği

VHIT ölçümleri, VHIT Ulmer sistem ile gerçekleştirildi. Bu sistem, Dr. Erik Ulmer tarafından göz ve baş hareketlerini ölçerek, kaydederek ve analiz ederek, Vestibülo Oküler Refleksi (VOR), değerlendirmek amacıyla tasarlanmıştır (Snapsys-

Marsilya Fransa). USB girişi yoluyla bilgisayara bağlı, tek ayak üzerinde yer alan kamera sisteminden oluşmaktadır. VHIT Ulmer kamera sistemi ile hastanın yzü arasındaki mesafe (hastanın gözü ile kamera lensi arası) yaklaşık 90 cm olmalıdır. Fiksasyon noktaları, VHIT kamera sistemine en az bir metre uzaklıkta ve kameranın üzerinde kalacak şekilde horizontal olarak yerleştirilmiş olmalıdır (şekil 3.2). Noktalar arasındaki açisal değer yaklaşık 20^0 'dir. Kıızıl ötesi ışıktan oluşan ve sensivitesi yüksek olan kamera sistemi, hastanın hızlı baş hareketlerinin açık bir şekilde kaydedilmesine olanak tanır. VHIT Ulmer'de, varsayılan horizontal hızlanma eşiği $2000^0/sn^2$, vertikal hızlanma eşiği ise $1500^0/sn^2$ 'dir. Horizontal ve vertikal hızlanma eşikleri $1500^0/sn^2$ 'den az olmamalıdır.



şekil 3.2. VHIT Ulmer kamera sistemi

Yazılım özellikleri, video, grafik ve diagram (kanalogram) kullanarak, VOR sonuçlarının tanımlanmasına olanak tanır. Kanalogram, her bir semisirküler kanaldaki her bir atım sonucu elde edilen VOR kazanç değerlerini gösterir. Sistemin, okulomotor fonksiyon bozukluğu ve göz patolojisi olan hastalar için kullanımı uygun değildir.

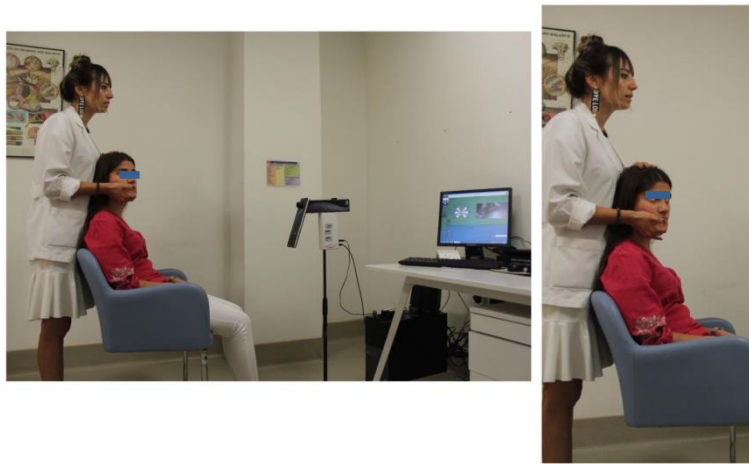
Hastalar sandalyede, hareketsiz bir şekilde pozisyonlandı. Test sırasında, hastadan başını serbest bırakması, boyun kaslarını kasmaması, kendinden 1.5 metre mesafede duvar üzerinde ayarlanmış noktadan gözünü kaçırmamaya çalışması istendi. Horizontal kanalların değerlendirilmesi için yapılan Lateral (Left-Right, Sağ-Sol), vertikal kanalların değerlendirilmesi için yapılan RALP (Right Anterior-Left Posterior, Sağ Anterior-Sol Posterior) ve LARP (Left Anterior-Right Posterior, Sağ

anterior- Sol Posterior) testleri sırasıyla uygulandı. Lateral SSK değerlendirilmesi için, hastanın baş pozisyonu 30^0 kadar öne eğilmiş pozisyonda, hastanın çene kemiğini iki elle kavrayarak sağa ve sola hızlı ve küçük açılarla (15^0) baş itme hareketleri uygulandı (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. VHIIT Ulmer kamera sistemi ile Horizontal kanalların değerlendirilmesi

Vertikal SSK değerlendirilmesinde ise, hastanın başı test sırasında 45^0 sağa veya sola çevrilerek vertikal kanalların optimum uyarılabilme pozisyonu ayarlanarak itme kuvveti uygulandı. Testler, her kanal için usulüne uygun yapıldı ve test aşaması sonlandırıldı (Şekil 3.4/ Şekil 3.5).



Şekil 3.4. Vertikal SSK'ların değerlendirilmesi (LARP testi)



Şekil 3.5. Vertikal SSK'ların değerlendirilmesi (RALP testi)

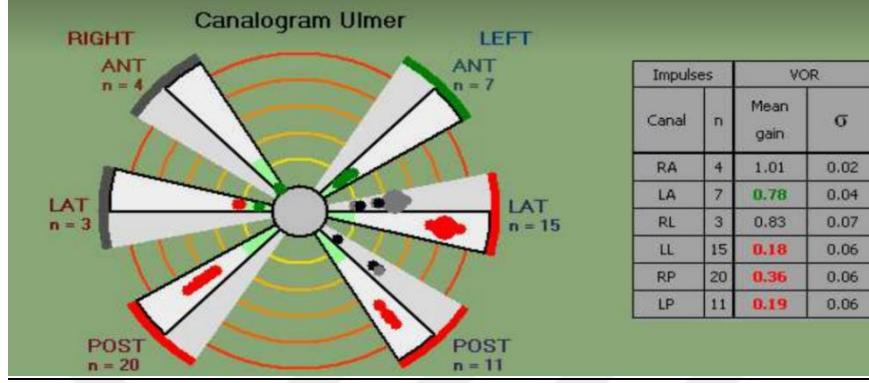
3.1.1. Genel Prensipler ve Uygulama

Sistem, her bir semisirküler kanal fonksiyonunu değerlendirir. Stimülasyon frekansı yaklaşık 5 Hz'dir. Manevra, kısa, hızlı ve uygulanan kanal düzleminde olmalıdır. Sağ lateral kanal için, sağa doğru horizontal itme; sol lateral kanal için, sola doğru horizontal itme; sol anterior kanal için, baş 35-45 derece sağa çevrilir ve sagittal planda ileri itme; sağ posterior kanal için, baş 35-45 derece sağa çevrilir ve sagittal planda arkaya itme; sağ anterior kanal için, baş 35-45 derece sola çevrilir ve sagittal planda ileri itme; sol posterior kanal için, baş 35-45 derece sola çevrilir ve sagittal planda arkaya itme yapılır.

3.1.2. Terminoloji

VOR Kazancı

VOR kazancı, göz hareket hızının, baş hareket hızına oranıdır.



Şekil 3.6. Kanalogram ve her bir kanalın ortalama VOR kazançları

$$\text{VOR} = \frac{\text{Göz hareket hızı}}{\text{Baş hareket hızı}}$$

Erken Sakkad

VHIT yazılımında; erken sakkad, hızlanmanın tepe noktasından 150 msn sonra meydana gelen sakkad olarak tanımlanmaktadır.

Kovert Sakkad

Baş hareketi boyunca meydana gelen sakkattır.

Overt Sakkad

Baş hareketi sona erince meydana gelen sakkattır.

Görünür Kazanç

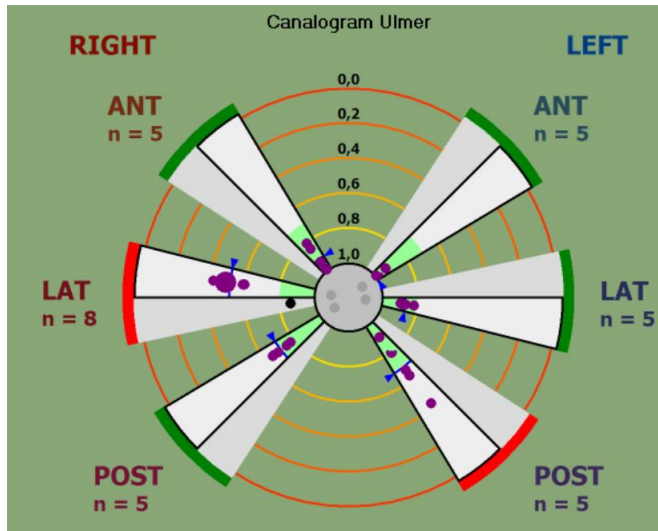
İlk erken sakkattan sonra ölçülür ve hastanın bakışı tam ya da yarım olarak hedefe geri döner.

Kanalogram

Kanalogramın amacı, her bir semisirküler kanalın kazanç değerlerini göstermektir. Kanalogramda her bir dilim, bir kanalı temsil etmektedir. Her dilim iki yarım parçadan oluşur. Beyaz yarım parça, VOR kazançlarını gösterirken, gri yarım parça, görünür kazancı gösterir. Kanalogramda dilim rengi gri ise, yeterli sayıda itme yapılmadığını gösterir ki en az 5 geçerli itme manevrasının yapılması gerekmektedir. Dilimin kırmızı renkte olması, ortalama VOR kazançlarının normal limitlerde olmadığını, dilimin yeşil renkte olması ise ortalama VOR kazançlarının normal limitler içerisinde olduğunu gösterir.

VOR kazançları ile ilgili yarım dilimde yer alan noktalar, her bir itme manevrası ile ilişkilidir. VOR kazancı 0'a yaklaştıkça ilgili nokta, dilimin sonuna doğru; kazanç 1'e yaklaştıkça ilgili nokta, dilimin merkezine doğru gösterilir. Eğer, VOR kazancı hesaplanamazsa, nokta kanalogramın merkezinde ve gri renk olarak gösterilir.

Görünür kazançla ilgili yarım dilimde yer alan noktalar, ilk oluşan erken sakkadı, kovert sakkad (baş hareketi boyunca meydana gelen) ise siyah; kovert sakkad değil (baş hareketinden sonra meydana gelen) ise gri renk olarak gösterilir (Şekil 3.7).

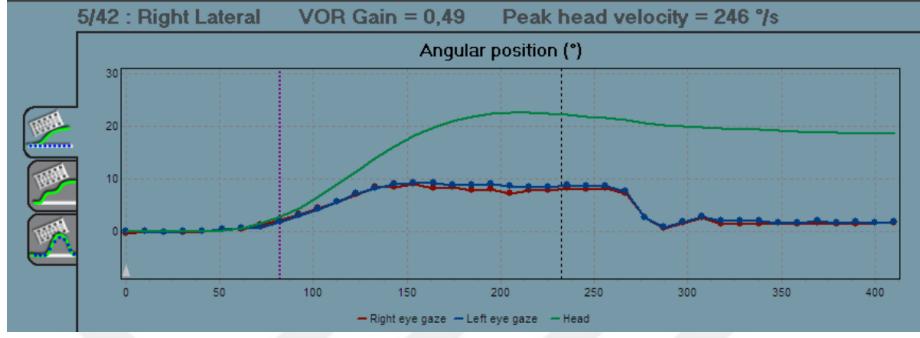


Şekil 3.7. Örnek Kanalogram

Grafikler

1. Pozisyon Grafiği

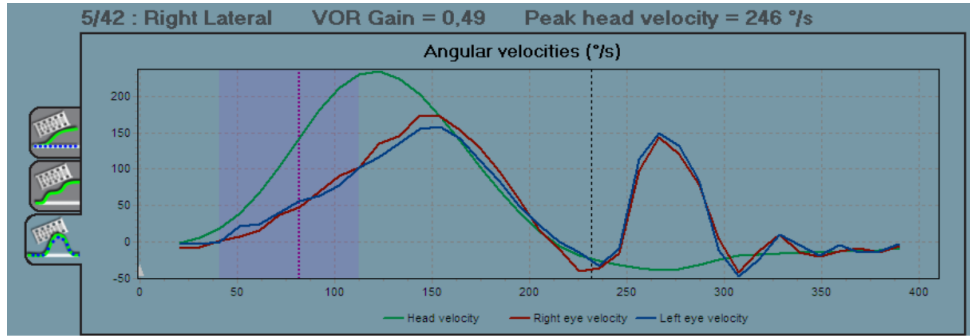
Pozisyon grafiği, zaman içerisinde başın ve bakışın açısal pozisyonunu gösteren grafikdir. X eksenini milisaniyeyi, Y eksenini dereceyi temsil eder (şekil 3.8).



şekil 3.8 Pozisyon Grafiği

2. Hız Grafiği

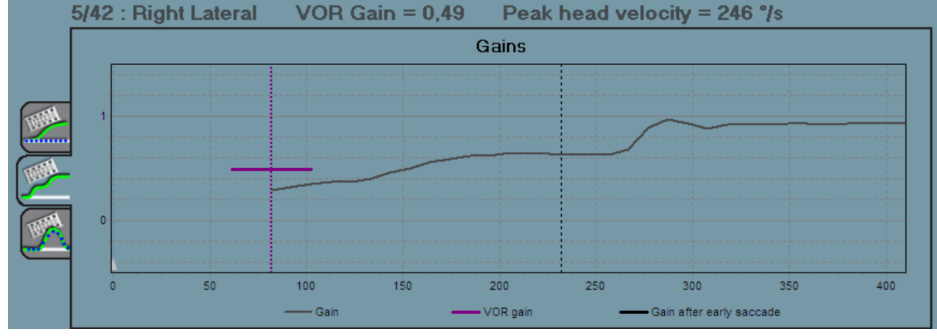
Hız grafiği, zaman içerisinde, başın ve gözlerin açısal hızını gösteren grafikdir. X eksenini, milisaniyeyi, Y eksenini derece/saniyeyi temsil eder (şekil 3.9).



şekil 3.9 Hız Grafiği

3. Kazanç Grafiği

Kazanç grafiği zaman içerisindeki, VOR kazancını ve ilk erken sakkattan sonra meydana gelen görünür kazancı gösterir. X eksenini milisaniyeyi temsil eder (şekil 3.10).



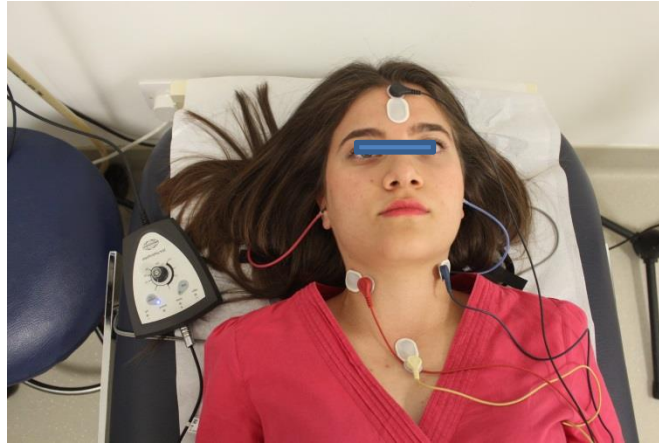
Şekil 3.10 Kazanç Grafiği

3.2. VEMP Test Tekniği

Vemp test teknikleri OtoAccess ver 1.2.1 programı ile gerçekleştirildi. Yapılacak işlemler hastalara detaylı bir şekilde anlatıldıktan sonra, cilt temizliklerinde nuprep yüzey elektrot jeli kullanıldı. Neuroline 720 yüzey cilt elektrotları kullanılarak miyojenik aktiviteler kaydedildi.

3.2.1. Servikal VEMP Test Tekniği

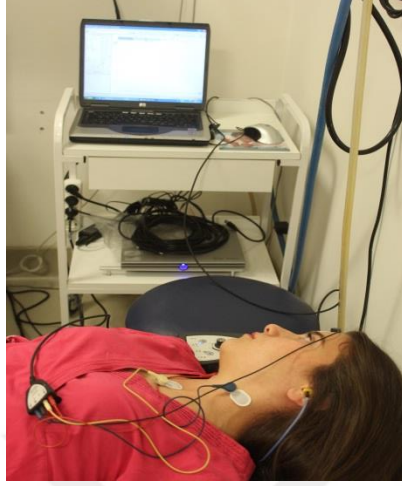
Sırt üstü pozisyonda yatan hastanın cilt temizliği yapıldıktan sonra, aktif elektrotlar simetrik olarak SKM orta 1/3 kısmına, referans elektrot sternum üst bitiş noktasına, toprak elektrot ise, alına konuldu (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 cVEMP elektrot yerleşimi

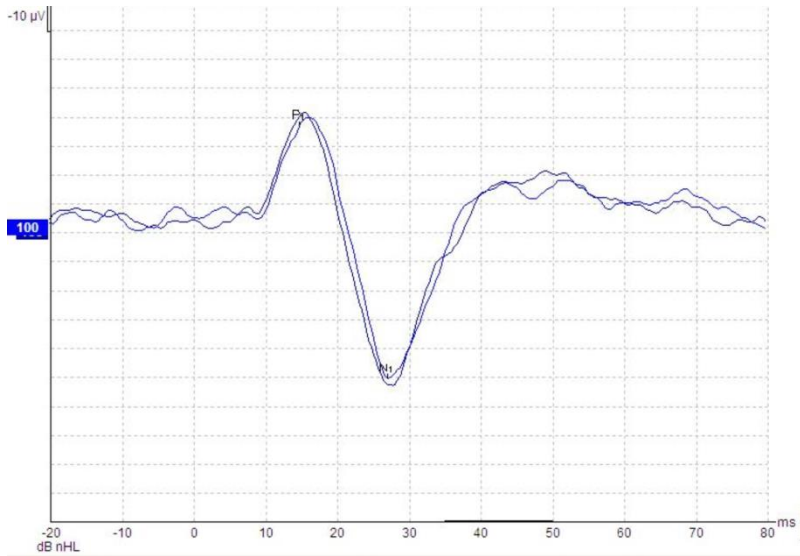
Hastalardan, başlarını uyarılmayan tarafa çevirerek (diyelimki sağ) ve çok hafif kaldırarak, başlarını çevirmedikleri taraftaki (sol) SKM kasını kasmaları istendi (Şekil 2.18). Uyarılma için “ICS Medical insert earphone” (ER 3A/5A Insert

Earphone 300 ohms) kulaklık kullanıldı (Şekil 3.12). Cilt rezistansı 5 kohm'un altında tutuldu.

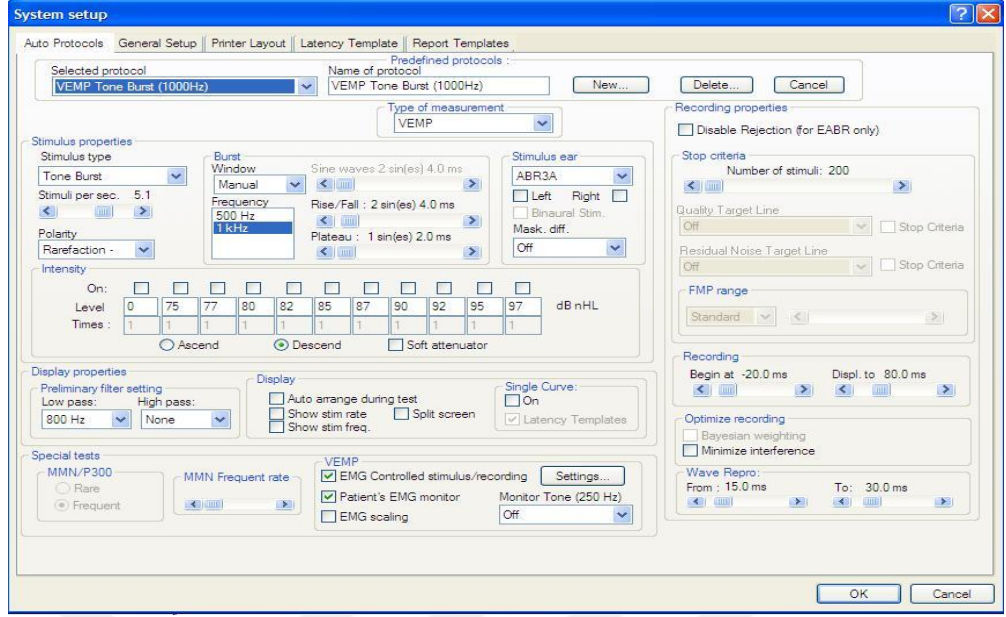


Şekil 3.12 SKM kas aktivasyonu (cVEMP test uygulaması)

Uyaran olarak 1000 Hz tone burst kullanıldı. Uyarı şiddeti olarak 100 db nHL ayarlandı ve uyarı tek taraflı hava yolu olarak verildi. Yanıtların kontrolü amacıyla iki kayıt ard arda yapılarak sağlama uygulandı. Uyarı verilmesinin ardından oluşan ilk dalga formunun tepe noktaları p13ve n23 olarak belirlendi (Şekil 3.13). Dalgaların latans ve amplitüd değerleri ölçüldü. Şekil 3.14 'de testte kullanılan parametrelerin 'setup'ı verilmiştir.



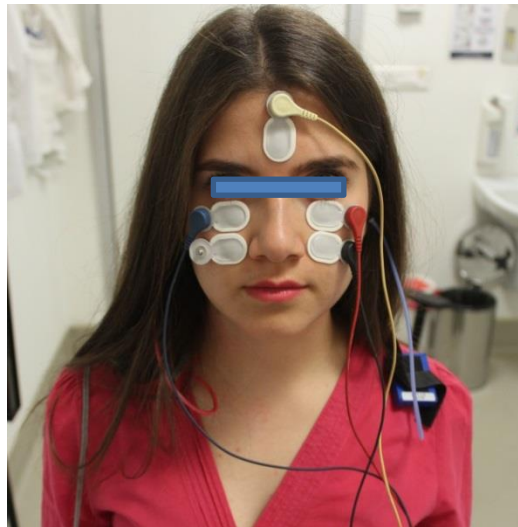
Şekil 3.13 Bir olgunun sol kulak cVEMP test trasesi



Şekil 3.14 Kliniğimizde uygulanan cVEMP setup değerleri

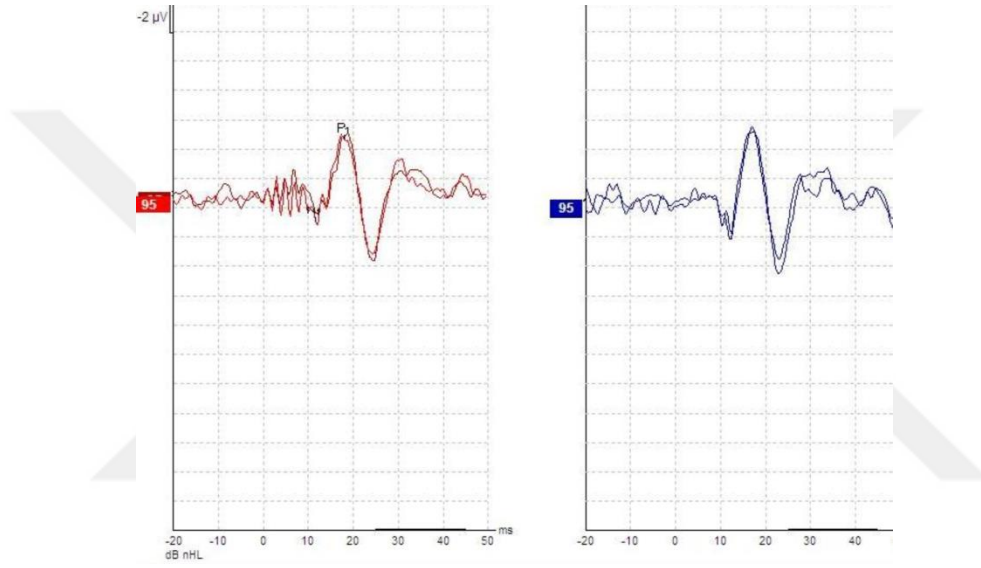
3.2.2. Oküler VEMP Test Tekniği

oVEMP testi, hastalara oturur pozisyonda, önceden duvara sabitlenmiş hedefe doğru, 30-40 derece yukarı bakarak gerçekleştirildi. Hastalardan yüz kaslarını kasmamaları, kendilerini rahat bırakmaları istendi. Cilt temizliği yapıldıktan sonra, kayıt elektrotlar simetrik olarak, her iki tarafta orbita alt kenarlarının 15-30 mm altına yanak üstlerine; toprak elektrot alın üst kısmına, referans elektrotlar ise, aktif elektrodun 2-3 cm altına yanak üzerine yerleştirildi (Şekil 3.15).

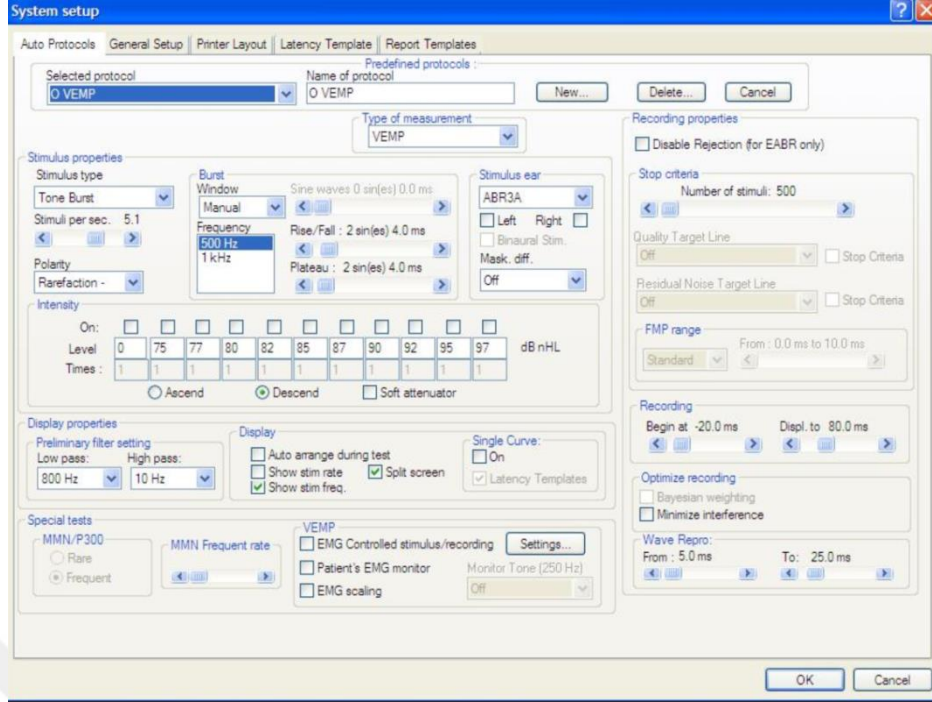


Şekil 3.15 oVEMP elektrot yerleşimi (Sağ taraf kayıt için)

Cilt rezistansı 5 kohm'un altında tutuldu. Hava yolu iletimli ses uyarımı verilerek yapılan oVEMP kayıtlarını almak için kanal içi (insert earphone) kulaklık ile ses uyarımı verirken, kontralateral gözden (inferior oblik kas) kayıt alındı. Uyarı tipi olarak, 500 Hz tone burst uyarı kullanıldı. Minimum iki ardışık testte aynı dalga formu ve latansı elde edilen oVEMP cevapları değerlendirmeye alındı. Uyarı verilmesini takiben oluşan ilk dalga formunun tepe noktaları n1 ve p1 olarak belirlendi (Şekil 3.16) ve dalgaların latans ile amplitüd değerleri ölçüldü. Şekil 3.17 'de testte kullanılan parametrelerin 'setup'ı verilmiştir.



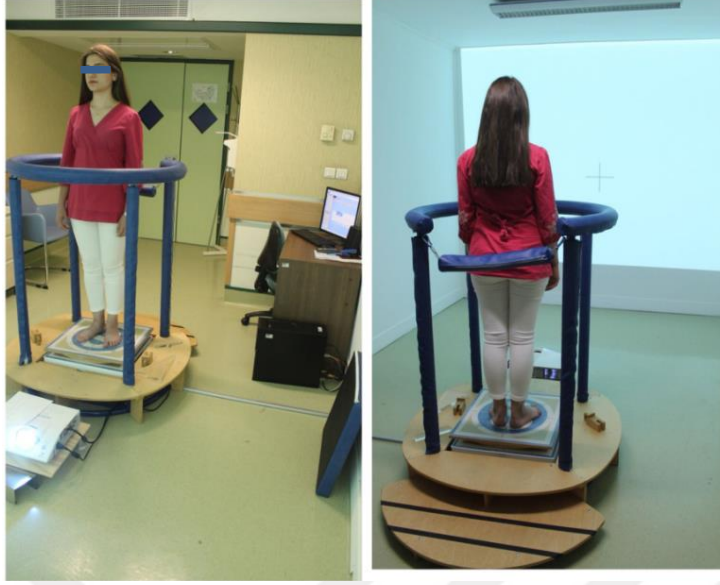
Şekil 3.16 Bir olgunun sağ ve sol oVEMP test traseleri



Şekil 3.17 Kliniğimizde uygulanan oVEMP setup değerleri

3.3.Bilgisayarlı Dinamik Postürografi

Dinamik Postürografi testi ile hastaların, vestibüler, vizüel ve somatosensörriyel sistemlerinin koordinasyonları ve bunun neticesinde dengeleri test edildi. Hastalara, “Synapsys Postürografi Sistem” (SPS) kullanılarak dSOT (dinamik sensori organizasyon test) uygulandı. Sistem, antero-posterior ve medio-lateral yönlere hareket etme kabiliyetine sahip tahterevalli platform, video projektörü ve bilgisayardan oluşmaktadır (Şekil 3.18).



Şekil 3.18 Synapsys Postürografi Sistem

SPS platform ile hastaların postüral sınımları ve denge kontrolleri 6 duyuşal durum altında kaydedildi;

1. Platform sabit, gözler açık, çevre sabit.
2. Platform sabit, gözler kapalı, çevre sabit. (Görsel uyarılar baskılanır ve sadece somatosensöriyel ve vestibüler bilgiler mevcuttur.)
3. Platform sabit, gözler açık, çevre salınımda. (Somatosensöriyel ve vestibüler bilgiler manipüle edilmezken, görsel bilgi hareket halindedir.)
4. Platform salınımda, gözler açık, çevre sabit. (vestibüler ve vizüel girdiler manipüle edilmezken, somatosensöriyel girdiler hareket halindeki platform üzerindeki ayaklar ve eklemlerden sağlanır.)
5. Platform salınımda, gözler kapalı, çevre sabit. (somatosensöriyel bilgiler hatalı, vizüel sistem baskılanmış ve sadece vestibüler bilgi mevcut.)
6. Platform salınımda, gözler açık, çevre salınımda. (somatosensöriyel ve görsel bilgiler hatalı ve vestibüler sistem manipüle edilmez.)

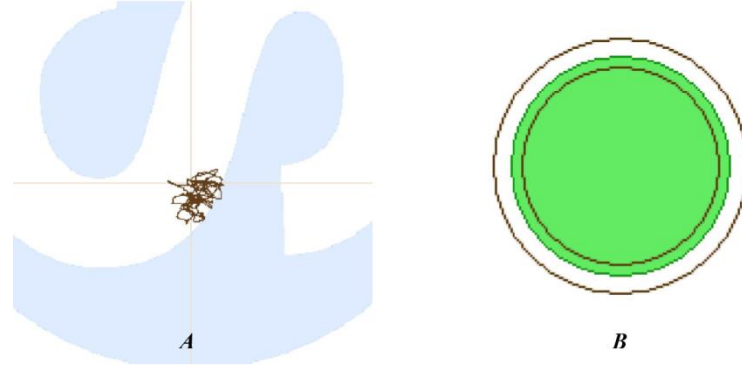
Testler boyunca hastaların sınımları kaydedilerek gerekli analizler sistem tarafından yapılır ve sayısal verilere dönüştürülerek data elde edilir. Her bir sistemin duyuşal skorları kaydedilir. Hasta skorları, horizontal bar olarak şematize edilen

normatif data ile karşılaştırılır. Anormal skorlar, sonuçların yorumunu sağlamak amacıyla kırmızı renkle gösterilir (Şekil 3.19).



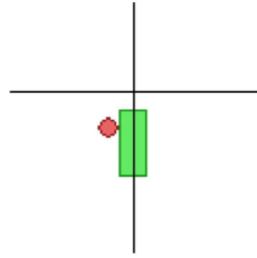
Şekil 3.19 Dinamik Sensöri Organizasyon Test değerlendirme parametreleri

Somatosensöriyel, vizüel ve vestibüler skorlar, hastaların bu sistemlerini kullanarak dengede kalabilme yetenekleriyle ilgili bilgi verir. Öncelikli (Preferential) skor, hastanın, dengeyi kontrol etmede, yanlış görsel bilgiyi reddedebilme yeteneğini (adaptasyon) gösterir. Global skor, altı durum altındaki denge skorlarının ortalamasını gösterir. Romberg ise, hastanın görsel bağımlılığını gösterir. **Statokinesigrama (SKG)** ise, postüral kontrolün kalitesi ve yeterliliği ile ilgili genel bilgi vererek, hastanın postüral sınımlarını yani basınç merkezinin yer değiştirmesini gösterir (Şekil 3.20). SKG aynı zamanda hastaların öne, arkaya, sağa ya da sola gitme eğilimlerini görmemizi sağlar (Şekil 3.21).



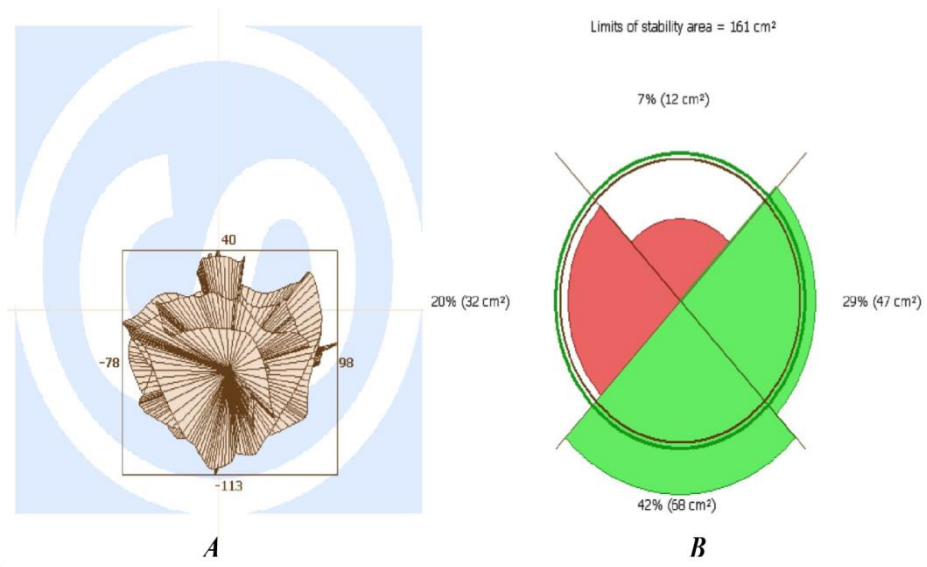
Şekil 3.20 A: Örnekte, hastanın test boyunca basınç merkezinin yerdeğiştirmesinin SKG gösterimi; B: SKG alanı normal sınırlardadır (aksi durumda SKG alanı kırmızı olarak gösterilir)

Mean (mm)
AP = -21,0 ML = -13,5



Şekil 3.21 kırmızı nokta test boyunca basınç merkezinin ortalama pozisyonunu gösterir. Bu örnekte, hastanın ön-arka eğilimi normal sınırlardayken, sola gitme eğilimi mevcuttur.

Her bir basamak 20 sn'lik periyotlarla iki kez tekrarlanır. Statik platformla yapılan ilk 3 basamak sona erip, dinamik platforma geçmeden önce “**Limits of Stability (LOS) Test**” (**Stabilite Sınırları Testi**) yapılır. Hastalardan ayak bileği stratejisini kullanarak, ayaklarını kaldırmadan ve düşmemeye çalışarak, sağa, sola, öne ve arkaya olacak şekilde basınç merkezlerini taşımaları istenir. Bu test, hastalarda denge kaybı yaratmadan, kendi gönüllü hareketleri ile kapasitelerinin değerlendirildiği önemli bir parametredir ve hastanın hareketinin hangi yönlere limitli olduğunu gösterir (Şekil 3.22).



Şekil 3.22 Limits of Stability Test

Hastalara yukarıda bahsedilen tüm testler yapıldı.

3.4. İstatistiksel Değerlendirme

Verilerin normallik kontrolü Shapiro Wilk testi ile yapılmıştır. Veriler normal dağılıma uygunluk göstermektedir. Sağ ve sol ölçümler için ayrı olacak şekilde değişik koşullardaki statokinesigram testi, stabilitenin limitleri testi (LOS), ortalama kazanç, ortalama hız, latans ve amplituda ait alt değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiyi incelemek için ise Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmış ve 'r' ile ifade edilmiştir. Korelasyon katsayıları; <0.20 çok zayıf ilişki, 0.20-0.39 zayıf ilişki, 0.40-0.59 orta derecede ilişki, 0.60-0.79 yüksek derecede ilişki, >0.80 olması durumunda ise çok yüksek derecede ilişki olduğu yönünde yorumlanmıştır. Cinsiyete gruplarına göre bu değişkenlerin ortalama karşılaştırmasında ve sağ, sol gruplarına göre yaş ortalaması karşılaştırmasında 'Student's t Test' kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistikleri ortalama, standart sapma ile ifade edilmiştir. Kategorik verilerde cinsiyete göre sağ, sol ölçümlerin dağılımı için Ki-Kare testi kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler frekans ve yüzde ile ifade edilmiştir. Bütün analizlerde istatistik anlamlılık seviyesi 0.05 olarak alınmış, analizler MedCalc Versiyon 18.10.2 free trial programında yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Olguların Demografik Özellikleri

Çalışmaya 20'si erkek, 10'u kadın olmak üzere toplamda 30, tek taraflı periferik vestibüler fonksiyon bozukluğu olan bireyler katıldı. Katılımcıların 15'inde sağ, 15'inde sol taraf periferik vestibüler fonksiyon bozukluğu mevcuttur. Sağ ve sol taraf için cinsiyet homojen dağılım göstermektedir ($p=0,439$) (Tablo 4.1).

	Sağ		Sol		Toplam		p
	n	%	n	%	n	%	
Cinsiyet							
Kadın	6	40,0	4	26,7	10	33,3	0,439
Erkek	9	60,0	11	73,3	20	66,7	

*p:Ki Kare Test; *: Fisher Exact Test*

Tablo 4.1. Olguların demografik özellikleri

Yaş ortalaması $62,77\pm 11,89$ (min:40;maks:82), sağ taraf için; $62,87\pm 10,23$ (min:40;maks:74), sol taraf için $62,67\pm 13,72$ (min:40;maks:82) şeklindedir ve sağ ile sol yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p=0,964$).

4.2. Ölçüm Değerlerinin Korelasyonları

Arkaya stabilite limiti (Limits of stability posterior) ile posterior kanal ortalama hız ölçümleri arasında negatif yönlü, orta derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,555$; $p=0,032$).

Sola stabilite limiti (Limits of stability left) ile anterior kanal ortalama hız ölçümleri arasında pozitif yönlü, orta derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=0,528$; $p=0,043$).

Sola stabilite limiti (Limits of stability left) ile lateral kanal ortalama hız ölçümleri arasında pozitif yönlü, orta derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=0,549$; $p=0,034$).

Anterior kanal kazancı ile cVEMP P1 latans ölçümleri arasında negatif yönlü, çok yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,807$; $p=0,015$).

Anterior kanal kazancı ile cVEMP N1 latans ölçümleri arasında negatif yönlü, çok yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,767$; $p=0,026$).

Gözler açık SKG alanı (SKG area eyes open) ile cVEMP N1 amplitud ölçümleri arasında pozitif yönlü, çok yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=0,826$; $p=0,011$).

Gözler açık ön-arka postüral stabilite (mean antero posterior eyes open) ile posterior kanal ortalama hız ölçümleri arasında negatif yönlü, yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,643$; $p=0,010$).

Gözler kapalı ön-arka postüral stabilite (mean antero posterior eyes closed) ile anterior kanal kazancı arasında negatif yönlü, orta derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,580$; $p=0,024$).

Gözler kapalı ön-arka postüral stabilite (mean antero posterior eyes closed) ile posterior kanal ortalama hız arasında negatif yönlü, yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,661$; $p=0,007$).

Örümcek ağı test durumunda ön-arka postüral stabilite (mean antero posterior cobweb) ile posterior kanal ortalama hız ölçümleri arasında negatif yönlü, yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,614$; $p=0,015$).

Örümcek ağı test durumunda sağ-sol postüral stabilite (mean medio lateral cobweb) ile cVEMP P1 amplitudu arasında negatif yönlü, yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,772$; $p=0,025$).

Stabilite limiti total alanı (LOS Area Total) ile anterior kanal ortalama hız ölçümleri arasında pozitif yönlü, orta derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=0,574$; $p=0,025$).

Lateral kanal kazancı ile cVEMP P1 latans ölçümleri arasında negatif yönlü, yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,780$; $p=0,022$).

Lateral kanal kazancı ile cVEMP N1 latans ölçümleri arasında negatif yönlü, yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,722$; $p=0,043$).

Lateral kanal ortalama hızı ile cVEMP P1 amplitud ölçümleri arasında negatif yönlü, çok yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,843$; $p=0,009$).

Gözler açık SKG alanı (SKG area eyes open) ile lateral kanal kazancı ölçümleri arasında pozitif yönlü, orta derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=0,534$; $p=0,040$).

Gözler açık SKG alanı (SKG area eyes open) ile ortalama anterior kanal hızı ölçümleri arasında pozitif yönlü, yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=0,602$; $p=0,018$).

Gözler kapalı ön-arka postüral stabilite (mean antero posterior eyes closed) ile ortalama lateral kanal hızı ölçümleri arasında pozitif yönlü, orta derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=0,520$; $p=0,047$).

Gözler kapalı sağ-sol postüral stabilite (mean medio lateral eyes closed) ile cVEMP P1 latans ölçümleri arasında negatif yönlü, çok yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,835$; $p=0,010$).

Örümcek ağı test durumunda SKG alanı (SKG area cobweb) ile ortalama anterior kanal hızı ölçümleri arasında pozitif yönlü, orta derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=0,614$; $p=0,015$).

	r	p
LIMITS OF STABILITY POSTERIOR	-0,555	0,032
ORTALAMA HIZ POSTERIOR		
LIMITS OF STABILITY LEFT	0,528	0,043
ORTALAMA HIZ ANTERIOR		
LIMITS OF STABILITY LEFT	0,549	0,034
ORTALAMA HIZ LATERAL		
ORTALAMA KAZANC ANTERIOR	-0,807	0,015
LATANS CVEMP P1		
ORTALAMA KAZANC ANTERIOR	-0,767	0,026

LATANS CVEMP N1		
SKG AREA EYES OPEN	0,826	0,011
AMPLITUD CVEMP N1		
MEAN ANTERO POSTERIOR EYES OPEN	-0,643	0,010
ORTALAMA HIZ POSTERIOR		
MEAN ANTERO POSTERIOR EYES CLOSED	-0,580	0,024
ORTALAMA KAZANC ANTERIOR		
MEAN ANTERO POSTERIOR EYES CLOSED	-0,661	0,007
ORTALAMA HIZ POSTERIOR		
MEAN ANTERO POSTERIOR COBWEB	-0,614	0,015
ORTALAMA HIZ POSTERIOR		
MEAN MEDIO LATERAL COBWEB	-0,772	0,025
AMPLITUD CVEMP P1		
LIMITS OF STABILITY AREA TOTAL	0,574	0,025
ORTALAMA HIZ ANTERIOR		
SKG AREA EYES OPEN	0,534	0,040
ORTALAMA KAZANC LATERAL		
ORTALAMA KAZANC LATERAL	-0,780	0,022
LATANS CVEMP P1	-0,722	0,043
ORTALAMA KAZANC LATERAL		
LATANS CVEMP N1	0,602	0,018
SKG AREA EYES OPEN		
ORTALAMA HIZ ANTERIOR	-0,843	0,009
ORTALAMA HIZ LATERAL		
AMPLITUD CVEMP P1	0,520	0,047
MEAN ANTERO POSTERIOR		
ORTALAMA HIZ LATERAL		

MEAN MEDIO LATERAL EYES CLOSED	-0,835	0,010
LATANS CVEMP P1		
SKG AREA COBWEB	0,614	0,015
ORTALAMA HIZ ANTERIOR		

Tablo 4.2. Bireylerin ölçüm korelasyonları

4.3. Cinsiyet gruplarına ve hastalık tarafına göre, istatistiksel olarak anlamlı çıkan parametreler

Cinsiyet gruplarına ve hastalık tarafına göre, istatistiksel olarak anlamlı çıkan parametreler

Sağ taraf için cinsiyet gruplarına göre stabilite sınırları total alanı (limits of stability area total) ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ($p=0,021$).

Sağ taraf için cinsiyet gruplarına göre arkaya stabilite sınırı (Limits of stability posterior) ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ($p=0,004$).

Sağ taraf için cinsiyet gruplarına göre sağ anterior kanal kazancı ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ($p=0,039$).

Sağ taraf için cinsiyet gruplarına göre sağ cVEMP P1 latans ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ($p=0,010$).

		SAĞ		SOL	
		Ort±S.Sa pma	p	Ort±S.Sa pma	p
SKG AREA EYES OPEN	E RKEK	238,93±1 09,11	,933	269,83±8 4,66	,276
	K ADIN	244,17±1 19,39		215,66±8 0,62	
MEAN ANTERO POSTERIOR EYES OPEN	E RKEK	40,18±16, 29	,095	28,80±12, 27	,684
	K ADIN	26,92±12, 28		31,77±12, 22	

MEAN MEDIO LATERAL EYES OPEN	E	8,65±6,51	,349	5,88±3,02	,797
	RKEK			0	
SKG AREA EYES CLOSED	K	5,96±4,30	,983	5,20±4,75	,607
	ADIN			0	
MEAN ANTERO POSTERIOR EYES CLOSED	E	249,58±6 0,96	,100	325,67±1 27,41	,409
	RKEK			0	
MEAN MEDIO LATERAL EYES CLOSED	K	248,20±1 46,63	,459	273,77±1 79,24	,719
	ADIN			0	
SKG AREA COBWEB	E	36,15±19, 09	,619	23,30±9,3 8	,795
	RKEK			0	
MEAN ANTERO POSTERIOR COBWEB	K	23,02±9,6 6	,084	29,04±12, 07	,550
	ADIN			0	
MEAN MEDIO LATERAL EYES CLOSED	E	9,87±9,89	,179	4,35±1,93	,453
	RKEK			0	
SKG AREA COBWEB	K	7,08±4,13	,021	5,18±4,29	,934
	ADIN			0	
MEAN ANTERO POSTERIOR COBWEB	E	217,33±1 06,92	,084	224,53±3 3,35	,770
	RKEK			0	
MEAN MEDIO LATERAL COBWEB	K	187,85±1 11,32	,004	249,98±1 86,28	,479
	ADIN			0	
LIMITS OF STABILITY AREA TOTAL	E	36,27±18, 15	,365	24,20±13, 23	,770
	RKEK			0	
LIMITS OF STABILITY ANTERIOR	K	22,84±9,7 7	,004	28,77±12, 63	,770
	ADIN			0	
LIMITS OF STABILITY POSTERIOR	E	10,48±10, 80	,071	3,53±3,46	,276
	RKEK			0	
LIMITS OF STABILITY RIGHT	K	5,18±2,98	,091	5,40±4,34	,783
	ADIN			0	
LIMITS OF STABILITY LEFT	E	91,83±27, 55	,004	74,75±12, 23	,479
	RKEK			0	
LIMITS OF STABILITY ANTERIOR	K	60,11±19, 39	,004	73,82±20, 32	,479
	ADIN			0	
LIMITS OF STABILITY POSTERIOR	E	19,33±3,3 3	,071	18,75±6,1 3	,276
	RKEK			0	
LIMITS OF STABILITY RIGHT	K	15,33±9,9 6	,091	17,45±7,7 8	,783
	ADIN			0	
LIMITS OF STABILITY LEFT	E	28,00±9,5 3	,091	14,00±4,6 2	,783
	RKEK			0	
LIMITS OF STABILITY LEFT	K	14,11±5,7 1	,091	17,00±7,6 3	,783
	ADIN			0	

	ADIN	6		6	
ORTAL AMA KAZANC ANT SAG	RKEK ^E	0,45±0,23	0	0,86±0,13	0
	ADIN ^K	0,73±0,23	,039	7,23±21,15	,567
ORTAL AMA KAZANC ANT SOL	RKEK ^E	0,80±0,13	0	0,73±0,14	0
	ADIN ^K	0,93±0,15	,095	0,72±0,25	,950
ORTAL AMA KAZANC LAT SAG	RKEK ^E	0,29±0,31	0	21,87±42,09	0
	ADIN ^K	0,53±0,34	,188	0,87±0,12	,099
ORTAL AMA KAZANC LAT SOL	RKEK ^E	0,76±0,19	0	18,00±34,67	0
	ADIN ^K	0,80±0,16	,609	0,61±0,29	,097
ORTAL AMA KAZANC POST SAG	RKEK ^E	0,50±0,21	0	10,42±19,72	0
	ADIN ^K	0,68±0,30	,211	0,80±0,14	,106
ORTAL AMA KAZANC POST SOL	RKEK ^E	0,60±0,29	0	13,86±26,77	0
	ADIN ^K	12,36±34,74	,428	0,62±0,25	,102
ORTAL AMA HIZ ANT SAG	RKEK ^E	126,17±23,81	0	130,50±13,08	0
	ADIN ^K	125,00±21,85	,924	113,00±30,84	,300
ORTAL AMA HIZ ANT SOL	RKEK ^E	137,00±24,75	0	136,75±5,85	0
	ADIN ^K	122,22±20,38	,228	132,82±49,52	,879
ORTAL AMA HIZ LAT SAG	RKEK ^E	186,67±21,76	1	200,75±20,32	0
	ADIN ^K	186,67±26,50	,000	182,36±21,82	,167
ORTAL AMA HIZ LAT SOL	RKEK ^E	201,50±34,41	0	204,50±26,34	0
	ADIN ^K	191,67±38,68	,623	180,91±40,92	,308
ORTAL AMA HIZ POST SAG	RKEK ^E	129,33±26,85	0	130,50±9,33	0
	ADIN ^K	137,11±20,02	,530	136,45±46,16	,806
ORTAL AMA HIZ	RKEK ^E	124,83±19,30	0	137,75±21,09	0
			,779		,668

POST SOL	K	121,44±2		215,27±3	
	ADIN	4,16		44,78	
SAG LATANS CVEMP P1	E	13,83±0,7	0	22,09±15,	0
	RKEK	1		20	
	K	12,83±0,7	,141	17,63±7,8	,462
	ADIN	2		9	
SAG AMPLITUD CVEMP P1	E	16,35±2,7	0	13,47±14,	0
	RKEK	6		02	
	K	18,21±7,3	,748	10,65±5,3	,567
	ADIN	0		8	
SAG LATANS CVEMP N1	E	27,50±3,5	0	30,67±16,	0
	RKEK	4		96	
	K	21,72±1,3	,010	26,59±8,4	,537
	ADIN	7		1	
SAG AMPLITUD CVEMP N1	E	21,22±6,4	0	20,19±22,	0
	RKEK	2		17	
	K	18,62±5,9	,618	11,52±6,1	,235
	ADIN	9		0	
SOL LATANS CVEMP P1	E	21,78±12,	0	20,67±0,9	0
	RKEK	75		4	
	K	18,30±6,9	,504	19,76±13,	,933
	ADIN	8		99	
SOL AMPLITUD CVEMP P1	E	13,42±3,9	0	9,26±6,79	0
	RKEK	6			
	K	10,91±8,2	,504	8,62±4,14	,873
	ADIN	2			
SOL LATANS CVEMP N1	E	31,39±12,	0	27,00±1,8	0
	RKEK	08		8	
	K	26,08±7,9	,320	31,23±14,	,709
	ADIN	6		45	
SOL AMPLITUD CVEMP N1	E	20,47±9,2	0	20,17±23,	0
	RKEK	1		88	
	K	11,56±10,	,113	8,59±3,50	,216
	ADIN	37			
SAG LATANS OVEMP P1	E	19,50±3,5	*	17,17±1,1	0
	RKEK	4		8	
	K	16,67		20,27±8,4	,629
	ADIN			4	
SAG AMPLITUD OVEMP P1	E	2,21±0,81	*	2,27±0,05	0
	RKEK				
	K	2,89±		2,01±1,70	,840
	ADIN				
SAG LATANS OVEMP N1	E	14,50±3,0	*	11,67±0,9	0
	RKEK	7		4	
	K	12,67±		14,77±6,0	,502
	ADIN			5	
SAG	E	1,62±0,76	*	1,94±1,08	0

AMPLITUD OVEMP N1	RKEK				,519
	K ADIN	0,64		1,47±0,89	
SOL LATANS OVEMP P1	E RKEK	29,42±8,2 9		17,17±0,7 1	0 ,269
	K ADIN	29,00	*	30,00±12, 70	
SOL AMPLITUD OVEMP P1	E RKEK	5,15±2,38		1,59±0,92	0 ,199
	K ADIN	7,00	*	4,40±2,20	
SOL LATANS OVEMP N1	E RKEK	22,67±7,5 3		12,50±0,7 1	0 ,280
	K ADIN	40,03	*	22,89±10, 58	
SOL AMPLITUD OVEMP N1	E RKEK	4,83±1,79		1,01±0,61	0 ,398
	K ADIN	4,01	*	2,37±1,81	

*p: Student's t Test; *: Gözlem sayısı yetersizliğinden hesaplanamıyor*

Tablo 4.3. Cinsiyet gruplarına ve hastalık tarafına göre bireylerin ortalama değerleri

5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, tek taraflı periferik vestibüler bozukluğu olan hastalarda, statokinesigramın ne ölçüde etkilendiğini incelemektir. Bu bağlamda, dinamik/statik postürografi ile tek taraflı vestibüler bozukluğu tanısına katkıda bulunan video baş savurma testi (VHIT) ve vestibüler uyarılmış myojenik potansiyeller (VEMP) testlerinin ilişkisini incelemektir. Çalışmamızın sonucunda, arkaya stabilite limiti ile posterior kanal hız ölçümleri arasında; sola stabilite limiti ile anterior ve lateral kanal hızları arasında; anterior kanal kazancı ile servikal VEMP dalga latansları arasında; gözler açık SKG alanı ile servikal VEMP N1 dalga amplitudu arasında; gözler açık ön-arka postüral stabilite ile posterior kanal hızı arasında; gözler kapalı ön-arka postüral stabilite ile anterior kanal kazancı arasında; gözler kapalı ön-arka postüral stabilite ile posterior kanal hızı arasında; örümcek ağı test durumundaki ön-arka postüral stabilite ile posterior kanal hızı arasında; servikal VEMP P1 dalga amplitudu ile örümcek ağı test durumunda sağ-sol postüral stabilite ve laterak kanal hızları arasında; stabilite limiti total alanı ile anterior kanal hızı arasında; lateral kanal kazancı ile servikal VEMP dalga latansları arasında; gözler açık SKG alanı ile lateral ve anterior kanal hızları arasında; gözler kapalı ön-arka postüral stabilite ile lateral kanal hızı arasında; gözler kapalı sağ-sol postüral stabilite ile servikal VEMP P1 latansı arasında; örümcek ağı test durumunda SKG alanı ile anterior kanal hızı arasında farklı kuvvetlerde ilişkiler bulunmuştur. Statokinesigramın, yalnızca servikal VEMP ve video baş savurma testi parametrelerinden lateral ve anterior kanal hızları ile ilişkileri bulunmuştur.

Periferik vestibüler fonksiyon bozukluğu olan hastalarda sıklıkla rastlanılan semptom 'vertigo' ve buna bağlı dengesizlik hissidir. Daha önce de bahsedildiği gibi, denge, vücudun sabit veya hareket halinde iken, dik duruş pozisyonunu koruyabilme becerisidir. Dengenin sağlanması için, vestibüler, görsel ve propriyoseptif sistemlerden net verilerin alınması, birbirleri ile bütünleştirilmesi, gereksiz bilgilerin atılması ve seçilen bilgilerin uygun harekete dönüştürülmesi gerekmektedir. Tüm bunların gerçekleşebilmesi için, sağlam bir nörolojik sistem ile kas-iskelet sistemi gerekmektedir. Bu sistemlerden başka; vestibülo-oküler ve vestibülo-spinal reflektör yolu ile serebellum, pons ve orta beyin bölgesindeki karmaşık nöral ağ yapısı ile

dikkat, istek, hatırlama gibi fonksiyonlar ve serebral korteksteki denge fonksiyonu olaya katılmaktadır (44). Vertigo ise, kulak burun boğaz pratiğinde sıklıkla karşılaşılan ve hastanın kendisinin veya çevresinin dönmesi şeklinde algıladığı bir hareket ilizyonudur. Birçok periferik veya santral kaynaklı hastalık vertigo ile karşımıza çıkabildiğinden ayırıcı tanının yapılması ve objektif bir test ile hastanın hızlıca değerlendirilmesi önemlidir. Semptomların süresi, tipi, semptomları etkileyen faktörler ve ilişkili semptomlar ayırıcı tanıda önemlidir. Klinik muayenede nistagmus değerlendirmesinde, baş savurma testi, pozisyonel testler, Romberg ve Unterberger testleri uygulanmaktadır. Kalorik test ve video baş savurma testi ile kanal fonksiyon, VEMP testi ile de otolit fonksiyonu değerlendirilebilmektedir (45). Bu değerlendirmelere ek olarak, sensoryal organizasyon testi (SOT); görsel, vestibüler ve proprioseptif yolla alınan bilgiyi kullanarak hastanın denge yeterliliğini değerlendirmektedir. Literatürde, periferik vestibüler hastalıklarda, SOT parametlerinin yani; gözler açık, kapalı, örümcek ağı test durumlarında ön-arka postüral stabilite, sağ-sol postüral stabilite, statokinesigram ve stabilite limitlerinin (limits of Stability) ; vestibüler sistemin değerlendirilmesinde önemli yeri olan VHIT ve VEMP gibi testlerle, ilişkisinin ortaya konulduğu bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Literatür incelendiğinde, akut tek taraflı periferik vestibüler defisiti olan bireylerde, değerlendirme parametrelerinden, baş savurma testi, dönen sandalye testi ve denge testleri arasındaki ilişkiyi inceleyen benzer tek çalışma, Allum ve ark. tarafından yapılmıştır. Akut vestibüler nöriti olan 8 hastaya, video-okülografi, dönen sandalye testi, baş savurma testi ve postüral kontrol için 'gyroscope' sistem ile denge testleri yapılmıştır. Etkilenen tarafta, baş savurma testi ile dönen sandalye testi arasında ilişki bulunmuşken, denge testlerinin diğer testlerle ilişkileri düşük olarak kaydedilmiştir (46).

Bizim çalışmamızda ise, kronik tek taraflı periferik vestibüler fonksiyon bozukluğu olan 30 hastanın, SOT testi, VHIT ve VEMP testlerinin kendi aralarında farklı kuvvetlerde ilişkileri bulunmuştur. Bu hasta grubunda VHIT ile VEMP testlerinin ilişkilerini ele alacak olursak, anterior kanal VOR kazancı ile servikal VEMP P1 dalga latansı arasında negatif yönlü çok yüksek derecede doğrusal ilişki bulunmuştur. Yani etkilenen taraf P1 dalga latansı geciktikçe, etkilenen taraf

anterior kanal VOR kazancı da düşüyor. Tanıya gitmede birbirini destekleyen sonuçlardır. Ancak, biliyoruz ki servikal VEMP, kabaca inferior vestibüler sinir ve sakkülü değerlendirir. Anterior kanalın siniri ise, superior vestibüler sinirdir. Yani elde edilen sonuçta bahsi geçen, posterior kanal ya da uygulanan test oküler VEMP olsaydı bu sonuç çok daha anlamlı olabilirdi. Anterior kanal VOR kazancı ile servikal VEMP N1 dalga latansı arasında da negatif yönlü çok yüksek derecede doğrusal ilişki bulunmuştur. Etkilenen taraf N1 dalga latansı geciktikçe, etkilenen taraf anterior kanal VOR kazancı da düşüyor. Lateral kanal VOR kazancı ile servikal VEMP P1 ve N1 dalga latansları arasında ise negatif yönlü yüksek derece doğrusal ilişki bulunmuştur. Lateral kanal VOR kazancı arttıkça, N1 ve P1 dalga latanslarında azalma veya kazanç azaldıkça, latanslarda gecikme oluyor. Biliyoruz ki lateral kanalların siniri superior vestibüler sinirdir ve bu yapıları oküler VEMP ile değerlendiririz, buradaki ilişkide bahsi geçen test oküler VEMP olsa idi sonuçlar çok daha anlamlı olabilirdi. Bu sonuçlar kabaca, etkilenen tarafa uygulanan, video baş savurma testi ile servikal VEMP testleri arasında kuvvetli ilişki olduğunu göstermektedir. Park ve ark., vestibüler nöritli 79 hastada, servikal VEMP ile posterior kanal VHIT arasındaki ilişkiye bakmış ve aralarındaki ilişki beklediklerinden daha az çıkmıştır. Çünkü yaşla birlikte VEMP parametrelerinde azalma veya yokluk görmüşlerdir (47). Benzer şekilde, Skoric ve ark., vertigo, baş dönmesi ve dengesizliği olan hastalarda, sadece VEMP ve VHIT'i karşılaştırmışlardır (37). Vestibüler nöritli hastalarda, oküler VEMP ile lateral kanalların VHIT sonuçları arasında önemli derecede ilişki bulunmuşken, santral orjinli vertigosu olanlar ile spesifik olmayan diziness'ı olan bireylerde ilişki anlamlı bulunmamıştır. Bu çalışma için, özellikle vestibüler nöritli hastalarda, VHIT ve VEMP tamamlayıcı olarak kullanılabilir ve her iki test sonucunda ortaya çıkan asimetri, kuvvetli olarak periferik vestibüler sistem bozukluğu ile alakalı olabilir şeklinde yoruma gidilebilir.

Çalışmamızda, VHIT'in alt parametrelerinden, lateral kanal hızı ile servikal VEMP P1 dalga amplitudu arasında negatif yönlü çok yüksek derecede ilişki bulunmuştur. Yani dalga amplitudu düşük olanların, lateral kanal hızları yüksek bulunmuştur. Özellikle lateral semisirküler kanal hızı üzerine, vestibüler nöritli hastalarda yapılan bir çalışmada, yüksek hızda yapılan VHIT (2400/sn) ile elde

edilen VOR kazançlarının, düşük hızda yapılan VHIT 'e (800/sn) kıyasla daha düşük olduğu bulunmuştur (48). Kim ve ark. yaptığı bu çalışmada, yüksek hızda yapılan VHIT testi, patolojinin bulunmasında daha etkilidir şeklinde bir sonuca gidilmiştir. Bu çalışma da dikkate alındığında, lateral kanal hızı arttığında, kazançta azalma bekleniyor, VOR kazancı az olan hastaların amplitudlarının düşük çıkması da beklenebilir bir sonuçtur ve bu anlamda bu sonuçlar bizim çalışmamızı desteklemektedir.

Literatürde, tek taraflı kronik periferik vestibüler fonksiyon bozukluğu olan hastalarda, video baş savurma test sonuçlarının dinamik postürografi test sonuçları ile bire bir korelasyonunu gösteren herhangi bir çalışmaya rastlanmazken, özellikle bu hasta grubunda baş savurma testinin, kalorik testle ilişkisine bakılan pek çok çalışmaya rastlanmıştır (31, 49, 50, 51, 52,53). Çalışmamıza benzer araştırmayı, Chang ve ark., kronik dizziness'ı olan hastalarda, VOR kazançları ile dinamik denge ve düşme riskini değerlendiren anket (dynamic gait index) arasındaki ilişkiye bakarak yapmışlardır (54). Vestibüler rehabilitasyon sonrası, hastaların VOR kazançlarında artış, anket sonuçlarına göre dengelerinde iyileşme ve düşme risklerinde azalma bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda ise, SOT testi parametreleri ile VHIT parametreleri arasında, belli kuvvetlerde ilişkiler bulunmuştur. Gözler kapalı ön-arka postüral stabilite ile anterior kanal VOR kazancı arasında, negatif yönlü orta derecede doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Yani hastanın, gözleri kapalıyken öne-arkaya postüral salınımını arttıkça aynı taraf anterior kanalın VOR kazancında da azalma oluyor. Diğer sonuçta ise, SOT sırasında, gözler açık, gözler kapalı ve örümcek ağı test durumlarındaki öne-arka postüral stabilite ile posterior semisirküler kanal hızı arasında negatif yönlü yüksek dereceli doğrusal ilişki bulunmuştur. Posterior kanal hızının artması, ön-arka postüral stabilitenin azalmasına neden olmuştur. Lateral kanal hızı ile gözler kapalı ön-arka postüral stabilite arasında ise pozitif yönlü orta derecede ilişki bulunmuştur.

Stabilite limitleri testi ile kanal hızları arasında da ilişkiler bulunmuştur. Stabilite limitleri testi; SOT sırasında basınç merkezinin yer değiştirmesi ile oluşan yüzey alanı ölçümüdür. Hastanın hangi yöne hareket limitasyonu olduğunu gösteren önemli bir parametredir ve hastanın kendi gönüllü hareketi ile gerçekleşir. Sola

stabilite limiti, yani hastanın kendini gönüllü sola taşıma yeteneği ile aynı taraf lateral ve anterior kanal hızları arasında, pozitif yönlü, orta derecede doğrusal ilişki bulunmuştur. Arkaya stabilite limiti ile posterior kanal hızı arasında negatif yönlü orta derecede doğrusal ilişki bulunmuştur. VHIT parametrelerinden posterior kanal hızı arttıkça, arkaya stabilite limitinde azalma görülmüştür, yani hastalar arkaya düşmekten korktukları için, bu yöne hareketlerini limitlemiş olabilirler.

Statokinesigram, postüral kontrolün kalitesi ve yeterliliği hakkında genel bilgi sağlayan dinamik duyu organizasyon testi'nin önemli parametrelerinden biridir. Çalışmamızda bu parametre ile ilgili sonuçlarda ise; gözler açık SKG alanı ile lateral kanal VOR kazancı arasında pozitif yönlü orta derecede doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Yani hastanın postüral salınım alanı arttıkça lateral kanal VOR kazancında da artış kaydedilmiştir. VOR kanal kazancı artan bir hastanın, postüral salınımlarında artış bekleyemeyiz, bu sonucun bu şekilde çıkması örneklem seçiminden kaynaklanmış olabilir. Video baş savurma testi parametrelerinden, anterior kanal hızı ile farklı koşullardaki statokinesigram alanları arasında yüksek derecede pozitif yönlü doğrusal ilişki bulunmuştur. Kanal hızları arttıkça, SKG alanlarında da artma kaydedildi.

Literatürde, periferik vestibüler fonksiyon bozukluğu olan hastalarda, dinamik postürografi ve VEMP testlerinin karşılaştırıldığı çalışmalara rastlanmamıştır. Çalışmamızda, örümcek ağı test durumunda sağ-sol postüral stabilite ile servikal VEMP P1 dalga amplitudu arasında negatif yönlü, yüksek derecede doğrusal ilişki bulunmuştur. Hastanın sağa-sola postüral salınımları arttıkça, etkilenen taraf servikal VEMP P1 dalga amplitudunda da azalma bulunmuştur. Diğer taraftan, gözler kapalı sağ-sol postüral stabilite ile servikal VEMP P1 latansı arasında negatif yönlü, çok yüksek derecede doğrusal ilişki bulunmuştur ve son olarak gözler açık statokinesigram alanı ile servikal VEMP N1 dalga amplitudu arasında pozitif yönlü çok yüksek derecede doğrusal ilişki bulunmuştur ancak postüral stabilitenin kötüleştiği durumlarda beklenen VEMP dalga amplitudunun azalmasıdır (55). Servikal VEMP N1 dalga amplitudunun bu şekilde çıkma sebebinin, örneklem büyüklüğüne ve karakteristiğine bağlı olduğunu düşünmekteyiz. Bazı hastalardan, amplitud elde edilemediğinden bu veri 23 kişide

analiz edilmiştir. Ayrıca çalışmanın örneklemini düşündüğümüzde çoğunluğun (17 birey), 65 yaş ve üstü bireylerden oluşması, dalga amplitudunun az ya da hiç olmamasına neden olabilir (55).

Dinamik postürografi, bu hastalık gruplarında, diğer test materyallerinin tamamlayıcısı olmakla birlikte; dengenin hangi parametresinin etkilendiğini spesifik olarak gösterdiği için, vestibüler rehabilitasyon programına uygun görülen hastalarda, rehabilitasyon protokollerinin belirlenmesi hususunda anahtar rol oynayabilir. Çalışmamızda dinamik postürografinin, video baş savurma testi ile olan kuvvetli korelasyonunu da dikkate alırsak, vestibüler rehabilitasyon seanslarını tamamlayan hastaların, tedavi öncesi VHIT ile tedavi sonrası VHIT VOR kanal kazançları arasında farkın izlenmesi durumunda, bu iki testin gerek tanıya gitmede gerekse rehabilitasyon protokollerinin belirlenmesi kısmında önemli test yöntemleri olduklarını söyleyebiliriz. Video baş savurma testinin postürografi ile olduğu kadar, servikal VEMP ile de ilişkisi bulunmuştur. VHIT parametrelerinden, lateral kanal ve anterior kanal kazançlarının, cVEMP ile olan ilişkisini oküler VEMP ile yakalamış olsaydık sonuçlar çok daha anlamlı olabilirdi. Bunun sebebi, hasta sayısının kısıtlı olması veya oküler VEMP'in servikal VEMP kadar kolay elde edilememesi olabilir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma, tek taraflı periferik vestibüler fonksiyon bozukluğu olan 30 hasta üzerinde yapılmış ve aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

1. Arkaya stabilite limiti (Limits of stability posterior) ile posterior kanal ortalama hız ölçümleri arasında negatif yönlü, orta derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,555$; $p=0,032$).
2. Sola stabilite limiti (Limits of stability left) ile anterior kanal ortalama hız ölçümleri arasında pozitif yönlü, orta derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=0,528$; $p=0,043$).
3. Sola stabilite limiti (Limits of stability left) ile lateral kanal ortalama hız ölçümleri arasında pozitif yönlü, orta derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=0,549$; $p=0,034$).
4. Anterior kanal kazancı ile cVEMP P1 latans ölçümleri arasında negatif yönlü, çok yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,807$; $p=0,015$).
5. Anterior kanal kazancı ile cVEMP N1 latans ölçümleri arasında negatif yönlü, çok yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,767$; $p=0,026$).
6. Gözler açık SKG alanı (SKG area eyes open) ile cVEMP N1 amplitud ölçümleri arasında pozitif yönlü, çok yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=0,826$; $p=0,011$).
7. Gözler açık ön-arka postüral stabilite (mean antero posterior eyes open) ile posterior kanal ortalama hız ölçümleri arasında negatif yönlü, yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,643$; $p=0,010$).
8. Gözler kapalı ön-arka postüral stabilite (mean antero posterior eyes closed) ile anterior kanal kazancı arasında negatif yönlü, orta derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,580$; $p=0,024$).
9. Gözler kapalı ön-arka postüral stabilite (mean antero posterior eyes closed) ile posterior kanal ortalama hız arasında negatif yönlü, yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,661$; $p=0,007$).
10. Örumcek ağı test durumunda ön-arka postüral stabilite (mean antero posterior cobweb) ile posterior kanal ortalama hız ölçümleri arasında

negatif yönlü, yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,614$; $p=0,015$).

11. Örümcek ağı test durumunda sağ-sol postüral stabilite (mean medio lateral cobweb) ile cVEMP P1 amplitudu arasında negatif yönlü, yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,772$; $p=0,025$).
12. Stabilite limiti total alanı (LOS Area Total) ile anterior kanal ortalama hız ölçümleri arasında pozitif yönlü, orta derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=0,574$; $p=0,025$).
13. Lateral kanal kazancı ile cVEMP P1 latans ölçümleri arasında negatif yönlü, yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,780$; $p=0,022$).
14. Lateral kanal kazancı ile cVEMP N1 latans ölçümleri arasında negatif yönlü, yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,722$; $p=0,043$).
15. Lateral kanal ortalama hızı ile cVEMP P1 amplitud ölçümleri arasında negatif yönlü, çok yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,843$; $p=0,009$).
16. Gözler açık SKG alanı (SKG area eyes open) ile lateral kanal kazancı ölçümleri arasında pozitif yönlü, orta derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=0,534$; $p=0,040$).
17. Gözler açık SKG alanı (SKG area eyes open) ile ortalama anterior kanal hızı ölçümleri arasında pozitif yönlü, yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=0,602$; $p=0,018$).
18. Gözler kapalı ön-arka postüral stabilite (mean antero posterior eyes closed) ile ortalama lateral kanal hızı ölçümleri arasında pozitif yönlü, orta derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=0,520$; $p=0,047$).
19. Gözler kapalı sağ-sol postüral stabilite (mean medio lateral eyes closed) ile cVEMP P1 latans ölçümleri arasında negatif yönlü, çok yüksek derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=-0,835$; $p=0,010$).
20. Örümcek ağı test durumunda SKG alanı (SKG area cobweb) ile ortalama anterior kanal hızı ölçümleri arasında pozitif yönlü, orta derecede doğrusal bir ilişki vardır ($r=0,614$; $p=0,015$).

Yukarıda elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, tek taraflı periferik vestibüler bozukluğu olan hastaların değerlendirilmesinde kullanılan, dinamik postürografi, VHIT ve VEMP testlerinin alt parametrelerinin farklı kuvvetlerde birbirleri ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Statokinesigramın, yalnızca servikal VEMP ve video baş savurma testi parametrelerinden lateral ve anterior kanal hızları ile ilişkileri bulunmuştur. Bu sonuçların, vestibüler rehabilitasyon programlarının planlanması aşamasında dikkate alınmasını önermekteyiz.



7. KAYNAKLAR

1. Yardley L, Owen O, Nazareth I. Prevalence and presentation of dizziness in a general practice community sample of working age people. *Br j Gen Pract* 48: 1131-1135, 1998.
2. Jonsson R, Sixt E, Landahl S. Prevalence of dizziness vertigo in an urban elderly population. *J VestibRes* 14: 47-42, 2004.
3. Luxon LM, Bmiou DE. Vestibular System Disorders. (Chapter 27).
4. MacDougall HG, Weber KP, McGarvie LA, Halmagyi GM, AndCurthoys IS. The video head impulse test Diagnostic accuracy in peripheral vestibulopathy. *Neurology* 73(14): 1134-1141, 2009.
5. Perez N, Rama-Lopez J. Head-impulse and caloric tests in patients with dizziness. *Otology&Neurotology* 24(6): 913-917, 2003.
6. Biswas A. *ClinicalAudioVestibulometry*. (2017).
7. Hızal E, Erbek HS, Özlüoğlu LN. Vestibüler Uyarılmış Myojenik Potansiyeller (VEMP). *Bozok Med J*. 1(1): 26-37, 2014.
8. Hall CD, Herdman SJ. *Dynamic Posturography*. (Chapter 15).
9. Domenech-Vadillo E., Montes-Jovellar L, Rey-Martinez J. Normal and vestibular patterns in dynamic posturography in patients with Meniere's disease. *Acta Otorrinolaringologica Espanalo*. 61(1): 34-40, 2010.
10. Monsell EM, Furman JM, Herdman SJ, Konrad HR. Computerized dynamic platform posturography. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 117: 394-8, 1997.
11. Valente M, Fernandez E, Monroe H. *Audiology answers for otolaryngologists*.(2011).
12. 1. Akyıldız N. İç Kulak Anatomisi. *Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi*. Bilimsel Tıp Yayınevi, Ankara. 1998; 1.cilt: 49-61.
13. Fife T. (2010). Overview of anatomy and physiology of the vestibular system, in *Vertigo and imbalance: Clinical neurophysiology of the vestibular system*. Handbook of clinical neurophysiology, ZD. Eggers SDZ, Editor., Elsevier: Amsterdam.
14. Sadeghi SG, Cullen KE. Vestibular system. *international encyclopedia of the social & behavioral sciences* 25: 16170-16176, 2001.

15. Holstein GR. The vestibular system. *The Human Nervous System* 3: 1239-1269, 2012.
16. Herdman SJ, Clendaniel RA. Vestibular rehabilitation. Fourth edition, Philadelphia, 2014.
17. Walker M. Vestibular system. *Encyclopedia of the Neurological Sciences* 4: 647-656, 2003.
18. Kingma H, van de Berg R. Anatomy, physiology, and physics of the peripheral vestibular system. *Handb Clin Neurol* 137: 1-16, 2016.
19. Cal R, Bahmad F. Vestibular evoked myogenic potentials: an overview. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2009;75: 456-62.
20. Probst R, Grevers G, Iro H. Temel Otorinolaringoloji. İkinci baskı, Nobel Tıp Kitabevleri, 2004.
21. Bailey BJ, Johnson JT. Baş & Boyun Cerrahisi, Otolarengoloji. Dördüncü baskı, cilt 2, Güneş Tıp Kitabevleri, 2011.
22. Belgin E, Şahlı A. Temel Odyoloji. 2. Baskı Ankara, Güneş kitapevi, 2017.
23. Gündüz M. Odyolojide Temel Kavramlar ve Yaklaşımlar. Nobel Tıp Kitabevleri, 2015.
24. Cummings CW, Flint PW. Cummings otolaringoloji baş ve boyun cerrahisi. Koç C.(Çev ed). 4.baskı Ankara, Güneş kitapevi, 2007.
25. Guyton AC, Hall JE. Tıbbi Fizyoloji. 10. Baskı, Nobel Kitabevleri, 2001.
26. Brandt T, Dieterich M, Strupp M. Vertigo and dizziness. 2005.
27. Schessel DA, Minör LB, Nedzelski J. Meniere's disease and other peripheral vestibular disorders. In Cummings Otolaryngology Head and Neck Surgery 4 th edition Elsevier Mosby :3209-3253. 2005.
28. Strupp M, Brandt T. Vestibular neuritis. *Handbook of Clinical Neurophysiology* 9: 315-332, 2010.
29. Bartolomeo M, Biboulet R, Pierre G. Value of the video head impulse test in assessing vestibular deficits following vestibular neuritis. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 271: 681-688, 2014.
30. Hsieh L, Lin H, Lee G. Saccadic entropy of head impulses in acute unilateral vestibular loss. *Journal of the Formosan Medical Association* 12: 1-8, 2016.

31. Cordero-Yanza JA, Vazquez EV, Leonardo JC. Comparative study between the caloric vestibular and the video-head impulse tests in unilateral Meniere's disease. *Acta Oto-Laryngologica* 137(11):1178-1182, 2017.
32. Kim TH, Kim MB. Effect of aging and direction of impulse in video head impulse test. *The Laryngoscope* 128(6):E228-E233, 2017.
33. [Blödow A](#), [Pannasch S](#), [Walther LE](#). Detection of isolated covert saccades with the video heda impulse test in peripheral vestibular disorders. *Auris Nasus Larynx* 40(4): 348-51, 2013.
34. [Murofushi T](#). Clinical application of vestibular evoked myogenic potential (VEMP). *Auris Nasus Larynx* 43(4): 367-76, 2016.
35. Colebatch JG, Rosengren SM. Vestibular-evoked myogenic potentials (VEMPs). *Handbook of Clinical Neurophysiology* 9: 191-200, 2010.
36. [Chiarovano E](#), [Zamith F](#), [Vidal PP](#), [de Waele C](#). Ocular and cervical vemps a study of 74 patients suffering from peripheral vestibular disorders. *Clin Neurophysiol* 122(8): 1650-9, 2011.
37. [Skorić MK](#), [Adamec I](#), [Pavičić T](#). Vestibular evoked myogenic potentials and video head impulse test in patients with vertigo, dizziness and imbalance. *J Clin Neurosci* 39: 216-220, 2017.
38. El-Mahallawi TH, Gabr TA, Hamada SM. Vestibular evoked myogenic potentials (vemps) with different recording procedurs. *Ejentas* 13: 113-120, 2012.
39. Colebatch JG, Rosengren SM, Welgampola MS. Vestibular-evoked myogenic potentials. *Handb Clin Neurol*.137: 133-55, 2016.
40. Hall CD, Herdman SJ. Dynamic Posturography (Chapter 15). 256-269.
41. Domenech-Vadillo E, Montes-Jovellar L, Rey-Martinez J. Normal and vestibular patterns in dynamic posturography in patients with Meniere's disease. *Acta Otorrinolaringologica Espanalo* 61(1): 34-40, 2010.
42. Monsell EM, Furman JM, Herdman SJ, Konrad HR. Computerized dynamic platform posturography. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 117: 394-8, 1997.
43. Paolino M, Ghulyan-Bedikian V. Synapsys Posturograhy System.(2009).
44. Ardiç FN. Vertigo. 2. Baskı. US Akademi, 2019.

45. Kokten N, Karaca S, İncesulu A. Semisirküler kanalların fonksiyonlarının değerlendirilmesinde yeni, objektif bir test: video baş savurma testi ile ilgili bir derleme. *Kulak Burun Boğaz İhtis Derg.* 27(5):241-250, 2017.
46. Allum JH, Honegger F. Relation between head impulse tests, rotating chair tests and stance and gait posturography after an acute unilateral peripheral vestibular deficit. *Otol Neurotol.* 34(6): 980-9, 2013.
47. Park JS, Kim CH, Kim MB. Comparison of Video Head Impulse Test in the Posterior Semicircular Canal Plane and Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential in Patients With Vestibular Neuritis. *Otol Neurotol.* 39(4): 263-268, 2018.
48. Kim TS, Lim HW, Yang CJ, Kim YH, Choi WR, Kim YR, Park JW, Kang BC, Park HJ. Changes of video head impulse test results in lateral semicircular canal plane by different peak head velocities in patients with vestibular neuritis. *Acta Otolaryngol.* 138(9): 785-789, 2018.
49. Redondo-Martínez J, Bécares-Martínez C, Orts-Alborch M, García-Callejo FJ, Pérez-Carbonell T, Marco-Algarra J. Relationship between video head impulse test (VHIT) and caloric test in patients with vestibular neuritis. *Acta Otorrinolaringol Esp* 67(3): 156-61, 2016.
50. Mahringer A, Rambold HA. Caloric test and video head impulse; a study of vertigo/dizziness patients in community hospital. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 271(3): 463-72, 2014.
51. Burston A, Mossman S, Mossman B, Weatherall M. Comparison of the video head impulse test with the caloric test in patients with sub-acute and chronic vestibular disorders. *J Clin Neurosci.* 47: 294-298, 2018.
52. Park P, Park JH, Kim JS, Koo JW. Role of video head impulse test in lateralization of vestibulopathy comparative study with caloric test. *Auris Nasus Larynx.* 44(6): 648-654, 2017.
53. Rubin F, Simon F, Verillaud B, Herman P, Kania R, Hautefort C. Comparison of Video Head Impulse Test and Caloric Reflex Test in advanced unilateral definite Menière's disease. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* 135(3): 167-169, 2018.

54. Chang TP, Schubert MC. Association of the Video Head Impulse Test With Improvement of Dynamic Balance and Fall Risk in Patients With Dizziness. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 144(8): 696-703, 2018.
55. Krager R. Assesment of vestibular function in elderly patients. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 26(5): 302-306, 2018.

