



Kapadokya Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsü

Odyoloji Anabilim Dalı

**SERVİKAL DİSK HERNİLİ HASTALARIN VERTİGO,
DİZZİNESS, DENGESİZLİK ANKETİ VE CVEMP
YANITLARININ SAĞLIKLI BİREYLERLE
KARŞILAŞTIRILMASI**

Kadir FİDANCI

Yüksek Lisans Tezi

Nevşehir, 2022

SERVİKAL DİSK HERNİLİ HASTALARIN VERTİGO, DİZZİNESS, DENGESİZLİK
ANKETİ VE CVEMP YANITLARININ SAĞLIKLI BİREYLERLE KARŞILAŞTIRILMASI

Kadir FİDANCI

Kapadokya Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsü
Odyoloji Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Nevşehir, 2022

TEŞEKKÜR

Tez hazırlık aşamasında bilgi ve tecrübelerini paylaşan, hiçbir zaman hoşgörüsünü ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım Dr. Öğretim Üyesi Ferhat KORKMAZ hocama,

Yüksek lisans eğitiminde en iyi düzeyde yetişmemiz için gayret gösteren, emeğini ve zamanını esirgemeyen Kapadokya Üniversitesi Odyoloji Ana Bilim Dalı mensubu kıymetli hocalarıma,

Mesleğin ilk gününden bu yana bilgilerinden faydalandığım “Otolaringoloji ve Baş-Boyun Cerrahisi” isimli kitabıyla tanıma fırsatı bulduğum, eğitimim sürecinde bilgi ve deneyimlerini çevrimiçi platformlar dâhi olsa paylaşmaktan çekinmeyen, kıymetli hocam Op. Dr. Nihat Çakır’a

Çalışmanın hazırlanması ve tez aşamasında her türlü bilgi birikimini benimle paylaşan, desteğini hiç esirgemeyen, Doç. Dr. Mehmet İlhan ŞAHİN hocama,

Tez aşamasında her daim destek olan Erciyes Üniversitesi KBB Ana Bilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Yaşar ÜNLÜ ve KBB Ana Bilim Dalının güzide Öğretim Üyelerine,

Tez aşamasında destekleri ve motivasyonlarını esirgemedikleri için Erciyes Üniversitesi KBB Ana Bilim Dalı İşitme ve Denge Ünitesinden başta Ody. Merve ÇOBAN olmak üzere tüm ekip arkadaşlarıma,

Enerjilerini ve bana olan inançlarını kaybetmeyen odyometri bölümü öğrencilerine,

Her daim yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen kıymetli annem, babam ve kardeşlerime,

Varlığıyla her daim huzur bulduğum sevgili eşime ve biricik kızıma,

Sonsuz teşekkür ederim.

Kadir FİDANCI

ÖZET

FİDANCI, Kadir. *Servikal Disk Hernili Hastaların Vertigo, Dizziness, Dengesizlik Anketi ve cVemp Yanıtlarının Sağlıklı Bireylerle Karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir, 2022.

Bu çalışmanın amacı servikal disk herni tanısı almış olan hastalarda vestibulo-kolik refleks (VKR) yanıtlarının, sağlıklı bireylerin VKR yanıtlarıyla karşılaştırılmasıdır. Çalışmaya 18-60 yaş arası, boyun fitiği tanısı konulan 42 kulak verisi (erkek ve kadın) dahil edildi. Kontrol grubu olarak aynı yaş aralığında, bilinen herhangi bir sistemik, nöro-otolojik rahatsızlığı olmayan, baş dönmesi/denge sorunu şikayeti olmayan sağlıklı bireylerden oluşan gruptan 46 kulak verisi alındı. Hem hasta hem de kontrol grubundaki bireylerin tamamına servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel (cVemp) testi yapılmış ve vertigo, dizziness, dengesizlik anketi yaşam kalitesi ölçeği (VDI – HRQoL scale), vertigo, dizziness, dengesizlik anketi belirti ölçeği (VDI – symptoms) doldurulmuştur. Veriler toplandıktan sonra uygun istatistiksel yöntemlerle hasta ve kontrol grubunun sonuçları değerlendirilmiştir. Çalışma grubunda yer alan hastaların VDI anketi yaşam kalitesi ve belirti ölçeği skorları kontrol grubuna göre daha düşük olduğu ve bu durumun istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Aynı zamanda çalışma grubunun kontrol grubuna göre İnterpeak intervals süreleri daha uzun ve İnteraural asimetri oranı (İAO) daha büyük bulunmuş ve bu durumda istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Anahtar Sözcükler

Servikal Disk Hernisi, servikal Vemp , VDI Belirti Ölçeği , VDI Yaşam Kalitesi Ölçeği

ABSTRACT

FİDANCI, Kadir. *Comparison of Vertigo, Dizziness, Imbalance Questionnaire and cVemp Answers of Patients with Cervical Disc Hernia and Healthy Individuals*, Master's Thesis, Nevşehir, 2022.

The purpose of this study is comparison of vestibulo-colic reflex (VCR) answers of the patients who are diagnosed with cervical disk hernia with VCR of healthy individuals. 42 ears data (male and female), aged between 18-60 years, diagnosed with cervical disc hernia were included in the study. As the control group, 46 ear data were included from the group of healthy individuals in the same age range, who did not have any known systemic, neuro-otological disorders, and did not have any complaints of dizziness/balance problems were included. Cervical vestibular evoked myogenic potential (cVemp) test was performed on all individuals in both the patient and control groups, and vertigo, dizziness, imbalance questionnaire - health related quality of life scale (VDI – HRQoL scale), vertigo, dizziness, imbalance questionnaire - symptom scale (VDI – symptoms) were filled. After collecting all data, the results of the patients and control groups were evaluated with suitable statistical methods. The VDI questionnaire health related quality of life scale and symptom scale scores of the patients in the study group were lower than control group's, simultaneously statistically significant ($p<0.05$). At the same time, it is discovered that study group Interpeak intervals time is longer and Interaural asymmetry ratio (IAR) is higher comparing to the control group and it was determined that it was statistically significant in this situation ($p<0.05$).

Keywords

Cervikal Disc Hernia, Cervikal Vemp, VDI Syntoms , VDI HRQoL Scale

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	İ
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI.....	Viii
ETİK BEYAN.....	ixii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR DİZİNİ	ix
TABLOLAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
GİRİŞ	1
1. BÖLÜM.....	2
VESTİBÜLER SİSTEM.....	2
1.1.VESTİBÜLER SİSTEM ANATOMİ VE FİZYOLOJİSİ.....	2
1.1.2. VESTİBÜLER RESEPTÖR HÜCRELER	4
1.1.3. UTRİKUL VE SAKKÜL.....	5
1.1.4. SEMİSİRKÜLER KANALLAR	7
1.1.5. VESTİBÜLER SİNİR.....	9
1.1.6. VESTİBÜLER ÇEKİRDEK.....	10
1.2. VESTİBÜLER REFLEKSLER.....	12
1.2.1 VESTİBÜLO-OKÜLER REFLEKS	13
1.1.1.VESTİBÜLOSPİNAL REFLEKS.....	17
1.3. VESTİBÜLER SİSTEM DEĞERLENDİRME TESTİ.....	19
1.3.1. VESTİBÜLER UYARILMIŞ MİYOJENİK POTANSİYELLER (VEMP)	19
1.3.1.1. Servikal Vestibüler Miyojenik Potansiyeller (cvemp).....	20
1.3.1.2. Okuler Vestibüler Miyojenik Potansiyeller (ovemp)	22
2. BÖLÜM.....	24

SERVİKAL DİSK HERNİ.....	24
2.1. SERVİKAL DİSK HERNİSİ TANIMI.....	24
2.2. SERVİKAL DİSK HERNİSİNİN KLİNİK ÖZELLİKLERİ.....	26
2.3. SERVİKAL DİSK HERNİSİNDE TANI VE TEDAVİ.....	28
3. BÖLÜM.....	30
MATERYAL VE METOD.....	30
4. BÖLÜM.....	32
BULGULAR.....	32
TARTIŞMA.....	32
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	46
KAYNAKÇA.....	48
EK 1. ORJİNALLİK RAPORU.....	52
EK 2. ETİK KURUL/KOMİSYON İZİNİ.....	53

KISALTMALAR DİZİNİ

SDH	Servikal Disk Hernisi
SCM	Sternocleidomastoid kası
SPNT	Smooth Pursuit Neck Torsion Testi
VOR	Vestibulo-oküler refleks
VSR	Vestibulo-spinal refleks
VKR	Vestibulo-kolik refleks
SSK	Semisirküler Kanal
RALP	Sağ anterior, sol posterior kanal düzlemi
LARP	Sol anterior, sağ posterior kanal düzlemi
cVEMP	Servikal vestibuler uyarılmış miyojenik potansiyeli
oVEMP	Okuler vestibuler uyarılmış miyojenik potansiyeli
P1	İlk pozitif tepe
N1	İlk negatif tepe
P1-N1 Amplitüd	Pozitif ve negatif tepeler arası dalga genliği
P1-N1 İnterpeak İntervals	Pozitif ve negatif tepeler arası gecikme farkı
İAO	Kulaklar arası amplitüd asimetri oranı
VDI – HRQoL Scale	Vertigo, dizziness ve dengesizlik yaşam kalitesi ölçeği
VDI – Symptoms	Vertigo, dizziness ve dengesizlik belirti ölçeği

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. cVemp eşik değerlerinin grup içinde cinsiyet ve kulak tarafına göre, eşik ortalamalarının ise gruplar arasında karşılaştırılması.	33
Tablo 2. 95dBnHL uyaran seviyesinde elde edilen P1 Latanslarının gruplar arasında karşılaştırılması.	34
Tablo 3. 95 dBnHL uyaran seviyesinde elde edilen N1 Latanslarının gruplar arasında ve grup için kulak tarafına göre karşılaştırılması.....	35
Tablo 4. 95 dBnHL uyaran seviyesinde elde edilen P1-N1 Amplitüdürenin grup içinde kulak tarafına göre ve gruplar arasında karşılaştırılması.	36
Tablo 5. 95 dBnHL uyaran seviyesinde elde edilen P1-N1 İnterpeak İntervals sürelerinin grup içinde kulak tarafına göre ve gruplar arasında karşılaştırılması.	37
Tablo 6. 95 dBnHL uyaran seviyesinde elde edilen İnteraural Asimetri Oranı (İAO) gruplar arasında karşılaştırılması.	38
Tablo 7. VDI-Yaşam Kalitesi Ölçeği, VDI-Belirti Ölçeği puanlarının gruplar arasında karşılaştırılması.	39
Tablo 8. Çalışma ve kontrol grubu arasında 90 dB nHL uyaran seviyesinde elde edilen cVemp verilerinin karşılaştırılması.	40
Tablo 9. Çalışma ve kontrol grubu arasında 85 dBnHL uyaran seviyesinde elde edilen cVemp verilerinin karşılaştırılması.	41
Tablo 10. Gruplar arasında 80 dBnHL uyaran seviyesinde elde edilen cVemp test verilerinin karşılaştırılması.	42
Tablo 11. Gruplar arasında 75 dBnHL uyaran seviyesinde elde edilen cVemp test verilerinin karşılaştırılması.	43

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Kemik Labirent (ten Donkelaar, Kachlik, & Tubbs, 2018)	2
Şekil 2. Membranöz Labirent (ten Donkelaar, Kachlik, & Tubbs, 2018).....	3
Şekil 3. Tip I ve Tip II tüylü hücre (Piker & Garrison, 2015)	4
Şekil 4 A: İstirahat Hali, B: Depolarizasyon, C: Hiperpolarizasyon (Piker & Garrison, 2015)	5
Şekil 5. Macula Utriculi, Macula Sacculi (Piker & Garrison, 2015).	6
Şekil 6. Makulanın yapısı (Lumen Learning, 2022)	7
Şekil 7 Semisirküler kanallar (Hızal, Vestibüler Sistemin Anatomi ve Fizyolojisi, 2017)	8
Şekil 8. Semisirküler kanallar kafa içi konumları (Hızal, Vestibüler Sistemin Anatomi ve Fizyolojisi, 2017)	8
Şekil 9. Vestibüler sinir ve bağlantıları (Ardıç F. N., Denge Sisteminin İşleyişi, 2019).	9
Şekil 10. Vestibüler çekirdekler afferent ve efferent bağlantıları (http://what-when-how.com/wp-content/uploads/2012/04/tmp15F78.jpg)	12
Şekil 11. Anterior kanal VOR (Ardıç F. N., Denge Sisteminin İşleyişi, 2005).....	15
Şekil 12. Posterior kanal VOR (Ardıç F. N., Denge Sisteminin İşleyişi, 2005).....	16
Şekil 13. Horizontal kanal VOR (Ardıç F. N., Denge Sisteminin İşleyişi, 2005)	14
Şekil 14. VSR ve VKR yolları (Piker & Garrison, 2015).....	18
Şekil 15. cVemp tek kanal elektrot yerleşimi (Natus Medical Denmark ApS, 2020)	21
Şekil 16. cVemp iki kanal elektrot yerleşimi (Natus Medical Denmark ApS, 2020).....	21
Şekil 17. oVemp elektrot yerleşimi (Natus Medical Denmark ApS, 2020).....	23
Şekil 18. Servikal disk hernisi (Çivi, 2022).....	24
Şekil 19. Servikal bölge ağrısı segmental dağılımı (Yılmaz, 2017)	26
Şekil 20. Servikal radikülopati semptom ve bulguları (Yılmaz, 2017).....	27
Şekil 21. Çalışma grubunda olan hastanın cVemp test görüntüsü.	32

GİRİŞ

Denge, vizüel, vestibüler ve proprioseptif sistemden gelen girdilerin MSS tarafından işlenmesiyle elde edilen verilerin motor yanıtlara dönüştürülmesiyle gerçekleşir. Dengenin sağlanmasında tek bir sistemden gelen yanıtlar yeteri kadar veri sağlayamaz. Dengenin sağlanması için vizüel, vestibüler ve proprioseptif sistemlerden gelen yanıtlar eş güdümlü çalışmalıdır. Denge bozuklukları bu üç sistemden birinin patolojisini bağlı gelişmektedir. Bu eş güdümün sağlanması için vestibüler reflekslere ihtiyaç vardır. Vestibüler refleksler, periferik vestibüler sistemden gelen bilgilerin, santral vestibüler sistemde işlenmesi sonucu ortaya çıkan motor yanıtlarla vücudun oryantasyonunda önemli bir role sahiptir. Vestibüler refleksler, vestibulo-oküler refleks (VOR), Vestibülospinal refleks (VSR) ve Vestibulokolik refleksten (VKR) oluşmaktadır.

Günümüzde vestibüler sistem fonksiyonlarının değerlendirilmesinde objektif testler yaygın olarak kullanılmaktadır. Klinik rutinde yaygın kullanımı olan; Vestibüler Evoked Miyojenik Potansiyeller (VEMP) testi, periferik vestibüler organların uyarılması ile gerçekleşen miyojenik refleks cevaplarının kayıt edilmesinden temel alır. Refleks yanıt M. sternocleidomastoideus (SCM) üzerinden kayıt ediliyorsa c-VEMP, ekstraoküler kaslar üzerinden kayıt ediliyorsa o-VEMP olarak isimlendirilir (Hızal, Erbek, & Özlüoğlu, Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP), 2014). cVemp, SCM'de sonlanan VKR arkının bütünlüğünü değerlendirir ve objektif sonuçlar verir. Servikal patolojilerin denge bozukluklarına yol açabileceği düşünülmektedir (Ardıç & Topuz, 2005).

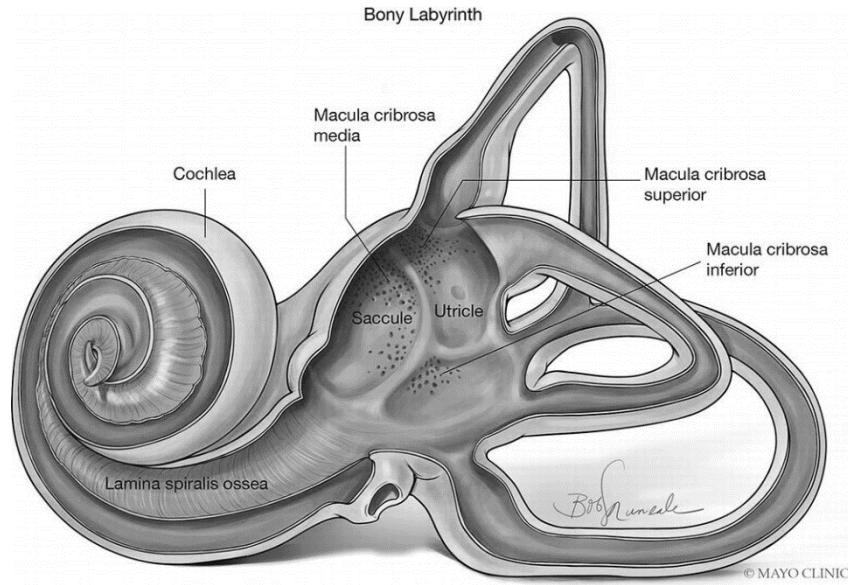
Bu çalışmamızın amacı servikal disk hernisi olan bireylerin, boyun kaslarını sağlıklı bireyler kadar aktif kullanmakta zorlanacakları ve boyun proprioseptif sistemden gelen girdilerin ve oluşacak motor yanıtların, denge mekanizmasının işleyişinde problemler oluşturabileceğini göstermektir. Bu nedenle SKM kasında sonlanan VKR ark bütünlüğünü cVemp testiyle değerlendirerek test sonuçlarındaki farklılıklar ile servikal patolojiler sonucu oluşan baş dönmesi ve dengesizlik şikayetlerinin servikal vertigo tanısında yardımcı olacağına inanıyoruz.

1. BÖLÜM

VESTİBÜLER SİSTEM

1.1. VESTİBÜLER SİSTEM ANATOMİ VE FİZYOLOJİSİ

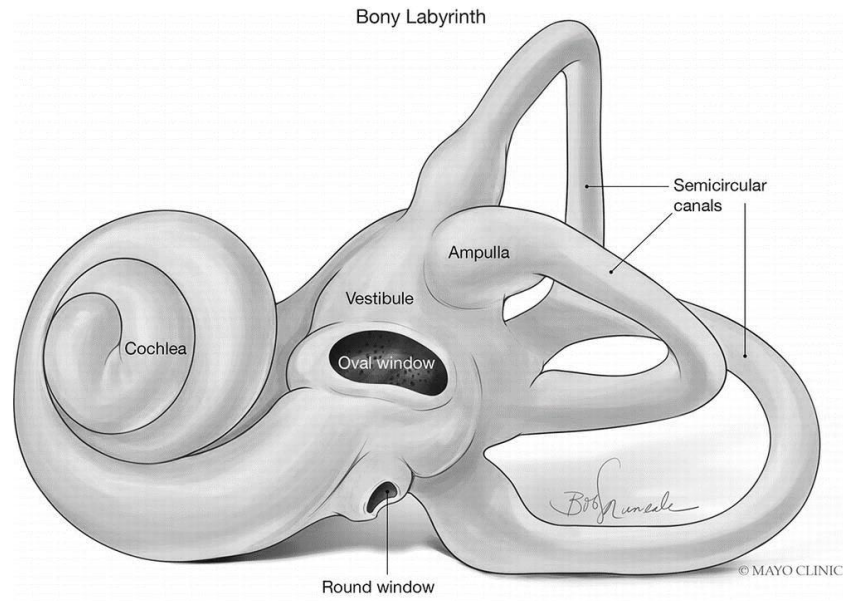
Kulak, işitme ve denge organıdır. Kulak; dış kulak, orta kulak ve iç kulak olarak üç ana bölümden oluşur. Kulağın vestibüler sistemi barındıran bölümü iç kulaktır. İç kulak, kemik labirent ve membranöz labirent olmak üzere iki kısımdan oluşur.



Şekil 1. Kemik Labirent (ten Donkelaar, Kachlik, & Tubbs, 2018)

Kemik labirent, temporal kemik petroz kısmında bulunan içi perilyen ile dolu kompleks bir yapıdır. Kemik labirent birbirleriyle bağlantılı odacık ve kanallardan oluşan karmaşık bir anatomik yapıya sahiptir. Medialinde internal akustik kanal (fasial ve vestibulokoklear sinir geçer), lateralinde aditus ad antrum, mastoid hava hücreleri ve orta kulak boşluğu bulunur. Kemik labirent vücudun en sert kemiğidir. Kemik labirent; semisirküler kanallar (posteriorunda), vestibül (ortada) ve koklea (anteriorunda) olmak üzere üç bölüme ayrılır. Vestibül kelimesi açıklık, giriş, hol anlamlarına gelmektedir.

Vestibül, kemik labirent yapıda koklea ve semisirküler kanallar ortasında yer alan boşluktur ve aynı zamanda lateralinde oval pencere ile orta kulak ve iç kulak bağlantısını sağlar. Vestibül, içerisinde utrikul ve sakkulu barındırır. Vestibülün posteriorunda üç kemik semisirküler kanal (SSK) yer almaktadır. Bunlar anterior, posterior ve lateral olarak isimlendirilir. Aynı zamanda eş anlamlı olarak anterior ssk için superior, posterior ssk için inferior, lateral ssk için horizontal isimleri kullanılır (Hızal, Vestibüler Sistemin Anatomi ve Fizyolojisi, 2017). Koklea kemik labirentin anteriorunda yer alır. Latince salyangoz anlamına gelmektedir, görüntüsü de salyangoza benzemektedir. Koklea 2 tam ve $\frac{3}{4}$ kıvrım yapar (Şerbetçioğlu, 2021).



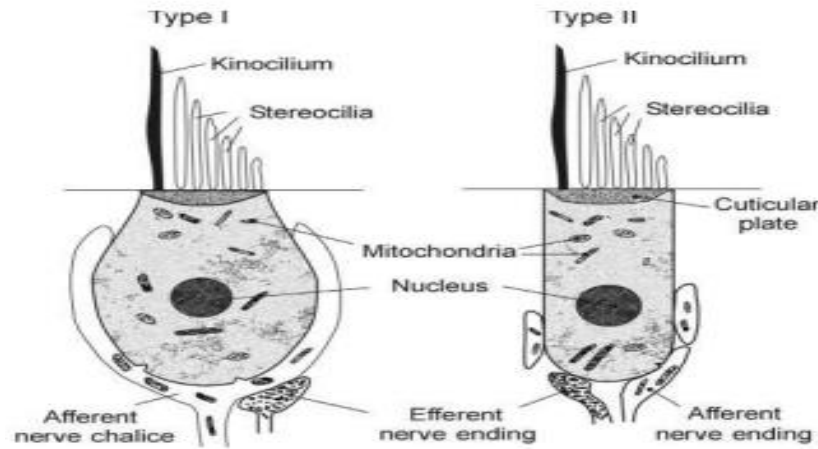
Şekil 2. Membranöz Labirent (ten Donkelaar, Kachlik, & Tubbs, 2018)

Membranöz labirent, kemik labirent içerisinde duvarları zarımsı şekilde olan yapıdır. Vestibüler uç organlar (semisirküler kanallar, utrikul ve sakkul) esas olarak membranöz labirent tarafından oluşturulur. Membranöz labirentin vestibülüm içinde kalan kısmında utrikul ve sakkul birer kesecik şeklinde bulunur. Membranöz labirentin kemik semisirküler kanallar içerisinde bulunan kısmında ise semisirküler duktus bulunur. Semisirküler duktuslar içerisinde buldukları kemik semisirküler kanalların (anterior, posterior ve lateral) isimleriyle adlandırılır. Membranöz labirentin içerisinde endolenf, membranöz labirent ve kemik labirent arasında kalan kısımda ise perilenf denen sıvılar bulunur (Hızal, 2017). Endolenf, kokleada stria vaskularisten, vestibüler labirentte dark

(karanlık) hücrelerden salınır ve endolenfatik kese tarafından emilir. Perilenf ise kandan sağlanan bir ultrafiltrat olduğu düşünülmektedir (Ardıç, 2019). Perilenf sodyumdan zengin ve elektrolit içeriği hücre dışı sıvıya, endolenf ise potasyumdan zengin ve elektrolit içeriği hücre içi sıvıya benzer. Her iki sıvının da elektrolit açısından birbirinden olan bu farklılığı, labirentin sinyal üretimi açısından çok önemlidir (Ardıç, 2019).

1.1.2. Vestibuler Reseptör Hücreler

Vestibuler reseptör hücreler, iç kulakta mekanik enerjinin sinir aksiyon potansiyeline çevrilmesinde önemli rol oynarlar. Tüylü hücrelerin üst kısmında 1 Kinosilyum ve 20-200 Stereosilyum bulunur. Kinosilyum hücrenin kenarında, stereosilyum ise kinosilyum yanına en uzun gelecek şekilde büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır. Stereosilyumlar üst kısımdan ince ipliksi bağlantıyla birbirlerine bağlıdır. Böylelikle eş güdümlü şekilde hareket ederler. Stereosilyumlar, kinosilyuma doğru ya da kinosilyumun tersine doğru tek hareket yönüne sahiptirler.

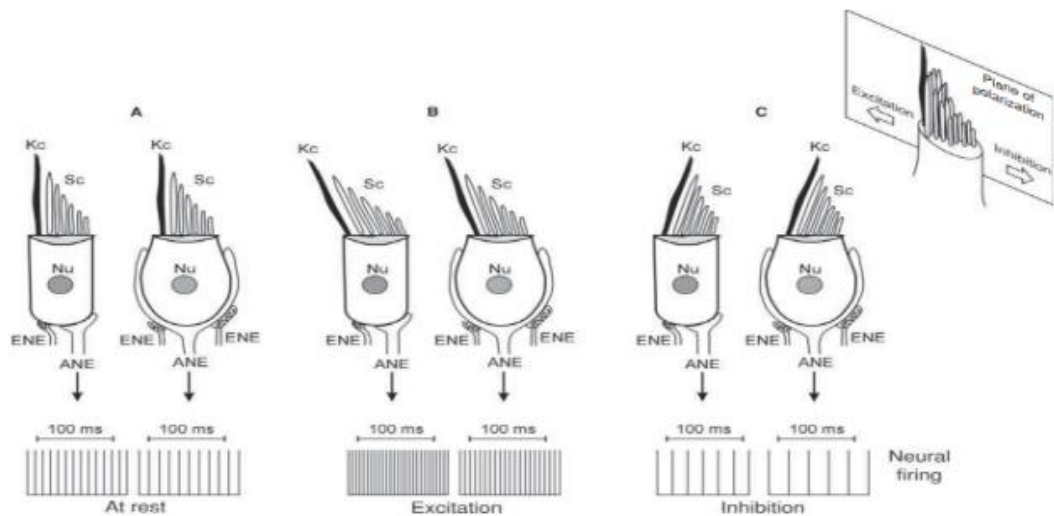


Şekil 3. Tip I ve Tip II tüylü hücre (Piker & Garrison, 2015)

Tip I ve Tip II olmak üzere iki farklı vestibüler reseptör hücre tanımlanmıştır. Tip I hücre, kadeh şeklinde olup morfolojik olarak daha büyüktürler. Uyarın sinirler, kalın myelinli düzensiz ateşlemeli sinir lifleridir. Hızlı uyarınlara tepki verir. Alıcı bölgelerin genelde merkezinde yer alır. Tip II hücreler, silindirik yapıda düğme şeklinde çoklu sinir sonlanması olan hücrelerdir. İnervasyon eden sinirler daha çok ince myelinli düzenli

ateşlemeli sinir lifleridir. Uzamış uyarılara tepki verir. Alıcı organların genellikle periferinde bulunur (Hızal, 2017) (Ardıç, 2019).

Tüylü hücrelerde uyarın mekanizmasında; eksitator uyarı stereosilyumların kinosilyuma doğru eğilmesiyle hücre zarındaki iyon kanalları açılarak, hücre içi endolenfatik sıvıdan pozitif yüklü iyonların dolmasıyla gerçekleşen depolarizasyonla meydana gelir. İnhibitor uyarın ise stereosilyumların kinosilyumun tersi yönüne hareket etmesiyle gerçekleşen hiperpolarizasyonla gerçekleşir. Reseptör hücrelerin kenar ve taban kısımlarında vestibüler siniri oluşturan duysal sinir uçları bulunur. Bu sinir uçları vasıtasıyla uyarın merkezi sinir sistemine aktarılır. İstirahat halinde sinir uyarısı tüylü hücre sisteminin temel unsurudur. Yani istirahat halinde bile yaklaşık 90-100 uyarın gerçekleşir. Depolarizasyon ile bu uyarın miktarı yüzlerle ifade edilecek kadar artarken, hiperpolarizasyonla yok denecek kadar azalabilir. Kafanın duruş pozisyonuna ve konumuna göre, stereosilyumlar hareket ederek uyarın hızındaki değişimler beyne iletilir. Bu sayede konum değişiklikleri hissedilir.



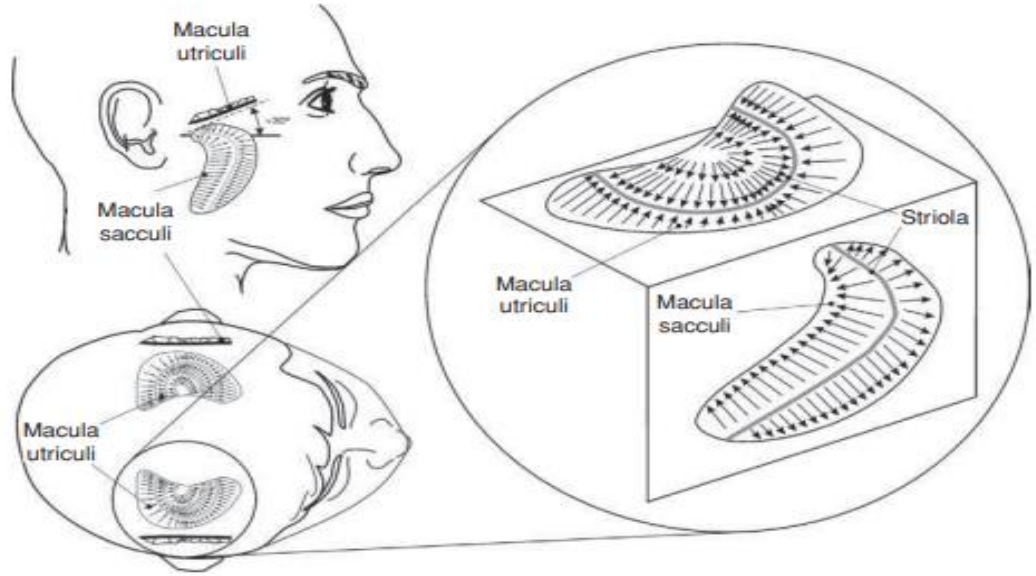
Şekil 4. A: İstirahat Hali, B: Depolarizasyon, C: Hiperpolarizasyon (Piker & Garrison, 2015)

1.1.3. Utrikül ve Sakkül

Otolit organlar olarak isimlendirilen utrikül ve sakkül vestibulum içerisinde bulunur. Her ikisi de oval biçimde keseciklerdir. İçlerinde küçük bir bölümde yaklaşık 2 mm ile 4 mm çapında, tüylü hücrelerin olduğu makula olarak adlandırılan duysal

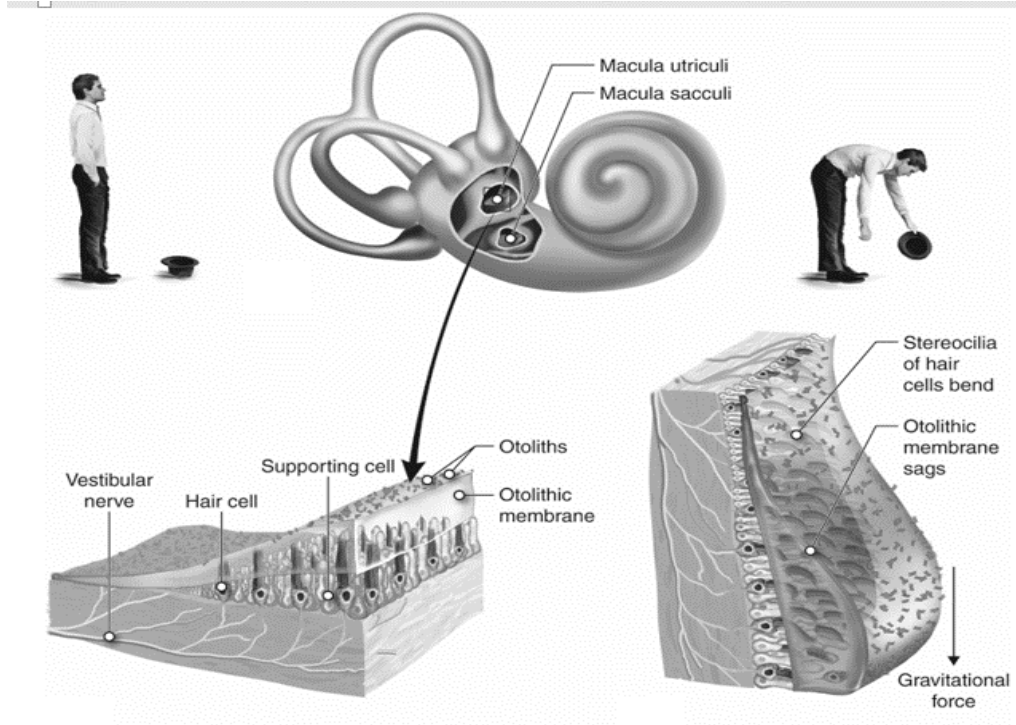
nöroepitelium alanı bulunmaktadır. Makula, jelatinöz katmana gömülü otolitler ve bu katmanın altında binlerce tüylü hücreden oluşur. Kinosilia ve stereosilia jelatinöz tabakanın içine doğru uzanır (Hızal, 2017).

Otolitler kalsiyum karbonat kristali, otoconia veya statoconia olarak adlandırılırlar. Otolitler genellikle altıgen şekilli olup $2,95 \text{ gr/sm}^3$ yoğunlukta, 3 ile 30 mikrometre boyutlarındadır. Yoğunlukları endolenften fazladır. Sürekli yerçekimi ve değişken doğrusal hareketten etkilenirler. Bu iki vektör kuvvetin bileşkesi beyne doğrusal hareketin kuvvet ve yön bilgisi olarak gönderilir (Ardıç, 2019).



Şekil 5. *Macula Utriculi, Macula Sacculi (Piker & Garrison, 2015).*

Utriküler makula, utrikulün üst kısmında horizontal planda uzanır. Yaklaşık 4 mm yüzey alanına sahip ve yaklaşık 31.000 vestibüler reseptör hücre barındırır. Yatay düzlemdeki doğrusal hareketlere karşı hassastır (Şenol, 2021). Sakküler makula, yaklaşık 2 mm'den biraz fazla yüzey alanına sahip ve yaklaşık 16.000 vestibüler reseptör hücre barındırır. Parasagittal düzlemdeki dikey oryantasyonu, kafanın yukarı ve aşağı hareketleri ve ön-arka (önden arkaya) eksen boyunca yatay hareketlere duyarlıdır (Şenol, 2021).

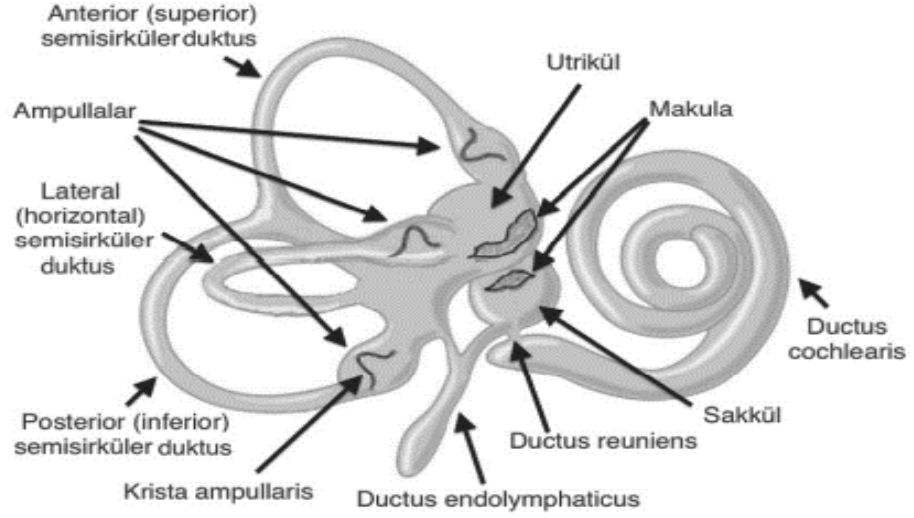


Şekil 6. Makulanın yapısı (Lumen Learning, 2022)

Denge sistemi temel özelliği simetrikliktir. Hareket gerçekleştiğinde yönün algılanabilmesi için, yapılan harekete farklı tepki veren simetrik eşdeğeri vardır. Makulalar da ise bu simetrik eş değerleri kendi içerisinde striola adı verilen bir hatla oluşturulmuştur. Striolanın iki yanındaki hücreler kinosilialar birbirine ters yönde olacak şekilde dizilmiştir. Sakkul da kinosilialar dışarı doğru (vertikal ekseninde), utrikulda kinosilialar striolaya doğru (horizontal ekseninde) bulunurlar (Ardıç, 2019).

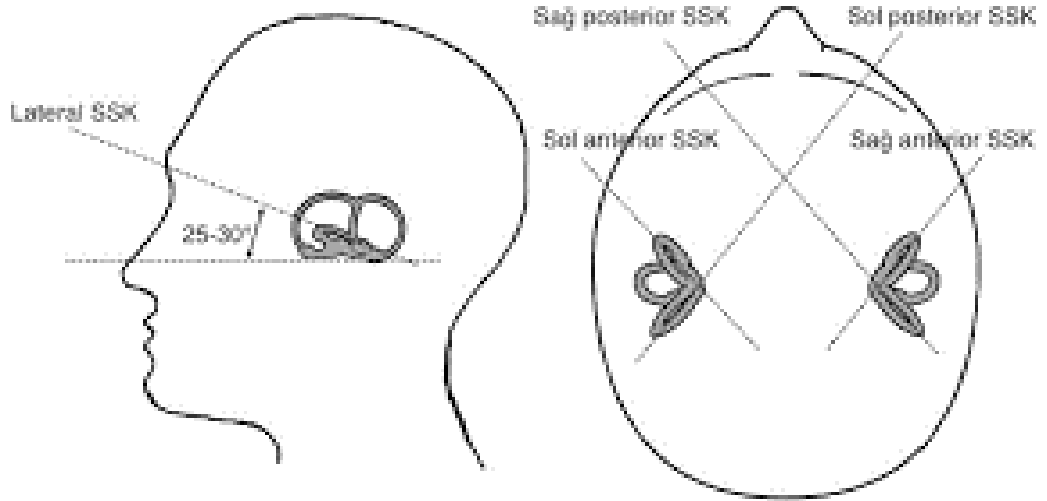
1.1.4. Semisirküler Kanallar

Semisirküler kanallar, posterior (inferior), anterior (superior) ve lateral (horizontal) olmak üzere 3 adettir. SSK kanallarının dış çapları lateral kanal 2.3 mm, posterior kanal 3.1 mm ve anterior kanal 2.3 mm. İç çapları ise 0.2 ile 0.3 mm arasında değişmektedir (Ardıç F. N., Denge Sisteminin İşleyişi, 2019).



Şekil 7. Semisirküler kanallar (Hızal, Vestibüler Sistemin Anatomi ve Fizyolojisi, 2017)

SSK kanallarının uç kısımları genişleyerek ampulla adını alırlar. Ampulla da tüylü hücreleri barındıran crista adı verilen bölge vardır. Bu tüylü hücrelerin ürettiği mukopolisakkarit ve keratin içeren jelatinöz yapıya cupula denir (Çakır, 1996).

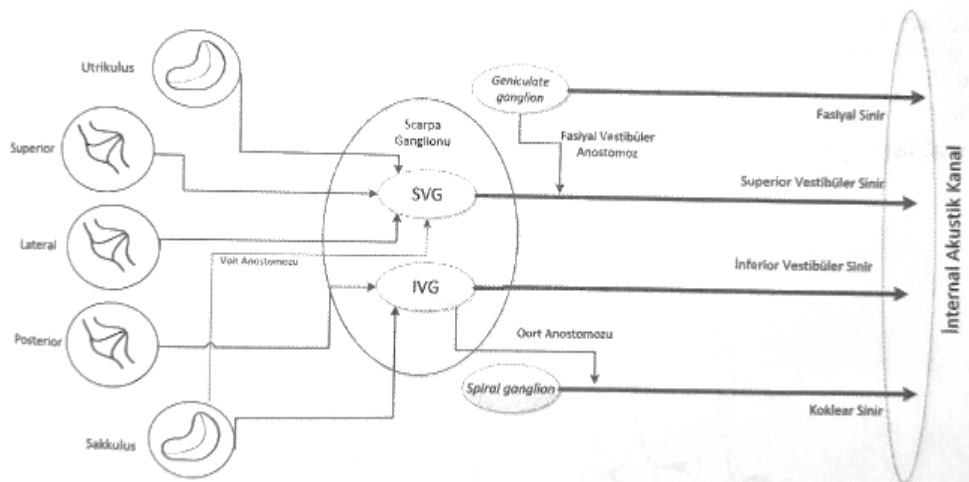


Şekil 8. Semisirküler kanallar kafa içi konumları (Hızal, Vestibüler Sistemin Anatomi ve Fizyolojisi, 2017)

Vestibüler sistemin simetrik olma özelliği semisirküler kanallarda da gözlenmektedir. Lateral ssk, reid hattına göre 20° yukarı doğru, anterior ve posterior ssk ise parasagittal düzleme 45° ve lateral kanallara dik açıyla yerleşirler. Sağ anterior ssk ile sol posterior ssk RALP düzlemini, sol anterior ve sağ posterior LARP düzlemi oluşturur biri uyarılırken bir diğer baskılanır. Semisirküler kanallar içerisindeki endolenf ampulladan uzaklaşırsa ampulofugal hareket, ampullaya doğru hareket ederse ampulopedal hareket oluşur. Semisirküler kanalların uyarın mekanizması; lateral semisirküler kanallarda, ampulopedal aktivite, ampulofugal aktiviteden üstün. Vertikal kanallarda ise ampulofugal aktivite ise ampulopedal ativiteden üstündür. Semisirküler kanallar iki kulakta birbirine simetrik olarak pozisyonlanmıştır, dolayısıyla buldukları düzleme göre biri uyarılırken, simetriği baskılanarak denge mekanizmasına katkı sağlar. Kupulanın yoğunluğu endolenf ile aynı olduğu için, yerçekimine karşı ayrı bir tepki oluşmaz.

1.1.5. Vestibüler Sinir

Vestibüler sinir, VIII. kranial sinirin denge ili ilgili olan dalıdır. Yaklaşık 18.000 ila 20.000 sinir lifinden oluşur. Vestibüler sinir nöronları bipolar nöronlardır ve gövdeleri Scarpa ganglionunda bulunur. Scarpa ganglionundan superior ve inferior olmak üzere iki ana demet olarak çıkarlar (Ardıç F. N., Denge Sisteminin İşleyişi, 2019).



Şekil 9. Vestibüler sinir ve bağlantıları (Ardıç F. N., Denge Sisteminin İşleyişi, 2019)

Superior vestibüler sinir; superior semisirküler kanal, horizontal semisirküler kanal, utrikuldan ve sakkulun bir kısmından lifler alır. İnferior vestibüler sinir ise, posterior semisirküler kanaldan ve sakkulun ana bölümünden lifler alır. İnferior ve superior vestibüler sinir, vestibüler çekirdeklere; fasial sinir ve koklear sinir ile beraber internal akustik kanaldan geçerek ulaşır. Vestibulokoklear sinir sensöryel afferent liflerden oluşur. Vestibüler sinir afferent nöronlar, düzenli ateşlemeli ve düzensiz ateşlemeli olmak üzere iki tip olarak adlandırılır. Düzenli ateşlemeli tip, spontan ateşlemede ve vestibulo-oküler reflekste (VOR) önemlidir. Düzensiz ateşlemeli tip ise, vestibülo-spinal reflekste (VSR) önemlidir, çok hızlı tepki verir ancak spontan ateşleme yapmaz. Vestibüler sinir bipolar nöronların bağlantıları sonucunda göz hareketleri ile boyun, gövde, kollar ve bacaklardaki kas tonusunu düzenler, dengede kalınmasını ve hareket sırasında görme alanının bozulmamasını sağlar (Ardıç F. N., Denge Sisteminin İşleyişi, 2019) (Hızal, Vestibüler Sistemin Anatomi ve Fizyolojisi, 2017).

1.1.6. Vestibüler Çekirdek

Beyin sapında yaklaşık olarak medulla ile pons arasında yerleşik. Superior, inferior, medial ve lateral olarak dört adet vestibüler çekirdek bulunmaktadır (Kepekçi, 2018) (Hızal, Vestibüler Sistemin Anatomi ve Fizyolojisi, 2017). Labirentten gelen uyarılar vestibüler çekirdeklere modifiye olur. Vestibüler nukleuslarda monosinaptik ve multisinaptik olmak üzere iki çeşit nöron bulunur. Monosinaptik nöron, ipsilateraldir ve eksitasyon yapar. Multisinaptik nöronlar ise vestibüler uyaran ile aktive olur ve kontrolateraldir (Karataş, 2018). Gelen impulsların büyük kısmı, vestibüler çekirdekte sonlanmasına rağmen, bir kısmı serebelluma gider. Vestibüler çekirdeklerin afferent stimulusları şu şekildedir;

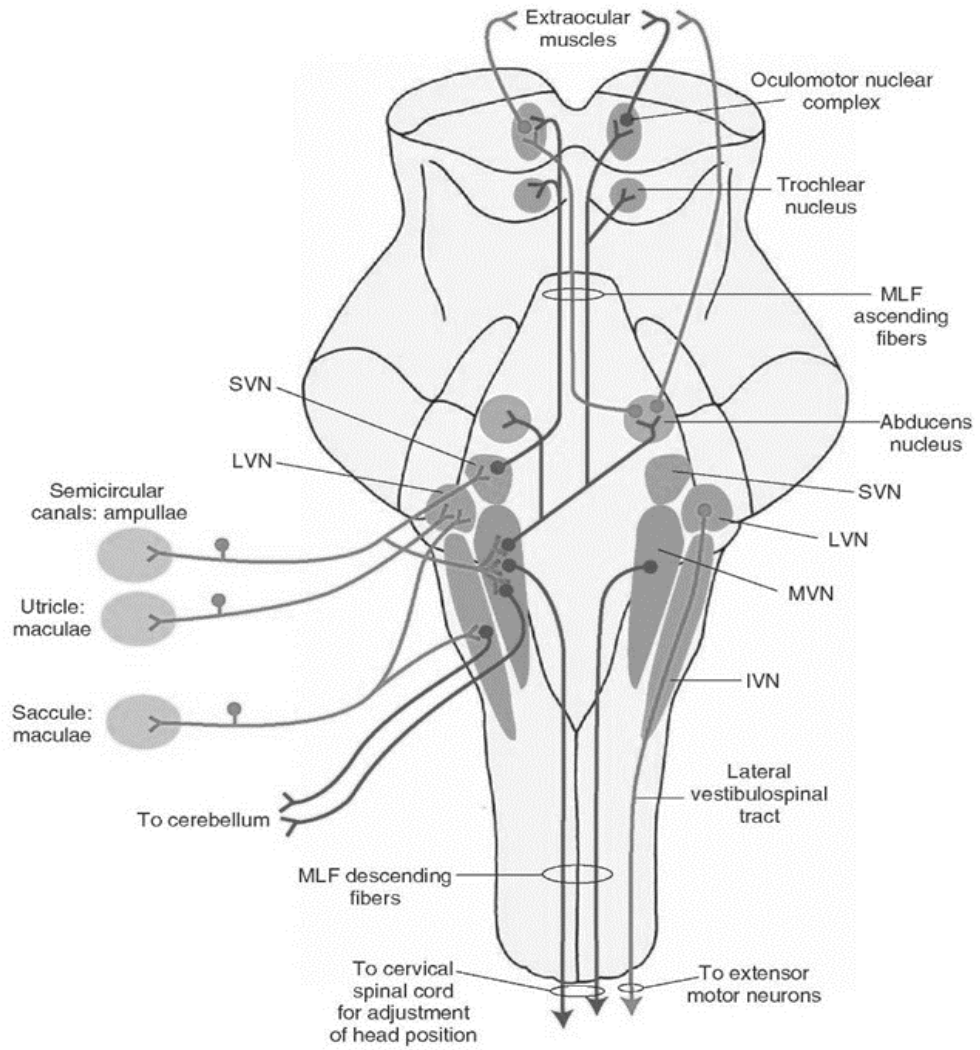
- Superior vestibüler çekirdek; semisirküler kanalların kristalleri ve serebellum,
- Lateral vestibüler çekirdek; serebellum, macula utriculi ve spinal cord,
- Medial vestibüler çekirdek; krista ampullarisler, serebellum, retiküler formasyon ve macula utriculi,

- İnförör vestibüler çekirdek; macula utriculi, macula sacculi ve serebellum (Çakır, 1996).

Vestibüler sinirlerden gelen afferent stimuluslar vestibüler çekirdeklerde efferent aktivite olarak beş ana bağlantıya gönderilir;

- 1- Nukleus Okulomotorius; Median longitudinal fasciculus ve retiküler formasyon multisinaptik bağlantıyla,
- 2- Spinal Cord; Retikülosipinal yollar, vestibulosipinal yollar ve median longitudinal fasciculusun alt bölümü,
- 3- Serebellum,
- 4- Otonom sinir sistemi,
- 5- Temporal lob korteksi; multisinaptik yollar aracılığıyla (Çakır, 1996).

Vestibüler nukleuslar efferent aktiviteler ile postür ve denge kontrolünün sağlanması için motor yanıtlar oluşmasını destekler.



Şekil 10. Vestibüler çekirdekler afferent ve efferent bağlantıları (<http://what-when-how.com/wp-content/uploads/2012/04/tmp15F78.jpg>)

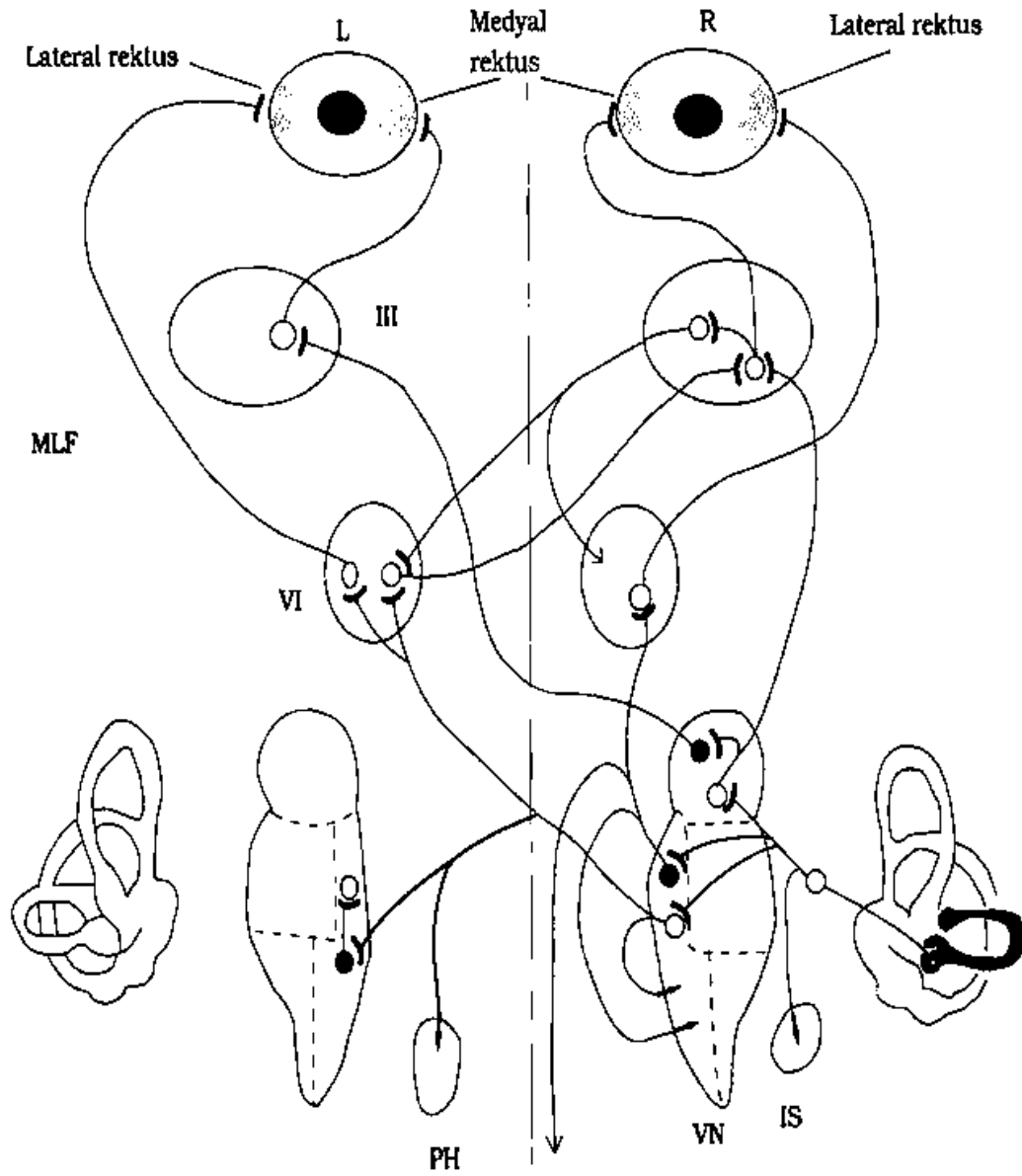
1.2. VESTİBÜLER REFLEKSLER

1.2.1 Vestibülo-Oküler Refleks

Vestibülo-oküler refleks (VOR), görüntünün görme alanında sabit kalması için, semisirküler kanallar (SSK) ve otolit organlardan gelen uyarıların ekstra-oküler kaslarda sonlanmasıyla oluşan motor yanıtlardır. VOR, veri sağlayan kaynaklar bakımından kanalo-oküler ve otolit-oküler bağlantılar olarak iki grupta incelenebilir.

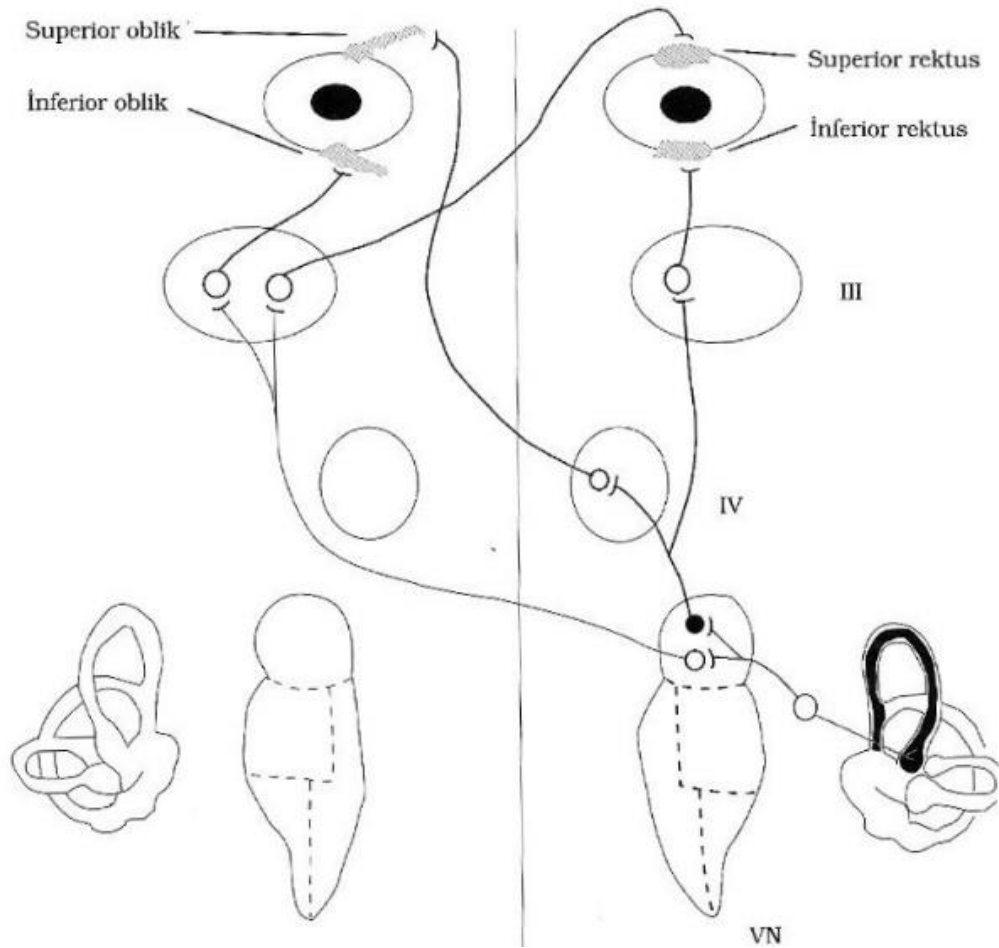
Kanalo-oküler bağlantı, baş hareketiyle ssk kanal içerisinde endolenfin tersi yönde hareketiyle başlar, bu hareketle kupula uyarılır ve içerisinde reseptör tüylü hücrelerin tek yönlü hareket etmesine sebep olur. Semisirküler kanal afferentleri, vestibüler çekirdeğe oradandan her iki gözün ekstra-oküler kaslarının motornöronlarına ulaşır. Bu sayede göz hareketleri öngüremeyen göz hareketlerinde dahi bakışı sabit tutar (Halmagyi, ve diğerleri, 2017).

VOR, hareketin kaynaklandığı kanala göre hVOR, pVOR, aVOR olarak kısaltılabilir. Horizontal kanal VOR (hVOR), horizontal planda baş hareket yönünün tersine doğru VOR oluşur. Örneğin sağa doğru baş hareketinde; sağ medyal vestibüler nucleus → sağ okulomotor ve sol abduzens eksitasyona uğrar. Sağ medyal vestibüler nucleus → sağ abduzens inhibe olur. Sağ superior vestibüler nucleus → sol okulomotor inhibe olur (Ardıç F. N., Denge Sisteminin İşleyişi, 2005)(Şekil 13). Sağa doğru baş hareketiyle oluşan VOR'de ekstra-oküler kas uyarımı ise; sağ medial rectus ve sol lateral rekus kasları eksitasyona uğrarken, sağ lateral rektus ve sol medial rektus kasları inhibisyona uğrar.



Şekil 11. Horizontal kanal VOR (Ardıç F. N., Denge Sisteminin İşleyişi, 2005)

Anterior (aVOR) ve Posterior (pVOR) kanal VOR, bilateral anterior kanal uyarımında gözler yukarı deviasyona, bilateral posterior kanal uyarımında gözler aşağı deviasyona yol açar. Dikey kanallardan her hangi birinin tek olarak uyarılmasında ise harekete torsinyonel özellik eklenir. Gözün üst kutbu uyarılan kanaldan uzaklaşır (Ardıç F. N., Denge Sisteminin İşleyişi, 2005). Anterior kanal VOR, ipsilateral superior vestibüler nukleus → ipsilateral abduzens ve ipsilateral okulomotor inhibe olur. Eksitasyon ise, ipsilateral superior vestibüler nukleus → kontralateral okulomotor üzerinden gerçekleşir (Ardıç, 2005) (Şekil 11). Ekstra-okuler kas ilişkisi ise; ipsilateral superior rectus ve kontralateral inferior oblik eksitasyona uğrarken, ipsilateral inferior rectus ve kontralateral superior oblik inhibe olur.



Şekil 12. Anterior kanal VOR (Ardıç F. N., Denge Sisteminin İşleyişi, 2005)

Posterior kanal VOR'da ise, ipsilateral medyal vestibuler nukleus →kontralateral abduzens ve kontralateral okulomotor ekstazyona uğrarken, ipsilateral superior vestibuler nukleus → ipsilateral okulomotor inhibasyona uğrar. Ekstra-okuler kas ilişkisinde ise; ipsilateral superior oblik ve kontralateral inferior rectus ekstazyona uğrarken, ipsilateral inferior oblik ve ipsilateral superior rectus inhibisyona uğrar (şekil 12).



Şekil 13. Posterior kanal VOR (Ardıç F. N., Denge Sisteminin İşleyişi, 2005)

Otolit organ kaynaklı refleks yanıtların olduğu bilinmektedir. Ancak otolit-okuler bağlantı yolu kanalo-okuler bağlantı yolu kadar net anlaşılamamıştır. Semisirküler kanalların açısal hareketlere, otolit organlar ise doğrusal hareket ve yerçekimine tepki verdiği bilinmektedir. Doğrusal kafa hareketlerinde görüntünün görme alanı içerisinde sabit tutulması, açısal kafa hareketlerine göre görece olarak daha kolaydır. Bu nedenle otolit organ kaynaklı refleks yanıtlar, SSK kanal kaynaklı refleks yanıtlara göre daha az belirgin olduğu düşünülebilir. Ancak VOR oluşumunda otolit organ yanıtların da önemli rolü vardır (Hızal, Vestibüler Sistemin Anatomi ve Fizyolojisi, 2017).

Utrikül ve sakkulun seçici uyarılması vertikal – rotatuar göz hareketlerine sebep olur (Ardıç F. N., Denge Sisteminin İşleyişi, 2019). Otolit organ kaynaklı refleks yanıtların gözü yatay düzlemde hizaladığı düşünülmektedir. Otolit ve vertikal kanal yollarındaki problemlerde, patolojik ‘okuler tilt cevabı’ gözlenir. Oküler tilt cevabının üç bileşeni vardır; ilki her iki gözün yatay düzlemde aynı hizada olmaması yani bir gözün aşağı diğerinin ise yukarı kayması (vertikal skew deviation), ikincisi baş altta kalan kulağa doğru eğilmesi, üçüncüsü ise altta kalan kulağa doğru dairesel torsiyonel göz hareketleridir.

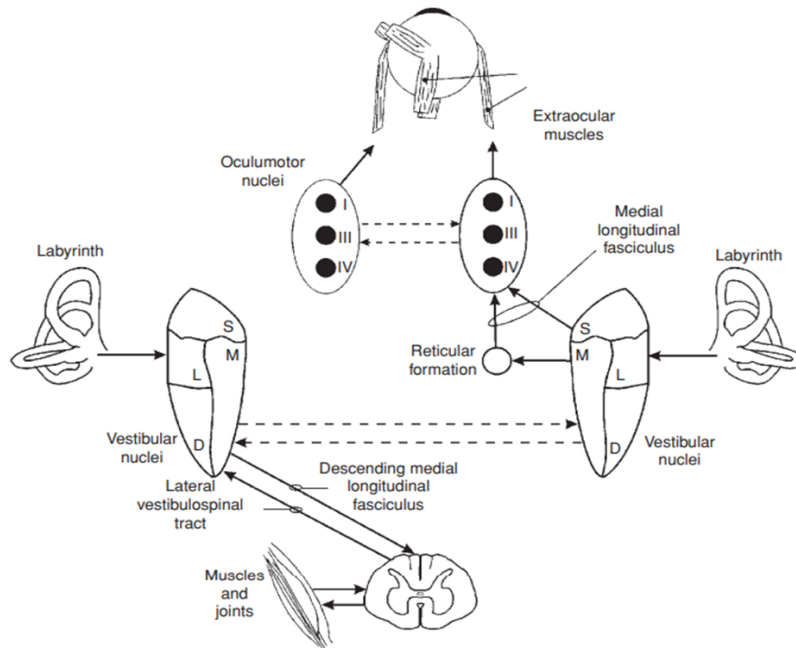
1.1.1. Vestibülospinal Refleks

Vestibülospinal refleks, hakeret sırasında duruşu, dengeyi ve kas tonusunu korumak için geçici kas kasılmaları üretir. VSR refleksin efektör organı, boyun, vücut ve ekstremitelerin ekstansör kaslarıdır. Ekstansör ve fleksör kaslar arasında bir itme-çekme mekanizması vardır. VSR, postural rahatsızlıklarda yanıt vermek için hem ekstansör hem de fleksör kasları koordineli olarak kullanır. Ssk ve otolit organ reseptörlerin uyarılması ile boyun ve vücut kaslarında aktivasyon meydana gelir. Sekonder vestibüler nöronlar spinal ön boynuz hücrelerine üç ana yolla bağlanır. Bunlar;

- 1- Medial vestibulo spinal tract (MVST),
- 2- Lateral vestibulo spinal tract (LVST)
- 3- Retikülospinal yol

MVST ve LVST boyun motor nöronlarına doğrudan, spinal internöranlara ise dolaylı bağlantı sağlar. Retikulo spinal yol, retiküler formasyon yoluyla VN'a dolaylı bağlantı sağlar. MVST, sakkul, utrikul ve semisirküler kanallardan girdi alır, ancak sakküler ve posterior ssk kanal girdileri daha baskındır. LVST, afferent girdileri utrikul ve posterior ssk kanaldan alır. MVST'tan gelen lifler, medial longitudinal fasikulus (MLF) yoluyla iki taraflı olarak omuriliğe iner. LVST'den gelen lifler ise omurganın ipsilateral santral funikulusuna iner. MVST, baş koordinasyonuna yardımcı olan boyun kaslarını inerve ederek baş pozisyonunun destekler. LVST, yerçekimine karşı gövde ve ektremite kaslarını inerve eder.

VSR, bir parçası olan vestibulokolik refleks (VKR), çoğu klinik vestibüler testin odak noktasıdır. VKR yolu, reseptör organ olan sakkülün makulası uyarıları, inferior vestibüler nucleus yoluyla, medial vestibüler nucleusa iletir. MVST yoluyla omurilik motor nöronlarına bir sinyal gönderilir ve ekstansör motor nöronların ipsilateral aktivasyonunda bir artış olur. Bu artışla servikal bölge fleksör motor nöronların inhibisyonu gerçekleşir. Klinik olarak sternokleidomastoid (SCM) kas üzerinden cilt üstü elektrod ile fleksör motor nöronların inhibisyonu ölçülerek VKR arkı bütünlüğü değerlendirilir (Piker & Garrison, 2015).



Şekil 14. VSR ve VKR yolları (Piker & Garrison, 2015)

1.3. VESTİBÜLER SİSTEM DEĞERLENDİRME TESTİ

1.3.1. Vestibuler Evoked Miyojenik Potansiyeller (VEMP)

Vestibuler evoked miyojenik potansiyeller (vemp) testi, ses, titreşim veya galvanik uyarılar ile utrikul ve sakkulun uyarılması ile kaslarda sonlanan kısa latanslı refleks cevapların ölçüldüğü testtir. Vemp, testi refleks ark bütünlüğünü değerlendirirken kayıt yapılan kasın ismiyle anılır. Eğer test kaydı sternokleidomastoid (SKM) kasından yapılıyorsa cvemp, ekstraoküler kaslar üzerinden kayıt yapılıyorsa ovemp olarak isimlendirilir.

İtalyan fizyolog Dr. Pietro Tullio, vestibüler sistemin sese olan duyarlılığını dile getirmiştir. Deney hayvanlarında kemik labirentte pencere açarak ses uyarılarıyla gerçekleşen baş, göz hareketi ve postural değişiklikleri incelemiştir. Daha sonra George Von Bekesy, çalışmalarında (1000 Hz / 122-134 dB SPL) yüksek şiddetli sesli uyarımla, deneklerde küçük baş hareketleri gözlemiştir. Bu çalışmalarla, 1961 yılında Nobel ödülüne layık görülmüştür (Erbek, 2019).

Vemp, kayıt tekniklerinin gelişmesiyle önce skalpe yerleştirilen elektrotlarla ölçülmüş, daha sonra havayolu uyarımla ile yüksek seviyede sese karşı kaslarda oluşan yanıtlar gözlenmiştir. Oksipital bölgeden kayıtlar alınmış ve miyojenik kaynaklı olduğu varsayılan yaklaşık 13 ms ortaya çıkan bu cevaplara inion cevabı adı verilmiş. Normal vestibüler sistem fonksiyonuna sahip işitme kayıplı bireylerde yapılan çalışmalarla, elde edilen cevapların vestibüler sistem kaynaklığı olduğu gösterilmiştir (Hızal, Erbek, & Özlüoğlu, Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP), 2014). Colebatch ve ark., inion cevapları tekrar incelemiş ve kayıt elektrotlarını sternokleidomastoid (SCM) kas üstüne yerleştirerek yüksek şiddetli klik uyarımla kısa latanslı cevaplar elde etmişlerdir (Colebatch, Halmagyi, & Skuse, 1994).

1.3.1.1. Servikal Vestibüler Miyojenik Potansiyeller (cvemp)

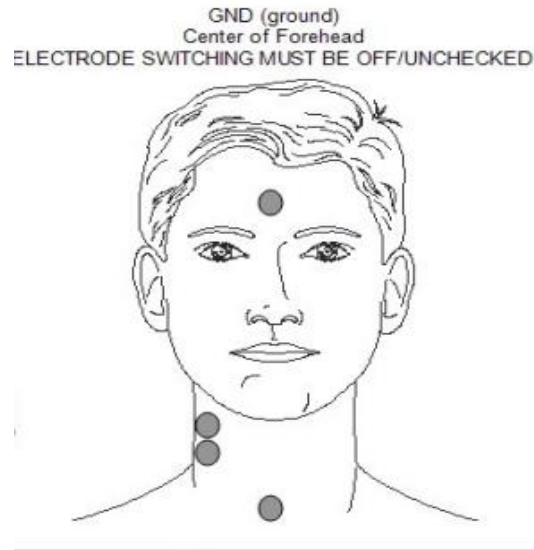
Servikal vemp, sakkul, inferior vestibuler sinir (İVN), vestibuler nucleus (VN), medial vestibulospinal tract (MVST) ve sternocleidomastoid (SCM) üzerinde gerçekleşen vestibulo-kolik refleks (VKR) arkının bütünlüğün değerlendirilmesinde birincil yöntem cvemp testidir.

Kulağa yüksek yoğunluklu bir akustik uyarın uygulandığında, tonik kas aktivitesinde uyarının aynı tarafında geçici bir inhibisyon olur. Kasılmadan bu geçici salınım, sakkülün bağımsız olarak değerlendirilmesine izin vererek, ticari olarak temin edilebilen bir uyarılmış potansiyel cihazında elektromiyografi (EMG) kaydı aracılığıyla ölçülebilir. Yapılan çalışmalarla farklı kas gruplarında vemp yanıtları kayıt edilmiş olsa dahi, güncelliğini koruyan ve yaygın olarak kullanılan yöntem SCM kasından kayıtle elde edilen vemp yanıtlarıdır. SCM kasından kayıt edilen vemp yanıtları servikal vemp (cvemp) olarak adlandırılır.

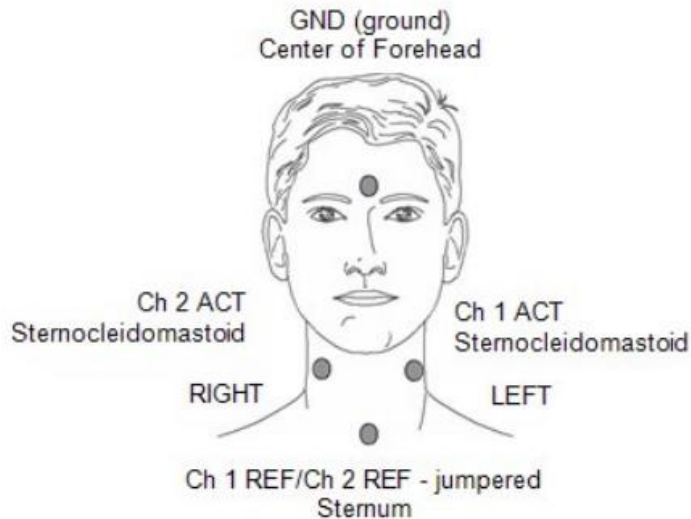
Henüz standart bir protokolü olmamasına rağmen vestibüler sistem değerlendirmesinde klinik olarak anlamı büyük ve kullanımı her geçen gün daha da yaygınlaşmaktadır. Genel uygulamada, cVemp için (+) aktif elektrot SCM kasının 1/3'ün üst kısmına, (-) referans elektrot sternoklavikular bölgeye, (GND / Common) toprak elektrot ise alın bölgesi ya da çeneye yerleştirilerek tek ya da iki kanallı kayıt yöntemiyle kayıt edilir (şekil 15, şekil 16). cVemp uyarın yönlendiricisi olarak, hava yolu (HY) transdüser,, kemik yolu (KY) transdüser, galvanik uyarın transdüserları kullanılabilir. cVemp uyarın türü, yapılan çalışmalarda klik, tune-burst, galvanik akım uyarın türleri kullanılmıştır. Tone-burst uyarının süresi daha uzun olduğu bu nedenle iç kulağa iletilen ses enerjisinin daha fazla olabileceği ve frekansa özgü zarflanabileceği için vemp yanıtları daha belirgin elde edilmiştir. KY uyarını her iki kulağı aynı anda uyarma ihtimali olduğu da test sırasında unutulmamalıdır.

Test hasta sırt üstü yatar ya da otur pozisyonunda yapılabilir. Sırt üstü yatar pozisyonunda test edilen kulağın tersi yöne başı çevirmek ve hafifçe yukarı kaldırmak yeterli olurken, oturur pozisyonunda test edilen kulağın tersi yöne başı çevirip hafifçe omuza doğru eğmek refleks yanıtlar için yeterli olacaktır. Vemp testi EMG aktivitesi kaydı olduğu için SCM kasının test süresince yeteri kadar kasılması önemlidir. Hastanın yaşı,

kronik boyun ağrısı veya kooperasyon problemleri yanıtların alınmasını olumsuz etkileyebilir. Uyarandan sonra yaklaşık 12-17 ms arasında ilk pozitif tepe P1, ardından 23-27 ms arasında ilk negatif tepe N1 elde edilir. Yanıtların yorumlanmasında P1-N1 latansları, P1-N1 amplitüdüleri, P1-N1 interpeak intervals süreleri, eşikleri ve kulaklar arası asimetri oranı değerlendirilir (Hale, Trahan, & Parent-Buck, 2015) (Başak, Tığ, Akar, & Eryılmaz, 2020).



Şekil 16. *cVemp tek kanal elektrot yerleşimi (Natus Medical Denmark ApS, 2020)*



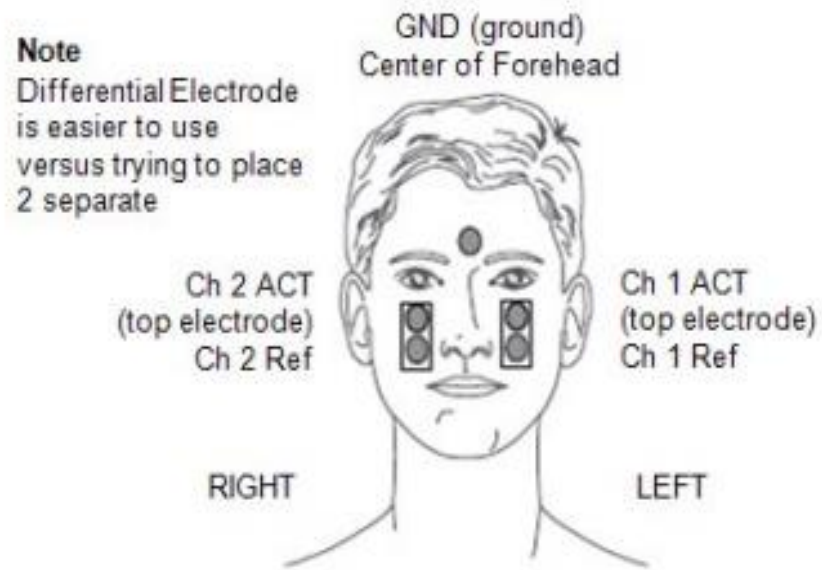
Şekil 15. *cVemp iki kanal elektrot yerleşimi (Natus Medical Denmark ApS, 2020)*

1.3.1.2. Oküler Vestibüler Miyojenik Potansiyeller (ovemp)

Oküler vemp, otolit organların akustik veya titreşimli uyarılarla aktive edilerek gözün ekstraoküler kaslarından kaydedilen bir refleks yanıtıdır (Hale, Trahan, & Parent-Buck, 2015). Oküler VEMP (oVEMP) olarak adlandırılan bu yanıt, Halmagyi ve ark'larının 2003 yılında yaptığı çalışmayla tanımlanmıştır. Çalışmada klik uyarı verildiğinde kontralateral gözde vertikal ve uyarının diğer tarafına doğru bir EMG aktivitesine yol açtığı görülmüştür (Halmagyi, McGarvie, Aw, Yavor, & Todd, 2003). İpsilateral inhibitör yanıt olan servikal VEMP'nin aksine, oVEMP'ler ağırlıklı olarak kontralateral kas aktivitesini yansıtır gibi görünmektedir. Son yıllarda yapılan araştırmalar, oVEMP'lerin utrikuldan superior vestibuler sinire ve MLF yoluyla vestibuler nucleusa uzanan VOR refleks arkını değerlendirdiği bildirilmiştir (Kavruk, Aykul, & Öztürk, 2021).

Genel uygulamada, test hem oturur hem de sırt üstü pozisyonda yapılabilen olup, gözler arası oluşan refleks yanıt asimetrisini olumsuz etkilememek için başın 30° yukarı bakış elde edilebilecek yaklaşık 1,5 metre mesafeye hedef noktaya (sabit işaret) bakması sağlanır. Cilt üstü elektrotlar, (+) aktif elektrot göz kapağının 1 cm altına, (-) referans elektrot aktif elektrot altına, (GND) toprak elektrot alın ortasına yerleştirilir ve iki kanallı kayıt yöntemiyle kayıt edilir (şekil 17). Uyarıdan sonra, ilk oluşan dalga N1 (N10) yaklaşık 10 ms'n'de ortaya çıkan negatif tepedir, negatif tepenin ardından yaklaşık 14-16 ms'n'de P1 (P15-P16) pozitif tepe oluşur.

Servikal vemp (cvemp) ve oküler vemp (ovemp) ile, benzer özellikler taşıyan testler olmalarına rağmen anatomik kökenleri birbirinden farklı olduğu için, her iki otolit organı bağımsız olarak değerlendirmek mümkündür.



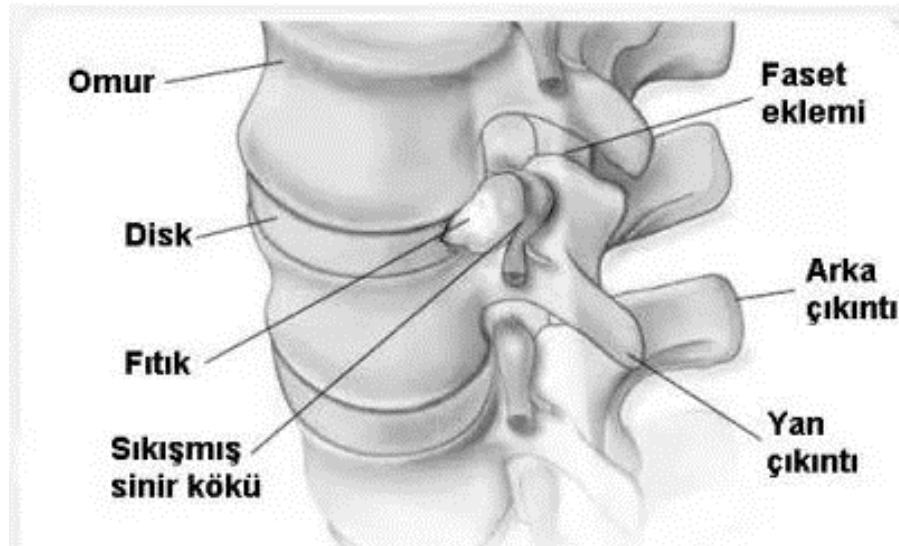
Şekil 17. oVemp elektrot yerleşimi (Natus Medical Denmark ApS, 2020)

2. BÖLÜM

SERVİKAL DİSK HERNİ

2.1. SERVİKAL DİSK HERNİ TANIMI

Servikal disk herni, kökeni ekstrensek, intrinsek veya kalıtsal etmenlerin etkin olduğu, intervertebral diskin vasküler, biyokimyasal, anatomik deformasyonlarıyla izlenen ve genellikle mekanik gerilime maruziyetle meydana gelen nörolojik kayıplar ve ağrılar yapabilen disk hastalığıdır.



Şekil 18. Servikal disk hernisi (Çivi, 2022)

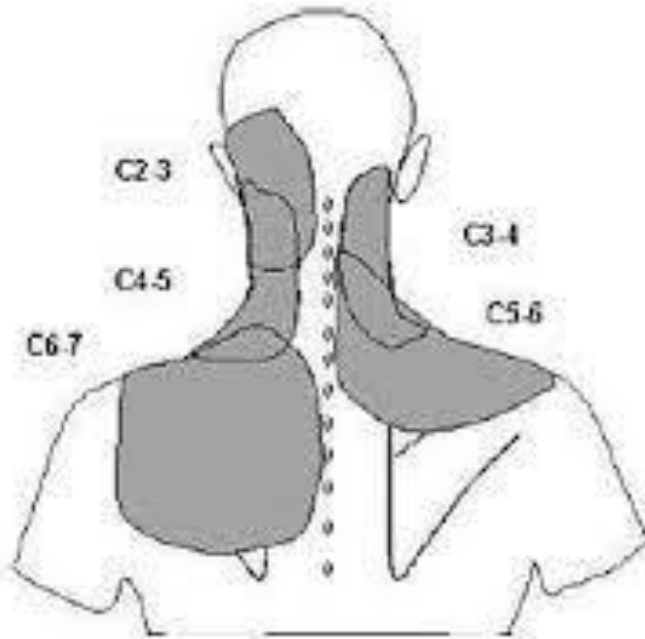
İntervertebral diskler vertebral kolonun ana eklemidir ve fleksiyon, ekstansiyon, torsiyon hareketlerine katılarak vertebral kolonun esnekliğini sağlar. İntervertebral disk nükleus polposus (jelatinöz çekirdek), anulus fibrozus (fibroz kartilajdan dış halka), altta ve üstte kıkırdak plaklardan oluşan komplike yapılardır (Buko, 2013). İntervertebral disk hücreleri sıkışma, makaslama stresleri ve yükleri, elektrokinetik etkiler gibi birçok

fiziksel etkene maruz kalır. Servikal ağrılar günümüzde, kronik ağrılar içerisinde bel ağrılarından sonra en yaygın şikâyet edilen ağrılardandır. Servikal bölge kaynaklı ağrının yıllık insidansı 100,000’de 5,5’tir. Erişkinlerde hayat boyunca boyun ağrısı insidansı %66 ve bunların %5’inde günlük hayatlarını etkileyecek boyutta şiddetli ağrı mevcuttur (Sarı & Altun, 2017). Servikal ağrılarının, en sık nedeni servikal disk hernisidir. Servikal disk hernisi prognozu iyi olan bir hastalık olmakla birlikte, tedavi sürecinde multidisipliner yaklaşım gerekmektedir (Yılmaz, 2017) (Günaydın, ve diğerleri, 2010).

Servikal disk hernisi, aşırı kilo, yaş, meslek, sürekli ve tekrarlayıcı mikrotravmalar, uzun süre hareketsiz kalacak aktiviteler (araç sürme, hareketsiz oturma vb.), vasküler rahatsızlıklar, doğuştan omurga rahatsızlıkları, ağır kaldırma vb. etkenler disk herniasyonu için risk faktörü olarak belirlenmiştir (Yılmaz, 2017).

2.2. SERVİKAL DİSK HERNİSİNİN KLİNİK ÖZELLİKLERİ

Sık karşılaşılan şikâyet ağrıdır. Ağrı, servikal bölgede vertebra gövdesi, nukleus pulpozus ve ligamentum flavum dışında herhangi bir yapıdan kaynaklanabilir. Ağrı hastalar tarafından şiddetli elektriklenme, cisim batması veya saplanması gibi farklı tanımlamalarda adlandırılır. Ayrıca etkilenen bölgede parestezi veya his kaybı görülebilir. Servikal disk hernili hastalar boyun hareketlerinde kısıtlılıktan da fazlaca şikâyet ederler. Ana şikâyet olan ağrı boyun, ense, omuzlar ve üst ekstremitelerinde olduğu bir alanda dağılım gösterir. Sempatik sinir sisteminin veya vertebral arterlerin etkilenmesine nedeniyle boyun hareketleriyle baş dönmesi, dengesizlik, nadir olarak dispne, disfaji gibi çeşitli semptomlar görülebilir. Semptomların hastaya ve patolojiye göre farklılık göstermesi nedeniyle yaygın semptomlara göre sınıflama yapılır. Servikal disk herniler radikülopati (sinir kökü), myelopati (omurilik basısı) ve myeloradikülopati olmak üzere üç klinik bulguyla kendini gösterir (Buko, 2013) (Yılmaz, 2017).



Şekil 19. Servikal bölge ağrısı segmental dağılımı (Yılmaz, 2017)

Nörolojik seviye	Ağrı dağılımı	Duyu kaybı	Refleks	Güç kaybı
C3	Boyun arkası, mastoid çıkıntı, kulak kepçesi	Boyun arkası, mastoid proses, kulak kepçesi	Yok	EMG
C4	Boyun arkası, levator skapula, göğüs ön duvarı	Boyun arkası, levator skapula, göğüs ön duvarı	Yok	EMG
C5	Medial skapular sınır, üst kol laterali	Üst kol laterali	Biseps refleksi	Deltoid, biseps
C6	Ön kol laterali, baş ve işaret parmağı	Baş ve işaret parmağı	Biseps refleksi, brakioradialis refleksi	Biseps, brakioradialis, el bileği ekstansörleri
C7	Medial skapula, kol posterioru, önkol dorsumu, 3. Parmak	Ön kol posterioru, 3. parmak	Triseps refleksi	Triseps, el bileği fleksörleri, parmak ekstansörleri
C8	Omuz, önkolun ulnar kısmı, 5. parmak	5. parmak	Yok	Başparmak fleksörleri, abduktörler, intrinsik el kasları

Şekil 20. Servikal radikülopati semptom ve bulguları (Yılmaz, 2017)

2.3. SERVİKAL DİSK HERNİSİNDE TANI VE TEDAVİ

Servikal disk hernisinde tanıya ulaşırken, anemnez, inspeksiyon, palpasyon, nörolojik muayene, eklem hareketliliği ve özel klinik testlerden oluşan ayrıntılı fizik muayene yapılmalıdır (Buko, 2013) (Yılmaz, 2017).

İnspeksiyon, gözle yapılan ilk muayene işlemidir (Demirhan Erdemir, 1998). Anormal postür, tortikollis varlığı, boyun hareketlerinde kısıtlılık, skar dokusu, ciltte lezyon ve renk değişikliği değerlendirilir (Yılmaz, 2017).

Palpasyon, dokunarak deri, deri altı dokular ve içi organ muayenesinin yapıldığı aşamadır (Demirhan Erdemir, 1998). Palpasyonda anteriorda, karotid tüberküller, hyoid kemik gibi kemik yapılar değerlendirilir. Posteriora, mastoid çıkıntı, zygapofizyal eklemler ve spinöz çıkıntılar, oksiput değerlendirilir. Boyun ve omuz kasları, tetik noktaları veya gergin bantların palpasyonu yumuşak doku değerlendirilir (Yılmaz, 2017).

Nörolojik muayenede, bir takım özel testlerle yüzeysel ve derin duyu, motor kuvvet, derin tendon refleksi, patolojik refleksi, tonus yürüyüş değerlendirilir. Ayrıca eklem hareket açıklığı, tüm boyun hareketliliği aktif ve pasif olarak kısıtlılık ve ağrı açısından değerlendirilir.

Ancak servikal disk hastalıkları radikülopati, myelopati, kas ve eklem ağrısı ile kendini gösterir. Servikal disk hastalıklarında pek çok olgu asemptomatiktir. Bu sebeple klinik ve görüntüleme bulgularının tam uyum içerisinde olması gerekir. Direk grafi, miyelografi ve BT miyelografi, MR, dinamik spinal MR, diskografi, ultrasonografi, sintigrafi ve termografi gibi çeşitli görüntüleme yöntemleriyle beraber tanısız sinir blokları, elektrodiagnostik incelemeler ve laboratuvar testleri ayrı tanı için önemlidir (Yılmaz, 2017).

Servikal disk hernili hastalar çoğunlukla cerrahi tedaviye gerek kalmadan düzelebilir (Türk Nöroşirürji Derneği Spinal ve Periferik Sinir Cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu, 2022). Tedavide asıl amaç ağrı/acı hissini azaltma ve daha konforlu, minimum kısıtlılıkla hayata devam edebilmeyi olanaklı kılmaktır. Servikal disk

hernisinde tedavi yaklaşımları, eğitim, medikal tedavi, enjeksiyon, fizik tedavi ve rehabilitasyon, egzersiz ve yardımcı cihazları ve cerrahi tedaviyi içerebilir.

Eğitim, DSÖ tedavi edici hasta eğitimini kişilerin hayatlarını hastalıklarıyla en iyi şekilde yönetebilmeleri için gerekli becerileri kazanmasına ve korumasına yardımcı olan eğitim olarak tanımlar. Hasta hastalığını tanımalı, içerdiği süreçleri bilmeli ve tedavi sürecinde aktif bireyler olmalıdırlar. Günlük yaşamlarını daha konforlu hale getirebilmek için gerekli egzersizler ve olumsuz sonuçlara sebep olabilecekleri kaçınmaları gereken durumlar ve önleyici pozisyonlar öğretilmelidir.

Medikal tedavi, antienflamatuvar, analjezik, kortikosteroidler, kas gevşeticiler, antidepresan, antikonvülzan ilaçlar ile servikal disk hernili hastaların en temel şikayeti olan ağrı ve enflamasyonu azaltmak amaçlanmaktadır.

Enjeksiyonlar, ilaç tedavisinin ağrıyı azaltmakta yeteri fayda sağlayamadığında, epidural steroid enjeksiyonlar, seçici sinir kökü blok prosedürleri ile daha etkili ve uzun vadede ağrı azalması sağlanmaktadır.

Fizik tedavi ve rehabilitasyon, servikal disk hernisi kaynaklı boyun ağrısı tedavisinde sıcak uygulama, soğuk uygulama, lazer, tarksiyon, transkütanöz elektrik stimülasyonu, ultrason ve kısa dalga, akupunktur gibi çeşitli fizik tedavi ajanları kullanılmaktadır (Buko, 2013).

Egzersiz ve yardımcı cihazlar, çeşitli ortezler ile servikal omurgadaki yükü azaltmak, hareketlerle ortaya çıkan ağrıyı azaltmak, omurga üzerinde oluşabilecek düzensizliklerin ilerlemesinin engellemek ve boyun hareketliliği artırmak için kullanılmaktadır. Egzersizler ile intervertebral diskin daha iyi beslenmesi, kuvvet ve esnekliğin artırılması hedeflenmektedir (Yılmaz, 2017).

Cerrahi tedavi ise medikal ve konservatif tedavi yoluyla giderilmeyecek büyüklükteki sinir basıları ve bu basılar sebebiyle oluşan yaşamı tehlikeye sokma riskini bertaraf etmek, sinirsel oluşumların kök basısından kurtulmasını sağlamak, nörolojik hasarı minimize etmek ve oluşabilecek anatomik bozuklukları önlemek/gidermek amacıyla uygulanmaktadır.

3. BÖLÜM

MATERYAL VE METOD

Bu çalışmanın uygunluğuna Kapadokya Üniversitesi Bilimsel Yayın ve Etik Kurulu tarafından 06.07.2021 tarihinde 2021.01 no'lu kurul kararı ile onay verilmiştir. Çalışmanın uygulaması Erciyes Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Ana Bilim Dalı Akademik Kurulu izniyle Erciyes Üniversitesi K.B.B Ana Bilim Dalı Odyoloji Ünitesinde gerçekleştirilmiştir.

Çalışmaya 18-60 yaş aralığında servikal disk hernisi tanısı almış bireylerden oluşan çalışma grubundan 42 kulak ve aynı yaş aralığında sağlıklı bireylerden oluşan kontrol grubundan 46 kulak dâhil edildi. Katılımcılara 'Katılımcı Bilgilendirme ve Onam Formu' imzalatılmıştır. Bütün katılımcılara Erciyes Üniversitesi KBB Anabilim Dalı Odyoloji Kliniğinde, saf ses odyometri testi, timpanometri ve akustik refleks testi, c-Vemp testi ve vertigo, dizziness ve dengesizlik anketi belirti ölçeği ve yaşam kalitesi ölçeği uygulandı.

Çalışmaya, otolojik ve nöro-otolojik rahatsızlığı, orta kulak patolojisi ve cerrahisi, iletim tipi işitme kaybı olan, orta kulak basıncı doğal olmayan ve tanılanmış vestibüler sistem patolojisi olanlar çalışmaya dahil edilmemiştir.

c-Vemp testi, GN Otometrics ICS Chartr EP 200 model cihaz ile yapıldı. Tek kullanımlık elektrotlar kullanıldı. Elektrot yerleşiminden önce cilt "NuPrep" ile temizlendi. Sonrasında, aktif elektrot sternokleidomastoid kasının 1/3 üst-orta kısmına, referans elektrot sternoklavikula üzerine, toprak elektrot ise altına yerleştirildi. c-Vemp kaydı hasta yatar pozisyonda uyarın verilen kulağın aksi yönüne başını çevirmesi ve yukarı kaldırması ile sternokleidomastoid kası kasılarak elde edildi. Test çift kanal kayıt yöntemiyle yapıldı. 500 Hz Tone-Burst uyaranda, rarefaction polaritede, Blackman zarflı (rise/fall time: 2 siklus, plato : 0 siklus), Rate: 5,1 Hz ile 10 Hz - 1000 Hz band-geçirgen filtreleme kullanılarak kayıt edildi. Her uyaranda çift trase kayıt alınarak, değerlendirildi. İlk pozitif tepe P1, ilk negatif tepe N1 olarak işaretlendi. cVemp test sonuçlarında sağ ve sol kulaklar arası amplitüt asimetri oranı, P1 latansı, N1 latansı ve P1-N1 interpeak

intervals değerlendirilmiştir. Amplitüt asimetri oranı = $100 \times ((\text{AmpL} - \text{AmpR}) / (\text{AmpL} + \text{AmpR}))$ formülüyle hesaplanmıştır.

Vertigo, Dizziness ve Dengesizlik Anketi (Belirti Ölçeği / Yaşam Kalitesi Ölçeği) skorları iki grup arasında ortalamaları alınarak karşılaştırılmıştır.

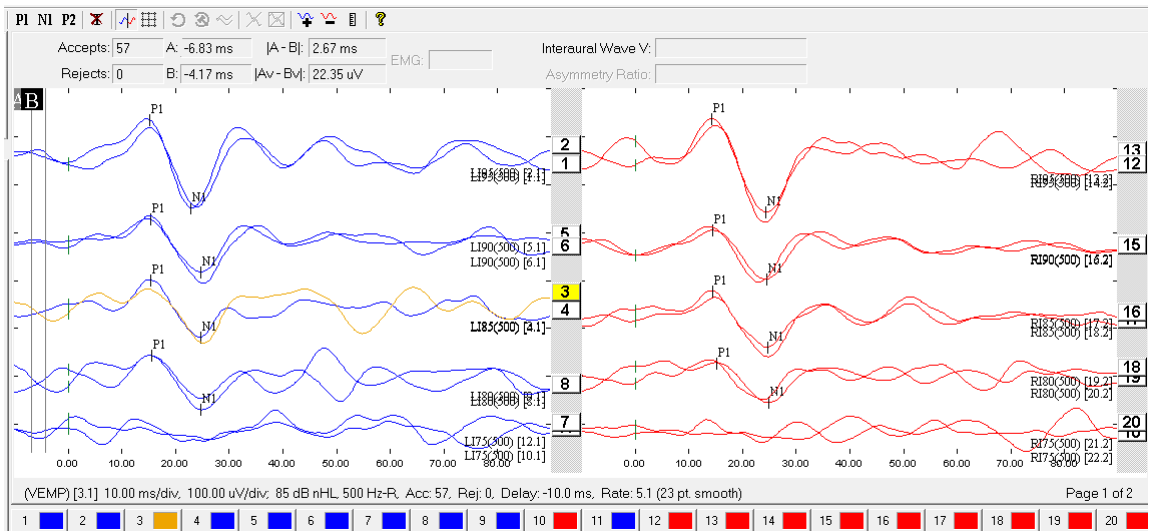
Saf ses odyometri Madsen Astera 2 model cihaz ile TDH 39 transducer kullanılarak, 125 Hz ile 8000 Hz arası hava yolu iletimi ve Radioear B71 transducer kullanarak 250 Hz ile 4000 Hz arası kemik yolu iletimi değerlendirilmiştir. Timpanometri ve akustik refleks ölçümleri Madsen Zodiac Diagnostic ve Clinical cihazı kullanılarak değerlendirilmiştir. Cihazların kalibrasyonu her yıl dağıtıcı şirket tarafından düzenli olarak yapılmaktadır.

4. BÖLÜM

BULGULAR

Bu çalışmaya 18-60 yaş arası servikal disk hernisi tanısı almış bireylerden oluşan çalışma grubundan 42 kulak ve aynı yaş aralığında sağlıklı bireylerden oluşan kontrol grubundan 46 kulağa ait veri dahil edildi. Çalışmaya katılan bireylerin her iki kulağına (n = 88 kulak) ait veriler değerlendirildi. Çalışma grubu yaş ortalaması 46,57 (SS±10,48), kontrol grubunun ise yaş ortalaması 30,70 (SS±10,35) olarak bulundu.

Çalışma ve kontrol grubunun 95 dBnHL (123 dB SPL) uyarın seviyesinde elde edilen P1 Latansı, N1 Latansı, P1-N1 Amplitüdü, P1-N1 İnterpeak İntervals ve İnteraular Asimetri Oranları kulak tarafı ve gruplar arası ortalamaları alınarak karşılaştırıldı. Aynı zamanda çalışma ve kontrol grubunun cVemp (Şekil 21), eşik değerleri cinsiyete ve kulak tarafına göre grup içinde, ortalama eşik değerleri ise gruplar arasında karşılaştırıldı. Ayrıca 90 dBnHL, 85 dBnHL, 80 dBnHL ve 75 dBnHL uyarın seviyesinde elde edilen cVemp yanıtlarının ortalamaları gruplar arasında karşılaştırıldı. Vertigo Dizziness ve Dengesizlik Anketi Yaşam Kalitesi Ölçeği ile Vertigo, Dizziness ve Dengesizlik Anketi Belirti Ölçeği puanları gruplar arasında karşılaştırıldı.



Şekil 21. Çalışma grubunda olan hastanın cVemp test görüntüsü.

Tablo 1. cVemp eşik değerlerinin grup içinde cinsiyet ve kulak tarafına göre, eşik ortalamalarının ise gruplar arasında karşılaştırılması.

							Independent-Samples T Test		
		N	\bar{X}	SS	Min	Max	t	df	p
Çalışma Grubu	Sağ Kulak	21	87,38	±6,04	75	95	,711	40	,481
	Sol Kulak	21	86,19	±4,71	80	95			
	Kadın	24	87,29	±5,70	80	95	,698	40	,489
	Erkek	18	86,11	±5,01	75	95			
	Ortalama	42	86,78	±5,38	75	95	1,045	86	,299
Kontrol Grubu	Sağ Kulak	23	86,08	±4,99	75	95	,612	44	,544
	Sol Kulak	23	85,21	±4,64	75	95			
	Kadın	18	87,77	±3,91	80	95	2,560	44	,014*
	Erkek	28	84,28	±4,85	75	95			
	Toplam	88	86,19	±5,08	75	95			

Tablo 1 incelendiğinde çalışma grubu içinde kulak tarafına ve cinsiyete göre eşik değerlerinin karşılaştırılmasında anlamlı istatistiksel farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$). Kontrol grubunda ise kulak tarafına göre karşılaştırmada anlamlı farklılık bulunmazken ($p>0,05$), cinsiyete göre karşılaştırmada istatistiksel anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Tespit edilen bu farkın etki büyüklüğü $d=0,77$ olup, farkın orta bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Eşik ortalama değerlerinin çalışma ve kontrol grupları açısından karşılaştırılmasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$)

Tablo 2. 95dBnHL uyaran seviyesinde elde edilen P1 Latanslarının gruplar arasında karşılaştırılması.

		N	\bar{X}	SS	Min	Max	Independent-Samples T Test		
							t	df	p
Çalışma Grubu	Sağ Kulak	21	15,70	±1,49	13,60	18,83	,688	40	,495
	Sol Kulak	21	15,41	±1,23	13,67	17,83			
	Ortalama	42	15,55	±1,36	13,60	18,83	-	74,425	,691
Ortalama	46	15,65	±0,99	13,50	18,00	,399			
Kontrol Grubu	Sağ Kulak	23	15,64	±0,99	14,00	17,33	-	44	,922
	Sol Kulak	23	15,67	±1,01	13,50	18,00			

Tablo 2 incelendiğinde çalışma ve kontrol grubunda P1 latans ortalamaları arasında istatistiksel farklılığa ulaşamadı ($p>0,05$). Çalışma grubu kendi içerisinde sağ ve sol kulak P1 latanslarında anlamlı istatistiksel farklılık yoktur ($p>0,05$). Kontrol grubu P1 latanslarında sağ ve sol kulak arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 3. 95 dBnHL uyaran seviyesinde elde edilen N1 Latanslarının gruplar arasında ve grup için kulak tarafına göre karşılaştırılması.

		N	\bar{X}	SS	Min	Max	Independent-Samples T Test		
							t	df	p
Çalışma Grubu	Sağ Kulak	21	23,96	±1,94	21,30	27,67	-,160	40	,874
	Sol Kulak	21	24,07	±2,21	20,00	28,67			
	Ortalama	42	24,02	±2,05	20,00	28,67	-1,936	86	,056
Kontrol Grubu	Ortalama	46	24,83	±1,89	21,00	29,33	,685	44	,497
	Sağ Kulak	23	25,02	±1,82	21,50	28,33			
	Sol Kulak	23	24,64	±1,97	21,00	29,33			

Tablo 3 incelendiğinde çalışma ve kontrol grubunun N1 latans ortalamaları arasında anlamlı istatistiki farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Çalışma grubunda sağ ve sol kulak N1 latansları arasında anlamlı farklılıklar görülmemiştir ($p>0,05$). Kontrol grubunda sağ ve sol kulak N1 latansları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmemiştir ($p>0,05$).

Tablo 4. 95 dBnHL uyaran seviyesinde elde edilen P1-N1 Amplitüdürenin grup içinde kulak tarafına göre ve gruplar arasında karşılaştırılması.

		N	\bar{X}	SS	Min	Max	Independent-Samples T Test		
							t	df	p
Çalışma Grubu	Sağ Kulak	21	168,63	±98,99	22,53	340,38	-,028	40	,978
	Sol Kulak	21	167,78	±98,54	33,84	414,15			
	Ortalama	42	168,20	±97,56	22,53	414,15	-	86	,022
Kontrol Grubu	Ortalama	46	221,78	±116,62	39,87	457,79	2,325		
	Sağ Kulak	23	218,70	±113,57	39,87	457,79	-,177	44	,860
	Sol Kulak	23	224,48	±122,06	52,46	441,02			

Tablo 4 incelendiğinde çalışma grubunun P1-N1 amplitüd ortalaması 168,20 μ V iken kontrol grubunun ortalaması 221,78 μ V bulunmuştur. Çalışma ve kontrol grubunun P1-N1 amplitüd ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p < 0,05$). Tespit edilen bu farkın etki büyüklüğü $d = 0,50$ olduğu, farkın orta bir etkisi olduğunu göstermektedir.

Çalışma grubunda sağ ve sol kulak P1-N1 amplitüdüleri değerlendirdiğinde gruplar arasında farklılık görülmemiştir ($p > 0,05$). Kontrol grubunda sağ ve sol kulak P1-N1 amplitüdüleri arasında anlamlı istatistiksel farklılık gözlenmedi. ($p > 0,05$).

Tablo 5. 95 dBnHL uyaran seviyesinde elde edilen P1-N1 İnterpeak İntervals sürelerinin grup içinde kulak tarafına göre ve gruplar arasında karşılaştırılması.

		N	\bar{X}	SS	Min	Max	Independent-Samples T Test		
							t	df	p
Çalışma Grubu	Sağ Kulak	21	8,26	±1,44	6,17	11,17	-,854	40	,398
	Sol Kulak	21	8,66	±1,54	5,80	12,67			
	Ortalama	42	8,46	±1,49	5,80	12,67			
							-2,055	86	,043
Kontrol Grubu	Ortalama	46	9,17	±1,73	6,33	14,00	,802	44	,427
	Sağ Kulak	23	9,38	±1,59	6,33	12,00			
	Sol Kulak	23	8,96	±1,88	6,34	14,00			

Tablo 5 incelendiğinde P1-N1 interpeak intervals ortalamaları çalışma grubunda 8,46ms iken kontrol grubunda 9,17ms olup, istatistik olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p < 0,05$). Tespit edilen bu farkın etki büyüklüğü $d = 0,44$ olduğu, farkın küçük bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Kontrol grubunda sağ ve sol P1-N1 interpeak intervalsleri arasında istatistiksel farklılık gözlenmedi ($p > 0,05$). Çalışma grubunda sağ ve sol kulak P1-N1 interpeak intervalsleri arasında istatistiki olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p > 0,05$).

Tablo 6. 95 dBnHL uyaran seviyesinde elde edilen İnteraural Asimetri Oranı (İAO) gruplar arasında karşılaştırılması.

<i>İnteraural Asimetri Oranı</i>						Independent-Samples T Test		
	N	\bar{X}	SS	Min	Max	t	df	p
Çalışma Grubu	21	18,80	±3,40	1,29	58,36	3,212	42	,003
Kontrol Grubu	23	7,05	±2,65	0,23	36,96			

*İlamlı derecede pozitif çarpıklık, karekök dönüşüm yöntemiyle normal dağılıma dönüştürölüp analiz edildi. Tabloda karekök dönüşümden sonraki ortalama ve standart sapma verisi verildi.

Tablo 6 incelendiğinde çalışma grubunun İAO ortalaması 18,80 iken kontrol grubunun İAO ortalaması 7,05 olup, interaural asimetri oranının servikal disk hernisi varlığına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılığı görölmektedir ($p < 0,05$). Tespit edilen bu farkın etki büyüklüğü 0,97 olduğu, farkın büyük bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Buna göre vestibüler sistemin temel özelliklerinden olan sağ ve sol kulak arasındaki simetrik olma özelliği servikal disk hernisi varlığından olumsuz etkilenmektedir.

Tablo 7. VDI-Yaşam Kalitesi Ölçeği, VDI-Belirti Ölçeği puanlarının gruplar arasında karşılaştırılması.

		N	Sıra Ortalaması	Mann-Whitney U Test			Ortanc a	Mi n	Ma x
				U	z	p			
VDI – Yaşam Kalitesi Ölçeği*	Çalışma Grubu	2	18,29	153,000	-	,037	96,00	54	109
		1							
	Kontrol Grubu	2	26,35				104,00	41	110
		3							
VDI – Belirti Ölçeği*	Çalışma Grubu	2	16,90	124,000	-	,006	51,00	17	70
		1							
	Kontrol Grubu	2	27,61				67,00	26	70
		3							

* Normal dağılım olmadığı için Mann-Whitney U Testi ile analiz edildi.

Tablo 7 incelendiğinde VDI – yaşam kalitesi ölçeğinde, çalışma grubunun sıra ortalaması 18,29 iken kontrol grubunun sıra ortalaması 26,35 olup, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p < 0,05$). Bu farklılığın etki büyüklüğünün $r = 0,31$ olduğu, farkın orta büyüklükte bir etkiye sahip olduğu ve toplam varyansın %9'nun bağımsız değişken (servikal disk hernisi) tarafından açıklandığını göstermektedir.

VDI-Belirti ölçeği çalışma grubu sıra ortalaması 16,90 ve kontrol grubunun sıra ortalaması 27,61 olup anlamlı istatistiksel farklılık gözlemlendi ($p < 0,05$). Tespit edilen farkın etki büyüklüğünün $r = 0,41$ olduğu, farkın orta bir etkiye sahip olduğu ve toplam varyansın %17'sinin bağımsız değişken (servikal disk hernisi) tarafından açıklandığını göstermektedir.

Tablo 8. Çalışma ve kontrol grubu arasında 90 dB nHL uyaran seviyesinde elde edilen cVemp verilerinin karşılaştırılması.

		N	\bar{X}	SS	Min	Max	Independent-Samples T Test		
							t	df	p
*P1 Latans (ms)	Çalışma Grubu	35	15,92	±1,08	13,48	18,62	,201	76	,841
	Kontrol Grubu	43	15,86	±1,07	13,80	19,49			
N1 Latansı (ms)	Çalışma Grubu	34	24,24	±2,35	17,70	29,00	1,975	75	,052
	Kontrol Grubu	43	25,32	±2,37	21,00	30,50			
*P1-N1 Amplitüd (µV)	Çalışma Grubu	34	143,78	±1,82	47,86	416,86	-,620	75	,537
	Kontrol Grubu	43	157,80	±1,99	37,15	457,08			
İnterpeak İntervals (ms)	Çalışma Grubu	34	8,25	±1,72	4,30	11,50	2,719	75	,008
	Kontrol Grubu	43	9,40	±1,93	6,16	14,17			
İnteraural Asimetri Oranı	Çalışma Grubu	15	19,79	±12,33	3,80	53,10	,848	33	,402
	Kontrol Grubu	20	16,08	±13,16	0,83	44,03			

*Logaritmik dönüşümden sonra normal dağılım gösteren verinin geometrik ortalaması ve ss verildi.

Tablo 8 incelendiğinde, 90 dBnHL uyaran seviyesiyle P1 Latans, N1 Latans, P1-N1 Amplitüd, İnteraural Asimetri oranı ortalamalarında anlamlı istatistiki farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). İnterpeak intervals ortalamaları ise çalışma grubunda 8,25 ms iken kontrol grubunda 9,40 ms olup anlamlı istatistiksel farklılık gözlemlendi ($p<0,05$). Tespit edilen bu farklılığın etki büyüklüğü $d=0,63$ olup, farkın orta büyüklükte bir etkisi olduğunu göstermektedir.

Tablo 9. Çalışma ve kontrol grubu arasında 85 dBnHL uyaran seviyesinde elde edilen cVemp verilerinin karşılaştırılması.

							Independent-Samples T Test		
		N	\bar{X}	SS	Min	Max	t	df	p
P1 Latans (ms)	Çalışma Grubu	24	16,27	±1,49	13,90	19,83	-1,053	52	,297
	Kontrol Grubu	30	16,68	±1,41	14,83	20,67			
N1 Latansı (ms)	Çalışma Grubu	22	24,53	±2,40	19,67	29,00	-1,639	49	,108
	Kontrol Grubu	29	25,62	±2,32	21,17	30,83			
P1-N1 Amplitüd (μV)	Çalışma Grubu	21	134,40	±54,92	60,80	235,32	-,173	46	,863
	Kontrol Grubu	27	137,96	±80,63	22,35	297,70			
İnterpeak İntervals (ms)	Çalışma Grubu	22	8,33	±1,68	4,67	11,33	-1,001	48	,322
	Kontrol Grubu	28	8,90	±2,20	5,50	13,00			
*İnteraural Asimetri Oranı	Çalışma Grubu	8	9,38 ¹	11,30 ²	,73	26,25	-,289 ^Z	33,000 ^U	,773
	Kontrol Grubu	9	8,67 ¹	5,20 ²	1,06	27,21			

*Normal dağılım sağlanmadığı için Mann Whitney U Testi yapıldı. Test verileri tabloda üssü ifade ile belirtildi. ¹Sıra ortalaması, ²Medyan,

Tablo 9 incelendiğinde çalışma ve kontrol grubu arasında P1 latansı, N1 latansı, P1-N1 amplitüdü, P1-N1 interpeak intervalsi ve İAO verileri incelendiğinde istatistiksel farklılık bulunamadı ($p>0,05$).

Tablo 10. Çalışma ve kontrol grubu arasında 80 dBnHL uyaran seviyesinde elde edilen cVemp test verilerinin karşılaştırılması.

							Mann-Whitney U Test		
		N	Sıra Ort.	Medyan	Min.	Max.	Z	U	p
P1 Latans (ms)	Çalışma Grubu	10	9,75	16,08	14,33	17,00	-1,405	42,500	,160
	Kontrol Grubu	13	13,73	16,50	15,00	18,17			
N1 Latansı (ms)	Çalışma Grubu	9	7,44	24,83	21,50	27,50	-1,882	22,000	,060
	Kontrol Grubu	10	12,30	25,50	24,50	28,17			
P1-N1 Amplitüd (µV)	Çalışma Grubu	9	9,90	106,76	66,65	210,73	-,735	36,000	,462
	Kontrol Grubu	10	10,90	120,58	25,83	397,64			
İnterpeak İntervals (ms)	Çalışma Grubu	9	9,39	9,16	7,17	11,00	-,449	39,500	,653
	Kontrol Grubu	10	10,55	9,25	6,33	11,67			
İnteraural Asimetri Oranı	Çalışma Grubu	3	4,67	26,17	15,02	36,01	-1,528	1,000	,127
	Kontrol Grubu	3	2,33	8,74	3,87	17,04			

Tablo 10 incelendiğinde çalışma ve kontrol grubu arasında P1 latansı, N1 latansı, P1-N1 amplitüdü, P1-N1 interpeak intervalsi ve İAO verileri incelendiğinde istatistiksel farklılık bulunamadı ($p>0,05$).

Tablo 11. Çalışma ve kontrol grubu arasında 75 dBnHL uyaran seviyesinde elde edilen cVemp test verilerinin karşılaştırılması.

		N	Sıra Ort.	Medyan	Min.	Max.	Mann-Whitney U Test		
							Z	U	p
P1 Latans (ms)	Çalışma Grubu	1	3,00	17,17	17,17	17,17	-1,225	,000	,221
	Kontrol Grubu	2	1,50	15,41	15,00	15,83			
N1 Latansı (ms)	Çalışma Grubu	1	2,00	26,50	26,50	26,50	-1,000	,000	,317
	Kontrol Grubu	1	1,00	25,00	25,00	25,00			
P1-N1 Amplitüd (µV)	Çalışma Grubu	1	1,00	85,23	85,23	85,23	-1,000	,000	,317
	Kontrol Grubu	1	2,00	168,82	168,82	168,82			
İnterpeak İntervals (ms)	Çalışma Grubu	1	1,00	9,33	9,33	9,33	-1,000	,000	,317
	Kontrol Grubu	1	2,00	9,33	9,33	9,33			
İnteraural Asimetri Oranı	Çalışma Grubu	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kontrol Grubu	-	-	-	-	-			

Tablo 11 incelendiğinde çalışma ve kontrol grubu arasında P1 latansı, N1 latansı, P1-N1 amplitüdü, P1-N1 interpeak intervalsi verileri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamadı ($p>0,05$). İAO açısından yeterli veri olmadığı için Mann-Whitney U test çalıştırılmadı.

TARTIŞMA

Servikal problem kaynaklı baş dönmesi vasküler ve proprioseptif olmak üzere iki ana fizyopatolojiyle açıklanmaktadır. Vasküler mekanizma, vertebral arter kompresyonunun beyin sapı veya iç kulağın kan akımının azalması (Vasküler Hipotez) ya da servikal sempatik sinir ağının yapısal ve fonksiyonel bozukluğunu takiben vertebroziler yapıda vazokonstriksiyonun (Nörovasküler Hipotez) yol açtığı baş dönmesi şikâyeti olarak özetlenebilir. Proprioseptif mekanizma ise, servikal proprioseptörlerden anormal duysal girdi gelmesi (Somatosensory Girdi Hipotezi) ile özetlenebilir (Ekim & Birdane, 2017). Servikal baş dönmesinin vasküler nedenli olanları, radyolojik görüntülemeler, vertebral arter kan akımı ölçümleri, anjiyografi gibi tanı testleriyle tespit edilebilmektedir. Proprioseptif sebeplere bağlı baş dönmesinde ayırıcı tanı için kullanılacak test yöntemleri ise tartışma konusudur.

Proprioseptif etyoloji açısından literatür tarandığında; baş sabit tutulduğunda gövdenin dönmesi sonucu oluşan patolojik nistagmus servikal nistagmus olarak değerlendirilmiştir. Fakat servikal nistagmus azalmış vestibüler girdi ve artmış servikal proprioseptif girdi nedeniyle serviko-oküler refleks ile ortaya çıkmaktadır. Her hastada olmadığı ve düşük kazancı nedeniyle hastada servikal nistagmus olması tek başına servikal vertigo tanısı için yeterli değildir (Scherer, 1985) (Norre, 1987).

SPNT (Smooth Pursuit Neck Torsion Test) testinin kamçı tipi yaralanmalı hastalarda özgülüğünün ve güvenirliliğinin yüksek olduğuna dair çalışmalar bulunmaktadır (Jorgensen, Falla, & Juul-Kristensen, 2014) (Tjell & Rosenhall, Smooth Pursuit Neck Torsion Test: A Specific Test for Cervical Dizziness, 1998) (Treleaven, Jull, & LowChoy, 2005) (Tjell, Tenenbaum, & Sandström, Smooth Pursuit Neck Torsion Test- A Specific Test for Whiplash Associated Disorders, 2002). SPNT testinin servikal vertigo ayırıcı tanısında uygulanabilir olmadığını bildiren çalışma da bulunmaktadır (Kocagözoğlu, 2005).

Boyun prosepsiyonu ve VOR arasındaki ilişki incelendiğinde, normal vestibüler fonksiyonu ve boyun ağrısı olan bireylerde asimetric boyun proprioseptif yanıtların VOR

kazançlarında istatistiksel olarak anlamlı olmasa da asimetric VOR yanıtlarının servikal kaynaklı problemlerden olabileceği öne sürülmüştür (Padoan, Karlberg, Fransson, & Magnusson, 1998).

Servikal problemler kaynaklı vertigoyla ilgili çalışmalar incelendiğinde, servikal bölge kaslarının aktif olarak sonucu etkilediği ve vestibüler sistemden gelen uyarılarla boyun kasında sonlanan VKR arkının bütünlüğünün değerlendirilmesine ihtiyaç olduğu görülmektedir. Servikal patolojilerin dengenin sağlanmasını olumsuz etkileyeceği öngörülmektedir ancak bununla ilgili yeterli çalışma yoktur. Özellikle de VKR değerlendiren c-Vemp, proprioseptif nedenli olabileceği tespit etmek için çok yararlı olabilir. Ancak bu konuda literatürde hiç çalışmaya rastlanmamıştır.

Servikal disk hernili (SDH) bireyler ile sağlıklı bireylerin cVemp, VDI yaşam kalitesi ölçeği ve VDI belirti ölçeği puanlarını karşılaştırdık. Çalışmamızın sonucunda SDH tanılı bireylerin cVemp eşikleri, P1 Latansları P1-N1 amplitüdüleri uyumlu iken, N1 Latansları, İnterpeak İntervals ve İnteraural Asimetri Oranlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır. cVemp verilerinin değerlendirilmesinde dalga latansları ve İAO önemli iki parametredir.

Çalışmamızla elde ettiğimiz sonuçlar değerlendirildiğinde, servikal disk hernili hastalarda interpeak intervals daha uzun iken, İAO ise daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca VDI yaşam kalitesi ölçeğini ve belirti ölçeği puanları her iki grup arasında karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu görülmektedir. Servikal disk hernisi olan bireylerin yaşam kaliteleri VDI anketine göre sağlıklı bireylerden daha kötü ve aynı zamanda baş dönmesi, dengesizlik ile ilgili şikayetlerinin daha fazla olduğu saptanmıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda servikal disk hernisi olan çalışma grubu ile sağlıklı bireylerden oluşan kontrol grubundan toplam 88 kulaktan elde ettiğimiz cVemp test sonuçlarından, uyaran seviyesi, P1 latansları, N1 latansları, P1-N1 amplitüdüleri, interpeak intervals ve interaural asimetri oranları, aynı zamanda VDI yaşam kalitesi ve belirti ölçek ortalama skorları karşılaştırılarak inceledik.

1. SDH hastalar ile kontrol grubunun cVemp eşikleri karşılaştırıldığında çalışma grubu kendi içerisinde hem kulak tarafına hem de cinsiyeti göre, aynı zamanda kontrol grubu kendi içerisinde kulak tarafına göre ve gruplar ise kendi aralarında karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edemedik. Ancak kontrol grubu içerisinde cinsiyete göre kadınlarda eşik ortalaması 87,77 dBnHL (ss: $\pm 3,91$) iken erkeklerde 84,28 dBnHL (ss: $\pm 4,85$) olup istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde ettik. Bu farkın etki büyüklüğünü $d=0,77$ olup, orta bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaştık.
2. SDH hastalar ile kontrol grubunun P1 latans süreleri karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı farklılığa ulaşamadık.
3. SDH hastalar ile kontrol grubunun N1 latans süreleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı sonucuna ulaştık.
4. SDH hastalar ile kontrol grubunun 95dBnHL uyaran seviyesinde P1-N1 amplitüdüleri karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar elde ettik. Bu farkın etki büyüklüğünü $d=0,50$ olduğu ve farkın orta bir etkiye sahip olduğunu belirledik. Diğer uyaran seviyelerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara ulaşamadık.
5. SDH hastalar ile kontrol grubunun 95 dBnHL uyaran seviyesinde elde edilen P1-N1 interpeak intervals sürelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde ettik. Farkın etki büyüklüğünü $d=0,44$ ile küçük bir etkisi olduğuna, 90 dBnHL uyaran seviyesinde de istatistiksel olarak gruplar arasında anlamlı farklılıklar elde ettik. Bu farkın etki büyüklüğü ise $d=0,63$ olup orta bir etki büyüklüğü olduğu sonucuna ulaştık. SDH hastaların P1-N1 interpeak intervals sürelerinin diğer uyaran seviyelerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edemedik.

6. SDH hastalar ile kontrol grubunun 95 dBnHL uyarın seviyesine interaural asimetri oranlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardı. Bu farkın etki büyüklüğü $d=0,97$ olup, farkın büyük bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Buna göre SDH hastaların İAO sağlıklı bireylerden daha büyük olabildiği sonucuna ulaştık..
7. SDH hastalar ile kontrol grubunun VDI Yaşam Kalitesi Ölçeği puanlarının karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Farkın etki büyüklüğü $r=0,31$ olup, farkın orta bir etkiye sahip olduğu ve toplam varyansın %9'unun bağımsız değişken (SDH) tarafından açıklandığını göstermektedir. SDH hastaların yaşam kaliteleri, kontrol grubuna göre daha olumsuz etkilenmiş olabileceği sonucuna ulaştık.
8. SDH hastalar ile kontrol grubunun VDI Belirti Ölçeği puanları karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde ettik. Elde ettiğimiz bu farkın etki büyüklüğünü $r=0,41$ (orta etki) olup, toplam varyansın %17'sinin bağımsız değişken (SDH) tarafından açıklandığı sonucuna ulaştık. SDH hastalar baş dönmesi, dengesizlik ve dizziness belirtilerini, sağlıklı bireylerden daha fazla hissetmektedirler.
9. Servikal patolojilerin toplum içerisinde yaygın olarak görülmesinden dolayı, baş dönmesi dengesizlik şikâyetiyle gelen hastaların değerlendirilmesinde servikal patolojilerin göz ardı edilmemesi gerektiğini düşünmekteyiz. Literatür bilgileri ve sonuçlarımız değerlendirildiğinde, servikal problemleri olan hastalarda, vestibüler sistem değerlendirilmesi ile ilgili klinik rutinde sıklıkla kullanılan testlerle ayırıcı tanıda kullanılmak üzere standart protokoller geliştirilmesi için daha kapsamlı çalışmalar yapılması gerektiği görüşündeyiz.

KAYNAKÇA

- Ardıç, F. N. (2005). Denge Sisteminin İşleyişi. F. N. Ardıç içinde, *Vertigo* (s. 3-27). İzmir: İzmir Güven Kitabevi.
- Ardıç, F. N. (2019). Denge Sisteminin İşleyişi. F. N. Ardıç içinde, *Vertigo* (s. 1-20). İzmir: US Akademi.
- Ardıç, F., & Topuz, O. (2005). Servikal Denge Bozuklukları. F. N. Ardıç içinde, *Vertigo* (s. 419-445). İzmir: İzmir Güven Kitabevi.
- Başak, H. S., Tığ, O., Akar, Y. C., & Eryılmaz, A. (2020). Genç Erişkinlerde Servikal ve Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyellerin Normatif Değerleri. *KBB ve BBC Dergisi*, 247-254.
- Buko, H. Ş. (2013). *Servikal Disk Hernisine Bağlı Akut Boyun Ağrısında Düşük Doz Lazer Tedavisinin Etkinliği*. Adana: Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı.
- Colebatch, J. G., Halmagyi, G. M., & Skuse, N. F. (1994). Myogenic Potentials Generated by a Click-Evoked Vestibulocollic Refleks. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 190-197. doi:10.1136/jnnp.57.2.190
- Çakır, N. (1996). *Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.
- Çivi, S. (2022, 01 31). *Boyun Fıtığı (Servikal Disk Hernisi)*. www.sonercivi.com: <https://www.sonercivi.com/boyun-fitigi> adresinden alındı
- Demirhan Erdemir, A. (1998). *Çağdaş Tıp Sözlüğü*. İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım.
- Derinsu, U., İsgenderova Baş, E., & Akdaş, F. (2009). Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyellerin Standartizasyonu. *Marmara Medical Journal*, 22(2): 127-133.
- Ekim, A., & Birdane, L. (2017). Servikal Vertigo. *Osmangazi Tıp Dergisi*(39), 94-99.
- Erbek, H. S. (2019). Vestibüler Uyarılmış Kas Potansiyelleri (VEMP). F. N. Ardıç içinde, *Vertigo* (s. 179-189). İzmir: US Akademi.
- Günaydın, Ş., Çağlar, N., Tütün, Ş., Çetin, E., Özgönenel, L., & Altın, F. (2010). Servikal Disk Hernisine Bağlı Kronik Boyun Ağrısında Elektroakupunktur ve TENS Yöntemlerinin Terapötik Etkinliğinin Karşılaştırılması. *İstanbul Tıp Dergisi*, 104-108.

- Hale, T., Trahan, H., & Parent-Buck, T. (2015). Evaluation of the Patient with Dizziness and Balance Disorders. J. Katz, M. Chasin, K. English, L. J. Hood, & K. L. Tillery içinde, *Handbook of Clinical Audiology* (s. 399-424). Alphen aan den Rijn: Wolters Kluwer Health.
- Halmagyi, G. H., Chen, L., MacDougall, H. G., Weber, K. P., McGarvie, L. A., & Curthoys, I. S. (2017). The Video Head Impulse Test. *Frontiers in Neurology*, 1-23.
- Halmagyi, G. M., McGarvie, L. A., Aw, S. T., Yavor, R. A., & Todd, M. J. (2003). The Click-Evoked Vestibulo-Ocular Refleks in Superior Semisircular Dehiscense. *Neurology*, 60:1172-1175.
- Hızal, E. (2017). Vestibüler Sistemin Anatomi ve Fizyolojisi. E. Belgin, & S. Şahlı içinde, *Temel Odyoloji* (s. 59-67). Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri.
- Hızal, E., Erbek, H. S., & Özlüoğlu, L. N. (2014). Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP). *Bozok Tıp Dergisi*(1), 26-37.
- Jorgensen, R., Falla, D., & Juul-Kristensen, B. (2014). Reliability, Construct and Discriminative Validity of Clinical Testing in Subjects With and Without Chronic Neck Pain. *BMC Musculoskeletal Disorders* , 1-15.
- Karataş, E. (2018). Vertigo. *Audiology & Acoustic*, 7-12.
- Kavruk, H., Aykul, A., & Öztürk, B. (2021). Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller: Klinik kullanımı. *Turkish Journal of Audiology and Hearing Research*, 4(2):51-58.
- Kepekçi, A. H. (2018). *Odyometri İşitme ve Ölçümü Vestibüler Sistem Nörootoloji*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.
- Kocagözoğlu, T. B. (2005). SPNT'nin Servikal Vertigo Hastalarının Ayırıcı Tanısındaki Yeri (klinik çalışma). *SPNT'nin Servikal Vertigo Hastalarının Ayırıcı Tanısındaki Yeri (klinik çalışma)*. Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB Ana Bilim Dalı Tıpta Uzmanlık Tezi.
- Lumen Learning. (2022, 01 22). *Hearing and Equilibrium*. www.lumenlearning.com: <https://courses.lumenlearning.com/nemcc-ap/chapter/special-senses-hearing-audition-and-balance/> adresinden alındı

- Natus Medical Denmark ApS. (2020, 06 18). *ICS Chartr EP 200 User Manual*.
<https://partners.natus.com/>:
https://partners.natus.com/asset/resource/file/otometrics/asset/2021-08/7-60-0820-EN_12.PDF adresinden alındı
- Norre, M. (1987). Cervical Vertigo, Diagnostic and Semiological Problem With Special Emphasis Upon "Cervical Nystagmus". *Acta Otorhinolaryngology*, 436-452.
- Özdek, A., Keseroğlu, K., Er, S., Ünsal, S., & Gündüz, M. (2017). Periferik Vestibüler Hastalıklarda o-VEMP ve v-HIT Test Sonuçlarının Kalorik Test Sonuçları ile Karşılaştırılması. *Journal of Academic Research in Medicine*, 7: 26-31.
- Padoan, S., Karlberg, M., Fransson, P. A., & Magnusson, M. (1998). Passive Sustained Turning of the Head Induces Asymmetric Gain of the Vestibulo-Ocular Reflex in Healthy Subjects. *Acta Otolaryngologica*, 778-782.
- Piker, E. G., & Garrison, D. B. (2015). Clinical Neurophysiology of the Vestibular System. J. Katz, M. Chasin, K. English, L. J. Hood, & K. L. Tillery içinde, *Handbook of Clinical Audiology* (s. 381-397). Alphen aan den Rijn: Wolters Kluwer Health.
- Sarı, S., & Altun, G. (2017). Servikal sopdilotik miyelopati ve radikülopati: doğal seyir ve klinik sunum. *TOTBİD Dergisi*, 16:293-297.
- Scherer, H. (1985). Neck-Induced Vertigo. *Archive of Otorhinolaryngology Supplement*, 107-124.
- Şenol, C. N. (2021, 01 21). Tip 1 Diyabetes Mellitus Tanılı Erişkin Hastalarda Vhit, c-Vemp, o-Vemp ile Vestibüler Sistem Değerlendirilmesi. Ankara, Türkiye: Başkent Üniversitesi.
- Şerbetçioğlu, M. B. (2021). Nasıl İşitiyoruz? M. B. Şerbetçioğlu içinde, *İşitme Kaybının Testleri, Tanısı ve Tedavisi* (s. 1-20). İstanbul: Nobel Tıp Kitabeleri.
- ten Donkelaar, H. J., Kachlik, D., & Tubbs, R. S. (2018). Chapter L. In: An Illustrated Terminologia Neuroanatomica. *Springer, Cham*, 257-277.
- Tjell, C., & Rosenhall, U. (1998). Smooth Pursuit Neck Torsion Test: A Specific Test for Cervical Dizziness. *The American Journal of Otology*, 76-81.

- Tjell, C., Tenenbaum, A., & Sandström, S. (2002). Smooth Pursuit Neck Torsion Test-A Specific Test for Whiplash Associated Disorders. *Journal of Whiplash & Related Disorders*, 9-24.
- Treleaven, J., Jull, G., & LowChoy, N. (2005). Smooth Pursuit Neck Torsion Test in Whiplash Associated Disorders: Relationship to Self Reports of Neck Pain and Disability, Dizziness and Anxiety. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 219-223.
- Türk Nöroşirürji Derneği Spinal ve Periferik Sinir Cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu. (2022, 02 04). *Servikal Disk Hernisi (Hasta bilgilendirme broşürü)*.
<https://turknorosirurji.org.tr>: <https://turknorosirurji.org.tr/TNDDData/Books/170/servikal-disk-hernisi.pdf> adresinden alındı
- Yılmaz, M. (2017). *Servikal Disk Hernisine Bağlı Boyun Ağrısında Yüksek Yoğunluklu Lazer Tedavisi (HILT)'nin Etkinliğinin Araştırılması*. İstanbul: İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.