



**MİYOPİ DERECESİNİN VESTİBÜLOOKÜLER REFLEKS
ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Büşra KURTCU

**KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
Odyoloji Programı**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Deniz Uğur CENGİZ**

**İkinci Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi İsmail DEMİR**

Yüksek Lisans Tezi – 2024

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MİYOPİ DERECEİNİN VESTİBÜLOOKÜLER REFLEKS ÜZERİNE
ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Büşra KURTCU

**Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı
Odyoloji Programı**

Yüksek Lisans Tezi

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Deniz Uğur CENGİZ**

**İkinci Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi İsmail DEMİR**

**Jüri Üyeleri
Dr. Öğr. Üyesi Deniz Uğur CENGİZ
Doç. Dr. Mehmet ASLAN
Dr. Öğr. Üyesi Ercan KARABABA**

**MALATYA
2024**

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

ETİK BEYANI

İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak Dr. Öğretim Üyesi Deniz Uğur CENGİZ danışmanlığında hazırlayıp sunduğum “Miyopi Derecesinin Vestibülooküler Refleks Üzerine Etkisinin Araştırılması” başlıklı Yüksek Lisans tezim içinde elde ettiğim verileri, bilgileri, belgeleri akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tezimde yararlandığım eserlere bilimsel kurallara uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin özgün olduğunu, tezimin çalışma ve yazımında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. / / 20...

Büşra KURTCU

İÇİNDEKİLER

ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Gözün Optik Özellikleri ve Refraktif Bozuklukları	3
2.1.1. Miyopi	4
2.1.2. Miyopi Prevelansı	4
2.1.3. Miyopi Sınıflandırması	4
2.2. Vestibüler Sistem	5
2.2.1. Periferik Vestibüler Sistemin Anatomisi ve Fizyolojisi	6
2.2.2. Santral Vestibüler Sistemin Anatomisi ve Fizyolojisi	11
2.2.3. Vestibüler Refleksler	12
2.3. Görme Keskinliği	14
2.4. Video Head Impulse Test	17
2.5. Functional Head Impulse Test	17
2.6. VOR ve Görme Keskinliği Arasındaki İlişki	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM	19
3.1. Araştırmanın Türü	19
3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı	19
3.3. Araştırmanın İzni ve Etik Kurul Onayı	19
3.4. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi	19
3.5. Araştırmanın Değişkenleri	20
3.6. Veri Toplama Araçları	20
3.6.1. Demografik Veri Formu	20
3.6.2. Mini Mental Durum Testi	20
3.6.3. Video Head Impulse Test	21
3.6.4. Functional Head Impulse Test	21
3.7. İstatistiksel Analiz	23

4. BULGULAR	24
5. TARTIŞMA	33
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	40
KAYNAKLAR	42
EKLER	48
EK-1. Özgeçmiş	48
EK-2. Etik Kurul İzni	49
EK-3. Kurum İzni.....	50
EK-4. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu.....	51
EK-5. Demografik Veri Formu.....	55
EK-6. Mini Mental Durum Testi	56



TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca bana yol gösteren, bilgi ve deneyimlerini esirgemedi paylaşan, karşılaştığım tüm zorlu süreçlerde beni her zaman destekleyen, ilerlediğim bu akademik yolda en büyük şansım olan kıymetli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Deniz Uğur CENGİZ'e,

Yüksek lisans sürecimde akademik bilgi ve deneyimlerini paylaşan, yardımlarını esirgemeyen ve akademik gelişimim konusunda bana katkıda bulunan değerli ikinci danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi İsmail DEMİR'e,

Yüksek lisans sürecimde bilgi ve tecrübesiyle desteklerini esirgemeyen İnönü Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanı Sayın Doç. Dr. Mehmet ASLAN'a,

Tüm hayatım boyunca maddi manevi desteklerini esirgemeyen, bana hep inanan ve güvenen, her kararımın arkasında duran, hep daha iyisi olması için destek olan canım annem Hülya KURTCU'ya ve canım babam Zahit KURTCU'ya

Bu süreçte beni destekleyen herkese ve araştırmaya katılan tüm katılımcılara,

TÜBİTAK Bilim İnsanı Destek Programları Başkanlığı (BİDEB) 2211-Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı kapsamında 2210-A Genel Yurt İçi Yüksek Lisans Burs Programı ile yüksek lisans eğitimime sağladıkları maddi destekten dolayı TÜBİTAK'a Çok teşekkür ederim.

ÖZET

Miyopi Derecesinin Vestibülooküler Refleks Üzerine Etkisinin Araştırılması

Amaç: Bu çalışmanın amacı, miyopinin vestibülooküler refleks (VOR) olan etkisini Video Head Impulse Test (vHIT) ve Functional Head Impulse Test (fHIT) ile değerlendirmektir.

Materyal ve metod: Araştırma, İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Odyoloji kliniğinde Ocak 2024- Mayıs 2024 tarihleri arasında miyopisi olan 18-60 yaş arası bireyler ve kontrol grubu için benzer yaş aralığındaki görme problemi olmayan gönüllü bireyler ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın vaka grubuna dahil edilme kriterlerini sağlayan düşük dereceli miyopisi olan gruba 50 birey, orta dereceli miyopisi olan gruba 51 birey ve kontrol grubuna 50 sağlıklı birey dahil edilmiştir. Çalışmaya katılan tüm bireylere Demografik Veri Formu, vHIT ve fHIT uygulanmıştır.

Bulgular: Çalışmaya katılan gruplar arasında vHIT lateral ve posterior semisirküler kanal (SSK) kazanç değerlerine, lateral ve LARP SSK asimetri değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$). Gruplar arasında vHIT anterior SSK kazanç değerine ve RALP SSK asimetri değerine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). fHIT değerlendirmesinde, gruplar arasında lateral, posterior ve anterior SSK düzlemlerinde ($3000^{\circ}/s^2$, $4000^{\circ}/s^2$, $5000^{\circ}/s^2$, $6000^{\circ}/s^2$ ve toplam) doğru cevap yüzdesi (DCY) değerlerine göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). vHIT ve fHIT korelasyon değerlendirmesinde kontrol grubunda, fHIT lateral SSK $4000^{\circ}/s^2$ DCY değeri ile vHIT lateral SSK kazanç değeri arasında anlamlı bir pozitif korelasyon bulunurken ($p<0.05$), diğer gruplarda vHIT ve fHIT değerlerinde anlamlı bir korelasyon gözlenmemiştir ($p>0.05$).

Sonuç: Miyopinin statik görme keskinliği ve fonksiyonel VOR'u etkilediği gözlenmiştir. fHIT sonuçlarında miyopi derecesinin artışı ile DCY'nin azaldığı ancak miyopinin vHIT kazanç değerlerini etkilemediği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Miyopi, Fonksiyonel Baş İtme Testi, Video Baş İtme Testi, Vestibülooküler Refleks

ABSTRACT

The Effect of Myopia Level on the Vestibulo-Ocular Reflex

Aim: The aim of this study is to evaluate the effect of myopia on the vestibulo-ocular reflex (VOR) using the Video Head Impulse Test (vHIT) and the Functional Head Impulse Test (fHIT).

Material and method: The study was conducted at the Audiology Clinic of İnönü University Turgut Özal Medical Center between January 2024 and May 2024. It included individuals aged 18-60 with myopia and a control group of volunteers with no visual impairments in a similar age range. A total of 50 individuals with low myopia, 51 individuals with moderate myopia, and 50 healthy controls were included. All participants completed a Demographic Data Form, vHIT, and fHIT.

Results: No statistically significant differences were found between the groups in vHIT lateral and posterior semicircular canal (SSC) gain values or lateral and LARP asymmetry values ($p>0.05$). However, significant differences were found in anterior SSC gain and RALP asymmetry values ($p<0.05$). In the fHIT, statistically significant differences were observed in the percentage of correct answers (PCA) for lateral, posterior, and anterior SSC planes ($3000^{\circ}/s^2$, $4000^{\circ}/s^2$, $5000^{\circ}/s^2$, $6000^{\circ}/s^2$ and total) ($p<0.05$). A positive correlation between fHIT lateral SSC $4000^{\circ}/s^2$ PCA and vHIT lateral SSC gain was found only in the control group ($p<0.05$), while no significant correlations were observed in other groups ($p>0.05$).

Conclusion: Myopia was found to affect static visual acuity and functional vestibulo-ocular reflex. In the fHIT results, it was concluded that the percentage of correct responses decreased with increasing myopia, but myopia did not affect vHIT gain values.

Keywords: Myopia, Functional Head Impulse Test, Video Head Impulse Test, Vestibulo-Ocular Reflex

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	: Yüzde
°	: Derece
D	: Diyoptri
DVA	: Dynamic Visual Acuity (Dinamik Görme Keskinliği)
DCY	: Doğru cevap yüzdesi
fHIT	: Functional Head Impulse Test (Fonksiyonel Baş İtme Testi)
HIT	: Head Impulse Test (Baş İtme Testi)
MÖ	: Milattan Önce
MS	: Milattan Sonra
s²	: Saniye kare
SPSS	: Statistical Program in Social Sciences
SSK	: Semisirküler Kanal
SVA	: Static Visual Acuity (Statik Görme Keskinliği)
vHIT	: Video Head Impulse Test (Video Baş İtme Testi)
VKR	: Vestibülokolik Refleks
VOR	: Vestibülooküler Refleks
VS	: Vestibülospinal Refleks

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No
Şekil 2.1. Gözün yapısı.....	3
Şekil 2.2. Normal görme ve miyopi oluşturan refraksiyon kusuru	4
Şekil 2.3. Kemik ve membranöz labirent	6
Şekil 2.4. Tüylü Hücreler	8
Şekil 2.5. Semisirküler kanal	9
Şekil 2.6. Utrikül ve sakkül makulalarının oryantasyonu	10
Şekil 2.7. Superior ve inferior vestibüler sinir.....	11
Şekil 2.8. Vestibüloserebellar afferent/efferent yolları	12
Şekil 2.9. VOR arkı	13
Şekil 2.10. Snellen tablosu	15
Şekil 2.11. Landolt halkası	16
Şekil 3.1. vHIT uygulama örnek görseli.....	21
Şekil 3.2. fHIT uygulama örnek görseli	23

TABLolar DİZİNİ

Tablo No	Sayfa No
Tablo 4.1. Vaka grubu ve kontrol grubunun demografik değişkenlerinin dağılımı	24
Tablo 4.2. Görme durumu değişkenleri.....	25
Tablo 4.3. vHIT kazanç değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması.....	26
Tablo 4.4. vHIT kazanç asimetri değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması	26
Tablo 4.5. vHIT sakkad değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması.....	27
Tablo 4.6. fHIT lateral SSK değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması	28
Tablo 4.7. fHIT anterior SSK değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması.....	29
Tablo 4.8. fHIT posterior SSK değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması	30
Tablo 4.9. Lateral SSK değerleri korelasyonu	31
Tablo 4.10. Posterior SSK değerleri korelasyonu	31
Tablo 4.11. Anterior SSK değerleri korelasyonu.....	32

1. GİRİŞ

Işığın gözün optik yapılarından geçerek fotoreseptörleri uyarması ve beyne sinyal iletilmesi aracılığıyla görme meydana gelir (1). Işık görüntü oluşturmak için göze korneadan girer ve retinaya odaklanmak üzere kornea ve lens tarafından kırılır (2). Nesnelerden gelen ışığın net bir görüntü oluşturacak şekilde sabitlenememesine sebep olan gözün refraksiyon (kırma) kusuru, görme fonksiyonunu azaltmaktadır (3, 4). Gözün refraksiyon kusuru sonucu oluşan miyopi, uzaktaki cisimlerin görüntülerinin retina önünde odak oluşturması ile ortaya çıkar (5). Genel tanımlamada gözün sferik eşdeğeri - 0.5 Diyoptriden (D) küçük olan değerler miyopik olarak kabul edilmektedir (6). Sferik eşdeğeri - 0.5 D ile -3.0 D arasında olan değerler düşük düzey miyopi, -3.0 D ile -5.0 D arasında olan değerler orta düzey miyopi, -5.0 D/-6.0 D ve üzerinde olan değerler ise yüksek miyopi olarak sınıflandırılmaktadır (7, 8). Bireyler sabitken retinada görüntüsü oluşan sabit nesnelerin ayrıntılarını tespit etme kapasitesi statik görme keskinliği (SVA), baş fiksasyonu sırasında dinamik nesnelerdeki veya baş ya da vücut rotasyonu sırasında statik nesnelerdeki ince ayrıntıları görsel olarak ayırt etme yeteneği ise dinamik görme keskinliği (DVA) olarak ifade edilir. (9). DVA artan diyoptri değeri ile azalmaktadır (10). DVA, Vestibülooküler refleks (VOR) fonksiyonunun dolaylı bir göstergesidir (11). VOR, başın bir yöne hareketi sonucunda, baş hareketinin tam tersi yönünde konjuge göz hareketleri ile görüntünün retinanın merkezinde sabit kalmasını sağlar (12, 13). VOR'un fonksiyonel olarak değerlendirilmesi hem vestibüler bozuklukları hem de oftalmolojik bozukları değerlendirmek için kullanılabilir (10).

VOR'un objektif ölçümünü sağlayan testlerden olan Video Head Impulse Test (vHIT), göz hareketinin bir ölçüsünün, baş hareketinin ölçüsüne olan oranını gösteren bir kazanç değeri ortaya koyar (14, 15) DVA testi, bakış stabilizasyon testi ve Functional Head Impulse Test (fHIT) ise rotasyonel VOR'u net görüş sağlanmasına yönelik değerlendirme imkanı sunar (16-19).

Yapılan bazı çalışmalar, zayıf bir görme keskinliğinin retinal görüntünün odak dışı kalmasına neden olarak DVA'yı etkilediğini buna bağlı olarak da DVA'nın SVA'ya bağlı olduğunu öne sürmüştür. Kırma kusurunun tam olarak düzeltilmediği durumda retina üzerindeki görüntünün daha az bulanık hale geldiği ve kontrast duyarlılığının arttığını dolayısıyla da SVA'daki farklılıkların, DVA'yı etkileyebileceğini ileri sürmüşlerdir (20). Yapılan bazı farklı çalışmalarda ise SVA ile DVA'nın farklı fizyolojik mekanizmalar

tarafından belirlendiği, SVA'nın gözün çözümleme yeteneğiyle, DVA'nın ise baş hareketi ve takip eden gözün hareketi dahil olmak üzere okülomotor sistemin birden fazla etkinliği ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte SVA ile DVA arasında anlamlı bir korelasyon olmadığı ileri sürülmüştür (21).

Çalışmamızda miyopisi olan bireylere fHIT ve vHIT uygulaması yapılarak, miyopinin VOR üzerine etkisi değerlendirilmiştir.

Miyopinin VOR üzerine etkisinin araştırılmasına yönelik çalışma hipotezleri şu şekilde oluşmaktadır:

H⁰a: Miyopi, vHIT lateral, RALP ve LARP semisirküler kanal düzlemlerinde kazanç değerini, kazanç asimetrisini ve sakkad görülmesini etkilemez.

H¹a: Miyopi, vHIT lateral, RALP ve LARP semisirküler kanal düzlemlerinde kazanç değerini, kazanç asimetrisini ve sakkad görülmesini etkiler.

H⁰b: Miyopi, fHIT lateral, anterior ve posterior semisirküler kanal doğru cevap yüzdelerini etkilemez.

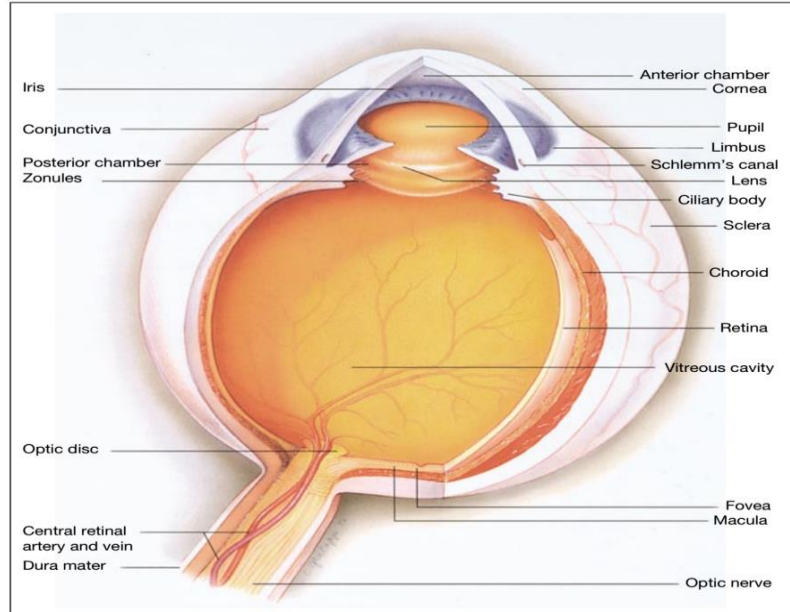
H¹b: Miyopi, fHIT lateral, anterior ve posterior semisirküler kanal doğru cevap yüzdelerini etkiler.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Gözün Optik Özellikleri ve Refraktif Bozuklukları

Gözler, dünyamız hakkında bilgi almamıza yardımcı olan organlardır ve oldukça karmaşık bir yapıya sahiptirler (1). Görüntü oluşmasını sağlayan ışık, göze korneadan girer, sonrasında kornea ve lens tarafından kırılarak retinada odaklanır (2). Göz tarafından meydana gelen kırma gücünün yaklaşık üçte ikisi kornea tarafından, üçte biri ise lens tarafından sağlanır (22). Göz farklı mesafelere odaklanacağı zaman korneanın gücü sabit kalırken lensin gücü değişebilir. Gözün farklı mesafelerdeki nesneleri odaklamak için gücünü değiştirme yeteneği akomodasyon olarak adlandırılır. Bu durum görsel performansa önemli bir katkı sağlar (2).

Nesnelerden gelen ışınların yoğunluk farkı sonucunda ortam değişikliğine uğramasıyla hızının ve açısının değişmesi refraksiyon olarak isimlendirilir. Görme fonksiyonunun azalmasının sık görülen nedenlerinden biri olan gözün refraksiyon kusuru, gelen ışığın net bir görüntü oluşturacak şekilde retinada sabitlenememesidir. Uzakta olan nesneye bakarken bir refraksiyon kusuru oluşuyorsa göz ametropik olarak tanımlanır. Ametropi; miyopi, hipermetropi ve astigmatizma olarak ayrılır (3, 4).

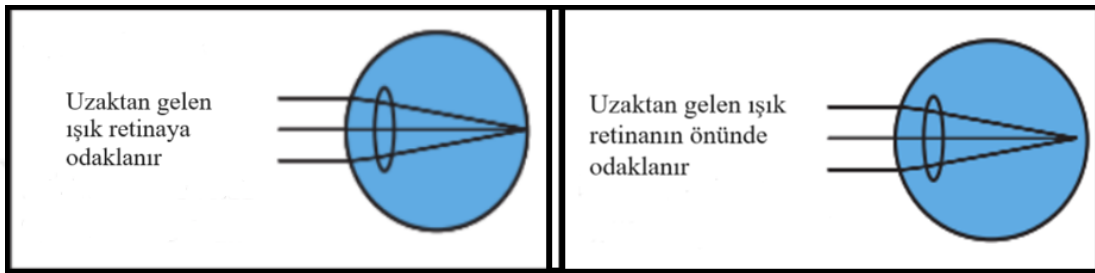


Şekil 2.1. Gözün yapısı (22)

2.1.1. Miyopi

Miyopi kavramı, ilk kez Aristoteles tarafından (MÖ 350), muein (kapatmak) ve oops (göz) kelimelerinden türetilen muoops olarak ortaya çıkmıştır. Miyopi kelimesine ise Aetius (MS 550)'un yazılarında rastlanmıştır (6).

Günümüzde miyopi, akomodasyon yapmayan bir gözün kırma gücünün çok fazla olması veya gözün ön-arka çapının çok uzun olması nedeniyle uzaktan gelen ışığın retinanın önünde odaklanması olarak tanımlanabilir (3).



Şekil 2.2. Normal görme ve miyopi oluşturan refraksiyon kusuru (1)

2.1.2. Miyopi Prevalansı

Dünya Sağlık Örgütü, görme bozukluklarının en önemli nedenlerinden biri olarak, düzeltilmemiş refraktif kusurların dünya çapında ilk sıralarda yer aldığını bildirmiştir (23). Küresel çapta miyopi prevalansının, küresel nüfusun yaklaşık %28.3'ü olduğu, bunun da %4'ü kadarının yüksek dereceli miyopi olduğu düşünülmektedir. 2050 yılına kadar, miyopi prevalansının, küresel nüfusun %49.8'ini, yüksek dereceli miyopinin ise küresel nüfusun %9.8'ini etkileyecek şekilde yükseleceği tahmin edilmektedir. Miyopi prevalansının artışına sebep olarak gösterilebilecek genetik yatkınlık durumu son on yılda önemli ölçüde değişmemiştir. Bununla birlikte prevalanstaki artış, muhtemel eğitim yıllarındaki artış, yakın çalışma sistemi ya da açık havada çalışma süresindeki azalma olarak çevresel faktörlerle ilişkilendirilebilir (5).

Son birkaç on yıl içerisinde miyopi prevalansında görülen bu hızlı artış, miyopinin küresel çapta büyük bir halk sağlığı sorunu haline gelmesine sebep olmuştur (24).

2.1.3. Miyopi Sınıflandırması

Miyopi çok faktörlü bir durum olduğu için basit etiyolojik faktörlerle yapılan sınıflandırmaların yanıltıcı olacağı varsayımı öne sürülmüştür. Başlangıç yaşı ve her coğrafi bölgede ilerleme süreci farklılık göstermektedir. Yüksek dereceli miyopiyi

tanımlamak için kullanılan ve anatomik komplikasyonların varlığına dayalı olarak kullanılan bir terim olan “Patolojik Miyopi”, yapısal komplikasyonların yokluğunda ortaya çıkan refraksiyon kusurunu tanımlamak içinde kullanılabilir. Dolayısıyla patolojik miyopi tanımı için sadece yüksek diyoptri eşiğinin olması yeterli değildir. Bununla birlikte “Fizyolojik Miyopi” gibi tanımlamalarda yine miyopi etiyojisi ve olumsuz sonuçları hakkında yanıltıcı bir terim olarak görülmektedir. Bu literatür karmaşasından kurtulmak için International Myopia Institute (Uluslararası Miyopi Enstitüsü) çok sayıda araştırmacıdan görüş alarak bir sınıflandırma yaklaşımı sunmuştur. Bu yaklaşımdan yola çıkarak ortaya çıkma nedenlerine göre:

- **Miyopi;** Optik eksene paralel olarak gelen ışınların retinanın önünde odaklanması ile ortaya çıkan bir refraksiyon kusurudur. Bu durum genellikle göz küresinin önden arkaya doğru uzamasından kaynaklanır ancak aşırı kavisli bir kornea veya optik gücü arttırılmış bir mercekten de kaynaklanabilir. Bu duruma “yakın görüşlülük” de denebilir.
- **Aksiyel miyopi;** Aksiyel uzunluğun normalden daha fazla olmasından kaynaklanan miyopi çeşididir.
- **Refraktif miyopi;** Işığın kırıcı ortamlarından olan kornea ve lens gibi yapılardaki değişiklikler sebebi ile oluşan miyopi çeşididir.
- **Sekonder miyopi;** Miyopi oluşumu için popülasyonda risk faktörü olarak tanımlanmamış ilaç kullanımı, kornea hastalığı ya da sistemik bir sendrom gibi spesifik nedenler ile ilişkili ortaya çıkan miyopi çeşididir.

Yukarıdaki dört durumu ele alan bir sınıflandırma oluşturulmuştur (25).

Refraktif kusur derecesine göre gruplandırıldığında ise genel tanımlamada akomodasyon halinde olmayan gözün sferik eşdeğeri -0.5 D’den daha negatif olan değerler miyopik kabul edilmektedir (6). Sferik eşdeğeri – 0.5 D ile -3.0 D arasında olan değerler düşük düzey miyopi, -3.0 D ile -5.0 D arasında olan değerler orta düzey miyopi, -5.0 D/-6.0 D ve üzerinde olan değerler yüksek miyopi olarak sınıflandırılmaktadır (7, 8).

2.2. Vestibüler Sistem

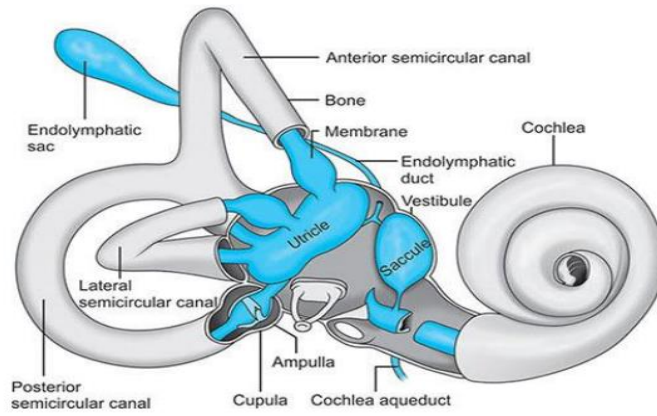
Vestibüler sistem, başın açısal ve doğrusal ivmelenmesini algılayan ve hareket halindeyken dengeyi korumak için uzamsal oryantasyonu sağlayan karmaşık duyuşal bir sistemdir. Yalnızca baş hareketinin algılanması değil aynı zamanda bu baş hareketini temsil edecek motor komutun üretilmesi içinde kritik bir öneme sahiptir. Vestibüler sistemden gelen bilgiler beyindeki vestibüler merkezler tarafından işlenir. Bu bilgiler

merkezi sinir sistemi tarafından VOR aracılığıyla baş hareketi sırasında bakışı stabilize etmek için, vestibülokolik (VKR) ve vestibülospinal refleksler (VSR) aracılığıyla kas tonusunu sağlamak için kullanılır (26-28).

2.2.1. Periferik Vestibüler Sistemin Anatomisi ve Fizyolojisi

Periferik vestibüler sistem, temporal kemiğin petröz parçasındaki otik kapsüle yerleşmiş olarak iç kulakta yer alır. İç kulakta bir kemik labirent ve vestibüler reseptörleri içeren bir membranöz labirent bulunmaktadır. Kemik labirent; koklea, vestibül ve semisirküler kanallardan (SSK) oluşmaktadır. Membranöz labirent ise destekleyici bağ dokusu ve perilenfatik sıvı ile kemik labirentin içinde asılı kalır (29-31).

Kemik ve membranöz labirent içinde bulunan sıvı bileşimi farklılık göstermektedir. Kemik labirent, içerisinde sodyum-potasyum konsantrasyon oranı fazla olan ve beyin omurilik sıvısına benzer bir bileşime sahip perilenfi içerir. Bu sıvı perilenfatik kanal tarafından komşu subaraknoid boşluğa boşaltılır. Membranöz labirent ise hücre içi sıvıya benzer şekilde potasyum-sodyum konsantrasyon oranı yüksek olan endolenfi içermektedir. Endolenf koklear kanaldaki stria vaskülaris tarafından üretilir ve endolenfatik kese tarafından emilir. Her hücrenin apeksini çevreleyen sıkı bir bağlantı aracılığıyla perilenf ve endolenf ayrımı sağlanmaktadır. Bu sayede normal şartlar altında endolenf ve perilenf bölümleri arasında doğrudan bir temas yoktur (27, 30, 31).



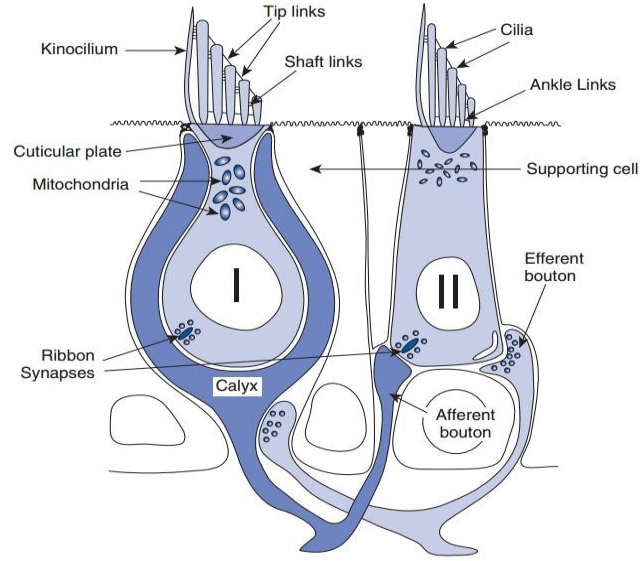
Şekil 2.3. Kemik ve membranöz labirent (29)

Tüylü Hücreler

Her bir vestibüler yapı, mekanik kuvveti sinir aksiyon potansiyellerine dönüştüren özelleşmiş duyuşal tüy hücreleri içerir. Bu tüy hücreleri baş hareketinden ya da yerçekiminden kaynaklanan yer değiştirmeyi sinirsel ateşlemeye dönüştürerek iletir.

Vestibüler reseptör tüy hücreleri silya, hücre gövdesi, afferent ve efferent olmak üzere sinir uçlarından oluşmaktadır (29, 31, 32). Nöroepitelyum membranına gömülü çubuk şeklinde duyuşal mekanoreseptörler olan silyalar, her bir hücre gövdesinin üstünde sert bir demet oluşturmaktadır. Tüy hücrelerinin temel yapısında tek bir uzun tüy olan kinosilyum ve apikal uca doğru kısalan 70-100 adet stereosilyum bulunmaktadır. Sıralar halinde düzenlenen ve uzunluğa göre konumlandırılan bu tüy hücrelerinden en uzun stereosilyalar kinosilyuma en yakın, en kısa olanlar ise kinosilyuma en uzak mesafede yer alır. Uç bağlantıları, daha kısa olan stereosilyaların uçlarını komşu olan daha uzun stereosilyaların gövdesine bağlayan ipliksi yapılarıdır (29, 30, 33).

Vestibüler sistemde Tip I ve Tip II olmak üzere iki farklı tipte hücre gövdesi bulunmaktadır. Tip I tüy hücreleri yuvarlak bir taban ve geniş bir orta kısma sahip bir şişe şeklindedir. Tip I tüy hücresi gövdesini büyük bir afferent sinir ucu olan kaliks çevreler ve efferent sinir ucu ile temas eder. Tip I tüy hücreleri düzensiz, aktivite ve istirahat halindeki deşarj hızında yüksek değışkenlik göstermekle ilişkilidir. Tip II tüy hücreleri ise bol miktarda bulunmakla birlikte doğrudan birkaç afferent ve efferent bağlantıya sahip olup silindir şeklindedir. Tip II tüy hücreleri genellikle istirahat halindeki deşarj hızında düşük değışkenliğe sahip olup düzenli afferentler üzerinde sinaps yaparlar. Tip I ve Tip II tüy hücreleri yapısal farklılık gösterebilir de herhangi bir uyarının yokluğunda saniyede 70-90 spontan bir nöral ateşleme hızı üretirler (30, 32). Her iki tipteki tüy hücresi hem aktive edici hem de inhibe edici tepkiler sergiler. Bu iki tepki sadece tüy hücresinin o hücre gövdesine özgü bir polarizasyon düzleminde büküldüğünde ortaya çıkmaktadır. Baş hareketleri stereosilyaların kinosilyuma doğru bükülmesine neden olduğunda uç bağlantılarda kayma meydana gelir. Bu durumda transdüksiyon kanalları mekanik olarak açılarak potasyum iyonlarının akışı gerçekleşir. Tüy hücre depolarizasyonu sinapslara nörotransmitter salınımını uyararak ateşleme hızında artışa sebep olur. Stereosilyaların kinosilyumdan uzağa doğru bükülmesi uç bağlantı gerilimini azaltarak kanalın mekanik olarak kapanmasına neden olur. Tüy hücre hiperpolarizasyonu ile nörotransmitter salınımı azalarak nöral ateşleme hızı düşer (27, 29).



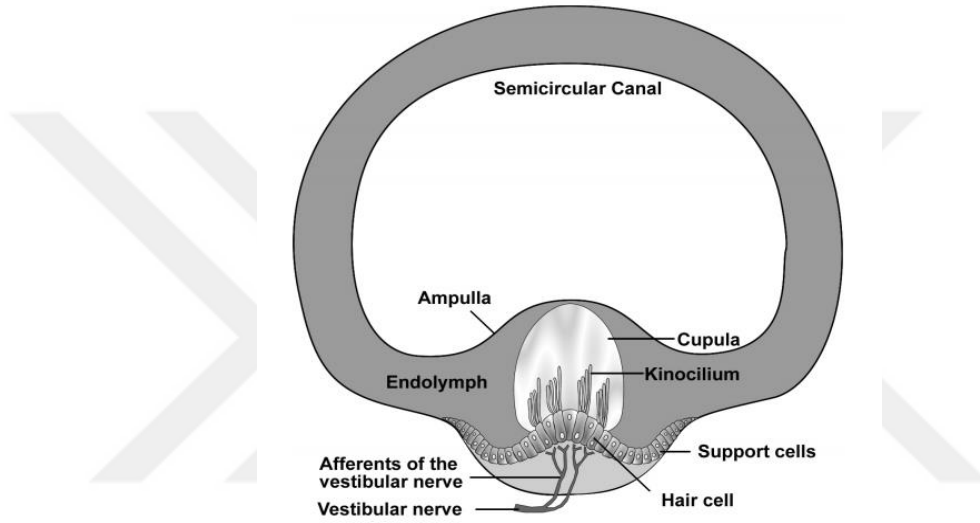
Şekil 2.4. Tüylü Hücreler (32)

Semisirküler Kanallar

Başın açısal ivmesini veya rotasyonunu algılayan lateral, anterior ve posterior SSK'ler üç düzlemde birbirlerine dik olacak şekilde konumlanmış kemik labirent yapılarıyla kaplı membranöz labirentten oluşmaktadır. Lateral SSK'ler aksiyel düzleme 30^0 'lık bir açıyla, anterior ve posterior SSK'ler ise sagittal düzleme 45^0 'lık bir açıyla hizalanmıştır. Her bir SSK kendi özel düzlemindeki harekete karşı duyarlıdır ve karşı kulaktaki SSK ile yaklaşık paralel düzlemde bulunur (27, 30, 34).

Tüm SSK'lerin bir ucu utriküle açılırken diğer ucu genişleyerek ampullayı oluşturur. Ampulla ise tabanında bulunan yaklaşık 7000 tüy hücresinden oluşan ve duysal nöroepitelyum olan krista ampullaris içerir. Bu tüy hücreleri krista tabanında epitele bağlı jelatinimsi bir yapı olarak bulunan kupula içine gömülüdür. Her bir SSK'nin birincil afferent sinir lifini oluşturmak için kupula içinde bulunan tüy hücreleri, sinir uçlarıyla sinaptik temas kurar. Bu tüy hücreleri uyarıcı ya da inhibe edici bir yanıt oluşturmak için utriküler keseye ya da utriküler keseden uzağa doğru konumlanmıştır. Lateral SSK'lerdeki tüy hücrelerinin kinosilyumları utriküle doğru, anterior ve posterior SSK'lerdeki tüy hücrelerinin kinosilyumları ise utrikülden uzağa doğru konumlanmıştır. Kupula ve çevresini saran endolenf benzer yoğunluklardan oluşur ve baş hareketi olmadığı durumda kupula endolenf içinde yüzerken kupula içine gömülü olan tüy hücreleri nötr pozisyonda kalmaktadır. Baş hareketi meydana geldiğinde oluşan dönme ivmesi kupulanın yerinin değiştiren endolenf hareketine sebep olur. Tüy hücreleri ise dönüşün tersi yönünde bükülerek depolarize olur ve afferent liflerin ateşlenmesini artırır.

Başın dönme hızının sabitlenmesiyle kupula dik pozisyona gelir ve hücre membran potansiyeli normale döner. Lateral SSK'de kupula ampulopedal akış olarak bilinen utriküler keseye doğru büküldüğünde uyarıcı, ampulofugal akış olarak bilinen utriküler keseden uzağa doğru büküldüğünde inhibe edici bir yanıt üretilir. Anterior ve posterior SSK'de ise kupulanın ampulofugal akışı uyarıcı, ampulopedal akışı inhibe edici yanıtı sebep olur. Bir SSK'de uyarıma neden olan endolenf akışı kontralateral kanalda eşleştiği tüy hücrelerini inhibe etmektedir. Böylece beyin tarafından, gelen girdiler karşılaştırılarak baş hareketinin yönü saptanır (27, 30, 32, 35, 36).

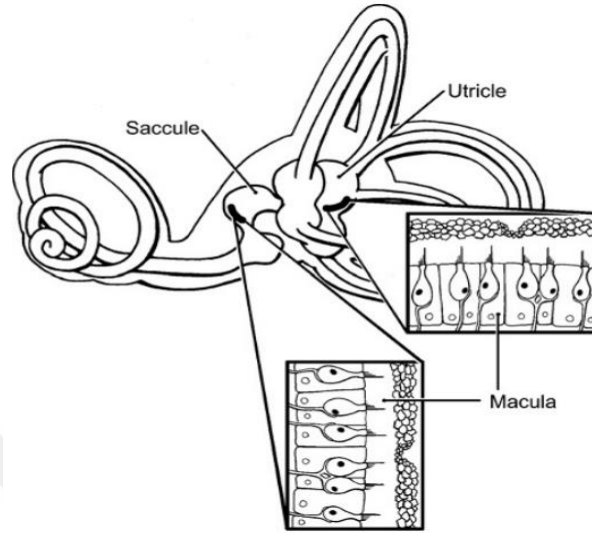


Şekil 2.5. Semisirküler kanal (36)

Otolit Organlar

Membranöz labirente yer alan otolit organlar olan utrikül ve sakkül, başın uzaydaki yönünü algılayan statik labirent yapılarıdır. Utrikül oval şeklindedir ve SSK'ye bitişik olarak bulunur. Sakkül ise utriküle dik ve sagittal düzleme paralel olarak konumlanmıştır (27, 29). Utrikül ve sakkül duyuşal nöroepitel hücrelerden oluşan makula olarak adlandırılan bir alana sahiptir ve burada bulunan tüy hücreleri yerçekimine ve doğrusal ivmeye karşı duyarlıdır (33, 37). Makulanın içinde bulunan tüy hücreleri otolit ya da otokonya adı verilen kalsiyum karbonat parçacıkları içeren jelatinimsi bir zar ile temas eder (37, 38). Otokoniyal membran olarak adlandırılan bu yapı endolenften daha yoğun olup ivmeye yanıt oluşturmak ve yerçekimini algılamak için stereosilyumlarda sapmaya neden olur (27, 33). Makula içerisinde bulunan tüy hücreleri striola adı verilen kavisli bir sınır olan çizgiye göre konumlanmıştır. Utrikülde kinosilyum ve stereosilyalar striolaya doğru, sakkülde ise strioladan uzağa doğru yönlendirilmişlerdir. Bu yönlendirme sonucunda,

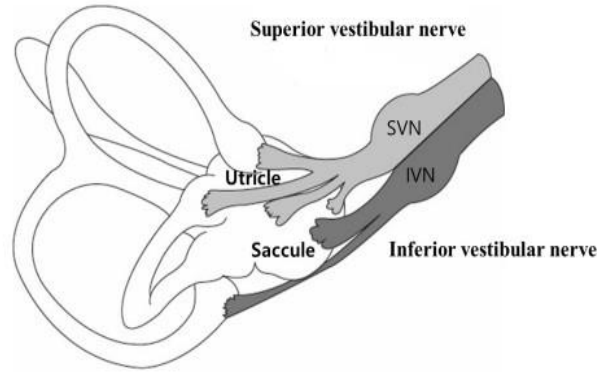
meydana gelen hareket bir grup tüy hücrelerini uyarıp başka bir grubu inhibe ederken, hareketin başka bir grup üzerinde ise etkisi olmaz. Bu karmaşık yanıt, baş pozisyonu ile ilgili doğru bilginin merkezi sinir sistemine iletilmesi için önemlidir (27, 37).



Şekil 2.6. Utrikül ve sakkül makulalarının oryantasyonu (28)

Vestibüler Ganglion ve Vestibüler Sinir

İnternal akustik kanalın lateral kısmında yer alan ve scarpa ganglion olarak da bilinen vestibüler ganglionun bipolar nöronları krista ampullaris ve makula tarafından aktive edilmektedir. Vestibüler ganglionun superior bölümü lateral ve anterior SSK'lerin kristaları ve utrikülün makulasından; inferior bölümü ise posterior SSK kristası ve sakkülün makulasından periferik dallar alır (27, 30). Vestibüler sinir liflerinin çoğu pontaki ipsilateral vestibüler çekirdeklere bağlanırken bir kısmı doğrudan serebellumu innerve eder. Vestibülokoklear sinirin beyin sapına girmesi ile vestibüler çekirdek kompleksinde ve serebellumda merkezi işlem bileşeni başlar (30, 38, 39).



Şekil 2.7. Superior ve inferior vestibüler sinir (40)

2.2.2. Santral Vestibüler Sistemin Anatomisi ve Fizyolojisi

Vestibüler nükleus kompleksi ve serebellum primer afferentlerden gelen vestibüler girdi için iki ana hedeftir. Birincil işlemci olan vestibüler nükleus kompleksi gelen afferent bilgiler ile motor çıktılar arasında doğrudan ve hızlı bağlantılar kurar. Adaptif işlemci olan serebellum ise vestibüler performansı izler ve gerektiği yerde merkezi vestibüler işlemeyi yeniden düzenler. Ayrıca vestibüler duyuşal girdi ile somatosensöriyel ve görsel girdi her iki konumda da birlikte işlenmektedir (31).

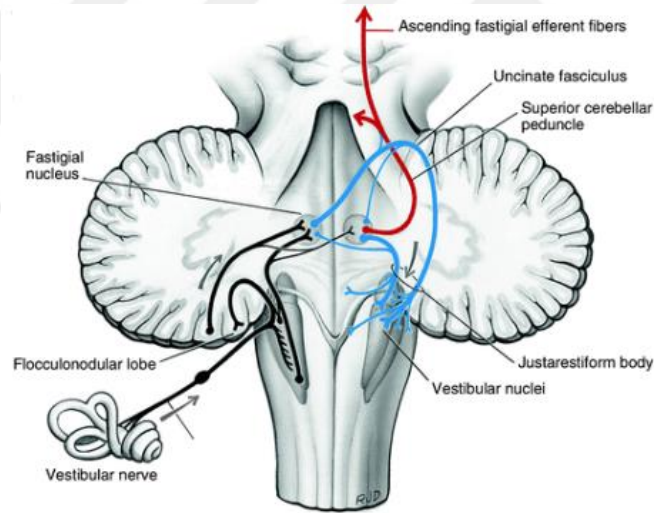
Vestibüler Nükleus

Vestibüler çekirdekler, dördüncü ventrikülün tabanında bulunan vestibüler girdinin birincil işlemcisidir. Ponsan medullaya doğru iki sütun halinde uzanmakta olup medial, superior, lateral ve inferior olmak üzere dört ana çekirdekten oluşur (30, 37). Her iki taraftan gelen vestibüler sinir doğrudan ipsilateral vestibüler çekirdeğe bağlanır. Ayrıca birbirine bağlı birkaç nöron aracılığıyla kontralateral tarafa da bağlanma sağlanır. Serebellum, retiküler formasyon, omurilik ve servikal kavşak vestibüler çekirdeklere ek afferent bilgi sağlar bunun yanında yine vestibüler çekirdeklerden bu bölgelere efferent bilgi geri iletilir (30, 41). Vestibüler çekirdeklerin en büyüğü olan medial vestibüler nükleus, lateral SSK krista ampullarisinden afferent girdileri alır. Medial vestibüler nükleus hem VOR için önemli SSK lifleri alır hem de kas tonusunu düzenlemek, baş ve boyun hareketinin koordinasyonunu sağlamak için VSR'nin kontrolünde işlev görerek vestibüler sinyalleri vestibülospinal kanala iletilir. Superior vestibüler nükleus, anterior ve posterior SSK'nin krista ampullarisinden afferent lifleri alır. VOR'u koordine etmek için medial longitudinal fasikulus yoluyla ekstraoküler kaslara efferent lifler gönderir.

Lateral vestibüler nükleus, krista ampullaris, makula ve vestibüloserebellumdan afferent lifler alır. Efferent lifler ise duruşu ve dengeyi korumak için VSR’de işlev görür. İnferior vestibüler nükleus, utrikül ve sakkül makulasından afferent lifler alır ve diğer üç nükleus ve serebelluma efferent lifler gönderir (27, 28, 42).

Vestibüloserebellum

Vestibüler sistemde adaptif işlemci olarak işlev gören serebellum, vestibüler performansı izler ve gerektiği yerde vestibüler girdiyi yeniden ayarlar. Flokonodüler lob ve vermian korteksten oluşan vestibüloserebelluma ise vestibüler nükleuslardan gelen afferent lifler doğrudan bağlanır. Vestibüloserebellum, makuladan gelen afferent aktiviteyi işlerken VOR kazancını ve süresini ayarlayarak vestibüler girdiyi değiştirir. Postüral reflekslerin ve yön bulma davranışların oluşmasını sağlayan bu bölge, vestibüler ve proprioseptif girdilerin VSR’yi düzenlemek üzere aktarılmasında rol oynar (27, 29, 38).



Şekil 2.8. Vestibüloserebellar afferent/efferent yolları (43)

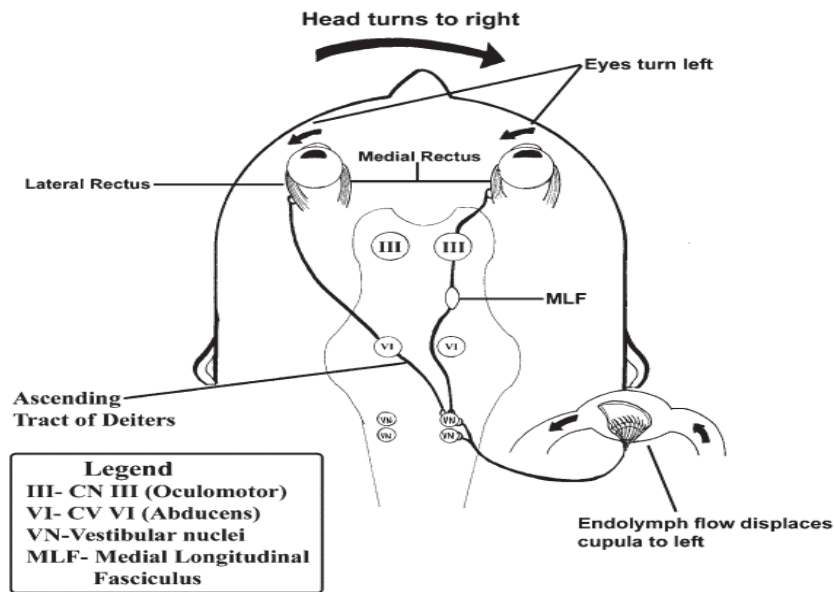
2.2.3. Vestibüler Refleksler

Vücut dengesinin ve postüral stabilitenin sağlanması için görsel ve proprioseptif refleksler vestibüler refleksle birlikte çalışmaktadır. Ayrıca çoğu baş hareketi sırasında bakış stabilizasyonu da vestibüler, proprioseptif ve görsel girdilerin kombinasyonu ile sağlanır. Bu etkileşim sinerjik veya antagonistik bir çalışmanın sonucu olarak oluşmaktadır (32).

Vestibülooküler Refleks

VOR'un birincil amacı hızlı baş hareketleri sırasında foveadaki görüntünün sabit kalmasını sağlayarak net bir görüş sağlayan hızlı telafi edici göz hareketleri oluşturmaktır. Başın 3 boyutlu uzayda herhangi bir hareketini telafi etmeye çalışan VOR, anlık dönme ekseninden bağımsız olarak başın dönme hızıyla aynı hızda ancak başın tersi yönde göz rotasyonları üretir. VOR latansı yaklaşık 5-7 milisaniye arasındadır (12, 26, 44). Göz hızının baş hızıyla olan ilişkisi VOR kazancı olarak ifade edilir. Faz kavramı ise vestibüler sistemin bir başka ölçüsü olarak göz ve baş pozisyonu için zamanlama ilişkisini ifade eder. Normal şartlarda, gözün konumu zıt yöndeki başın konumuna eşit bir zamanda ulaşmalıdır. Bu durum sıfır faz kayması olarak tanımlanır (26).

VOR'un oluşması; duyuşal girdi, başın açısal hızı, doğrusal ivme ve başın yerçekimine göre yönelimi hakkındaki bilgileri merkezi sinir sistemine gönderen bir takım hareket sensörü tarafından sağlanır. Merkezi sinir sisteminde ise bu bilgiler baş yöneliminin tahmin edilmesi için diğer duyuşal sinyaller ile birleştirilir (44). VOR'un iki farklı bileşeni vardır. Bunlardan biri olan açısal VOR, SSK aracılığıyla baş rotasyonunu telafi eder. Diğerisi ise doğrusal VOR olup otolit organların aracılığıyla yer değiştirmeyi telafi eder. Açısal VOR bakış stabilizasyonunda önemli rol alırken doğrusal VOR yakın hedefe bakış ve başın yüksek frekanslarda hareket ettiği durumlarda önemli rol alır (31, 44).



Şekil 2.9. VOR arkı (27)

Vestibülospinal Refleks

Hızlı baş hareketleri okülomotor bir tepkiye neden olmakla kalmaz aynı zamanda üst ve alt ekstremitte tepkisine de neden olur. VSR'nin amacı vücudu stabilize etmek ve kütle merkezini korumaktır. VSR için temelde en az üç ana fonksiyonel rol tanımlanabilir. İlk olarak duruş, yani vücudun yer çekimine karşı dik pozisyonunu korumaktır. Refleks, zıt yöndeki ya da yerçekimi kuvvetinin olduğu yöndeki değişiklikleri telafi eden kas kasılmalarını tetikler. Bu refleks otolit organların işlevine bağlıdır ancak SSK'nin işlevine bağlı değildir. Refleksin ikinci rolü hareket hâlindeyken dengenin korunması için kas kasılmalarını sağlamaktır. Bu kasılma açısız hızlanma sırasında hem SSK'den hem de doğrusal hızlanma sırasında otolitik organlardan kaynaklanmaktadır. Refleks aktivitesinin üçüncü rolü ise, kas tonusunun korunmasına yardımcı olmaktır. Bunun için de hızlanma yönüyle aynı taraftaki kaslarda uzama, hızlanma yönünün karşı tarafındaki kaslarda ise kasılma meydana gelir (26, 31, 32).

Vestibülokolik Refleks

VKR, başı stabilize etmek için boyun kaslarına etki eder. Refleks sonucu oluşan baş hareketi otolitik organ ya da SSK tarafından algılanan harekete karşı koyar. Bu refleksin otolitik organlar ve medial vestibülospinal sistem yoluyla gerçekleştiği düşünülmektedir (26, 31).

2.3. Görme Keskinliği

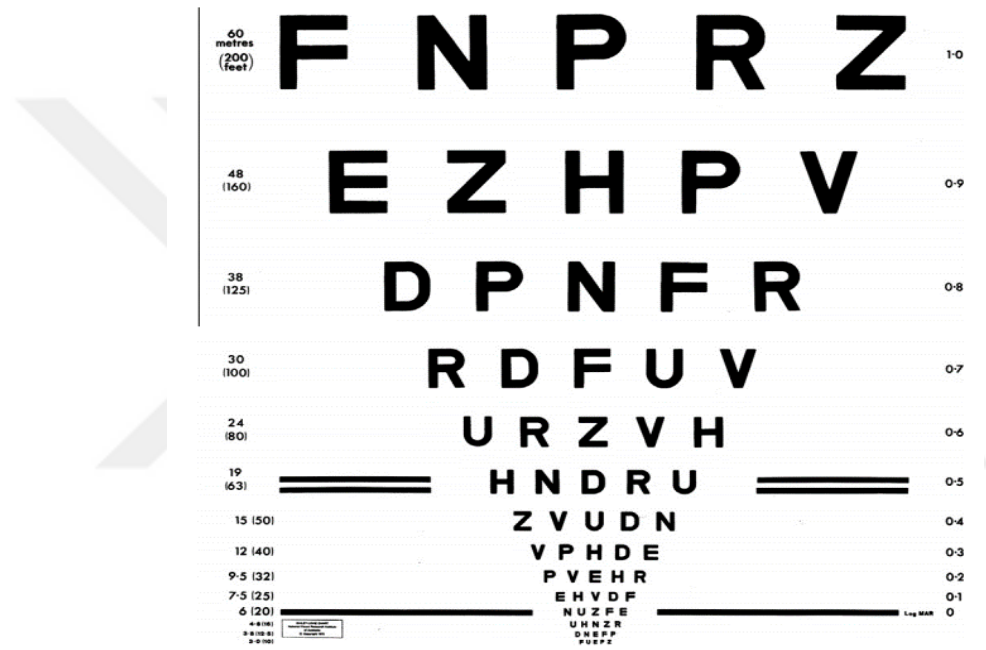
Statik Görme Keskinliği

SVA, bireyler sabitken görüntüsü retina üzerine düşen statik nesnelerin ayrıntılarını ayırt etme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. SVA'nın değerlendirilmesinde dört temel eşik dikkate alınabilir. Bunlar:

1. Minimum tespit edilebilir eşik; görsel alandaki en küçük nesneyi algılama yeteneği,
2. Minimum çözünürlük eşik; birbirlerine çok yakın olan iki nesneyi ayrı olarak algılama yeteneği,
3. Minimum algılanabilir hizalama eşik; uç kısımları çok yakın duran birbirinin devamı olmayan iki bölüm arasındaki hizayı tespit etme yeteneği,
4. Minimum tanıma eşik; bir nesnenin şeklini ya da yönünü doğru tanımlama yeteneğidir. Minimum tanıma eşikğine genellikle görme keskinliği denir (9, 45).

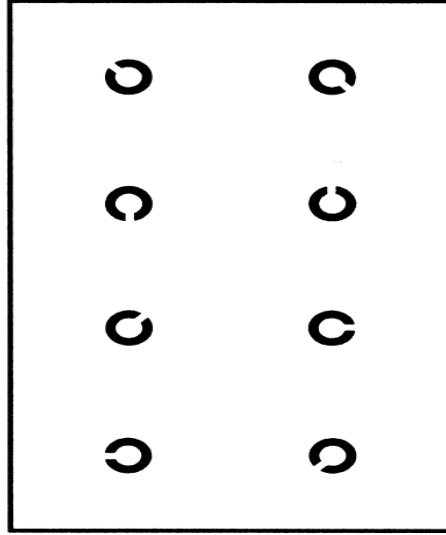
Çeşitli faktörler SVA'yı etkileyebilir. Görüntülenen nesne ve arka plan arasındaki kontrast düşükse, nesnenin ayırt edilebilmesi için daha büyük olması gerekmektedir (9). Ancak SVA'yı etkileyen en belirleyici faktör gözün refraksiyon kusurudur. Bu durumda normal bir görme keskinliğine ulaşmak için optik düzeltme kullanılması gerekmektedir (46).

Kliniklerde en sık değerlendirilen görme yeteneği olan SVA'yı ölçmek için eski ve yeni testler kullanılmaktadır. Kullanılan en yaygın optotipler Snellen harfleri ve Landolt'un C veya halkasıdır (9).



Şekil 2.10. Snellen tablosu (47)

SVA ölçümü görme işlevini değerlendirmek için tek başına yeterli değildir. Bunun ilk sebebi gerçek hayatta bulunan görsel uyaranların genellikle hareket halinde olmasıdır. İkinci sebebi ise SVA ölçümünün genellikle günlük yaşamda karşılaşılandan daha yüksek kontrast farklılığı olan optotipler ile gerçekleştirilmesidir (9, 48).



Şekil 2.11. Landolt halkası (49)

Dinamik Görme Keskinliği

DVA terimi; 1949 yılında Ludvig ve Miller tarafından bireyin, nesnenin ya da her ikisinin de hareketli olduğu durumlarda görme keskinliğinin korunma becerisini tanımlamak için kullanılmıştır (50, 51). Bir takım göz ve baş hareketlerinin kombinasyonu, ilgili nesnenin görüntüsü foveada sabitlenir. Kliniklerde yaygın olarak kullanılan ve nesnenin sabit bireyin hareketli olduğu bir test ortamında, bireyin başı hareket halinde iken görme keskinliğini ölçmek için görme keskinliği çizelgesinde bulunan harflerin tanınması istenir. Bu durumda oluşan göz hareketi vestibüler sistemin uyarılması ile meydana geldiği için VOR devreye girer. DVA, temelde VOR mekanizması tarafından sağlanır. VOR, görme alanındaki nesnenin görüntüsünün foveada tutmak için baş rotasyonunu telafi eder (51, 52). Baş hareketi öncelikle vestibüler sistem tarafından algılanır daha sonra ise bu bilgi uygun kraniyal çekirdeklere iletilir. Kraniyal çekirdekler ilgili ekstra oküler kaslara uyarıları iletir. Meydana gelen telafi edici göz hareketleri sonucunda retinal kaymayı düzeltmek ve fovea üzerindeki görüntülerin stabilitesini korumak için bakış stabilizasyonu sağlanır (51, 53, 54).

Bakış stabilizasyonu, yatak başı Head Impulse Test (HIT) ile VOR aracılığıyla niteliksel olarak değerlendirilebilir. Ayrıca göz ve baş hareketlerinin yüksek zamansal ve uzamsal çözünürlükle kaydedilmesi VOR kazancının nicel ölçümü için de kullanılmaktadır. Schubert ve ark. SSK'lerin işlevini değerlendirmek için htDVA olarak bilinen bir yöntem kullanmışlardır. Bu yöntem geleneksel olarak kullanılan aktif baş rotasyonu paradigması yerine geçici, öngörülemez ve SSK düzlemli baş hareketlerini kullanmayı amaçlamaktadır. Ayrıca bazı araştırmacılar yatay yönde pasif baş hareketleri

sırasında bireylerin DVA'sını değerlendirmek için fHIT olarak adlandırılan HIT cihazının fonksiyonel testini de kullanmışlardır (10, 55).

VOR kazancının azaldığı vestibüler lezyonlarda baş hareketleri sırasında retinal görüntünün kaymasıyla görme keskinliği azalır. Bu sebeple DVA ölçümleri vestibüloöklüler motor bozuklukların dışlanması durumunda VOR fonksiyonu hakkında dolaylı bilgi verebilir (55).

2.4. Video Head Impulse Test

İlk kez 1988 yılında Halmagyi ve Curthoys tarafından tanımlanan ve VOR fonksiyonunu farklı baş dönme eksenlerine göre yorumlayan yatak başı HIT, baş rotasyonu sırasında göz hızını ölçen bir videookülografi sistemi ile vHIT halini almıştır (56, 57).

Hedefe bakış sırasında klinisyen tarafından bireyin başına pasif, öngörülemeyen, yüksek ivmeli ve küçük amplitüdlü bir uyarın verilir. VOR, baş hareketi sırasında gözü başın tersi yönünde hareket ettirerek retinadaki görüntünün sabit kalmasını sağlar. vHIT altı SSK'yi VOR açısından ayrı ayrı değerlendirme imkanı sunar. Test cihazında bulunan kamera, test sırasında bireyin retinasının konumunu ayarlamak ve göz hareketlerini kaydetmek için tasarlanmıştır. Ayrıca cihazda bulunan jiroskop, kamera ile ölçülen göz hızıyla karşılaştırma yapabilmek adına baş hızının ölçümünü sağlar (56-58).

Sonuçların yorumlanmasında kullanılan parametre VOR kazancı, yavaş faz telafi edici göz hızının baş uyarın hızına oranı olarak tanımlanır. VOR'un yetersiz olduğu durumlarda bireyin başına verilen uyarın sonucunda gözler başla birlikte hareket ederken bakılan hedeften uzaklaşır. Bu durumda bireylerde göz hareketi baş hareketini telafi edemez, açık ve gizli sakkad olarak adlandırılan düzeltici göz hareketleri meydana gelir. vHIT yatak başı HIT ile karşılaştırıldığında hem gizli ve açık sakkadların tespit edilmesi hem de nicel olarak değerlendirilmesi konusunda daha başarılıdır (57, 59).

2.5. Functional Head Impulse Test

Baş hareketi varlığında başın pozisyonu ve baş hızının telafisi arasında bir denge kuran karmaşık göz hareketleri, görsel stabilizasyonu oluşturur. Dolayısıyla baş hareketleri ile VOR'un işlevsel etkinliğini ölçmede vHIT yetersiz kalabilmektedir. Pasif baş hareketleri ile VOR'un işlevsel performansını ölçmek ve net görüşteki etkisini değerlendirmek için DVA testi ve fHIT geliştirilmiştir. Bu her iki test de bireyin VOR işlevini, pasif baş hareketleri sırasında optotipi tanımlamasını sağlayarak

değerlendirmektedir. Fakat ölçüm mekanizmaları farklı olduğu için elde edilen değerler farklılık göstermektedir (60, 61).

Bakış stabilizasyon yeteneğine odaklanarak yüksek hız ve ivmede VOR'u fonksiyonel performans açısından değerlendiren fHIT, ilk olarak baş sabitken tanınabilecek minimum optotip boyutu ile SVA'yı değerlendirir. Daha sonra geniş bir baş açısal ivme aralığını ($2.001-6.000 \text{ deg/s}^2$) tarayan baş hareketleri ile SVA'dan 0.6 logMAR daha büyük sabit boyutlu bir optotip kullanarak doğru tanınan optotiplerin yüzdesinin ölçer. Sağlıklı bireyler tarafından kusursuz bir şekilde yerine getirilmesi gereken performansı ölçen fHIT, baş ivmesinin artışına bağlı olarak gerçek stabilizasyon yeteneğinin ne kadar bozulduğunu tanımlar. Ancak fHIT, görme keskinliğindeki gerçek bozulmanın bir ölçüsünü sağlamaz (19, 60, 61).

2.6. VOR ve Görme Keskinliği Arasındaki İlişki

DVA, VOR fonksiyonuna bağlı olan görsel stabilizasyon performansının genel fonksiyonel bir ölçüsünü sağlar. İşlevsel görsel stabilizasyon performansı, VOR kazancının ölçülmesine ek olarak DVA'nın ölçülmesi gibi yani hem aktif hem de pasif baş hareketi ve farklı görsel uyaran türleri sırasında görsel görüntünün ince ayrıntılarını ayırt etme yeteneği gibi diğer tekniklerle de değerlendirilebilir. Baş hareketleri sırasında görme keskinliğinin ölçümü temeline dayanan DVA testi VOR fonksiyonu için güvenli ve etkili bir tarama yöntemidir. Periferik vestibüler lezyonların VOR kazancını azalttığı ve sonuç olarak baş hareketleri sırasında retinal görüntü kaymasının arttığı durumlarda görme keskinliğinin azaldığı belirtilmektedir. Bu sebeple DVA ölçümleri vestibülooküler motor bozuklukların dışlanması durumunda VOR performansı ve SSK işlevi hakkında da bilgi vermektedir. Ayrıca çalışmalar DVA testinin vestibüler bozukluğu taramak, vestibüler rehabilitasyonu değerlendirmek, oftalmoloji ile ilgili bozuklukları değerlendirmek ve merkezi sistem bozukluklarını değerlendirmek için de kullanılabileceğini göstermiştir (10, 55, 62).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Türü

Araştırma, prospektif klinik bir çalışmadır.

3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Araştırma, İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Odyoloji Ünitesi'nde Ocak 2024-Mayıs 2024 tarihleri arasında yürütülmüştür.

3.3. Araştırmanın İzni ve Etik Kurul Onayı

Araştırma İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (2023/5279) (EK-2). Araştırmanın yapılabilmesi için İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanlığından kurum izni alınmıştır (EK-3).

3.4. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmaya 18-60 yaş arası, miyopi tanısı olan, en son miyopi derece ölçümü belgelendirmek koşuluyla 1 yıl içinde yapılmış olan ve Mini Mental Durum Testinden 24-30 arası puan almış bireyler ve kontrol grubu için sağlıklı gönüllü bireyler dahil edilmiştir. Araştırmanın örnekleme Power Analizi ile belirlenmiştir. Yapılan hesaplama göre; 0.80 etki büyüklüğünde, 0.05 yanılma payında, 0.95 güven düzeyinde, 0.95 evreni temsil gücüyle örneklem büyüklüğü 90 olarak belirlenmiştir. Araştırmaya üç grup dahil edilip her gruba alınacak birey sayısı 30 olarak belirlenmiştir. Araştırmadaki gruplar kontrol grubu, sferik eşdeğeri -0.5 D ile -3.0 D olan düşük dereceli miyopiye sahip bireylerin olduğu grup ve sferik eşdeğeri -3.0 D ile -5.0 D olan orta düzey miyopiye sahip bireylerin olduğu grup olarak belirlenmiştir. Çalışmamıza kontrol grubunda 50 birey, düşük dereceli miyopisi olan grupta 50 birey ve orta dereceli miyopisi olan grupta 51 birey olmak üzere toplam 151 birey dahil edilmiştir. Araştırmaya alınan bireylere fiziki muayene yapılmış olup araştırmaya dahil edilme kriterlerini karşılayan bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen bireylere bilgilendirilmiş gönüllü onam formu (EK-4) imzalatılmış ve demografik veri formu (EK-5) doldurulmuştur. Araştırmaya alınan her bireye vHIT ve fHIT uygulanmıştır.

Araştırmaya dahil edilme kriterleri;

- 18-60 yaş aralığında olan,
- Miyopi tanısı almış olan,
- En son miyopi derece ölçümü 1 yıl içinde yapılmış olan,
- Miyopi dışında başka bir göz rahatsızlığı bulunmayan,
- Mini Mental Durum testinden 24-30 arası puan almış olan,
- Sağ ve sol göz derecesi arasında asimetri bulunmayan,
- Vestibüler sistem hastalığı bulunmayan,
- Bilişsel problemi olmayan,
- Otolojik ve nöro-otolojik incelemesi normal olan,
- Gönüllü olarak araştırmaya katılmak isteyip bilgilendirilme onamını imzalamış bireyler araştırmaya dâhil edilmiştir.

Araştırmadan dışlanma kriterleri;

- Miyopi dışında diğer ametropik göz kusurları bulunan,
- Sağ ve sol göz dereceleri arasında belirgin asimetri bulunan,
- Mini Mental Durum testinden 24'ün altında puan almış olan,
- Otolojik ve nöro-otolojik problemi olanlar araştırmaya dahil edilmemiştir.

3.5. Araştırmanın Değişkenleri

Bağımlı Değişken: fHIT ve vHIT sonucu, Mini Mental Durum Testi çalışmanın bağımlı değişkenleridir.

Bağımsız Değişken: Hastanın sosyo-demografik verileri (yaş, cinsiyet vs.) çalışmanın bağımsız değişkenleridir.

3.6. Veri Toplama Araçları

3.6.1. Demografik Veri Formu

Bireyin demografik özelliklerinin yer aldığı 6 soruluk formdur (EK-5).

3.6.2. Mini Mental Durum Testi

Mini mental durum testinde; oryantasyon, kayıt hafızası, dikkat ve hesap yapma, hatırlama ve lisan olmak üzere 5 ana başlık altında toplam 30 puana ulaşılacak şekilde 11 soru bulunmaktadır. Test sonunda elde edilen puan hesaplanır ve 24-30 puan normal

sınırlarda, 18-23 puan hafif kognitif bozukluk, 0-17 puan ciddi (şiddetli) kognitif bozukluk olarak değerlendirilir (EK-6).

3.6.3. Video Head Impulse Test

Micromedical Technologies marka EyeSeeCam vHIT cihazı ile test uygulanmıştır. Bireyler hedefe 1 metre uzaklıkta ve dik oturur pozisyondayken vHIT gözlüğü takılarak teste başlanmıştır. Test sırasında gözlük hareketinin engellenmesi amacı ile gözlük bandı sıkılaştırılmıştır. İlk olarak bireylere baş ve göz kalibrasyonu yapıldı. Hedefe sabit bir şekilde bakarken bireyin başı 15-20 dereceyi aşmamak kaydıyla küçük amplitüd ve yüksek hızda sağ ve sol lateral SSK, ardından sağ anterior sol posterior (RALP) SSK ve son olarak sol anterior sağ posterior (LARP) SSK yönünde hareket ettirildi. Gözlüğe yerleştirilmiş olan kamera ile göz hareketleri kaydedilirken jiroskop sistemi ile baş hızı hesaplanarak kazanç değeri belirlendi. Test sonucunda sakkad varlığı ve asimetri değeri yüzdesi analiz edildi.



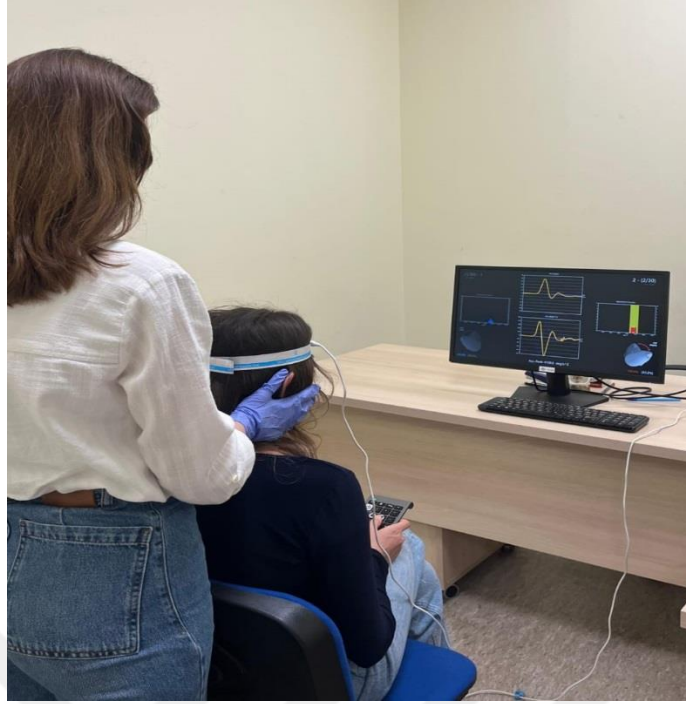
Şekil 3.1. vHIT uygulama örnek görseli

3.6.4. Functional Head Impulse Test

BEON Solutions, Zero Branco (İtalya) marka fHIT cihazı ile test uygulanmıştır. Cihaz içeriği; yazılımın bulunduğu bilgisayar ekranı, mini kasa, mini klavye ve jiroskop olmak üzere 4 parçadan oluşmaktadır. Test sırasında birey bilgisayar ekranına 1.5 metre uzaklıkta dik bir şekilde oturur, mini klavye bireyin elinde bulunur ve jiroskop içeren baş

bandı bireyin alnının tam ortasında olacak şekilde yerleştirilmiş durumdadır. Test iki aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak bireylerin en rahat görebildiği seviyenin belirlenmesi amacıyla statik görme keskinliği değerlendirilir. Birey bilgisayar ekranına bakarken Landolt'un C optotipi konumlandığı sekiz olası yönden birinde yaklaşık 80 milisaniye görünüp kaybolur. Bireyler optotipi gördükten sonra zaman sınırlaması olmadan mini klavye aracılığıyla optotipi tanımlamışlardır. Her bireyin statik görme keskinliği 1.0 ile 0.0 LogMAR arasında değerlendirilmiştir. Birey optotipin 5 denemesinin 3'ünü doğru tanımladığında optotip boyutu küçülmektedir. Ancak birey 5 denemenin 3'ünü doğru tanımlayamazsa test sonlanarak bireyin en son gördüğü seviye görme keskinliği olarak kabul edilir. En rahat görünen seviyenin belirlenmesi için program tarafından en son görünen optotip seviyesi 0.6 LogMAR daha büyütülür. Baş bandı ile bireyin alnının ortasına yerleştirilen jiroskopun horizontal ve vertikal düzlemde yapılan hareketlere olan algısını kontrol etmek için baş sağa-sola ve yukarı-aşağı hareket ettirilmiştir.

Lateral SSK'nin test edilmesi sırasında bireyin başı 30° fleksiyona alındı ve bireyden bilgisayar ekranının ortasında bulunan beyaz noktadan gözlerini ayırmaması istendi. Uyarım için bireyin başına 4000°/s²-5000°/s²-6000°/s² akselasyon aralığında 10°-20°'yi geçmeyen ani küçük itme hareketleri yapılmıştır. Her bir akselasyon için en az 4 veri kaydı alınmıştır. Vertikal SSK'nin test edilmesi sırasında birey düz bir şekilde bilgisayar ekranının karşısında oturmaktadır. RALP düzleminde test yapılırken bireyin başına 45° sağ-öne ve 45° sol-arkaya ani baş itme hareketleri yapılmıştır. LARP düzleminde test yapılırken ise bireyin başına 45° sol-öne ve 45° sağ-öne ani baş itme hareketleri yapılmıştır. Vertikal SSK'nin test edilmesinde uyarımlar 3000°/s²-4000°/s²-5000°/s²-6000°/s² akselasyon aralığında uygulanmıştır. Her bir akselasyon için en az 3 veri kaydı yapılmıştır. Lateral ve vertikal SSK'lerin test edilmesi sonucunda hem her bir akselasyon için hem de toplam DCY'leri bilgisayar ekranından analiz edilmiştir. Her bir uyarım sonrası test edilen akselasyon aralığı ekranda gözükmekte olup teste devam edilmiştir. Hem baş hızı hem de başın ivmelenmesinin verildiği iki ayrı grafik analiz ekranında yer almaktadır.



Şekil 3.2. fHIT uygulama örnek görseli

3.7. İstatistiksel Analiz

Araştırmaya alınan verilerin analizleri SPSS (Statistical Program in Social Sciences) 25 programı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya alınan verilerin Normal dağılıma uyup uymadığı Kolmogorov Smirnow Testi ile kontrol edilmiştir. Karşılaştırma testleri için anlamlılık düzeyi (p) 0.05 olarak alınmıştır. Değişkenlerde Normal dağılım sağlandığı için ($p > 0.05$) analize parametrik test yöntemleri ile devam edilmiştir. Bağımsız iki gruplu değişkenlerde karşılaştırmalar bağımsız gruplarda t testi ile yapılmıştır. Bağımsız çoklu gruplarda karşılaştırmalar ise ANOVA testi analizi yapılmıştır. ANOVA sonrası grup içi karşılaştırmalarda post-hoc test olarak Tukey testi kullanılmıştır. Kategorik verilerin karşılaştırılmasında çapraz tablolar oluşturularak ki-kare analizi yapılmıştır. Sayısal değişkenler arasındaki ilişkiler için pearson korelasyon katsayısı kullanılmıştır.

4. BULGULAR

Çalışmada yer alan katılımcılar düşük dereceli miyopiye sahip bireyler (n=50), orta dereceli miyopiye sahip bireyler (n=51) ve kontrol grubundaki bireyler (n=50) olmak üzere üç ana gruba ayrıldı. Grupların demografik özelliklerinin dağılımı Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Vaka grubu ve kontrol grubunun demografik değişkenlerinin dağılımı

Değişken	Grup	Kontrol	Düşük	Orta	Toplam	χ^2	p Değeri	
			Dereceli Miyopi	Dereceli Miyopi				
Cinsiyet	Kadın	n	26	21	27	74	1.477	0.478
		%	52.0%	42.0%	52.9%	49.0%		
	Erkek	n	24	29	24	77		
		%	48.0%	58.0%	47.1%	51.0%		
Değişken	Gruplar		Ort ± ss	(Min - Max)		F	p Değeri	
Yaş	Kontrol		29 ± 9.37	(18-56)		0.103	0.902	
	Düşük Dereceli Miyopi		29.12 ± 8.75	(19-57)				
	Orta Dereceli Miyopi		28.39 ± 7.79	(18-52)				

n; sayı, %; yüzde, Ort; ortalama, ss; standart sapma, F; ANOVA test değeri.

Düşük dereceli miyopi grubunda yer alan bireylerin 21’i (%42.0) kadın, 29’u (%58.0) erkek; orta dereceli miyopi grubunda yer alan bireylerin 27’si (%52.9) kadın, 24’ü (%47.1) erkek ve kontrol grubunda yer alan bireylerin 26’sı (%52.0) kadın, 24’ü (%48.0) erkektir. Çalışmada yer alan katılımcılar cinsiyete göre değerlendirildiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Gruplar cinsiyete göre homojen dağılım göstermiştir. Çalışmada düşük dereceli miyopi grubunda yer alan bireylerin yaş ortalaması 29.12 ± 8.75 , orta dereceli miyopi grubunda yer alan bireylerin yaş ortalaması 28.39 ± 7.79 ve kontrol grubunda yer alan bireylerin yaş ortalaması 29 ± 9.37 ’dir. Çalışmada yer alan katılımcılar yaşa göre değerlendirildiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Gruplar yaşa göre homojen dağılım göstermiştir.

Çalışmada yer alan katılımcıların sahip oldukları miyopi derecesi ve diğer görme durumu değişkenlerine göre karşılaştırılması Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. Görme durumu değişkenleri

Değişkenler	Gruplar	Ort $\pm$ ss	M (Min - Max)	F	p Değeri
Sağ Göz Miyopi Derecesi	Kontrol	0 $\pm$ 0	(0-0)	554.293	0.001*
	Düşük Dereceli Miyopi	1.89 $\pm$ 0.39	(1.25-2.75)		
	Orta Dereceli Miyopi	4.07 $\pm$ 0.99	(3-7.25)		
Sol Göz Miyopi Derecesi	Kontrol	0 $\pm$ 0	(0-0)	506.205	0.001*
	Düşük Dereceli Miyopi	1.85 $\pm$ 0.38	(1.25-2.75)		
	Orta Dereceli Miyopi	4.1 $\pm$ 1.05	(3-7.25)		
Miyopi Süresi	Kontrol	0 $\pm$ 0	(0-0)	84.518	0.001*
	Düşük Dereceli Miyopi	112.32 $\pm$ 79.96	(24-360)		
	Orta Dereceli Miyopi	142.82 $\pm$ 60.82	(24-360)		
Mevcut Miyopi Derecesinin Sabit Olduğu Süre	Kontrol	0 $\pm$ 0	(0-0)	21.900	0.001*
	Düşük Dereceli Miyopi	16.92 $\pm$ 17.81	(1-96)		
	Orta Dereceli Miyopi	14.45 $\pm$ 15.96	(1-84)		
Statik Görme Keskinliği Değeri	Kontrol	0.21 $\pm$ 0.05	(0.2-0.4)	247.293	0.001*
	Düşük Dereceli Miyopi	0.43 $\pm$ 0.18	(0.2-0.8)		
	Orta Dereceli Miyopi	0.75 $\pm$ 0.1	(0.3-0.8)		

Ort; ortalama, ss; standart sapma, F; ANOVA test değeri, *p<0.05; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Çalışmada yer alan katılımcıların sağ göz miyopi derecesi, sol göz miyopi derecesi, miyopi süresi, mevcut miyopi derecesinin sabit olduğu süre ve statik görme keskinliği değeri değişkenlerine göre kontrol grubu ile düşük ve orta dereceli miyopisi olan grup ve düşük derece miyopisi olan grup ile orta derece miyopisi olan grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0.05).

Çalışmada yer alan katılımcılara uygulanan vHIT'te kazanç değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3. vHIT kazanç değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması

Değişkenler	Gruplar	Ort ± ss	Test	p Değeri
Lateral SSK Kazanç	Kontrol	0.93 ± 0.07	2.092	0.127
	Düşük Dereceli Miyopi	0.92 ± 0.06		
	Orta Dereceli Miyopi	0.9 ± 0.09		
Anterior SSK Kazanç	Kontrol ^a	0.91 ± 0.04	6.796	0.002^{*(a-b-c, b-c)}
	Düşük Dereceli Miyopi ^b	0.88 ± 0.06		
	Orta Dereceli Miyopi ^c	0.87 ± 0.06		
Posterior SSK Kazanç	Kontrol	0.89 ± 0.05	0.753	0.473
	Düşük Dereceli Miyopi	0.87 ± 0.06		
	Orta Dereceli Miyopi	0.87 ± 0.06		

Ort; ortalama, ss; standart sapma, F; ANOVA test değeri, *p<0.05; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

vHIT lateral ve posterior SSK kazanç değerlerine göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0.05). Çalışmada yer alan katılımcıların vHIT lateral ve posterior kazanç değerlerinde düşük dereceli miyopisi olan grup, orta dereceli miyopisi olan grup ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0.05). Çalışmada yer alan katılımcıların vHIT anterior SSK kazanç değerlerine göre kontrol grubu ile düşük ve orta dereceli miyopisi olan grup ve düşük derece miyopisi olan grup ile orta derece miyopisi olan grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0.05).

Çalışmada yer alan katılımcılara uygulanan vHIT’te kazanç asimetrisi değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması Tablo 4.4’ te verilmiştir.

Tablo 4.4. vHIT kazanç asimetri değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması

Değişkenler	Gruplar	Ort ± ss	Test	p Değeri
Lateral SSK Kazanç Asimetrisi	Kontrol	2.21 ± 1.48	1.836	0.163
	Düşük Dereceli Miyopi	2.21 ± 1.73		
	Orta Dereceli Miyopi	2.88 ± 2.7		
RALP SSK Kazanç Asimetrisi	Kontrol ^a	3.04 ± 2.04	4.991	0.008^{*(a-b-c, b-c)}
	Düşük Dereceli Miyopi ^b	4.36 ± 3.09		
	Orta Dereceli Miyopi ^c	4.96 ± 3.9		
LARP SSK Kazanç Asimetrisi	Kontrol	3.21 ± 1.74	2.094	0.127
	Düşük Dereceli Miyopi	2.73 ± 1.71		
	Orta Dereceli Miyopi	3.57 ± 2.63		

Ort; ortalama, ss; standart sapma, F; ANOVA test değeri, *p<0.05; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

vHIT lateral ve LARP SSK kazanç asimetrisi değerlerine göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Çalışmada yer alan katılımcıların lateral ve LARP kazanç asimetri değerlerinde düşük dereceli miyopisi olan grup, orta dereceli miyopisi olan grup ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Çalışmada yer alan katılımcıların RALP kazanç asimetri değerlerine göre kontrol grubu ile düşük ve orta dereceli miyopisi olan grup ve düşük derece miyopisi olan grup ile orta derece miyopisi olan grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$).

Çalışmada yer alan katılımcılara uygulanan vHIT’te sakkad değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması Tablo 4.5’te verilmiştir.

Tablo 4.5. vHIT sakkad değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması

Değişken		Kontrol	Düşük Dereceli Miyopi	Orta Dereceli Miyopi	Toplam
Lateral SSK Sakkad	n	50	50	51	151
	%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Anterior SSK Sakkad	n	50	50	51	151
	%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Posterior SSK Sakkad	n	50	50	51	151
	%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

n; sayı, %; yüzde

Çalışmada bulunan grupların vHIT lateral, anterior ve posterior SSK düzlemlerinde yapılan testlerinde sakkad gözlenmemiştir. Bu nedenle istatistiksel karşılaştırma yapılmamıştır.

Çalışmada yer alan katılımcılara uygulanan fHIT’te lateral SSK değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması Tablo 4.6’te verilmiştir.

Tablo 4.6. fHIT lateral ssk değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması

Değişkenler	Gruplar	Ort ± ss	F	p Değeri
Lateral SSK 4000°/s² DCY	Kontrol^a	91.88 ± 11.26	13.043	0.001^{*(a-b-c)}
	Düşük Dereceli Miyopi^b	91.48 ± 12.56		
	Orta Dereceli Miyopi^c	74.94 ± 28.2		
Lateral SSK 5000°/s² DCY	Kontrol^a	90.78 ± 10.7	9.760	0.001^{*(a-b-c)}
	Düşük Dereceli Miyopi^b	83.01 ± 18.84		
	Orta Dereceli Miyopi^c	72.41 ± 29.03		
Lateral SSK 6000°/s² DCY	Kontrol^a	83.1 ± 14.49	5.189	0.007^{*(a-c)}
	Düşük Dereceli Miyopi^b	76.74 ± 17.72		
	Orta Dereceli Miyopi^c	70.1 ± 26.53		
Lateral SSK DCY	Kontrol^a	89.05 ± 9.51	11.541	0.001^{*(a-c)}
	Düşük Dereceli Miyopi^b	83.81 ± 13.55		
	Orta Dereceli Miyopi^c	72.75 ± 25.11		

Ort; ortalama, ss; standart sapma, F; ANOVA test değeri, *p<0.05; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. SSK; Semisirküler Kanal, DCY; Doğru Cevap Yüzdesi

fHIT lateral SSK 4000°/s²-5000°/s²-6000°/s² ve toplam DCY değerlerine göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0.05). Çalışmada yer alan katılımcıların fHIT lateral SSK 4000°/s² ve 5000°/s² DCY değerlerinde orta dereceli miyopisi olan grup ile düşük dereceli miyopisi olan grup ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmuştur (p<0.05). Çalışmada yer alan katılımcıların fHIT lateral SSK 6000°/s² ve toplam DCY değerleri arasında orta dereceli miyopisi olan grup ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0.05).

Çalışmada yer alan katılımcılara uygulanan fHIT'te anterior SSK değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması Tablo 4.7'da verilmiştir.

Tablo 4.7. fHIT anterior SSK değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması

Değişkenler	Gruplar	Ort ± ss	F	p Değeri
Anterior SSK 3000 ⁰ /s ² DCY	Kontrol	97.94 ± 4.93	1.865	0.159
	Düşük Dereceli Miyopi	96.33 ± 7.19		
	Orta Dereceli Miyopi	93.85 ± 16.3		
Anterior SSK 4000 ⁰ /s ² DCY	Kontrol ^a	96.79 ± 6.41	3.910	0.022^{*(a-c)}
	Düşük Dereceli Miyopi ^b	92.48 ± 9.82		
	Orta Dereceli Miyopi ^c	90.98 ± 14.55		
Anterior SSK 5000 ⁰ /s ² DCY	Kontrol ^a	92.51 ± 11.7	4.260	0.016^{*(a-c)}
	Düşük Dereceli Miyopi ^b	91.41 ± 10.84		
	Orta Dereceli Miyopi ^c	84.47 ± 20.48		
Anterior SSK 6000 ⁰ /s ² DCY	Kontrol	90.58 ± 15.36	2.645	0.074
	Düşük Dereceli Miyopi	84.16 ± 19.52		
	Orta Dereceli Miyopi	81.21 ± 26.27		
Anterior SSK DCY	Kontrol ^a	94.51 ± 6.61	4.725	0.010^{*(a-b-c)}
	Düşük Dereceli Miyopi ^b	91.81 ± 8.36		
	Orta Dereceli Miyopi ^c	87.94 ± 15.32		

Ort; ortalama, ss; standart sapma, F; ANOVA test değeri, *p<0.05; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. SSK; Semisirküler Kanal, DCY; Doğru Cevap Yüzdesi

fHIT anterior SSK 3000⁰/s² ve 6000⁰/s² DCY değerlerine göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0.05). fHIT anterior SSK 4000⁰/s² - 5000⁰/s² ve toplam DCY değerlerine göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0.05). Çalışmada yer alan katılımcıların fHIT anterior SSK toplam DCY değerine göre orta dereceli miyopisi olan grup ile kontrol grubu ve düşük dereceli miyopisi olan grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0.05). Çalışmada yer alan katılımcıların fHIT anterior SSK 4000⁰/s² - 5000⁰/s² DCY değerine göre orta dereceli miyopisi olan grup ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0.05).

Çalışmada yer alan katılımcılara uygulanan fHIT’te posterior SSK değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması Tablo 4.8’da verilmiştir.

Tablo 4.8. fHIT posterior SSK değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması

Değişkenler	Gruplar	Ort ± ss	F	p Değeri
Posterior SSK 3000 ⁰ /s ² DCY	Kontrol ^a	96.72 ± 8	8.392	0.001^{*(a-c)}
	Düşük Dereceli Miyopi ^b	96.33 ± 7.8		
	Orta Dereceli Miyopi ^c	85.69 ± 24.04		
Posterior SSK 4000 ⁰ /s ² DCY	Kontrol ^a	94.73 ± 10.42	8.442	0.001^{*(a-c)}
	Düşük Dereceli Miyopi ^b	91.65 ± 10.97		
	Orta Dereceli Miyopi ^c	82.88 ± 21.13		
Posterior SSK 5000 ⁰ /s ² DCY	Kontrol ^a	93.02 ± 10.51	5.830	0.004^{*(a-b-c)}
	Düşük Dereceli Miyopi ^b	89.1 ± 15.17		
	Orta Dereceli Miyopi ^c	81.58 ± 23.12		
Posterior SSK 6000 ⁰ /s ² DCY	Kontrol ^a	90.5 ± 12.4	5.065	0.007^{*(a-b-c)}
	Düşük Dereceli Miyopi ^b	87.95 ± 15.74		
	Orta Dereceli Miyopi ^c	78.23 ± 29.13		
Posterior SSK DCY	Kontrol ^a	94.03 ± 7.34	10.375	0.001^{*(a-b-c)}
	Düşük Dereceli Miyopi ^b	91.75 ± 8.23		
	Orta Dereceli Miyopi ^c	82.2 ± 21.22		

Ort; ortalama, ss; standart sapma, F; ANOVA test değeri, *p<0.05; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. SSK; Semisirküler Kanal, DCY; Doğru Cevap Yüzdesi

fHIT posterior SSK 3000⁰/s²-4000⁰/s²-5000⁰/s²-6000⁰/s² ve toplam DCY değerlerine göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0.05). Çalışmada yer alan katılımcıların fHIT posterior SSK 5000-6000⁰/s² ve toplam DCY değerlerine göre orta dereceli miyopisi olan grup ile düşük dereceli miyopisi olan grup ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0.05). Çalışmada yer alan katılımcıların fHIT posterior SSK 3000⁰/s² ve 4000⁰/s² DCY değerlerine göre orta dereceli miyopisi olan grup ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0.05).

Çalışmada yer alan katılımcılara uygulanan vHIT ve fHIT'te elde edilen lateral SSK sonuçlarının korelasyonu Tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.9. Lateral SSK değerleri korelasyonu

Değerler		vHIT Lateral SSK Kazanç		
		Kontrol	Düşük Dereceli Miyopi	Orta Dereceli Miyopi
fHIT Lateral 4000°/s ² DCY	r	0.354	-0.171	0.028
	p	0.012*	0.234	0.847
fHIT Lateral 5000°/s ² DCY	r	0.106	-0.165	-0.017
	p	0.465	0.251	0.907
fHIT Lateral 6000°/s ² DCY	r	0.129	-0.109	0.043
	p	0.371	0.451	0.767
fHIT Lateral SSK DCY	r	0.209	-0.172	0.027
	p	0.145	0.232	0.852

r; pearson korelasyon katsayısı, *p<0.05; ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır. SSK; Semisirküler Kanal, DCY; Doğru Cevap Yüzdesi

Kontrol grubunda fHIT lateral SSK 4000°/s² DCY değeri ile vHIT lateral SSK kazanç değeri arasında pozitif yönde orta düzeyde istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır (p<0.05). Kontrol grubunda vHIT lateral SSK kazanç değeri ile fHIT lateral SSK 5000°/s², 6000°/s² ve toplam DCY değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır (p>0.05). Düşük ve orta dereceli miyopisi olan grupta vHIT lateral SSK kazanç değeri ile fHIT lateral SSK 4000°/s², 5000°/s², 6000°/s² ve toplam DCY değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır (p>0.05).

Çalışmada yer alan katılımcılara uygulanan vHIT ve fHIT’te elde edilen posterior SSK sonuçlarının korelasyonu Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.10. Posterior SSK değerleri korelasyonu

Değerler		vHIT Posterior SSK Kazanç		
		Kontrol	Düşük Dereceli Miyopi	Orta Dereceli Miyopi
fHIT Posterior 3000°/s ² DCY	r	-0.099	0.110	0.040
	p	0.493	0.446	0.778
fHIT Posterior 4000°/s ² DCY	r	-0.070	0.107	0.014
	p	0.630	0.458	0.921
fHIT Posterior 5000°/s ² DCY	r	-0.232	0.068	0.002
	p	0.104	0.637	0.990
fHIT Posterior 6000°/s ² DCY	r	-0.210	-0.008	0.142
	p	0.143	0.954	0.320
fHIT Posterior SSK DCY	r	-0.206	0.080	0.045
	p	0.150	0.583	0.753

r; pearson korelasyon katsayısı, *p<0.05; ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır. SSK; Semisirküler Kanal, DCY; Doğru Cevap Yüzdesi

Kontrol grubu, düşük dereceli ve orta dereceli miyopisi olan gruplarda vHIT posterior SSK kazanç değeri ile fHIT posterior SSK 3000°/s², 4000°/s², 5000°/s², 6000°/s²

ve toplam DCY değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$).

Çalışmada yer alan katılımcılara uygulanan vHIT ve fHIT’te elde edilen anterior SSK sonuçlarının korelasyonu Tablo 4.11’de verilmiştir.

Tablo 4.11. Anterior SSK değerleri korelasyonu

Değerler		vHIT Anterior SSK Kazanç		
		Kontrol	Düşük Dereceli Miyopi	Orta Dereceli Miyopi
fHIT Anterior 3000°/s ²	r	0.000	0.102	0.134
DCY	p	0.999	0.480	0.348
fHIT Anterior 4000°/s ²	r	0.029	-0.084	-0.078
DCY	p	0.842	0.561	0.588
fHIT Anterior 5000°/s ²	r	0.061	0.046	-0.147
DCY	p	0.673	0.753	0.302
fHIT Anterior 6000°/s ²	r	0.047	0.059	-0.033
DCY	p	0.746	0.685	0.819
fHIT Anterior SSK	r	0.039	0.064	-0.014
DCY	p	0.791	0.658	0.920

r; pearson korelasyon katsayısı, * $p<0.05$; ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır. SSK; Semisirküler Kanal, DCY; Doğru Cevap Yüzdesi

Kontrol grubu, düşük dereceli ve orta dereceli miyopisi olan gruplarda vHIT anterior SSK kazanç değeri ile fHIT anterior 3000°/s², 4000°/s², 5000°/s², 6000°/s² ve toplam DCY değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$).

5. TARTIŞMA

VOR, SSK'lerden vestibüler nükleuslara ve vestibüler nükleuslardan da ekstra oküler kaslara giden üç nöronlu bir refleks arkı içerir. VOR, baş ve vücut hareketleri sırasında retinal görüntüleri stabilize etmek için baş rotasyonlarını telafi eden, baş rotasyonunun zıt yönünde aynı hız ve amplitüdde göz hareketi oluşturur. VOR, baş hareketi gerçekleşirken görmede herhangi bir bulanıklık olmadan bakışın hızlı ve doğru bir şekilde sabit kalmasını sağlar (27, 28, 63). VOR fonksiyonunun dolaylı bir göstergesi olan DVA, baş fiksasyonu sırasında dinamik nesnelerdeki veya baş ya da vücut rotasyonu sırasında statik nesnelerdeki ince ayrıntıları ayırt etme yeteneğidir. Ayrıca DVA testi iyi bir VOR fonksiyonunun gerekliliğini içeren tüm vücut entegrasyonunun fonksiyonel bir testidir (11, 52). Yapılan çalışmalar vestibüler bozukluklar ve oftalmolojik bozuklukların değerlendirilmesinde DVA testinin kullanılabileceğini belirtmektedir (10).

Görme keskinliği gözün ince ayrıntılarını ayırt etme kapasitesidir. SVA, değerlendirilen kişinin ve bakılan nesnenin sabit olduğu, retinada görüntüsü oluşan nesnelerin ayrıntılarını tespit etme kapasitesidir. Günlük yaşamda bulunan görsel uyaranların çoğu sıklıkla hareket halinde olduğu için SVA'ya ek olarak DVA daha kapsamlı klinik değerlendirme sağlamaktadır. Gözün refraksiyon kusuru sonucu oluşan miyopi, yaygın olarak kullanılan gözlükle kolayca düzeltilebilen SVA'yı belirgin şekilde etkiler. Ayrıca literatürdeki sınırlı sayıdaki çalışmalarda gözlükle düzeltilmiş miyopinin DVA üzerinde önemli bir etkiye sahip olabileceğine ve yüksek diyoptri miyopinin daha kötü DVA ile ilişkili olabileceğine dikkat çekmektedir (10, 64).

Bu çalışmanın amacı, miyopi varlığının VOR üzerindeki etkisini vHIT ve fHIT ile değerlendirmektir.

Literatür incelendiğine, Wang ve ark. tarafından miyopili bireylerin miyopi ameliyatı öncesi ve sonrası görme keskinliklerinin değerlendirildiği bir çalışmada, ameliyat sonrası aylarda bireylerde 0.2 LogMAR düzeyinde SVA değerine ulaşılmıştır (64). Çalışmamızda kontrol grubu ile miyopisi olan bireylerin olduğu grup arasında fHIT öncesi ölçülen SVA değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmiştir. Orta dereceli miyopisi olan grupta düşük dereceli miyopisi olan gruba ve kontrol grubuna göre daha düşük SVA elde edildi. Ek olarak düşük dereceli miyopisi olan grupta da kontrol grubuna göre daha düşük SVA elde edildi. Ayrıca orta dereceli miyopisi olan bireylerde sistemin ölçülen en düşük düzeyi olan 0.2 LogMAR düzeyinde SVA'ya ulaşılmamıştır.

Nakatsuka ve ark. yaptığı bir çalışmada, yaş ve cinsiyet açısından fark bulunmayan bireyler iki gruba ayrılmıştır. Gruplara refraktif düzeltme yapılmadan ve refraktif düzeltme yapılarak Landolt-C hedefi kullanılarak HI-10 (KOWA, Japonya) cihazı ile serbest baş görüşlü binoküler DVA ölçümü yapılmıştır. Ölçümdeki hedef kontrastı, SVA ve DVA'yı etkilememesi için sabit tutulmuştur. Bireyler iki gruba ayrılmış ve gruplardan birinde ilk olarak refraktif düzeltme yapılarak sonrasında da refraktif düzeltme yapılmadan DVA değeri ölçülmüştür. Diğer gruba ise tam tersi sıra ile ölçüm yapılmıştır. Her iki grupta da refraktif düzeltme sonucu ölçülen DVA değerleri düzeltme yapılmadan ölçülen DVA değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir biçimde daha iyi elde edilmiştir. Bu sonuçlar refraktif düzeltmenin DVA'yı etkilediğini göstermektedir (20). Çalışmamızda güncel bir ölçüm yöntemi olan fHIT ile SVA LogMAR cinsinden ölçülerek değerlendirildi. fHIT lateral SSK sonuçlarında $4000^{\circ}/s^2$, $5000^{\circ}/s^2$, $6000^{\circ}/s^2$ ve toplam DCY değerlerine göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Frekanslarına göre $4000^{\circ}/s^2$ ve $5000^{\circ}/s^2$ doğru cevap yüzdesi değerlerine göre orta dereceli miyopisi olan grupta kontrol grubu ve düşük dereceli miyopisi olan gruba göre daha düşük DCY değerleri elde edilmiştir. Ek olarak $6000^{\circ}/s^2$ ve toplam DCY değerlerine göre ise orta dereceli miyopisi olan grupta kontrol grubuna göre daha düşük DCY değerleri elde edilmiştir. fHIT anterior SSK sonuçlarında $3000^{\circ}/s^2$ ve $6000^{\circ}/s^2$ DCY'ye göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır. Ancak $4000^{\circ}/s^2$ ve $5000^{\circ}/s^2$ DCY'ye göre orta dereceli miyopisi olan grupta kontrol grubuna göre daha düşük DCY değerleri elde edilmiştir. Toplam DCY değerlerine göre ise orta dereceli miyopisi olan grupta kontrol grubuna ve düşük dereceli miyopisi olan gruba göre daha düşük DCY değerleri elde edilmiştir. fHIT posterior SSK sonuçlarında $3000^{\circ}/s^2$, $4000^{\circ}/s^2$, $5000^{\circ}/s^2$, $6000^{\circ}/s^2$ ve toplam DCY değerlerine göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Frekanslarına göre $5000^{\circ}/s^2$, $6000^{\circ}/s^2$ ve toplam DCY değerlerine göre orta dereceli miyopisi olan grupta kontrol grubu ve düşük dereceli miyopisi olan gruba göre daha düşük DCY değerleri elde edilmiştir. $3000^{\circ}/s^2$ ve $4000^{\circ}/s^2$ DCY değerlerine göre orta dereceli miyopisi olan grupta kontrol grubuna göre daha düşük DCY değerleri elde edilmiştir. Ayrıca tüm gruplarda baş hareketi ivmesinin artışı ile DCY değerlerinde bir azalma meydana gelmiştir. Bunun sebebi olarak ise, baş hareketinin ivmesindeki artışın bakış stabilizasyonunda bir bozulma meydana getirmesi olarak ileri sürülmüştür. Buna göre yüksek hızlı baş hareketi bir sarsıntıya sebep olur buna bağlı olarak VOR normal olsa bile birey optotipin görüntüsünü net göremeyebilir. Bu da

DCY’de bir azalma meydana getirmektedir (19, 65). Wang ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada binoküler DVA’daki azalmanın miyopide diyoptri değerinin artışıyla ilişkili olduğu ileri sürülmüştür (66). Kim ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, yaşları 20 ile 40 arasında değişen sağlıklı bireylerin kinetik ve dinamik görme keskinlikleri değerlendirilmiştir. Çalışmaya sferik eşdeğeri -9.0 D ile -0.5 D arasında değişen refraksiyon kusuru ile +/- 2D astigmatizması bulunan kadın ve erkek grupları dahil edilmiştir. DVA analizörü kullanılarak monoküler ve binoküler olarak Landolt-C halkası ile DVA ölçümü yapılmıştır. Ardından kinetik görme keskinliği AS-4A kinetik görme keskinliği ölçer tarafından ölçülmüştür. Yapılan görme keskinliği ölçümleri sonucunda elde edilen verilere göre daha düşük miyopi derecesi ile daha yüksek DVA ve kinetik görme keskinliği ilişkilendirilmiştir (67). Çalışmamıza alınan miyopisi olan bireylerde refraktif kusur -1.25 D ile -7.25 D arasında değişmektedir ve astigmatizması bulunan bireyler sonuçları etkileyeceği için çalışmamıza dâhil edilmemiştir. Bu veriler ışığında farklı bir ölçüm yöntemi kullanılsa da bulgularımız benzer şekilde miyopi varlığının ve var olan miyopi derecesinin SVA ve fonksiyonel VOR değerlendirmesi üzerinde olumsuz etkisi olduğunu göstermektedir.

Refraktif kusur tamamen düzeltildiğinde gözdeki bulanık görüntünün en aza düştüğü bir nokta oluşur ve retinaya düşen görüntü daha net olur. SVA zayıfsa retinal görüntü odak dışı kalır ve bu durum DVA’yı da etkiler. Böylelikle DVA da SVA ile orantılı olarak değişir (20). Farklı olarak Fergenson ve Suzanky tarafından yapılan bir çalışmada, herhangi bir refraktif düzeltme yapılmayan bireylere SVA ve DVA ölçümleri yapılmıştır. DVA ölçümü, hedef açısal hızının ve hedefe maruz kalma süresinin değiştiği koşullarda, açısal hızların pozlama süreleri ile eşleştirilerek ve Landolt-C hedefi ile projeksiyondan yansıyan görüntü kullanılarak yapılmıştır. Çalışmamızın aksine SVA ile DVA arasında anlamlı bir korelasyon elde edilmemiştir. Bu durumun SVA ile DVA’nın farklı fizyolojik mekanizmalar tarafından belirlendiğini işaret etmektedir. Ayrıca SVA’nın gözün çözümleme yeteneği ile DVA’nın ise baş hareketi ve takip eden gözün hareketi dahil olmak üzere okülomotor sistemin birden fazla etkinliği ile ilişkili olduğunu ileri sürmüşlerdir (21).

Farklı bir yaş grubunda yapılan bir çalışmada ise yaşa bağlı kataraktın DVA üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Yaş ortalamaları 59 ile 79 arasında değişen kataraktı olan vaka grubu ve kataraktı olmayan kontrol grubu dahil edilmiştir. Grupların monoküler ve binoküler SVA’sı, optotipleri H, O, T ve V olan logaritmik görme keskinliği çizelgesi ile ölçülmüştür. DVA ise logaritmik görme keskinliği tablosundaki optotiplerin modelleriyle

aynı olan dinamik optotipler (H, O, T ve V harfleri) oluşturmak için özel olarak tasarlanmış bir program kullanılarak ölçülmüştür. Yapılan test ölçümlerinden elde edilen sonuçlara göre kataraktın DVA üzerindeki etkisinin SVA üzerindeki etkisinden daha fazla olduğu bulunmuştur. Katarakt ameliyatından sonra hastaların sadece statik görmesi değil, aynı zamanda dinamik görmesinin de belirgin bir şekilde geri kazanıldığı bildirilmiştir (68). Çalışmamıza dahil edilen miyopisi olan grup ve kontrol grubu yaş açısından daha genç olup yaşa bağlı görme problemleri olanlar çalışmaya dahil edilmemiştir. Böylelikle miyopi dışında yaşa bağlı oftalmik kusurlar elenmiştir. Çalışmamızda miyopisi olan bireylere refraktif düzeltme yapılmadığı için test tekrarı yapılmamıştır. Miyopisi olan bireyler ile normal görmeye sahip bireyler değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmaya benzer şekilde bizim çalışmamızda da düşük ve orta dereceli miyopisi olan grup ile kontrol grubu arasında ve düşük ile orta dereceli miyopisi olan gruplar arasında SVA açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmiştir. Jorge tarafından yapılan bir çalışma görme keskinliği ile astigmatik refraktif kusur arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermiştir (69). Çalışmamıza, elde edilen verilerin kaynaklandığı refraktif kusurun ayırt edilebilmesi için sadece miyopisi olan bireyler dahil edilmiştir. Ayrıca Fogt ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, gözlük camı ile multifokal lens kullanılarak refraktif düzeltme yapılan iki grup karşılaştırılmıştır. Görme performansı testlerinin çoğunda elde edilen performans DVA testi de dahil olmak üzere, gözlük camı ile sağlanan düzeltme ve multifokal lensler ile sağlanan düzeltme eşdeğer bulunmuştur (70). Çalışmamızı standardize etmek için sadece gözlük camı ile refraktif düzeltme yapılan, gün boyu gözlük kullanan bireyler çalışmaya dahil edilmiştir, lens ile refraktif düzeltme yapılan bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir.

Dooren ve ark., kırma kusurunu düzeltmek için gözlük kullanımının vHIT üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmaya refraktif kusuru olan grup ve kontrol grubu olmak üzere yaşları 18 ile 80 arasında değişen iki grup dahil edilmiştir. Refraktif kusuru olan grup ise kontakt lens kullanan grup ve gözlük kullanan grup olarak ikiye ayrılmıştır. Düzeltici gözlük ve lensler teste başlamadan hemen önce çıkarılarak lateral SSK düzleminde VOR kazançları değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda kontrol grubu, gözlük kullanan grup ve lens kullanan grup arasında VOR kazancı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Ayrıca gözlük ve lens kullanan grupta refraktif kusur düzeyi ve VOR kazancı açısından da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Çalışmanın sonucunda refraktif kusuru olan bireylerde vHIT sırasında herhangi bir

düzeltilmeye gerek olmadığı sonucuna varılmıştır (71). Çalışmamızda benzer şekilde vHIT lateral ve posterior SSK düzlemlerinde kazanç değerlerinde kontrol grubu, düşük ve orta dereceli miyopisi olan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Ancak Dooren ve ark. yaptığı çalışmadan farklı olarak çalışmamızda anterior SSK kazançları düşük ve orta dereceli miyopili grupta kontrol grubuna göre daha düşük değerlerde elde edilmiştir. Ek olarak orta dereceli miyopisi olan grupta düşük dereceli miyopisi olan gruba göre istatistiksel olarak daha düşük kazanç değerleri elde edilmiştir. Farklı bir metodoloji ile Judge ve ark. hedef mesafesi, hedef boyutu ve görme keskinliğinin vHIT sonuçları üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Bireyler normal görüşe sahip grup ve görme problemi olan grup olarak ayrılmıştır. Görme keskinliği düzeltici lenslerle ve düzeltici lensler olmadan belirlenmiştir. VOR kazancı açısından görme problemi olan bireylerle görme problemi olmayan bireyler arasında anlamlı bir fark elde edilmemiştir (72).

Literatür SSK kazanç asimetrisi açısından incelendiğinde Dooren ve ark. yaptığı çalışmada refraktif kusuru olan bireylerle kontrol grubunu oluşturan bireylere yapılan vHIT’te sağa ve sola doğru baş rotasyonları sırasında VOR kazancında anlamlı olmayan bir fark olduğu belirtilmiştir. (71). Benzer olarak çalışmamızda lateral ve LARP SSK düzlemlerinde asimetri değerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Aksine RALP SSK düzleminde düşük ve orta dereceli miyopisi olan grupta kontrol grubuna göre ve orta dereceli miyopisi olan grupta düşük dereceli miyopisi olan gruba göre daha yüksek asimetri değeri elde edilmiştir.

Sakkad varlığı yokluğu açısından incelendiğinde ise Judge ve ark. yaptığı çalışmada görme problemi olmayan ve görme problemi olan bireyler arasında anlamlı bir fark elde edilmemiştir (72). Benzer şekilde Dooren ve ark. tarafından refraktif kusuru olan ve normal görmeye sahip bireylere vHIT uygulandığı çalışmada sakkad varlığı gözlenmemiştir (71). Çalışmamızda düzeltici sakkad görünümü açısından kontrol grubu, düşük ve orta dereceli miyopisi olan gruplarda sakkad oluşumu gözlenmemiştir. Miyopisi olan bireylerde görme keskinliği azalmış olsa da sakkad oluşumuna sebep olacak bir patoloji bulunmaması sakkad görünümü açısından kontrol grubu ile miyopisi olan bireyler arasında fark oluşturmamıştır.

Literatür vHIT ve fHIT korelasyonu açısından incelendiğinde Versino ve ark. Vestibüler Nörinit hastası olan 27 bireyi akut fazda ve sonrasındaki 3 aylık dönemde değerlendirmişler ve tüm hastalarda etkilenen tarafta hem vHIT hem de fHIT sonuçlarını patolojik olarak elde etmişlerdir. Sonuçlarda fHIT ile elde edilen DCY değerinin vHIT ile

elde edilen VOR kazancından daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Asimetri değerleri açısından ise fHIT için hem başlangıçta hem de 3 ay sonraki dönemde vHIT'e göre daha yüksek değerlerde elde edilmiştir. Sonuç olarak 3 aylık takip sürecinde kompanzasyonun vHIT ve fHIT sonuçlarına yansıdığı ancak fHIT verilerinin vHIT verilerinden daha fazla anormallik tespit ettiği ve elde edilen sonuçlarda bir korelasyon gözlenmediği bildirilmiştir (73). Kirazlı ve Erbek tarafından yapılan bir çalışmada ise kronik tek taraflı vestibüler kaybı olan 48 hastaya ve sağlıklı 35 bireye vHIT ve fHIT uygulanmıştır. Kronik tek taraflı vestibüler kaybı olan hastaların olduğu grupta lateral ve posterior SSK düzleminde fHIT DCY ortalaması ile vHIT SSK kazanç değeri ortalaması arasında orta derecede anlamlı pozitif korelasyon elde etmişlerdir. Anterior SSK düzleminde fHIT DCY ortalaması ile vHIT SSK kazanç değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı zayıf pozitif korelasyon elde etmişlerdir. Kontrol grubunda ise tüm SSK düzlemlerinde fHIT DCY değerleri ile vHIT SSK kazanç değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (74). Martellucci ve ark. tarafından aşırı alkol tüketiminin VOR üzerinde etkisinin araştırıldığı çalışmada alkol alımı öncesi ve alkol alımı sonrası vHIT ve fHIT kullanılarak VOR değerlendirilmesi yapılmıştır. vHIT'te alkol alımı öncesi tüm bireylerde normal VOR kazancı elde edilmiş, alkol alımından 390 dakika sonra ise tüm bireylerde ortalama VOR kazancının azaldığı bildirilmiştir. vHIT'te kazanç asimetrisi açısından anlamlı bir fark elde edilmemiştir. Alkol alımı sonrasında fHIT değerlerinde belirgin bir azalma olduğu ancak sadece dört bireyde patolojik değerler elde edilirken sadece dokuz bireyde başlangıç testine kıyasla aynı sayıda optotipi tanıyamadığı gözlenmiştir. Bu sonuçlar ışığında vHIT, VOR davranışını matematiksel bir modele göre ölçen objektif bir ölçü verir ancak motor yanıtın işlevsel etkinliği hakkında doğrudan bilgi vermemektedir. Ayrıca fHIT sonuçları yalnızca açısal VOR'un bir optotipi tanımlaması için hareket üretme yeteneğinden değil, aynı zamanda onu tanıma yeteneğinden de etkilenir. Dolayısıyla hem optik yolların hem de bilişsel mekanizmaların işlevsel bütünlüğüne bağlıdır. Bu sebeple, fHIT'in yalnızca vestibüler mekanizmalar tarafından koşullandırılmaması, sonuçların vHIT ile tutarsızlığını açıklayabilir (75). Çalışmamızda yalnızca kontrol grubunda fHIT lateral SSK $4000^{\circ}/s^2$ DCY değeri ile vHIT lateral SSK kazanç değeri arasında pozitif yönde orta düzeyde istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur. Diğer tüm vHIT SSK kanal düzlemlerinde ve fHIT doğru cevap yüzdesi değerlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.

Düşük ve orta dereceli miyopisi olan bireylerde VOR'un farklı test yöntemleriyle değerlendirildiği çalışmamızda refraktif kusuru olan bireylerin ameliyat sonrası VOR

fonksiyonlarının değerlendirilmemesi ve gözlük veya lens ile refraktif düzeltme yapıldıktan sonra uygulanan test yöntemleri ile test tekrarı yapılarak VOR fonksiyonlarının karşılaştırılmasının yapılmaması çalışmamızın sınırlılığıdır.

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre miyopi SVA'yı ve fonksiyonel VOR'u etkilemektedir. Ayrıca fHIT sonuçlarında miyopi derecesinin artışı ile DCY değerinin azaldığı gözlendi. Ancak miyopinin vHIT SSK kazanç değerlerini etkilemediği gözlendi. Refraktif kusur vHIT VOR kazancını etkilememektedir ancak optotipin tanınmasını yani fHIT DCY değerlerini olumsuz etkilemiştir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Miyopinin VOR üzerine etkisinin vHIT ve fHIT ile değerlendirildiği çalışmamızın sonuçları aşağıda yer almaktadır:

- Düşük ve orta dereceli miyopisi olan bireylerin SVA değerleri kontrol grubuna göre, orta dereceli miyopisi olan bireylerin SVA değerleri düşük dereceli miyopisi olan bireylere göre daha düşük değerlerde elde edilmiştir.
- vHIT lateral ve posterior SSK kazanç değerlerine göre gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Ancak anterior SSK kazanç değerleri düşük ve orta dereceli miyopisi olan grupta kontrol grubuna göre, orta dereceli miyopisi olan grupta ise düşük dereceli miyopisi olan gruba göre daha düşük elde edilmiştir. Daha düşük elde edilen kazanç değerleri normal sınırlar içinde yer almaktadır.
- vHIT lateral ve LARP SSK düzlemlerinde kazanç asimetrisi değerine göre gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Ancak RALP SSK düzleminde düşük ve orta dereceli miyopisi olan grupta kontrol grubuna göre, orta dereceli miyopisi olan grupta ise düşük dereceli miyopisi olan gruba göre daha yüksek kazanç asimetrisi değeri saptanmıştır.
- fHIT lateral SSK $4000^{\circ}/s^2$ ve $5000^{\circ}/s^2$ DCY değerlerine göre orta dereceli miyopisi olan grupta kontrol grubu ile düşük dereceli miyopisi olan gruba göre daha düşük değerler elde edilmiştir. $6000^{\circ}/s^2$ ve toplam DCY değerlerine göre orta dereceli miyopisi olan grupta kontrol grubuna göre daha düşük değerler elde edilmiştir.
- fHIT anterior SSK $3000^{\circ}/s^2$ ve $6000^{\circ}/s^2$ DCY değerlerine göre gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. $4000^{\circ}/s^2$ ve $5000^{\circ}/s^2$ DCY değerlerine göre orta dereceli miyopisi olan grupta kontrol grubuna göre daha düşük değerler elde edilmiştir. Toplam DCY değerine göre orta dereceli miyopisi olan grupta kontrol grubuna ve düşük dereceli miyopisi olan gruba göre daha düşük değerler elde edilmiştir.
- fHIT posterior SSK $3000^{\circ}/s^2$ ve $4000^{\circ}/s^2$ DCY değerlerine göre orta dereceli miyopisi olan grupta kontrol grubuna göre daha düşük değerler elde edilmiştir. $5000^{\circ}/s^2$, $6000^{\circ}/s^2$ ve toplam DCY değerlerine göre orta dereceli

miyopisi olan grupta kontrol grubu ve düşük dereceli miyopisi olan gruba göre daha düşük değerler elde edilmiştir.

- Kontrol grubunda fHIT lateral SSK $4000^{\circ}/s^2$ DCY değeri ile vHIT lateral SSK kazanç değeri arasında pozitif yönde orta düzeyde istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmıştır. Kontrol grubunda fHIT lateral SSK $5000^{\circ}/s^2$, $6000^{\circ}/s^2$ ve toplam DCY değeri ile vHIT lateral SSK kazanç değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır.
- Düşük ve orta dereceli miyopisi olan grupta fHIT lateral SSK $4000^{\circ}/s^2$, $5000^{\circ}/s^2$, $6000^{\circ}/s^2$ ve toplam DCY değeri ile vHIT lateral SSK kazanç değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır.
- Kontrol grubu, düşük dereceli miyopisi olan grup ve orta dereceli miyopisi olan grup arasında fHIT posterior SSK $3000^{\circ}/s^2$, $4000^{\circ}/s^2$, $5000^{\circ}/s^2$, $6000^{\circ}/s^2$ ve toplam DCY değeri ile vHIT posterior SSK kazanç değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır.
- Kontrol grubu, düşük dereceli miyopisi olan grup ve orta dereceli miyopisi olan grup arasında fHIT anterior SSK $3000^{\circ}/s^2$, $4000^{\circ}/s^2$, $5000^{\circ}/s^2$, $6000^{\circ}/s^2$ ve toplam DCY değeri ile vHIT anterior SSK kazanç değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır.

Çalışmamız, miyopisi olan bireyler ile normal görmeye sahip bireylerin vHIT ve fHIT ile birlikte değerlendirildiği tek çalışmadır. Miyopi ve diğer refraktif kusurların VOR’u ve görme keskinliğini değerlendiren testler üzerindeki etkisi farklı çalışmalarda araştırılmıştır. Ancak miyopi dışında diğer refraktif kusurların dışlanarak vHIT ve fHIT ile birlikte değerlendirilmesi literatüre önemli katkılar sunacaktır. Çalışmamız, miyopinin görme keskinliği, VOR kazancı ve fonksiyonel VOR’u etkilemesinin değerlendirilmesi açısından literatüre katkı sağlamıştır. İleri çalışmalarda diğer refraktif kusurlarında görme keskinliğine etkisi dikkate alınarak farklı grupların ele alındığı daha geniş popülasyonlarda bu parametrelerin değerlendirilmesi planlanabilir.

KAYNAKLAR

1. Lens A, Nemeth SC, Ledford JK. Ocular anatomy and physiology, Slack Incorporated, 2008.
2. Atchison D. Optics of the Human Eye, CRC Press, 2023.
3. Denniston A, Murray P. Oxford Handbook of Ophthalmology, OUP Oxford, 2014.
4. Ökcü Ö, Demircan EN. Gözün refraksiyon kusurlarında uygulanabilecek farklı göz egzersizleri. İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi. 2023;8(3):1081-5.
5. Baird PN, Saw S-M, Lanca C, Guggenheim JA, Smith III EL, Zhou X, et al. Myopia. Nat Rev Dis Primers. 2020;6(1):99.
6. De Jong PT. Myopia: its historical contexts. Br J Ophthalmol. 2018.
7. Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, Jong M, Naidoo KS, Sankaridurg P, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. Ophthalmology. 2016;123(5):1036-42.
8. Luo HD, Gazzard G, Liang Y, Shankar A, Tan DT, Saw SM. Defining myopia using refractive error and uncorrected logMAR visual acuity > 0.3 from 1334 Singapore school children ages 7–9 years. Br J Ophthalmol. 2006;90(3):362.
9. Quevedo L, Aznar-Casanova JA, Silva JAd. Dynamic visual acuity. Trends in Psychology. 2018;26:1267-81.
10. Chen G, Zhang J, Qiao Q, Zhou L, Li Y, Yang J, et al. Advances in dynamic visual acuity test research. Front Neurol. 2023;13:1047876.
11. Peters BT, Mulavara AP, Cohen HS, Sangi-Haghpeykar H, Bloomberg JJ. Dynamic visual acuity testing for screening patients with vestibular impairments. J Vestib Res. 2012;22(2-3):145-51.
12. Fetter M. Vestibulo-ocular reflex. Neuro-Ophthalmology. 2007;40:35-51.
13. Brosel S, Strupp M. The vestibular system and ageing. Biochemistry and Cell Biology of Ageing: Part II Clinical Science. 2019:195-225.
14. Mahfuz MM, Millar JL, Schubert MC. Repeated video head impulse testing in patients is a stable measure of the passive vestibulo-ocular reflex. J Otol. 2021;16(3):128-37.

15. MacDougall H, Weber K, McGarvie L, Halmagyi G, Curthoys I. The video head impulse test: diagnostic accuracy in peripheral vestibulopathy. *Neurology*. 2009;73(14):1134-41.
16. Herdman SJ. Computerized dynamic visual acuity test in the assessment of vestibular deficits. *Handbook of Clinical Neurophysiology*. 2010;9:181-90.
17. Goebel JA, Tungsiripat N, Sinks B, Carmody J. Gaze stabilization test: a new clinical test of unilateral vestibular dysfunction. *Otol Neurotol*. 2007;28(1):68-73.
18. Pritcher MR, Whitney SL, Marchetti GF, Furman JM. The influence of age and vestibular disorders on gaze stabilization: a pilot study. *Otol Neurotol*. 2008;29(7):982-8.
19. Versino M, Colagiorgio P, Sacco S, Colnaghi S, Quagliari S, Manfrin M, et al. Reading while moving: the functional assessment of VOR. *J Vestib Res*. 2014;24(5-6):459-64.
20. Nakatsuka M, Ueda T, Nawa Y, Yukawa E, Hara T, Hara Y. Effect of static visual acuity on dynamic visual acuity: A pilot study. *Percept Mot Skills*. 2006;103(1):160-4.
21. Fergenson P, Suzansky J. An investigation of dynamic and static visual acuity. *Perception*. 1973;2(3):343-56.
22. Kaplan HJ. Anatomy and function of the eye. *Immune Response and the Eye*. 2007;92:4-10.
23. Harb EN, Wildsoet CF. Origins of refractive errors: environmental and genetic factors. *Annu Rev Vis Sci*. 2019;5:47-72.
24. Morgan IG, French AN, Ashby RS, Guo X, Ding X, He M, Rose KA. The epidemics of myopia: aetiology and prevention. *Prog Retin Eye Res*. 2018;62:134-49.
25. Flitcroft DI, He M, Jonas JB, Jong M, Naidoo K, Ohno-Matsui K, et al. IMI–Defining and classifying myopia: a proposed set of standards for clinical and epidemiologic studies. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2019;60(3):M20-M30.
26. Jacobson GP, Shepard NT, Barin K, Janky K, McCaslin DL. *Balance Function Assessment and Management*, Plural Publishing, 2020.
27. Khan S, Chang R. Anatomy of the vestibular system: a review. *NeuroRehabilitation*. 2013;32(3):437-43.
28. Fife TD. Overview of anatomy and physiology of the vestibular system. *Handbook of Clinical Neurophysiology*. 2010;9:5-17.

29. Mohamed EHS, Ibraheem WM, Gad NH. Anatomy and physiology of vestibular system. *NeuroQuantology*. 2022;20(19):4678.
30. Zaleski-King AC, Lai W, Sweeney AD. Anatomy and physiology of the vestibular system. *Diagnosis and Treatment of Vestibular Disorders*. 2019:3-16.
31. Herdman SJ, Clendaniel R. *Vestibular rehabilitation*, FA Davis, 2014.
32. Baloh R, Kerber K. *Baloh and Honrubia's Clinical Neurophysiology of the Vestibular System*, Fourth Edition, Oxford University Press, 2010.
33. Deans MR. Conserved and divergent principles of planar polarity revealed by hair cell development and function. *Front Neurosci*. 2021;15:742391.
34. Vincent R, Isildak H, Teixido M. Anatomy and Embryology of the Vestibular Apparatus. *Manual of Pediatric Balance Disorders*. 2020;1.
35. Goldberg JM, Fernandez C. Physiology of peripheral neurons innervating semicircular canals of the squirrel monkey. I. Resting discharge and response to constant angular accelerations. *J Neurophysiol*. 1971;34(4):635-60.
36. Santos CF, Belinha J, Gentil F, Parente M, Jorge RN. An alternative 3D numerical method to study the biomechanical behaviour of the human inner ear semicircular canal. *Acta Bioeng Biomech*. 2017;19(1):3-15.
37. Tascioglu AB. Brief review of vestibular system anatomy and its higher order projections. *Neuroanatomy*. 2005;4(4):24-7.
38. Hain TC, Helminski JO. Anatomy and physiology of the normal vestibular system. *Vestibular Rehabilitation*. 2007;1(1):2.
39. Bagger-Sjöbäck D, Brodal A, Cohen B, Dohlman G, Fredrickson J, Gacek R, et al. Anatomy of the vestibular nuclei and their connections. *Vestibular System Part 1: Basic Mechanisms*. 1974:239-352.
40. Kim MJ, Kim M. Acute vestibular neuritis and Ramsay-Hunt Syndrome. *Research in Vestibular Science*. 2016;15(4):112-20.
41. Bogle JM, Burkard RF. *Practical Anatomy and Physiology of the Vestibular System, Balance Function Assessment and Management*, Plural Publishing, 2020;69.
42. Lee S, Abdel Razek O, Dorfman B. Vestibular system anatomy. Retrieved from: [Emedicine medscape com/article/883956-overview aw2aab6c10](https://www.emedicine.com/article/883956-overview-aw2aab6c10) Accessed August. 2011;30:2012.
43. Strominger NL, Demarest RJ, Laemle LB, Strominger NL, Demarest RJ, Laemle LB. *Cerebellum*. *Noback's Human Nervous System, Seventh Edition: Structure and Function*. 2012:307-20.

44. Bronstein A. Oxford Textbook of Vertigo and Imbalance, OUP Oxford, 2013.
45. Chan AH, Courtney AJ. Foveal acuity, peripheral acuity and search performance: A review. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 1996;18(2-3):113-9.
46. Eames TH. Correspondence between visual acuity, refractive error, and the speed of visual perception. *Br J Ophthalmol*. 1953;37(5):312.
47. Bailey IL, Lovie-Kitchin JE. Visual acuity testing. From the laboratory to the clinic. *Vision Res*. 2013;90:2-9.
48. Long GM, Zavod MJ. Contrast sensitivity in a dynamic environment: Effects of target conditions and visual impairment. *Hum Factors*. 2002;44(1):120-32.
49. Schrauf M, Stern C. The visual resolution of Landolt-C optotypes in human subjects depends on their orientation: the 'gap-down' effect. *Neurosci Lett*. 2001;299(3):185-8.
50. Ludvigh E. The effect of relative motion on visual acuity. *Surv Ophthalmol*. 1962;7:83-116.
51. Deshpande N, Tourtillott BM, Peters BT, Bloomberg JJ. Dynamic visual acuity (DVA) during locomotion for targets at near and far distances: effects of aging, walking speed and head-trunk coupling. *J Vestib Res*. 2013;23(4-5):195-201.
52. Palidis DJ, Wyder-Hodge PA, Fookien J, Spering M. Distinct eye movement patterns enhance dynamic visual acuity. *PloS one*. 2017;12(2):e0172061.
53. Straube A. Pharmacology of vertigo/nystagmus/oscillopsia. *Curr Opin Neurol*. 2005;18(1):11-4.
54. Schubert MC, Minor LB. Vestibulo-ocular physiology underlying vestibular hypofunction. *Phys Ther*. 2004;84(4):373-85.
55. Vital D, Hegemann SC, Straumann D, Bergamin O, Bockisch CJ, Angehrn D, et al. A new dynamic visual acuity test to assess peripheral vestibular function. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2010;136(7):686-91.
56. Chawla A, Abdurahiman R, Chokkalingam V. The video head impulse test: Our experience in 45 cases. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2018;70:498-504.
57. Seo YJ, Park YA, Kong TH, Bae MR, Kim SH. Head position and increased head velocity to optimize video head impulse test sensitivity. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2016;273:3595-602.
58. Patterson JN, Bassett AM, Mollak CM, Honaker JA. Effects of hand placement technique on the video head impulse test (vHIT) in younger and older adults. *Otol Neurotol*. 2015;36(6):1061-8.

59. Blödown A, Pannasch S, Walther LE. Detection of isolated covert saccades with the video head impulse test in peripheral vestibular disorders. *Auris Nasus Larynx*. 2013;40(4):348-51.
60. Romano F, Bertolini G, Agostino D, Straumann D, Ramat S, Feddermann-Demont N. Functional head impulse test in professional athletes: sport-specific normative values and implication for sport-related concussion. *Front Neurol*. 2019;10:387.
61. Emekci T, Erbek HS. The relationship between functional head impulse test and age in healthy individuals. *J Vestib Res*. 2022;32(2):123-34.
62. Ramaioli C, Cuturi LF, Ramat S, Lehen N, MacNeilage PR. Vestibulo-ocular responses and dynamic visual acuity during horizontal rotation and translation. *Front Neurol*. 2019;10:433979.
63. Chen T, Huang J, Yu Y, Tang X, Zhang C, Xu Y, et al. Sound-evoked responses in the vestibulo-ocular reflex pathways of rats. *Front Neurosci*. 2021;15:741571.
64. Wang Y, Guo Y, Wei S, Wu T, Yuan Y, Zhang Y, et al. Dynamic visual acuity after small incision lenticule extraction for myopia patients. *Percept Mot Skills*. 2023;130(1):403-18.
65. Cengiz DU, Erbek HS, Çolak SC, Kurtcu B, Demirel Birişik S, Karababa E, et al. Evaluation of vestibulo-ocular reflex with functional head impulse test in healthy individuals: normative values. *Front Neurol*. 2023;14:1300651.
66. Wang Y, Guo Y, Wei S, Yuan Y, Wu T, Zhang Y, et al. Binocular dynamic visual acuity in eyeglass-corrected myopic patients. *J Vis Exp*. 2022(181):e63864.
67. Kim Y-C, Park S-W, Shim H-S. Characteristics of dynamic and kinetic visual acuity in young myopic eyes. *한국안광학회지*. 2017;22(4):427-33.
68. Ao M, Li X, Huang C, Hou Z, Qiu W, Wang W. Significant improvement in dynamic visual acuity after cataract surgery: a promising potential parameter for functional vision. *PLoS One*. 2014;9(12):e115812.
69. Jorge J, Jorge JP. Relationship between dynamic visual acuity and static visual acuity, refractive error, and binocular vision in elite soccer players. *Clin Exp Optom*. 2024:1-6.
70. Fogt JS, Weisenberger K, Fogt N. Visual performance with multifocal contact lenses and progressive addition spectacles. *Cont Lens Anterior Eye*. 2022;45(4):101472.

71. Van Dooren T, Lucieer F, Janssen A, Kingma H, Van de Berg R. The video head impulse test and the influence of daily use of spectacles to correct a refractive error. *Front Neurol*. 2018;9:125.
72. Judge PD, Rodriguez AI, Barin K, Janky KL. Impact of target distance, target size, and visual acuity on the video head impulse test. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2018;159(4):739-42.
73. Versino M, Colnaghi S, Corallo G, Mandalà M, Ramat S. The functional head impulse test: Comparing gain and percentage of correct answers. *Prog Brain Res*. 2019;248:241-8.
74. Kirazlı G, Erbek HS. A comparison of the video head impulse test and the functional head impulse test in chronic unilateral vestibular loss. *J Laryngol Otol*. 2024;138(1):43-51.
75. Martellucci S, Ralli M, Attanasio G, Russo FY, Marcelli V, Greco A, et al. Alcohol binge-drinking damage on the vestibulo-oculomotor reflex. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2021;278:41-8.

EKLER

EK-1. Özgeçmiş



EK-2. Etik Kurul İzni



EK-3. Kurum İzni



EK-4. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu









EK-5. Demografik Veri Formu

Demografik Veri Formu

Bu araştırma miyopi tanısı almış bireylerde miyopinin VOR üzerine etkisini değerlendirmek amacıyla yapılacaktır. Aşağıda yer alan bilgileri uygun şekilde doğru ve eksiksiz olarak doldurmanız araştırmaya ışık tutacaktır. Katkılarınızdan dolayı teşekkür ederiz.

İnönü Üniversitesi
Odyoloji Yüksek Lisans Öğrencisi

Tarih...../...../.....

Bireyin;

Adı Soyadı:

1. Yaşı:
2. Cinsiyeti: 1. Kadın 2. Erkek
3. Miyopi derecesi:
4. Görme kaybı şikâyeti ne zamandan beri mevcut:
5. Şu an mevcut olduğu derece ne zamandır aynı:
6. Statik Görme Keskinliği:

EK-6. Mini Mental Durum Testi

Mini Mental Durum Testi

Mini-Mental State Examination (MMSE)

Hastanın Adı Soyadı: _____ Tarih: ____/____/____

Oryantasyon (Her doğru cevap 1 puan, toplam 10 puan)		
	Puan	Puan
Hangi yıl içindeyiz?	_____	_____
Hangi mevsimdeyiz?	_____	_____
Hangi aydayız?	_____	_____
Bugün ayın kaç?	_____	_____
Hangi gündeysiniz?	_____	_____
Hangi ülkede yaşıyoruz?	_____	_____
Şu an hangi şehirde bulunmaktasınız?	_____	_____
Şu an bulunduğunuz semt neresidir?	_____	_____
Şu an bulunduğunuz bina neresidir?	_____	_____
Şu an bu binada kaçınıcı kattasınız?	_____	_____
Oryantasyon Bölüm Toplamı (0-10): _____		

Kayıt Hafızası (Toplam puan 3)	Puan
• Size birazdan söyleyeceğim üç ismi dikkatlice dinleyip ben bitirdikten sonra tekrarlayın (Masa, Bayrak, Elbise) (20 sn. süre tanınır). Her doğru isim 1 puan.	_____

Dikkat ve Hesap Yapma (Toplam puan 5)	Puan
• 100'den geriye doğru 7 çıkartarak gidin. Dur deyinceye kadar devam edin. (Her doğru işlem 1 puan: 100, 93, 86, 79, 72, 65)	_____

Hatırlama (Toplam puan 3)	Puan
• Yukarıda tekrar ettiğiniz kelimeleri tekrar söyleyin (Masa, Bayrak, Elbise) (Her kelime 1 puan)	_____

Lisan (Toplam puan 9)	Puan
a. Bu gördüğünüz nesnelerin isimleri nedir? (saat, kalem) 1'er puan, toplam 2 puan (20 saniye süre ver)	_____
b. Şimdi size söyleyeceğim cümleyi dikkatle dinleyin ve ben bitirdikten sonra tekrar edin. "Eğer ve fakat istemiyorum" (10 saniye süre ver) 1 puan	_____
c. Şimdi sizden bir şey yapmanızı isteyeceğim, beni dikkatle dinleyin ve söylediğimi yapın. "Masada duran kâğıdı elinizle alın , iki elinizle ikiye katlayın ve yere bırakın lütfen" Toplam puan: 3, süre: 30 sn. her bir doğru işlem: 1 puan	_____
d. Şimdi size bir cümle vereceğim. Okuyun ve yazıda söylenen şeyi yapın. (1 puan) -Bir kâğıda "GÖZLERİNİZİ KAPATIN" yazıp hastaya gösterin-	_____
e. Şimdi vereceğim kâğıda aklınıza gelen anlamlı bir cümleyi yazın (1 puan)	_____
f. Size göstereceğim şeklin aynısını çizin; aşağıdaki şekli arka sayfaya (1 puan)	_____

Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR (1975) J Psychiatr Res. 12(3):189-98.



Toplam Puan (0-30): _____