

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZYOLOJİ ANA BİLİM DALI

138555

**EGZERSİZİN SPORCU VE SEDANTERLERDE GÖZ İÇİ
BASINCINA OLAN ETKİLERİ**

T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON BİRİMİ

138555

Havva DEMİREL

**Tez Yöneticisi
Prof. Dr. Şenol DANE**

**Yüksek Lisans Tezi
ERZURUM – 2002**

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

EGZERSİZİN SPORCU VE SEDANTERLERDE GÖZ İÇİ BASINCINA
OLAN ETKİLERİ

Arş.Gör. Havva DEMİREL

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih	: 14.11.2002
Tezin Sözlü Savunma Tarihi	: 03.12.2002
Tez Danışmanı	: Prof.Dr. Şenol DANE
Jüri Üyesi	: Prof.Dr. Sedat AKAR Y Yrd.Doç. Dr.Neslihan ASTAM
Jüri Üyesi	: Doç. Dr. Orhan BAYKAL
Jüri Üyesi	: Yrd.Doç. Dr. İbrahim KOÇER
Jüri Üyesi	: Yrd.Doç. Dr. Kenan GÜMÜŞTEKİN

Enstitü Müdürü : Doç. Dr. Adnan TEZEL

Kasım 2002
ERZURUM

İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFA :</u>
İÇİNDEKİLER	I
TABLolar DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ	V
TEŞEKKÜR	VI
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII

1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. EGZERSİZ VE SOLUNUM	2
2.1.1. Egzersizin Solunuma Etkileri	2
2.1.2. Solunumun Düzenlenmesi ve Kimyasal Kontrolü	4
2.1.3. Egzersizde Ventilasyon	5
2.1.3.1. Egzersiz Öncesi Ventilasyon	6
2.1.3.2. Egzersiz Sırasında Ventilasyon	6
2.1.3.3. Egzersiz Sonrası Ventilasyon	6
2.2. GÖZ İÇİ ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ	7
2.2.1. Anatomik Yapılar	7
2.2.1.1. Retina	8
2.2.1.2. Reseptörler	9
2.2.2. Görüntü Oluşturma Mekanizması	9
2.2.2.1. Optiğin İlkeleri	10
2.2.2.2. Uyum (Akomodasyon)	10
2.2.2.3. Diğer Pupil Refleksleri	11
2.2.2.4. Görüntü Oluşturma Mekanizmasının	
Sık Rastlanan Kusurları	12
2.2.3. Foto Reseptör Mekanizması	12
2.2.3.1. Görüntü Oluşumu	13

2.2.3.2. Elektoretinogram	14
2.2.4. Görme Yolları ve Korteksteki Yanıtlar	14
2.2.4.1. Kortekse Giden Yollar	14
2.2.4.2. Görme Korteksi	15
2.2.5. Görme İşlevinin Diğer Yönleri	17
2.2.5.1. Karanlığa Uyum	17
2.2.5.2. Vitamin Eksikliğinin Göze Etkisi	18
2.2.5.3. Görme Keskinliği	18
2.2.5.4. Kaynaşmanın Kritik Frekansı	19
2.2.6. Gözün Sıvı Sistemi – Göz İç Sıvıları	19
2.2.6.1. Humör Aközün Silyer Cisimler Tarafından Üretimi	20
2.2.6.2. Humör Aközün Gözden Dışarı Akışı	21
2.2.6.3. Göz İç (İntraoküler) Basıncı	22
2.2.6.4. Göz İç Basıncının Klinik Önemi	22
2.2.6.5. Göz İç Basıncının Ölçümü ve Ölçümünde Kullanılan Aletler	24
2.2.6.6. Göz İç Basıncının Günlük Seyri	26
2.3. GLOKOMLAR VE TANI	26
2.3.1. Glokomun Sınıflandırılması	26
2.3.2. Glokomda Tedavi	28
3. MATERYAL VE METOD	30
3.1. Denekler	30
3.2. Deneyde Kullanılan Ölçüm Aletleri ve Materyaller	30
3.3. Deneyin Yapılışı	31
3.4. İstatistiksel Analiz	31
4. BULGULAR	32
4.1. Tüm deneklerde İstirahat, Egzersizden Hemen Sonra 30 Dk.Sonra ve 2 Saat sonra Sağ ve Sol Göz İntraoküler Basınç Değerleri (mm.Hg.)	32
4.2. Tüm Deneklerde Sağ Göz İntraoküler Basınç Değerlerinin İstirahat ve Egzersiz Sonrası İstatistiksel Karşılaştırılması	33
4.3. Tüm Deneklerde Sol Göz İntraoküler Basınç Değerlerinin İstirahat ve Egzersiz Sonrası İstatistiksel Karşılaştırılması	33

4.4. Tüm Sporcularda İstirahat, Egzersizden Hemen Sonra 30 dk.Sonra ve 2 saat sonra Sağ ve Sol Göz İntraoküler Basınç Değerleri	34
4.5. Sporcularda Sağ Göz İntraoküler Basınç Değerlerinin İstirahat ve Egzersiz Sonrası İstatistiksel Karşılaştırılması	36
4.6. Sporcularda Sol Göz İntraoküler Basınç Değerlerini İstirahat ve Egzersiz Sonrası İstatistiksel Karşılaştırılması	36
4.7. Sedanterlerde İstirahat, Egzersizden Hemen Sonra, 30 dk.Sonra ve 2 saat Sonra Sağ ve Sol Göz İntraoküler Basınç Değerleri	37
4.8. Sedanterlerde Sağ Göz İntraoküler Basınç Değerlerinin İstirahat ve Egzersiz Sonrası İstatistiksel Karşılaştırılması	39
4.9. Sedanterlerde Sol Göz İntraoküler Basınç Değerlerinin İstirahat ve Egzersiz Sonrası İstatistiksel Karşılaştırılması	40
5. TARTIŞMA	41
5.1. Tüm Denekler	41
5.2. Sedanterler	42
5.3. Sporcular	42
6. KAYNAKLAR	44

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1: Tüm deneklerde İstirahat, Egzersizden Hemen Sonra 30 Dk.Sonra ve 2 Saat sonra Sağ ve Sol Göz İntraoküler Basınç Değerleri (mm.Hg.)	32
Tablo 2: Tüm Deneklerde Sağ Göz İntraoküler Basınç Değerlerinin İstirahat ve Egzersiz Sonrası İstatistiksel Karşılaştırılması	33
Tablo 3: Tüm Deneklerde Sol Göz İntraoküler Basınç Değerlerinin İstirahat ve Egzersiz Sonrası İstatistiksel Karşılaştırılması	34
Tablo 4: Tüm Sporcularda İstirahat, Egzersizden Hemen Sonra 30 dk.Sonra ve 2 saat sonra Sağ ve Sol Göz İntraoküler Basınç Değerleri	35
Tablo 5: Sporcularda Sağ Göz İntraoküler Basınç Değerlerinin İstirahat ve Egzersiz Sonrası İstatistiksel Karşılaştırılması	36
Tablo 6: Sporcularda Sol Göz İntraoküler Basınç Değerlerini İstirahat ve Egzersiz Sonrası İstatistiksel Karşılaştırılması	37
Tablo 7: Sedanterlerde İstirahat, Egzersizden Hemen Sonra, 30 dk.Sonra ve 2 saat Sonra Sağ ve Sol Göz İntraoküler Basınç Değerleri	38
Tablo 8: Sedanterlerde Sağ Göz İntraoküler Basınç Değerlerinin İstirahat ve Egzersiz Sonrası İstatistiksel Karşılaştırılması	39
Tablo 9: Sedanterlerde Sol Göz İntraoküler Basınç Değerlerinin İstirahat ve Egzersiz Sonrası İstatistiksel Karşılaştırılması	40

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1:	Solunum sisteminin fizyolojik anatomisi.	2
Şekil 2.2:	Sıvının göz içinde oluşumu ve akımı.	20
Şekil 2.3:	Humör aközün olduğu silyer çıkıntı.	20
Şekil 2.4:	Ön kamera açısı ve humör aközün dolanımı.	22
Şekil 2.5:	Çökertici tonometre ve uygulanişı.	24
Şekil 2.6:	Düzleştirici tonometre ve uygulanişı.	25
Şekil 2.7:	Havalı tonometre	25
Şekil 2.8:	Göz içi basıncının günlük seyri.	26
Şekil 2.9:	Glokom çeşitlerinin sınıflandırılması.	27
Şekil 3.1 :	Koşu bandında maksimal kalp atım frekansına ulaşmak için egzersiz uygulaması.	30
Şekil 4.1:	Tüm deneklerde istirahat, egzersiz sonrası, egzersizden 30 dakika ve 2 saat sonraki sağ ve sol göz , göz içi basınç değerleri.	32
Şekil 4.2:	Sporcularda istirahat, egzersiz sonrası, egzersizden 30 dakika ve 2 saat sonraki sağ ve sol göz, göz içi basınç değerleri.	35
Şekil 4.3:	Sedanterlerde istirahat, egzersiz sonrası, egzersizden 30 dakika ve 2 saat sonraki sağ ve sol göz göz içi basınç değerleri.	38

TEŞEKKÜR

Öncelikle bu çalışmayı yaparken, her konuda yardımlarını ve rehberliğini esirgemeyen saygı değer tez yöneticisi hocam, Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Ana Bilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Şenol DANE'ye sonsuz şükranla teşekkür ederim.

Ayrıca bilgi birikimi ve deneyimlerinden yararlandığım Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Ana Bilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Sedat AKAR'a, Yrd. Doç. Dr. Mustafa GÜL'e, Yrd. Doç. Dr. Kenan GÜMÜŞTEKİN'e ve çalışmalarında bana maddi ve manevi her türlü desteğini esirgemeyen eşime teşekkür etmeyi bir borç bilirim.



ÖZET

EGZERSİZİN SPORCU VE SEDANTERLERDE GÖZ İÇİ BASINCI ÜZERİNE ETKİLERİ

Bu çalışma sporcu ve sedanterlerde egzersizin göziçi (intraoküler) basıncı üzerine olan etkilerinin araştırılması için yapıldı. Çalışmaya 11 kız, 19 erkek toplam 20 sporcu ve 10 kız, 15 erkek toplam 25 sedanter alındı.

Çalışmada önce tüm sporcu ve sedanterlerin istirahat göz içi basınç değerleri alındı. Ardından tüm sporcu ve sedanterler koşu bandına sıra ile alınarak maximum nabza ulaşılan dek egzersiz uygulandı. Koşu bandından alınan öğrencilerin egzersizden hemen sonra göz içi basınçları ölçüldü ve sırası ile egzersizden 30 dakika ve 2 saat sonra tekrar göz içi basınçları ölçüldü.

Tüm deneklerde istirahatte, egzersizden hemen sonra, 30 dakika ve 2 saat sonraki göz içi basınç değerleri açısından herhangi bir fark bulunmadı.

Sedanterlerde istirahatte egzersizden hemen sonra, 30 dakika ve 2 saat sonraki sağ ve sol göz içi basınç değerleri açısından herhangi bir fark bulunmadı. İstirahat değerlerine göre egzersizden hemen sonra, 30 dakika ve 2 saat sonraki değerlerin hem sağ göz hem de sol göz için istirahatte anlamlı olarak düştüğü bulundu. Ayrıca sedanterlerde egzersiz sonrasına göre egzersizden 30 dakika ve 2 saat sonraki değerlerin düşmediği yani anlamlı olarak artmadığı bulundu.

Sedanterlerde egzersizden 30 dakika sonraya göre 2 saat sonra herhangi bir fark olmadığı yani göz içi basıncının anlamlı artmadığı bulundu.

Sporcularda istirahat değerlerine göre egzersizden hemen sonra ve egzersizden 30 dakika sonraki değerlerin hem sağ hem de sol gözde anlamlı azaldığı bulundu. Ancak 2 saat sonraki değerlerin istirahat değerlerinden farksız olmadığı bulundu.

Bu sonuçlar ışığında, sporcularda egzersize bağlı göz içi basıncında ortaya çıkan düşme hızlı olmakta ancak kısa sürmektedir. Sedanterlerde ise düşme yavaş ancak uzun süreli olmaktadır.

SUMMARY

THE EFFECTS OF EXERCISE ON INTRAOCULAR PRESSURE IN SPORTSMEN AND SEDENTARY PEOPLE

This study was made to investigate the effects of exercise on intraocular pressure in athletes and sedentary people. Totally 20 athletes, 11 females and 19 males, and 25 sedentary people, 10 females and 15 males were included in the study.

First the intraocular pressure values of all the sportsmen and the sedentary people in relaxing time were taken. Afterwards, all the subjects were taken onto the treadmill in turn and were applied exercise until the maximum blood pressure level was reached. Intraocular pressures of the students were measured after they stepped down from the treadmill immediately after exercise and the intraocular pressure was taken again 30 minutes and 2 hours after the exercise respectively.

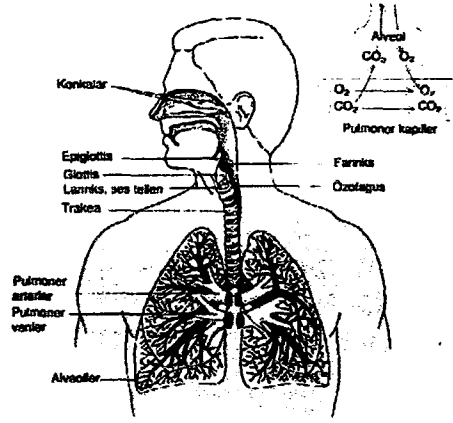
In sedentary people, the intraocular pressure values were found to decrease significantly both in the left eye and in the right eye immediately after, thirty minutes after and 2 hours after the exercise in terms of the relaxing time values. In addition, The values of 30 minutes and 2 hours after the exercise were found not to change, that is to say not to increase, significantly in the sedentary people. No difference was observed in the values of 2 hours following the 30 minutes after the exercise, that is, intraocular pressure was found not to be significant in sedentary people.

In athletes, the values observed immediately after and 30 minutes after the exercise were found to decrease significantly both in the left eye and in the right eye in terms of relaxing time. Yet, the values of 2 hours after the exercise were found not to be different from the values in the relaxing time.

In the light of these results, it was observed that the increase seen in intraocular pressure due to exercise in athletes was fast but it continued for a short time, and that the increase in the sedentary people was slow but it continued for a longer period of time.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. EGZERSİZ VE SOLUNUM



Şekil 2.1. Solunum sisteminin fizyolojik anatomisi

2.1.1. Egzersizin Solunuma Etkileri

Egzersizin dolaşım ve solunum sistemine yaptığı etkiler çok eskiden beri bilinmektedir.⁸⁻¹⁰ Önceki çalışmalar bu etkileri kalp hızı, kan basıncı, solunum hızı cevapları açısından değerlendirirken daha sonraki çalışmalarda araştırmacılar kateterizasyon ve radyonüklid yöntemlerle hemodinamik değişikliklerini de incelemişlerdir.¹¹

Egzersizler sırasında dokuların oksijen ihtiyacı arttıkça solunum sistemi ile vücuda giren O_2 miktarında da artış olur. Normal koşullarda akciğere alınan ve çıkarılan hava 500 ml. kadardır. Normal insanda dakika solunum frekansı da, 12 dir. Egzersiz sırasında soluk hacmi ve frekansının artması sonucunda solunum dakika hacmi artar ve organizmanın ihtiyacı olan O_2 sağlanmış olur.¹² Egzersize bağlı olarak dokuların O_2 ihtiyacı arttıkça buna paralel olarak solunum sisteminin organizmaya aldığı O_2 de artar ve bu O_2 yi dolulara taşıyacak olan dolaşım sisteminin faaliyetide o oranda artar. Solunum sistemi organizmaya fazla O_2 alsa dahi dolaşım sisteminin dokulara taşıyabileceği maksimal O_2 değeri sınırlıdır. Kalbin bir dakikada pompalayabileceği kan hacmi sınırlıdır. Sporcularda bu miktar sedantellere göre fazladır. Fakat solunum sistemi bu noktada bile organizmaya daha fazla O_2 alabilecek durumdadır. Bu ifadeden de anlaşılacağı gibi performansı sınırlayan solunum sistemi değil, dolaşım sistemidir.¹² Fakat organizmanın ihtiyacı olan O_2 'in alınmasını engelleyebilecek her türlü faktör sporcunun performansını olumsuz yönde etkileyecektir.

Egzersizde artan metabolizma için gerekli O_2 'i sağlamak için solunum hacmi ve frekansında artış meydana gelir. Maksimal egzersizlerde ventilasyon 20 L/dk gibi bir düzeye erişebilmekte, bu da solunum hacmi ve frekansında sağlanan artışla gerçekleştirilmektedir.¹³⁻¹⁶ Diğer taraftan aynı şiddetle yapılan egzersizlerde antrenmanlı sporcularda solunum dakika hacmi 200 L/dk ya çıkabilirken, normal kişilerde (sedanterlerde) 100 L/dk dir. Bu da antrenmanlı kişilerde antrenmanın solunum kaslarını kuvvetlendirmesine bağlıdır.⁸ Yapılan bir antrenmanda 20 haftalık bir antrenman ile solunum kaslarının dayanıklılığının %16 dolaylarında geliştirildiği belirlenmiştir.¹⁷ Ayrıca sporcular solunumu daha çok kanın solunumu ile yaparken, normal bireyler göğüs solunumu kullanırlar. Halbuki göğüs solunumu kanın solunumuna göre daha yorucudur.⁸ Erişkin bir kişide oksijen tüketimi 250 ml/dk 'dır. Antrenmansız bir kişide 3600 ml/dk , atletlerde 4000 ml/dk , maraton koşucularında 5100 ml/dk olacak şekilde artar. Antrenmanlarla solunum hacmi ve frekansında belirgin bir değişim meydana gelmektedir. Ancak antrenmanlarla max. VO_2 olarak adlandırılan dokulardaki maksimal aerobik metabolizmadaki oksijen tüketim hızında bir artış meydana gelmektedir. 7-13 haftalık bir antrenmanla max. VO_2 'de %10 'un üzerinde bir artış görülür.^{8,13,15,18,19} Kişi antrenmanlı olsa da , olmasada bir hastalık yoksa her zaman vücudun ihtiyacından çok daha fazla O_2 'i sağlayabilmektedir.⁸

Antrenmanın en belirgin etkisi sporcularda O_2 difüzyon kapasitesini arttırmaya yöneliktir. O_2 difüzyon kapasitesi, oksijenin alveollerden kana difüzyon hızının bir göstergesidir. Yapılan düzenli antrenmanlar ile sporcularda solunum volümü, istirahat ve submaksimal egzersizlerde pek değişmez ise de maksimal bir egzersizde belirgin artış görülür. Bu belirgin artış solunum frekansı ile solunum dakika volümünde de görülür.

Yapılan antrenmanlarla, alveoller etrafındaki kılcal damarların çaplarında ve gaz difüzyon özelliklerinde artma meydana gelir. Bu, daha fazla kanın oksijenle beslenmesini, dolayısı ile de oksijenden azami faydalanma durumunu doğurur.

Aerobik kapasite için, maksimal oksijen tüketimi (max VO_2) ve aerobik güç olmak üzere egzersiz fizyolojisinde aynı anlamda değişik terimler kullanılmaktadır.²⁰ Aerobik kapasite, maksimal egzersiz esnasında bir dakikada tüketilen maksimal oksijen miktarı olarak tanımlanmaktadır.¹⁴ Aerobik kapasite sporcuların egzersiz esnasında verimini belirleyen fizyolojik bir kriter olarak kabul edilebilir. Fizyolojik olarak maksimal dayanıklılık kişinin maksimal aerobik kapasitesi olarak da kabul edilmektedir. Max VO_2 kardiyovasküler dayanıklılığının da ölçөгüdür.¹¹ Kardiyovasküler dayanıklılık, O_2

taşınması, kalp akciğer sistemleri ve kasların O_2 kullanma kabiliyeti ile ilgilidir.²¹ Bir sporcunun max VO_2 si ne kadar yüksek ise o kadar uzun süreli egzersiz yapabilir.²²

2.1.2. Solunumun Düzenlenmesi ve Kimyasal Kontrolü

Solunumun esas amacı, dokularda oksijen, karbondioksit ve hidrojen iyonlarının uygun konsantrasyonlarını devam ettirmektir. Solunum aktivitesinin bunların her birindeki değişikliklere karşı oldukça duyar olması, bu amacı gerçekleştirme açısından bir avantajdır.²³

Karbondioksit veya hidrojen iyonlarının fazlalığı esas olarak kemosenzitif alanı uyarır. Sonuçta solunum kaslarına giden hem inspirasyon ve hem de ekspirasyon sinyalleri önemli ölçüde artar.

Diğer yandan oksijen, solunum kontrolü açısından beyindeki solunum merkezleri üzerine önemli direkt bir etkiye sahip değildir. Bunun yerine hemen hemen tamamıyla glomus aortikum ve glomus karotikomlarda bulunan periferik kemoreseptörler üzerine etki eder ve bunlar, solunum kontrolü için uygun sinirsel sinyalleri solunum merkezine iletirler.¹⁹

Kemoreseptörler solunum aktivitesinin düzenlenmesine yardımcı olmak üzere sinirsel sinyalleri beyindeki solunum merkezine ulaştırırlar. Kemoreseptörler venöz kanla değil, sürekli olarak arteriyel kanla temas halindedir ve PO_2 lan arteriyel PO_2 ile aynıdır. Arteriyel oksijen konsantrasyonu değişiklikleri bizzat solunum merkezini direkt olarak uyarma etkisine sahip değildir. Fakat arteriyel kanda oksijen konsantrasyonu normal değerinin altına düştüğünde, kemoreseptörler aşırı derecede uyanırlar.²⁴

Karbondioksit ve hidrojen iyon konsantrasyonunda bir artma kemoreseptörleri uyarır ve solunum aktivitesi indirekt bir şekilde artar. Bununla beraber bu iki etkinin bizzat solunum merkezi üzerine direkt etkisi kemoreseptörler yoluyla olan etkisinden çok daha güçlüdür. (yaklaşık yedi kat kadar güçlü) Bu yüzden bunların kemoreseptörler üzerinden olan indirekt etkisi pratik olarak ihmal edilebilir. Karbondioksite bağlı periferik uyanılma santral uyandan beş kat daha hızlıdır. Bu yüzden periferik kemoreseptörler egzersizin başlangıcında karbondioksite karşı cevap hızını artırabilir.²⁴

Şiddetli egzersizde, oksijen tüketimi ve karbondioksit üretimi yirmi kat kadar artabilir. Yine sağlıklı bir sporcuda metabolizma hızlandıkça alveoler ventilasyon da aynı oranda artar. Bu yüzden, arteriyel PO_2 , PCO_2 ve pH hemen hemen tamamıyla normal seviyede kalır. Egzersiz sırasındaki artmış ventilasyona neden olan faktörleri analiz ederken, bu durum egzersiz sırasında vücut sıvılarındaki CO_2 artışı, hidrojen iyonları artışı ve oksijen düşüşüne bağlanabilir. Oysa arteriyel PCO_2 , PH ve PO_2

ölçümleri genellikle anlamlı değişiklikler göstermez, bu yüzden bunların hiçbirini solunumu uyuracak değerlere ulaşmazlar.²³ Solunum miktarı vücudun metabolik ihtiyaçları doğrultusunda düzenlenmektedir. Bu yüzden metabolik bir ihtiyaç olduğunda solunum hızı (frekansı) ve derinliği (hacmi) 'nde artış meydana gelir.¹⁹ Solunum, pons ve medulla oblongatada (omurilik soğanında) yerleşmiş bulunan sinir hücrelerinin faaliyetleri ile düzenlenmektedir.²⁵⁻²⁷ Omurilik soğanında yer alan bu merkeze " Solunum Merkezi " denir.²⁷ Solunum merkezi direkt ve indirekt olarak kimyasal ve sinirsel yollarla uyanılmaktadır.²⁶

2.1.3. Egzersizde Ventilasyon

Sportif etkinlik sırasında dokuların O₂ gereksinimi arttıkça, solunum sisteminden vücuda gelen O₂ miktarının da artması gerekir.¹⁷ Egzersiz sırasında aktif dokuların O₂ ihtiyaçlarının karşılanabilmesi ve oluşan CO₂ fazlası ile ısıнын uzaklaştırılabilmesi için birçok kalp-damar ve solunum mekanizmalarının birbiriyle entegre şekilde çalışması zorunludur. Dolaşıma bağlı değişimler vücudun diğer bölümlerinde yeterli dolaşım sürdürülürken kas kan akımında artış şeklindedir. Ayrıca egzersiz yapan kasların kandan O₂ alışında bir artış görülmekte ve ventilasyondaki artış ile birlikte fazladan O₂ sağlanmakta, ısıнын bir kısmı ortadan kaldırılmakta ve CO₂ fazlalığı atılmaktadır.²³

Egzersizde akciğerden kana giren O₂ miktarı artar, çünkü her birim kana eklenen O₂ miktarı ve dakika başına akciğer kan akımı artar. Kan akımı 5.5 L/dk 'ya kadar yükselir ve alveolden kana oksijen difüzyonunun artışı ile birlikte kana daha çok O₂ verilir.²³ Normal istirahat şartlarında genç bir erişkin erkekte 250 ml/dk olan kana verilen O₂ miktarı egzersizde 1 L/dk 'ya kadar çıkarılabilir.¹⁸

Bu değer sedanterlerde 3 L/dk iken, maraton koşucularında ise 5 L/dk 'ya ulaşmaktadır.¹⁸ Buna bağlı olarak CO₂ atılımı da 200 ml/dk 'dan 8 ml/dk 'ya kadar yükselmektedir.

Egzersizde yükselen solunum dakika ventilasyonunun artışı yük altına giren kaslarda O₂ tüketimi ve CO₂ üretiminin artmasına bağlıdır. Solunum dakika ventilasyonunda meydana gelen artış O₂ tüketiminin artışından ziyade CO₂ üretiminde meydana gelen artışa bağlıdır.^{8,13,14,18,23} Egzersizde solunum frekansı ve derinliğinde solunum hacmi artışı meydana gelse de, sporcularda solunum frekansında fazla artış meydana gelmeden daha ziyade solunum derinliğinde artış görülmektedir.

Sporcular sedanterlere göre egzersiz esnasında daha düşük ventilasyona sahiptirler. Bu durum dayanıklılık sporlarında daha belirgindir.¹³ Egzersizde solunum hacminin ve frekansının artışı ile solunum dakika hacminde (dakika ventilasyonunda)

belirgin artış meydana gelir. Şiddetli maksimal egzersizde solunum frekansı dakikada 35-40 'a ulaşabilir. Solunum hacmi de yaklaşık 2L'yi bulabilir. Bununla birlikte solunum dakika hacmi 100 L üzerinde bir değere ulaşır ki, (erkeklerde 180 L/dk , bayanlarda 130 L/dk) bu da istirahat halinde 6 L/dk olan solunum hacminde meydana gelen 25-30 katlık bir artış gösterir.^{18,23,26} Ventilasyon sadece egzersizde değil egzersizden önce ve egzersizden sonra da artış gösterir.¹³

2.1.3.1. Egzersiz Öncesi Ventilasyon:

Egzersize başlamadan hemen önce ventilasyonda artış görülür. Bu artışa neden olarak serebral korteks (beyin kabuğu) den kaynaklanan uyanlar gösterilmektedir.^{13,26}

2.1.3.2. Egzersiz Sırasında Ventilasyon:

Egzersizin başlaması ile birlikte ilk birkaç saniye içerisinde meydana gelen hızlı artışın kas, tendon ve eklemlerdeki propioseptörlerden kaynaklanan afferent uyanlar ve psijik uyanlara bağlı olarak meydana geldiği varsayılmaktadır.²³

Egzersizin başlaması ile birlikte ventilasyonda meydana gelen artış kısa bir süre sonra kademeli bir artışa dönüşür. Bundan sonraki artış ise egzersizin şiddeti ile ilgilidir.²⁶

Orta dereceli (submaximal) bir egzersizde ventilasyon artışı büyük ölçüde solunum volümündeki artışa bağlıdır. Ventilasyondaki artış O₂ tüketimine bağlıdır ve O₂ tüketiminin ventilasyonla eşitlendiği noktada kararlı denge oluşur. Maximal egzersizlerde solunum volümündeki artışa solunum frekansında meydana gelen artışlarda eşlik eder.

Maximal egzersizlerde kararlı denge oluşmadığı gibi laktik asit ve CO₂ üretimindeki artışlara bağlı olarak ventilasyon daha da artar.⁸ Egzersizde meydana gelen ventilasyon artışından sorumlu olan CO₂ üretiminin artışı ve kimyasal uyanlardır.^{18,23,26,28}

2.1.3.3. Egzersiz Sonrası Ventilasyon:

Egzersiz biter bitmez ventilasyonda çok hızlı bir düşüş görülür. Çünkü; kas, tendon ve eklemdaki reseptörlerden kaynaklanan sinir uyanları durmuştur.

Bu hızlı düşüş yerini yavaş ve dereceli bir düşüşe bırakmıştır. Egzersiz ne kadar şiddetli ise ventilasyonun istirahat düzeyine dönüşü o kadar geç olur.¹³

Egzersiz sonrasında solunum frekansı O_2 borcu ödeninceye kadar bazal düzeye inmez. Egzersiz sonrası solunumu etkileyen O_2 ve CO_2 değil bilakis laktik asit birikiminden dolayı hidrojen iyonu yoğunluğudur. Laktik asit ve dolayısıyla hidrojen iyonlarının uzaklaştırılmasıyla birlikte solunum fonksiyonları da bazal şartlara döner.²³ Toparlanma ve oksijen bahsinde ayrıntılı olarak izah edildiği gibi ventilasyon egzersiz sonrası oksijen borcu ödeninceye kadar istirahat düzeyine dönmez.

2.2. GÖZ İÇİ ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ

2.2.1. Anatomik Yapılar

Göz içi dıştaki koruyucu tabakası sklera, ışınların göze girdiği saydam kornea'yı oluşturmak için öne doğru bombelenmiştir. Skleranın iç tarafındaki koroid göz içi küresindeki yapıları besleyen birçok kan damarı içeren pigmentli bir tabakadır. Koroidin arka üçte ikisinde uzanan retina, almaç hücreleri içeren nöral dokudur.

Berrak lens, dairesel lens ligamanı (zonül) tarafından yerinde tutulan saydam bir yapıdır. Zonül koroidin kalınlaşmış ön kısmı olan siliyer cisim'e tutunmuştur. Siliyer cisim, korneoskleral kavşağa yakın tutunan longitudinal ve sirküler kas lifleri içerir. Lensin önündeki kısım, gözün renkli kısmı olan pigmentli ve opak iris'dir. İris, pupil'i genişleten radyal ve daraltan sirküler kas lifleri içerir. Pupil çapındaki değişimler retinaya ulaşan ışık miktarında beş kattan fazla değişikliğe neden olabilir.

Lens ve retina arasındaki boşluk, birincil olarak vitreus (humör vitröz) denilen berrak jelatinismi madde ile doludur. Humör aköz denilen berrak bir sıvı sızma ve etkin taşımayla siliyer cisimde üretilir ve gözün ön kamarasını doldurmak için pupilden akar. Bu sıvı, normal olarak trabekül ağzından, iris ve kornea arasındaki kavşakta (ön kamara açısı) bulunan venöz kanal yani schlemm kanalına geri emilir. Bu çıkışın tıkanması göz içi basıncında artışa ve ciddi bir göz içi hastalığı olan glokoma neden olur. Olayın bir nedeni trabekülün azalmış geçirgenliği (geniş açılı glokom) iken bir diğer nedeni irisin açığı kapatacak şekilde ileri hareketidir (dar açılı glokom). Glokom, normal sınırlar arasındaki (10-20 mmHg) göz içi basıncı ile de oluşabilir. Bu gibi durumlarda glokomun ortaya çıkış nedeni, optik sinir başındaki bağ dokusu değişikliklerinin retinal sinir liflerini basınçla oluşacak hasara karşı daha duyarlı yapmasıdır. Glokom tedavisinde her ikisi de humor aközün yapımını azaltarak etki eden β -adrenerjik blokörler veya karbonik anhidraz inhibitörleri ya da sıvının boşalmasını artıran kolinerjik agonistler kullanılabilir.²⁹

2.2.1.1. Retina

Retina ön tarafta hemen hemen silyer cisimler kadar yayılır; on tabakadan oluşmuştur ve görme amaçları olan basil ve koniler ile dört tip nöron içerir. Bu nöronlar bipolar hücreler, gangliyon hücreleri, horizontal hücreler ve amakrin hücrelerdir. Koroide bitişik olan basil ve koniler bipolar hücrelerle, bunlarda gangliyon hücreleri ile kavşak yapar. Gangliyon hücre aksonları bir araya gelerek gözü optik sinir olarak terk eder. Horizontal hücreler, almaç hücreleri dış pleksiform tabakadaki diğer almaç hücrelere bağlar. Bu hücrelerin aksonları yoktur ve çıkıntıları komşu nöral elemanlarla hem pre- hem de postsinaptik bağlantılar yapar. Bipolar hücreler üzerinde almaçlar, gangliyon hücreleri üzerinde de bipolar hücreler önemli düzeyde kavuşum yapar. Retinadaki nöronlar birbirine gap kavşaklarla da bağlanmıştır ve bu gevşek bağlantıların geçirgenliği düzenlenmiştir.

Retinanın almaç tabakası koroide bitişik pigment epitelinin üzerinde yer aldığından, ışık ışınları koni ve basillere ulaşmak için gangliyon hücresi ve bipolar hücre tabakalarından geçmek zorundadır. Pigment epiteli, ışık ışınlarını, retinaya geri yansımalarını önlemek için emer. Böyle bir yansıma görsel imajların bulanmasına yol açardı.

Retinanın nöral elemanları, Müller hücreleri denen glial hücreler tarafından birbirine bağlıdır. Bu hücrelerin çıkıntıları retinanın iç yüzeyinde bir iç sınır (limitan) zarı, almaç tabakasında bir dış sınır zarı oluşturur.

Optik sinir göz içi kütlesinin arka kutbunun hafifçe üzeri ve 3 mm kadar medyalinde yer alan bir noktadan gözü terk ederken retinal kan damarları bu noktadan göze girer. Bu bölge oftalmoskopta optik disk olarak görülür. Disk üzerinde hiçbir görme almaç bulunmadığı için bu nokta kördür (kör nokta). Gözün arka kutbunda san pigmentli bir nokta olan makula lutea vardır. Burası konilerin yoğun şekilde bulunduğu, almaçlar üzerinde kan damarlarının olmadığı ve çok az sayıda hücre bulunan ince, basillerden yoksun retina bölümünü, yani fovea sentralis'i işaret eder. Fovea insanlarda iyi gelişmiştir. Görme keskinliğinin en fazla olduğu nokta burasıdır. Bir cisme dikkatle bakıldığında gözler, bu cisimden gelen ışık ışınlarını fovea üzerine düşürecek şekilde hareket eder.

Retinanın vitröz yüzeyine yakın yüzeyel tabakalarındaki arterler, arterioller ve venler oftalmoskopta görülebilir. Vücutta arteriollerin gözle kolayca görülebildiği tek yer burası olduğundan, oftalmoskopik muayene diabetes mellitus, hipertansiyon ve kan damarlarını etkileyen diğer hastalıkların tanı ve değerlendirmesinde büyük önem taşır. Retina damarları bipolar ve gangliyon hücrelerini sular, fakat almaçlar çoğu yerde

koroiddeki kapiller pleksus tarafından beslenir. Retina ayrılmasının almaç hücreleri için bu derece zararlı olmasının nedeni budur.³⁰

2.2.1.2. Reseptörler

Her basil ve koni, bir dış segment ile bir nükleer bölge ve bir kavşak alanı içeren bir iç segmente bölünür. Dış segmentler değişime uğramış silialar olup düzenli yassı kese grupları veya zardan yapılmış disklerden oluşmuştur. Bu kese ve diskler ışıqla tepkimeye girerek görme yollarında aksiyon potansiyellerini başlatan fotosensitif bileşikler içerir. İç segmentler mitokondriden zengindir. Bu hücrelere basil adı verilmesinin nedeni dış segmentin ince ve basile benzemesidir. Koniler, yapılarının retinada bulunma yerine göre değişmesine karşın genellikle kalın iç segment ve konik bir dış segmente sahiptir. Konilerde keseler, hücre zarının katlanmasıyla dış segmentlerde oluşurken basillerde diskler hücre zarından ayrılırlar.

Basillerin dış segmentleri, segmentin iç yanında yeni disk oluşumu ile eski disklerin fagositozu ve dış uçta pigment epitel hücreleri tarafından sürekli yenilenir. Konilerin yenilenmesi ise daha yaygın bir süreç olup dış segmentin birçok noktasında görülür.

Foveada hiç basil bulunmaz ve foveadaki her koni kendisini bir tek gangliyon hücresine bağlayan tek bir midjet bipolar hücreye sahip olduğu için optik sinirdeki tek bir lifle bağlıdır. Retinanın diğer bölgelerinde sahneye basiller hakimdir ve önemli düzeyde kavuşum görülür. Yassı bipolar hücreler çok sayıda basille kavşak yapmaktadır. Her insanın gözünde yaklaşık 6 milyon koni ile 120 milyon basil bulunurken her optik sinirde sadece 1.2 milyon sinir lifi bulunduğundan almaçların bipolar hücreler aracılığı ile gangliyon hücreleri üzerinde yaptığı genel kavuşum oranı yaklaşık 105:1'dir. bununla beraber bu noktadan sonra bir ayrışma olduğuna da dikkat etmek gerekir; genikülokalkarin traktusta optik sinirdekinin iki katı lif vardır ve görme korteksindeki görmeye ilgili nöronların sayısı optik sinirlerdeki liflerin 1000 katıdır.³¹

2.2.2. Görüntü Oluşturma Mekanizması

Gözler, görünür spektrumdaki enerjiyi optik sinirdeki aksiyon potansiyeline çevirir. Görünür ışığın dalga boyu yaklaşık olarak 397 nm ile 723 nm sınırları arasındadır. Çevredeki nesnelerin görüntüleri retina üzerine odaklanır. Retinaya çarpan ışınlar basil ve konilerde potansiyeller üretir. Retinada başlayan dürtüler, görme duyusu oluşturdukları serebral kortekse iletir.

2.2.2.1. Optiğin İlkeleri

Işık ışınları çarptıkları yüzeye dik olarak gelme durumu hariç bir ortamdan farklı yoğunlukta bir diğer ortama geçerken kırılır. Çift dışbükey merceğe çarpan koştut ışınlar, lensin arkasındaki bir noktada toplanacak şekilde kırılır (ana odak). Ana odak mercek yayının ortasından geçen bir doğru olan ana eksen üzerindedir. Mercek ve ana odak arasındaki uzaklık ana odak uzaklığı'dır. Pratik amaçlarla bir merceğe 20 feet (6 m)'den daha uzak bir nesneden gelen ışınların koştut oldukları kabul edilir. 20 ft'den daha yakın nesnelerden gelen ışınlar ayrılmakta olduğundan ana eksen üzerinde, ana odaktan daha uzak bir odak oluşturur. Çift içbükey mercekler ışınların ayrışmasına neden olur.

Bir merceğin eğriliği ne kadar fazla ise kırma gücünde o kadar büyüktür. Bir merceğin kırma gücü klasik olarak diyoptri ile ölçülür ve diyoptri sayısı metre cinsinden ana odak uzaklığının resiprokudur. Örneğin ana odak uzaklığı 0.25 m olan bir mercek, 1/0.25 veya 4 diyoptri kırma gücüne sahiptir. İnsan gözü dinlenme sırasında yaklaşık 60 diyoptrilik kırma gücüne sahiptir.

2.2.2.2. Uyum (Akomodasyon)

Göze gelen koştut ışınlar siliyer kas gevşediği zaman, optik olarak normal (emetrop) bir gözde retina üzerine odaklanır. Bu gevşeme sürdüğü müddetçe gözlemciye 6 m'den daha yakın nesnelerden gelen ışınlar retinanın arkasında odaklanırlar ve sonuç olarak nesne bulanık görülür. Daha yakın nesnelerden gelen ayrışan ışınların retina üzerindeki odağa getirilmesi sorunu ya lens ile retina arasındaki uzaklığın artırılması ile veya lensin eğrilik veya kırma gücünün artırılmasıyla çözülebilir. Kemikli balıklarda sorun göz küresinin uzunluğunu artırarak çözülür; bu tür bir çözüm 6 m'den daha yakın mesafede bulunan nesnelerin yaptığı imgelerin bir fotoğraf makinesindeki film üzerine odaklanabilmesi için merceğin filmden uzağa doğru hareket ettirilmesidir. Memelilerde bu sorun lensin eğriliğinin artması ile çözülür.

Lensin eğriliğini arttıran işleme uyum (akomodasyon) denir. Dinlenme sırasında lens, lens ligamanları ile gergin tutulur. Lens maddesinin yumuşak, lens kapsülünün belirgin bir esnekliğe sahip olmasından ötürü lens yassı bir biçim alacak şekilde gerilmiştir. Bakışlar yakındaki bir nesneye yöneldiğinde siliyer kas kasılır. Bu kasılma siliyer cismin kenarları arasındaki mesafeyi kısaltır ve lens ligamanlarını gevşetir, lens daha dışbükey bir şekle dönüşür. Gençlerde şekil değişikliği gözün kırma gücünü 12 dioptri kadar artırabilir. Siliyer kasın kasılmasıyla lens ligamanlarında oluşan gevşeme kısmen siliyer cisimdeki sirküler liflerinin sfinkter benzeri hareketine, kısmen de

korneoskleral kavşak yakınında öne doğru tutunan longitudinal kas liflerinin kasılmasına bağlıdır. Bu lifler kasıldığında, siliyer cismin tamamı öne ve içe doğru çekilir. Bu hareket siliyer cismin kenarlarını birbirine yakın hale getirir.

Uyum sırasında lens eğriliğindeki değişiklik, temel olarak lensin ön yüzünü etkiler. Bu durum ilk kez yıllar önce tanımlanan basit bir deneyle gösterilebilir. Bir gözlemci bir nesneyi uzağa doğru bakan deneğin gözlerinin önünde tutarsa, kişinin gözünde nesnenin üç yansıması görülür: berrak, küçük, düz görüntü korneadan; daha büyük, daha soluk düz görüntü lensin ön yüzünden; küçük, ters görüntü ise lensin arka yüzünden yansır. Bu sırada kişi yakındaki bir nesneye odak yaparsa, büyük soluk, düz görüntü daha küçülür ve diğer düz görüntüye doğru yaklaşır, oysa üçüncü görüntü çok az değişir. İkinci görüntünün boyundaki değişiklik, yansıtıcı yüzey olan lensin ön yüzünün eğriliğindeki artışa bağlıdır. Küçük düz görüntünün değişmeyip ters görüntünün çok az değişmesi uyumda kornea eğriliği değişmezken lensin arka yüzünün eğriliğinin çok az değiştiğini göstermektedir.

Uyum, kas gücü gerektiren etkin bir işlemdir ve bu nedenle yorucu olabilir. Gerçekten siliyer kas vücutta en fazla kullanılan kaslardan biridir. Lens eğriliğinin artma derecesi kuşkusuz kısıtlıdır ve bireye çok yakındaki bir nesneden gelen ışınlar, en büyük çabayla bile retina üzerine odaklanamaz. Buradaki nesnenin uyumla netleştirebildiği göze en yakın noktaya görmenin yakın noktası denir. Yakın nokta, yaşam boyunca önceleri yavaş, daha sonra yaşın ilerlemesiyle hızla uzaklaşır ve 10 yaşında yaklaşık 9 cm iken 60 yaşında yaklaşık 83 cm olur. Bu gerilemenin ana nedeni lens katlılığındaki artış olup bunun sonucunda lens eğriliğini artırma derecesinde belirgin azalmaya bağlı olarak uyum yeteneği yitirilir.³² Normal bir kişi 40-45 yaşına geldiği zaman uyum kaybı genellikle okuma ve yakın mesafede iş yapmayı güçleştirecek düzeydedir. Presbiyopi olarak bilinen bu durum dışbükey mercek kullanarak düzeltilebilir.

Bir kişi yakındaki bir nesneye baktığı zaman uyuma ek olarak görme eksenleri kavuşum yapar ve pupil daralır. Bu üç parçalı yanıt (uyum, görme eksenlerinde kavuşum, pupiller daralma) yakın yanıt denir.

2.2.2.3. Diğer Pupil Refleksleri

Bir göze ışık yöneltildiğinde pupilla daralırken (pupilla ışık refleksi) diğer gözün pupillası da büzülür (dolaylı ışık refleksi). Pupilla yanıtlarını başlatan uyanları taşıyan optik sinir lifleri lateral genikulat cisimlerin yakınında optik sinirleri terk eder. Her iki yanda kollikulus superiorun dalı yoluyla orta beyine girerek pretektal çekirdekte

sonlanır. İkinci sıra nöronlar bu çekirdekten aynı taraftaki E-W çekirdeğine (Edinger-Westphal çekirdeği) ve karşı taraftaki E-W çekirdeğine yansır. Üçüncü sıra nöronlar bu çekirdekten okülomotor sinirdeki silyer gangliyona ve dördüncü sıra nöronlar silyer gangliyondan silyer cisme geçer. Bu yol yakın yanıt yolunun dorsalindedir. Bundan dolayı bazen uyum yanıtı sağlam kalırken ışık yanıtı kaybolmuştur (Argyll Robertson pupillası). Bu anomalinin bir nedeni MSS sifilizidir, fakat ortabeyinde seçici örsenti yapan diğer hastalıklarda da Argyll Robertson pupillası görülür.

2.2.2.4. Görüntü Oluşturma Mekanizmasının Sık Rastlanan Kusurları

Bazı bireylerde göz küresi normalden kısa olup koşut ışınlar retina arkasında odaklanır. Bu anormalliğe hiperopi veya uzak görme denir. Uyumun uzaktaki nesnelere bakarken dahi sürekli olması bu kusuru bir ölçüde giderebilir fakat bu uzun süreli kas etkinliği yorucu olup baş ağrısı ve bulanık görmeye yol açabilir. Uyumla ilgili olarak görme eksenlerinin uzun süreli kavuşumu sonuçta şaşılığa (strabismus) yol açabilir. Bu bozukluk odak uzaklığını kısaltarak gözün kırma gücüne yardım eden dışbükey merceklerle düzeltilebilir.

Miyopi'de (yakın görme) göz içi ön-arka çapı normalden daha uzundur. Miyopinin kalıtsal olduğu söylenir. Öte yandan deney hayvanlarında gelişim sırasında kırılmada değişiklik yaparak miyopi meydana getirebilir. Böylece göz biçiminin kısmen göze sunulan kırılma tarafından belirlendiği ortaya çıkmaktadır. Genç ergin insanlarda ders çalışma gibi yoğun, yakın mesafede çalışmalar miyopinin gelişmesini hızlandırır. Bu kusur paralel ışık ışınlarını göze girmeden önce hafifçe ayrıştıran çift içbükey merceklerle düzeltilebilir.

Astigmatizma, kornea eğriliğinin üniform olmadığı sık rastlanan bir durumdur. Bir meridyendeki eğrilik diğerlerinden farklı olduğu zaman, o meridyende kırılan ışınlar farklı bir odağa gideceğinden retinadaki görüntünün o kısmı bulanır. Lensin normal hattın dışına itilmesi veya lens eğriliğinin üniform olmaması halinde benzer bir kusur gelişebilirse de bu durumlar enderdir. Astigmatizma genellikle tüm meridyenlerde kırılmayı eşitleyecek şekilde yerleştirilen silindirik merceklerle düzeltilebilir.

2.2.3. Fotoreseptör Mekanizması

Retinada aksiyon potansiyellerini başlatan potansiyel değişiklikleri ışığın basil ve konilerdeki ışığa duyarlı bileşiklere etkisi ile oluşturulur. Işık bu maddeler tarafından emildiğinde, yapıları değişir ve bu değişiklik nöral etkinliği başlatan bir dizi olayı tetikler.

Göz, fotoalmaç potansiyellere ait almaç potansiyelleri ile retinadaki diğer nöral elemanların çoğuna ait elektriksel yanıtların yerel, basamaklı potansiyeller olması ve oldukça uzak mesafelere iletilen hep veya hiç aksiyon potansiyellerinin sadece gangliyon hücrelerinde üretilmesi yönünden benzersiz bir organdır. Basil, koni ve horizontal hücrelerin yanıtları hiperpolarize hem de depolarize edici türde iken amakrin hücreler gangliyon hücreleri tarafından üretilen ilerleyici dikenler için jeneratör potansiyeli görevi yapan depolarize edici potansiyeller ve dikenler üretir.

Koni almaç potansiyeli keskin bir başlama ve bitişe sahipken basil almaç potansiyeli keskin bir başlama ve yavaş bir sonlanma gösterir. Almaç potansiyellerinin genliği ile uyarı şiddeti arasındaki ilişkiyi gösteren eğriler koni ve basillerde birbirine benzerse de basillerin duyarlılığı çok daha fazladır. Bu nedenle koniler için eşik altı düzeyde olan aydınlatmada basil yanıtları uyarı şiddetiyle orantılıdır. Öte yandan basil yanıtlarının azami olup artık değiştirilemediği aşırı aydınlatma düzeylerinde koni yanıtları uyarı yoğunluğu ile orantılıdır. Bu durum konilerin neden ışık şiddetinin zemin değeri üzerindeki değişikliklere yanıt verip mutlak aydınlatmayı yansıtmazken basillerin neden mutlak aydınlatmayı fark ettiğini açıklar.³³

2.2.3.1. Görüntü Oluşumu

Retinada görsel bilgi işlenmesi bir anlamda üç resmin oluşturulmasını kapsar. Işığın fotoalmaçlardaki etkisiyle oluşan ilk resim bipolar hücrelerde ikinci resme dönüşür ve bu da daha sonra gangliyon hücresinde üçüncü resme çevrilir. İşaret, ikinci resmin oluşumunda horizontal hücreler, üçüncünün oluşumunda amakrin hücreler tarafından değiştirilir. Lateral genikülat cisimlerde dürtü kalıbında pek az değişiklik yapıldığından oksipital kortekse ulaşan resim üçüncü resimdir.

Bipolar ve gangliyon hücrelerinin bir özelliği (lateral genikülat hücreler ve görme korteksinin 4. tabakasındaki hücrelerde olduğu gibi) bunların küçük ve dairesel uyanlara en iyi yanıt vermeleri ve görme alanları içinde yer alan, bir merkez çevresine yerleşmiş bir ışık halkasının (çevre aydınlatması) merkezdeki ışığa olan yanıtı inhibe etmesidir. Bu merkez inhibitör bir çevreye sahip inhibitör (bir "kapalı merkez" hücresi) olabilir. Merkez yanıtının çevre tarafından inhibisyonu olasılıkla horizontal hücreler aracılığı ile bir fotoalmaçtan diğerine iletilen inhibitör geribildirimle bağlıdır. Böylece halkanın eklenmesiyle komşu fotoalmaçların etkinleştirilmesi horizontal hücre hiperpolarizasyonunu tetikler ve bu da daha sonra merkezi olarak etkinleştirilmesi horizontal hücre hiperpolarizasyonunu tetikler ve bu da daha sonra merkezi olarak etkinleştirilmiş fotoalmaçların yanıtını inhibe eder. Merkezi aydınlanmaya olan yanıtın

çevre aydınlatmasındaki bir artış tarafından inhibe edilmesi, lateral veya afferent inhibisyon'a bir örnek oluşturur, bu tür inhibisyonda belli bir nöral birimin etkinleştirilmesine, komşu birimlerin etkinliklerinin inhibisyonu eşlik eder. Bu olay memeli duyu sisteminde genel bir fenomen olup uyarının sınırlarının keskinleştirilmesine ve ayırımın niteliğinin artırılmasına yardım eder.³⁴

2.2.3.2. Elektoretinogram

Göz içinin elektriksel etkinliği, biri göz içine diğeri göz içinin arkasına konmuş iki elektrot arasında bulunan potansiyel farkındaki dalgalanmaların yazdırılması ile incelenmiştir. Dinlenme sırasında öndeki artı olmak üzere göz içinin önü ile arkası arasında 6 mV'luk bir potansiyel farkı bulunur. Göz içi ışık geldiğinde potansiyel değişikliğinde özgün bir dizi izlenir. Bu diziye ait kayıta elektoretinogram (ERG) denir. Işık uyansının verilmesi a ve b dalgaları ile, kısa bir uyarı verildiğinde doruk noktası uyarı bittikten sonra görülecek kadar yavaş bir c dalgası oluşturur. Uyarı kapatıldığında kalemde küçük bir eksi sapma da görülür. c dalgası pigment epitelinde oluşur. Nöral bir yapı taşıyan ERG'deki diğer dalgaları oluşturmak üzere sumasyona uğrar.

İnsanda ERG bir elektrodun kornea diğeri kafa derisine konulmasıyla yazdırılabilir. Elektoretinografik kayıtlar, oküler sıvılardaki bulanıklıktan dolayı retinanın görüntülenmesinin güç olduğu hastalıkların tanısında yararlıdır. ERG, retinanın oftalmoskopta normal görüldüğü doğmalık retinal distrofilere de yararlıdır.

2.2.4. Görme Yolları Ve Korteksteki Yanıtlar

2.2.4.1. Kortekse Giden Yollar

Gangliyon hücre aksonları, korpus genikulatum lateraleye retinanın ayrıntılı bir uzaysal görünümünü yansıtır. Her genikulat cisim iyi tanımlanan altı tabaka içerir.

3-6. tabakalar küçük hücrelidir ve parvosellüler olarak adlandırılırken tabaka 1 ve 2 büyük hücrelidir ve magnosellüler adını almıştır. Her iki tarafta, tabaka 1, 4 ve 6 karşı taraftaki gözden girdi alır. Her tabakada retina tıpatıp temsil edilir ve bu altı tabaka öylesine hizalanmıştır ki tabakalara dik bir çizgi üzerinde yer alan hücrelere ait alıcı alanlar her tabakada hemen hemen birbirinin aynısıdır. Lateral genikulat çekirdeğe ulaşan girdilerin sadece %10-20'sinin retinadan geliyor olması dikkate değer bir durumdur. Görme korteksinden ve diğer beyin bölgelerinden de önemli miktarda girdiler gelmektedir ve bunlar kortekse ulaşan görsel bilgilerin geribildirim düzenlenmesiyle ilgili gibi görünmektedir.

Retinada iki çeşit gangliyon hücresi ayırt edilebilir, farklı türde konilerden gelen yanıtları toplayan, hareket ve üçboyutlu görme ile ilişkili olan büyük gangliyon hücreleri (magno veya, M hücreleri); bir tip koniden gelen girdiyi diğerinden gelen girdiden çıkaran ve renk, yapı ve şekille ilgili olan küçük gangliyon hücreleri (parvo veya P hücreleri). M gangliyon hücreleri lateral genikulatın magnosellüler kısmına yansırken, P gangliyon hücreleri parvosellüler kısma yansır.

Lateral genikulat çekirdeğin tabakalar arası bölgesindeki hücreler de, olasılıkla parvosellüler tabakaya penetre olan interlaminar hücre dendritleri yoluyla P gangliyon hücrelerinden girdi alır. Bunlar P yolunun ayrı bir parçasıyla görme korteksindeki bloblara yansır.

2.2.4.2. Görme Korteksi

Gangliyon hücre aksonlarının lateral genikulat cisme retinanın ayrıntılı bir uzaysal görünümünü yansıtmaması gibi genikulat cismin görünümünü de görme korteksinde tıpatıp yansıtılır. Görme korteksinde her life asosyasyon yapan çok sayıda sinir hücresi vardır. Tıpkı neokorteksin geri kalan bölümlerinde olduğu gibi görme korteksinde altı tabaka bulunur. Lateral genikulat çekirdekten magnosellüler yolu oluşturan aksonlar, tabaka 4'te, özellikler de en derin kısmı olan tabaka 4C'de sonlanır. Parvosellüler yolu oluşturan aksonların pek çoğu da tabaka 4C'de sonlanır. Interlaminar bölgeden gelen aksonlar ise tabaka 2 ve 3'te sonlanır.

Korteksin 2 ve 3. Tabakaları komşu hücrelerden farklı olarak bir mitokondri enzimi olan sitokrom oksidazı yüksek derişimde içeren, 0.2 mm çapında hücre kümelerine sahiptir. Bu kümelere bloblar adı verilir. Bu bloblar görme korteksinde mozaik şeklinde düzenlenmiş olup renk görme ile ilgilidirler. Bununla beraber parvosellüler yol, tabaka 4'ün derin bölümlerine renk zıttı bilgi de taşır.

Lateral genikulat nöronları ile görme korteksinin 4. tabakasındaki nöronları tıpkı gangliyon hücreleri gibi kendilerine ait alıcı alanlardaki uyanlara, açık merkez-inhibitör çevre veya kapalı merkez-uyarıcı çevre tipinde yanıt verirler. Bununla beraber bu çubuğun yeğlenen özel bir konumu yoktur ve bu çubuk hangi açıda konursa konsun eşit derecede güçlü bir uyarıcı görevi yapar.

Görme korteksinin diğer tabakalarındaki nöronların yanıtı çarpıcı şekilde farklıdır. Bu bölgelerde yer alan ve basit hücreler de denenen hücreler ışıklı çubuk, çizgi veya sınırlara, bunlar ancak belli bir konumda ise yanıt verirler. Örneğin bir ışık çubuğu yeğlenen konumundan 10° saparsa basit hücrelerin ateşleme düzeyleri genellikle düşer ve uyarıcının daha fazla döndürülmesi halinde alınan yanıt kaybolur. Bu bölgelerde

çizgisel bir uyarının belli bir konuma sahip olmasını gerektirmeleri yönünden basit hücrelere benzeyen karmaşık (kompleks) hücreler de bulunmakta olup bu hücrelerin uyarının görme alanı içinde belli bir konuma sahip olmasına olan bağımlılıkları basit hücreler ile tabaka 4'deki hücrelerin bağımlılıklarından daha azdır. Karmaşık hücreler, konumunda herhangi bir değişiklik yapmadan yana doğru hareket eden çizgisel bir uyarıya çoğunlukla doruk yanıt verirler. Bunlar olasılıkla basit hücrelerden girdi alırlar.

Bir mikroelettrot görme korteksine dik olarak sokulur ve çeşitli tabakalardan geçirilirse aynı doğru üzerinde olan nöronların konum yeğlemelerinin aynı olduğu görülür. Yani görme korteksi, tıpkı somatoduysal korteks gibi konumla ilgili dikey sütunlar (konum=oriyantasyon sütunları) halinde düzenlenmiştir. Bu sütunların her biri yaklaşık 1 mm çapındadır. Bununla beraber birbirine komşu sütunların konum yeğlemeleri düzenli şekilde birbirlerinden farklılaşır, yani korteks boyunca bir sütundan diğerine geçilirken konum yeğlenmesinde düzenli olarak 5-10°'lik bir değişken olur. Yani görme alanı içindeki her gangliyon hücre alıcı alanı için toplam 360° içindeki olası bütün yeğlenen konumları küçük farklarla temsil eden bir sütunlar grubundan oluşmuş küçük bir görme korteksi alanı bulunuyor gibi görünmektedir. Uyarının belli niteliklerine yanıt vermeleri ve bu nitelikleri analiz etmelerinden ötürü basit ve karmaşık hücrelere nitelik saptayıcıları adı da verilir. Kortikal alanlarda diğer duysal modalitelere ait nitelik saptayıcıları da bulunmuştur.³⁵

Radyoaktif 2-deoksiglüköz kullanılarak konum sütunlarının haritası hazırlanabilir. Bu glüköz türevinin nöronlar tarafından yakalanma hızı bu hücrelerin etkinlikleri ile orantılıdır. Dik çizgiler gibi düzenli şekilde konumlandırılmış görme uyarılarıyla karşılaştırılan deney hayvanlarına bu yöntem uygulandığında beyin, düzenli ama ileri derecede eğilip bükülmüş fakat görme korteksinin geniş bir bölgesine eşit şekilde dağılmış konum sütunlarının varlığını gösterir.

Görme korteksinin diğer bir niteliği, oküler baskın sütunlar'ın varlığıdır. Genikulat hücreler ile tabaka 4'deki hücreler sadece bir tek gözden girdi alır ve tabaka 4 hücreleri diğer gözden girdi alan hücrelerle peşpeşe gelir. Eğer bir göze büyük miktarda radyoaktif amino asit zerk edilirse zerk edilen amino asit protein içine yerleşecek ve akso plazmik akışla gangliyon hücre ucuna iletilip genikulat kavşakları aşacak ve genikülokalkarin lifler boyunca taşınarak görme korteksine iletilecektir. Tabaka 4'de amino asit zerk edilen göze ait işaretlenmiş sonlanmalar amino asit zerkedilmeyen göze ait işaretlenmemiş sonlanmalarla peşpeşe dizilir. Deneyin sonucu yukarıdan bakıldığı zaman görme korteksinin büyük bir bölümünü kaplayan şeritlerden yapılmış canlı bir kalıp olup bu şeritler konum sütunlarının yaptığı ağdan bağımsız ve

bu ağıdan farklıdır. Oküler baskın sütunlar bir gözü kapatılmış bireye sistemik 2-deoksiglüköz zerkinden sonra radyootografi uygulanarak da gösterilebilir.

Basit ve karmaşık hücrelerin yaklaşık yansı her iki gözden de girdi almaktadır. Bu girdiler olaya katılan görme alanı bölgesi ve yeğlenen konum yönünden birbirlerinin aynı veya çok benzeridir. Öte yandan bu girdilerin şiddeti birbirinden farklı olduğundan, girdinin tümüyle aynı veya tümü ile karşı taraftaki gözden alındığı hücreler arasında her iki gözden değişik derecelerde etkilenen bir hücre yelpazesi bulunur.³⁶

Böylece birincil görme korteksi renk hakkındaki bilgiyi şekil ve hareketle ilgili olandan ayırır, iki gözden gelen girdileri birleştirir ve görsel dünyayı çeşitli konumlarda kısa çizgiler şeklinde parçalara dönüştürür.

2.2.5.Görme İşlevinin Diğer Yönleri

2.2.5.1. Karanlığa Uyum

İnsan gözünün yanıtladığı ve gerçekten çok geniş olan aydınlık sınırları yukarıda anlatılmıştır. Parlak ışıqla aydınlatılan bir ortamda uzun süre kalan bir kişi loş ışıqla aydınlatılan bir ortama girerse retinalar, kişinin "karanlığa alışmasına" koşut olarak giderek yavaşça ışığa daha duyarlı hal alır. Görme eşiğindeki bu düşmeye karanlığa uyum adı verilir. Karanlığa uyum azami 20 dakikada elde edilirse de daha uzun süre beklemeyle eşikte biraz daha alçalma görülür. Öte yandan loş bir ortamda oturan bir kişi aniden parlak ışıqla aydınlatılmış bir ortama geçerse, gözler artmış olan aydınlığa uyum sağlayıp görme eşiği yükselinceye kadar bu ışıqla çok şiddetli ve hatta rahatsızlık verici olarak algılanır. Yaklaşık 5 dakika gerektiren bu olaya aydınlığa uyum denmesine karşın olay aslında sadece karanlığa uyumun ortadan kalkmasından ibarettir.

Karanlığa uyum yanıtının gerçekte iki yapıtaşı vardır. Görme eşiğindeki hızlı fakat küçük çapta olan ilk düşüşün konilerin karanlığa uyumuna bağlı olduğu bilinmektedir. Zira retinanın sadece fovea yani hiç basil içermeyen bölümü kullanıldığında bu eşikte daha fazla düşüş olmaktadır. Retinanın periferik kısımlarında ise, basillerin karanlığa uyum kazanmasının sonucu olarak eşikte ek bir düşme görülür. Gözün görme eşiği aydınlığa uyum ile karanlığa tam uyum arasında çok büyük bir toplam değişiklik gösterir.

Radyologlar, pilotlar ve loş ışıqla azami görsel duyarlılığa gereksinim duyan diğer kişiler aydınlık bir ortamda bulunmaları sırasında kırmızı gözlük takarlarsa; karanlığa uyum için karanlıkta 20 dakika bekleme gereğinden kurtulabilirler. Spektrumun kırmızı

ucundaki ışınların dalga boyları konilerin yeterince işlev görmelerine izin verirken basilleri çok düşük düzeyde uyarır. Böylece kırmızı gözlük kullanan bir kişi parlak ışıktaki rahatça görebilirken basillerinin karanlığa uyum hali de sürdürülmüş olur.

Karanlığa uyum için gereken zaman, kısmen rodopsin depolarının doldurulması için gereken süre tarafından belirlenir. Parlak ışıktaki pigmentin çoğu sürekli olarak parçalanır ve basil işlevinin uygun düzeyde olması için gereken miktarın birikimi için loş ışıktaki bir süre beklemek gerekir. Öte yandan karanlığa uyum konilerde de görülmekte olup olaya kuşkusuz diğer başka etmenler de katılmaktadır.

2.2.5.2. Vitamin Eksikliklerinin Göze Etkisi

Retinen¹ sentezinde A vitamininin önemi göz önünde tutulursa A avitaminozunun görsel anormalliklere neden olması şaşırtıcı değildir. Bu anormalliklerden en erken belireni gece körlüğü (niktalopi) dir. Bu olay ilk kez vitamin A'nın basil işlevindeki rolü nedeniyle dikkat çekmişse de, vitamin A eksikliği gelişirken konilerde de eş zamanlı bir yozlaşma oluşmaktadır. Uzun süren eksiklikler basil ve konilerde anatomik değişikliklere neden olmakta ve bu olayı retinanın nöral katlarının yozlaşması izlemektedir. A vitamini ile yapılan tedavi, almaçlar tahrip olmadan önce uygulanacak olursa retina işlevlerini tekrar kazanabilmektedir.

Retina ve diğer nöral dokuların normal işlevi için diğer vitaminler ve özellikle B kompleks vitaminleri gerekir.

2.2.5.3. Görme Keskinliği

Sakkadik göz hareketi görme keskinliği'ni belirleyen birçok etmenden bir tanesidir. Görmeye ait bu parametrenin görme eşiği ile karıştırılmaması gerekir. Görme eşiği, ışık duygusuna neden olan en az ışık miktarı iken görme keskinliği, nesnelerin ayrıntı ve sınırlarının fark edilme derecesidir. Diğer ölçümlerin çok daha doğru olduğunu gösterir kanıtların bulunmasına karşın görme keskinliği genellikle minimum ayırdedilebilirlik, yani iki çizginin birbirinden ayırt edilebilmesi ve iki ayrı çizgi olarak fark edilmesi için gereken en kısa aralığa göre tanımlanır. Klinikte görme keskinliğinin saptanmasında en sık kullanılan yöntem hemen herkesin bildiği, 20 ft (6 m) uzaklıktan okunan Snellen harf tablosudur. Teste alınan kişi bu tabloda ayırdedebildiği en küçük sırayı yüksek sesle okur. Testin sonucu ondalık kesirle gösterilmekte olup kesrin paydası, kişinin tabloyu okuduğu mesafe olan 20'dir. Kesrin payı ise o kişinin okuyabildiği en küçük sıranın, normal bir kişi tarafından okunabildiği en uzak mesafedir. Normal görme keskinliği 20/20 olup görme keskinliği 20/15 olan bir kişi normalden daha

iyi görmekte (bu durumu uzak görme ile karıştırmayınız) iken görme keskinliği 20/100 olan bir kişide görüş normalin altındadır. Snellen tabloları hazırlanırken normal bir kişinin 20 ft mesafeden okuyabileceği en küçük satırdaki harflerin boyunu 5 dakikalık bir görme açısına karşılık gelecek şekilde düzenlenmiştir. Harflerdeki her çizgi 1 dakikalık bir yaya karşılık olup harflerdeki çizgiler 1 dakikalık yayla birbirlerinden ayrılmıştır. Yani normal bir bireydeki asgari ayırtedilebilirlik yaklaşık 1 dakikalık bir görme açısına karşılık gelmektedir.

Görme keskinliği karmaşık bir fenomen olup çok çeşitli etmenlerin etkisi altındadır. Bu etmenler arasında gözün imge oluşturma mekanizmalarının durumu gibi optik faktörler, konilerin durumu gibi retina faktörleri ve ortamın aydınlatılması, uyarının parlaklığı, uyarın ile zemin arasındaki zıtlık ve kişinin uyarınla karşılaşma süresi gibi uyarana ait faktörler bulunmaktadır.

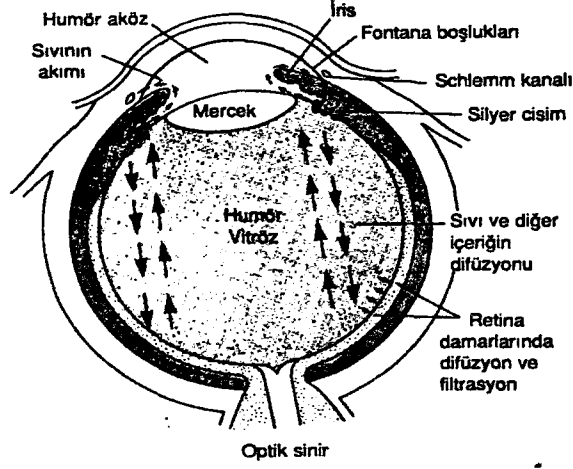
2.2.5.4. Kaynaşmanın Kritik Frekansı

Gözün zaman çözümü yeteneği, yinelenen uyarının birbirinden bağımsız uyarılar olarak algılanabildiği yinelenme hızı olan kaynaşmanın kritik frekansı (CFF) ile ölçülür. CFF'den daha yüksek hızda uygulanan uyarılar uyarının sürekli olduğu şeklinde algılanır. Sinema filminde resimlerden göze CFF'den daha yüksek hızda gönderildiğinden bu resimler hareketlenir. Göstercinin hızı yavaşlayacak olursa bu nedenle filmde titremeler başlar.

2.2.6. Gözün Sıvı Sistemi – Göz İçi Sıvıları

Göz, göz küresinin gergin kalması için yeterli basıncı sağlayan göz içi sıvısı ile doludur. Şekil 2.2. bu sıvının, merceğin önü ve kenarlarında yer alan humör aköz ve mercek ile retina arasında yer alan humör vitröz olmak üzere iki kısma ayrılarak incelenebileceğini göstermektedir. Humör aköz serbestçe hareket edebilen bir sıvı iken, bazen vitröz cisim olarak da adlandırılan humör vitröz, büyük ölçüde uzun proteoglikan moleküllerinden oluşan ince fibriller bir ağ ile bir arada tutulan, jelatin kıvamında bir kitledir. Maddeler humör vitröz içinde yavaşça difüze olurlar, ancak sıvı akımı çok azdır.

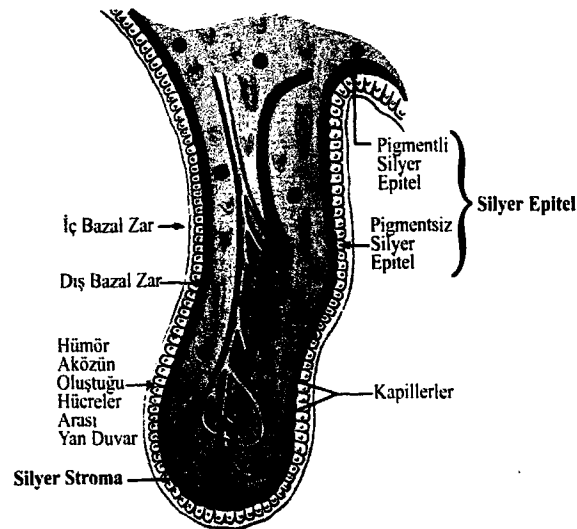
Humör aköz sürekli olarak oluşturulur (reabsorpsiyon). Humör aközün oluşumu ve reabsorpsiyonu arasındaki denge, toplam hacmi ve göz içi basıncını düzenler.



Şekil 2.2. Sıvının göz içinde oluşumu ve akımı.

2.2.6.1. Humör Aközün Silyer Cisimler Tarafından Üretimi

Aköz humör gözde dakikada ortalama 2-3 mikrolitrelik bir hızla üretilmektedir. Bu sıvının neredeyse tümü silyer uzantılar tarafından salgılanır. Bu uzantılar, silyer cisimden başlayıp mercek bağları ile silyer kasların göz küresine yapıştıkları iris arkasındaki boşluğa uzanan katlanmalardır. Bu silyer uzantılarının kesiti şekil 2.3. de ve gözün sıvı kamaralarına göre konumları ise şekil 2.4.'de görülmektedir. Katlanmış yapıları sayesinde silyer uzantılarının yüzey alanları her gözde 6 cm² kadardır.



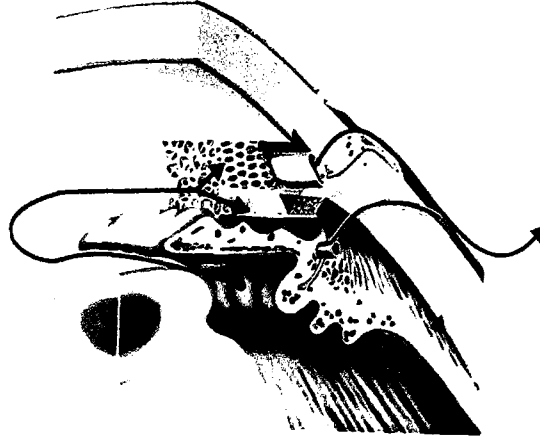
Şekil 2.3. Humör aközün oluştuğu silyer çıkıntı.

Bu alan, silyer cisimlerin küçük boyutları göz önüne alındığında büyük bir alandır. Bu uzantıların yüzeyleri sekretuar epitel hücreleri ile kaplıdır, ve yüksek damarlanma gösteren bir alanın yakınında yer alırlar.

Humör aköz hemen hemen tümüyle silyer uzantıları saran epitelin aktif salgısı olarak oluşmaktadır. Sekresyon, sodyum iyonlarının epitel hücreleri arasındaki alanlara aktif transportu ile başlamaktadır. Sodyum iyonları elektriksel nötralityi sağlamak için klorür ve bikarbonat iyonlarını da beraberlerinde çekerler. Daha sonra, tüm bu iyonlar birlikte altta yer alan dokudan suyun aynı intersellüler boşluklara osmozuna yol açarlar, ve oluşan çözelti bu boşluklardan silyer uzantıları yüzeyine doğru çıkar. Buna ek olarak, aminoasitler, askorbik asit ve glikoz gibi bir çok besin maddesi epitelin iki tarafı arasında aktif transpotla taşınır.

2.2.6.2. Humör Aközün Gözden Dışarı Akışı

Humör aköz silyer uzantılar tarafından oluşturulduktan sonra Şekil 2.4.'de gösterildiği gibi merceğin bağları arasında ve daha sonra pupilladan geçerek gözün ön kamarasına akar. Burada sıvı kornea ve iris arasındaki açığa doğru akar ve daha sonra trabeküllerin oluşturduğu bir ağın içinden geçerek ekstraoküler venlere boşalan Schlemm kanalına geçer. Schlemm kanalı, gözün etrafını çember şeklinde dolaşan, ince duvarlı bir vendir. Endotelial membranı, büyük protein molekülleri ve eritrosit büyüklüğündeki küçük partiküllerin ön kamaradan Schlemm kanalına geçmesine olanak tanıyacak kadar poröz bir yapıdadır. Schlemm kanalı bir venöz kan damarı olmakla birlikte içine dolan bol miktardaki humör aköz nedeni ile, kanla değil, tümüyle humör aköz ile doludur. Schlemm kanalından gözün büyük venlerine bağlantı yapan küçük venler de sadece humör aköz içerirler ve aköz venler olarak adlandırılırlar.



Şekil 2.4. Ön kamara açısı ve hümör aköz dolanımı

2.2.6.3. Göz içi (İntraokuler) Basıncı

Normal göz içi basıncı ortalama 15 mm Hg'dir, ve 12-20 mm Hg arasında normal kabul edilir. İki göz arasındaki fark 5 mmHg'yi geçerse patolojik kabul edilir.

2.2.6.4. Göz içi Basıncının Klinik Önemi

Göz içi basıncı, ganioskopik bulgu, optik sinir başı bulguları, görme alanı defektleriyle glokom tanısı konulduktan sonra yaş, cinsiyet, ırk ve sistemik hastalıklar dikkate alınarak glokom çeşidinin tanısına varılır. Tüm glokomlar, primer ve sekonder kaynaklıdır.

Tonometri: Göz içi basıncın ölçümü için hastanın gözüne bir iğne batırmak pratik bir yöntem olmadığı için, klinikte bu basıncın ölçümü, tonometri ile gerçekleştirilmektedir. Korneanın anestezisi lokal anestetik bir madde ile sağlandıktan sonra tonometrenin tabanı kornea üzerine yerleştirilir. Daha sonra, merkezi piston üzerine buna değen kornea kısmının içeri doğru hareketine yol açacak küçük bir kuvvet uygulanır. Hareketin miktarı tonometrinin göz içi basınca göre kalibre edilmiş olan ölçeğinden okunur.

Göz İçi Basıncın Düzenlenmesi: Göz içi basınç normal gözde ± 2 mm Hg düzeyinde sabit tutulur. Bu basıncın düzeyi, büyük ölçüde hümör aközün ön kamaradan Schlemm kanalına akışında karşılaştığı direnç tarafından belirlenir. Bu akış direnci sıvının ön kamaranın lateral açılarından Schlemm kanalına geçerken içinden sızması gereken trabekül ağından kaynaklanmaktadır. Bu trabeküller 2-3 mikrometrelik küçük açıklıklar içerirler. Basınç arttığında sıvının kanal içine akış hızı belirgin derecede artmaktadır. Normal gözde 15 mm Hg basınçta Schlemm kanalı yoluyla gözü

terk eden sıvı miktarı 2.5 µl / dk 'ya ulaşmakta ve sıvı cisimden kaynaklanan sıvı girişimi eşitlenmektedir. Bu nedenle normalde yaklaşık 15 mm Hg düzeyinde basınç sabit kalmaktadır.

Trabeküler Alanların ve Göz içi Sıvının Temizlenmesi: Göz içi kanamalar veya enfeksiyonlarda olduğu gibi humör aköz içinde büyük miktarda debris oluştuğunda, bunlar Schlemm kanalının girişinde yer alan trabeküler alanda birikirler. Bu debris, sıvının ön kamaradan uygun şekilde reabsorpsiyonunu engelleyebilir ve bazen bu durum glakoma yol açabilir. Ancak trabeküler plakların yüzeylerinde çok sayıda fagositik hücre bulunur. Hemen Schlemm kanalının ağzında da, debris yutma ve absorbe olabilen küçük moleküler parçalara ayırma kapasitesi çok yüksek olan retikuloendotelial hücreleri bol miktarda içeren bir interstisyel jel tabakası bulunmaktadır. Bu fagositik sistemler trabeküler alanı temiz tutarlar. Ayrıca, irisin yüzeyi ve irisin arkasındaki diğer göz içi yüzeyler, proteinleri ve küçük parçacıkları fagosit etme yeteneğine sahip bir epitel kaplıdır. Böylelikle humör aközün berrak kalması sağlanmaktadır.

Glokom, Önemli Bir Körlük Nedeni : Glokom körlüğün en sık nedenlerinden biridir. Bu, göz içi basıncını patolojik düzeylere, bazen akut olarak 60-70 mm Hg'ye kadar yükseltebilen bir göz hastalığıdır. 20-30 mm Hg'yi aşan basınçlar uzun sürdüğünde görme kaybına yol açarlar. Çok yüksek basınçlar günler ve hatta saatler içinde körlüğe yol açabilir. Basınç arttığında, optik sinirin aksonları gözü terk ettikleri optik disk bölgesinde sıkışır. Bu sıkışma sonucunda, retinada yer alan nöronal hücre gövdelerinden beyne ulaşan uzun optik sinir liflerine doğru olan aksonal stoplazma akımının kesildiği sanılmaktadır. Bunun sonucu, liflerin beslenmesinin bozulması ve buna bağlı olarak da ilgili nöronların bölümüdür. Ayrıca, göze yine optik diskten giren retina arterinin basınç altında kalması sonucunda, retinanın beslenmesinin bozulmasına bağlı olarak nöronal hasarın artmasında olasıdır. Çoğu glokom olgusunda anormal yükseklikteki basınç, sıvının iridokorneal açıda trabeküler alandan Schlemm kanalına geçişte karşılaştığı direncin sonucudur. Örneğin, akut göz inflamasyonunda beyaz kan hücreleri ve doku debris trabeküler boşluklarda tıkanmaya ve göz içi basıncında akut artışa yol açarlar. Kronik koşullarda, özellikle ileri yaşlarda, trabeküler alanın fibröz oklüzyonu en sık nedenidir.

Glokom bazen göze damlatılan ve göz küresine difüze olarak humör aközün sekresyonunu azaltan veya absorpsiyonunu artıran ilaçlarla tedavi edilebilir. İlaç tedavisi yetersiz kaldığında, trabekül boşluklarının açılması veya göz küresinin sıvı içeren boşlukları ile göz küresinin dışındaki subkonjunktival alan arasına doğrudan

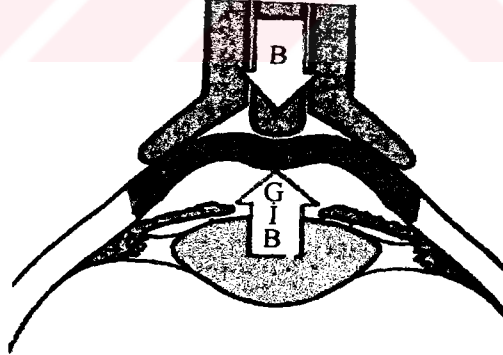
delikler açılması tarzındaki cerrahi tekniklerle basınç çoğunlukla yeterli derecede düşürülebilir.

2.2.6.5. Göz içi Basıncının Ölçümü ve Ölçümünde Kullanılan Aletler

Göz içi basıncının ölçülmesine tonometri, bunu ölçen cihazlara tonometre denir. 3 tür tonometre vardır: 1- İndentasyon (çökertme) 2- Aplanasyon (düzleştirme) 3- non-kontakt

- 1) *İndentasyon (çökertme)* : Bu yöntemle göz içi basıncının ölçülmesi, bir ağırlığın, yumuşak bir gözü sert bir gözden daha fazla çökerttiği temeline dayanır. Schiotz tonometresinde, ağırlığın korneayı çökertme miktarı skaladan okunur ve bu değer, tablolardaki milimetre/civa (mmHg) basıncına olan karşılığı bulunur. Schiotz tonometresinin avantajı ucuz olması, kullanım ve taşıma kolaylığı ile biyomikrokopa gerek bırakmamasıdır.

Her iki göze yüzeysel anestezi damla damlatılır. Hasta, arka üstü yatırılır ve tavandaki bir noktaya veya hemen başının üstünde bir parmağa bakması söylenir. Tonometre, ayrı ayrı her iki gözün korneası üstüne konarak skaladan değer okunur ve bu değeri mmHg'ye çeviren bir tablo yardımıyla göz içi basıncı saptanır.



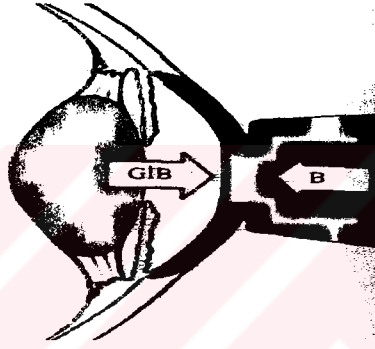
Şekil 2.5. Çökertici tonometre ve uygulaması

- 2) *Aplanasyon (düzleştirme)* : Bu yöntem, Imbert-Fick yasasına göre düzenlenmiştir. Bu yasada "ideal" şöyle formülleştirilmiştir. İnce cidarlı bir kürenin içindeki basınç (P), yüzeyini düzleştirmek için kullanılan kuvvetin (F), düzleştirilen alana (A) bölünmesine eşittir ($P=F/A$).

Ancak insan gözü ideal bir küre değildir ve kornea düzleştirmeye karşı direnç gösterir. Buna ek olarak, göz yaşının kapiller çekimi, tonometriyi korneaya doğru çeker.

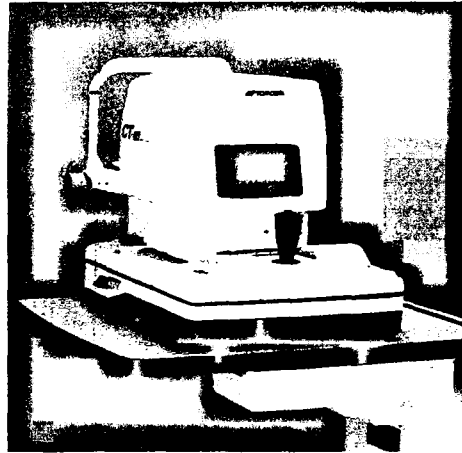
Aplanasyon tonometresi ile göz içi basıncı ölçülürken, düzleştirilen alanın çapı yaklaşık 3 mm olduğu zaman, bu iki kuvvet birbirini götürür. Bu kadar küçük bir kornea segmentinin düzleştirilmesi, gözde sadece az miktarda sıvının değişmesine yol açar ve dolayısıyla basınç değişimi sklera rijiditesine bağımlı değildir.

Aplanasyon tonometresi 3,06 mm çapında çift prizmadan oluşmuştur. Ölçüm yapmak için gözyaşı floresein ile boyanır ve kobalt mavisi filtre kullanılır. Prizma kornea apeksine değdiği anda, iki sarı yarım çember belirir. Bunlar, floresein ile boyanmış gözyaşı filminin prizmanın üst ve alt yarılarna değdiğinin göstergesidir. Kornea tamamen düzleştirildiği zaman, iki yarım çemberin iç kenarları uç uca gelir. Bu şekilde yandaki skaladan göz içi basıncı mmHg cinsinden okunur.



Şekil 2.6. Düzleştirici tonometre ve uygulanışı

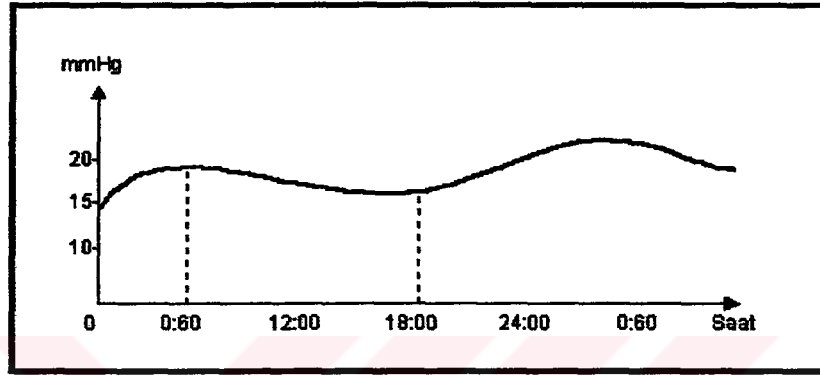
- 3) *Non-kontakt* : Esnek bir diyaframa doğru gönderilen gaz akımı ile korneayı çöktürme suretiyle ölçüm yapılır.



Şekil 2.7. Havalı tonometre

2.2.6.6. Göz içi Basıncının Günlük Seyri

Göz içi basıncının akşama doğru düşü göstermesi nedeniyle tam değerin saptanmasında sabah, akşam ölçümleri yapılmalıdır. Uykuda göz içi basıncı %50 oranında azalarak en düşük seviyeye ulaşır. Gece 02.00'dan sonra sabaha karşı artışla en yüksek seviyeye ulaşır. Sabah, akşam ölçümleri arasında 5 mmHg iki göz arasında 5 mmHg'den fazla fark saptanırsa patolojiktir.



Şekil 2.8. Göz içi basıncın günlük seyri.

2.3. GLOKOMLAR VE TANI

2.3.1. Glukomun Sınıflandırılması

Göz içi basıncı, gonioskopik bulgu, optik sinir başı bulguları, görme alanı defektleriyle glukom tanısı konulduktan sonra yaş, cins, ırk ve sistemik hastalıklar dikkate alınarak aşağıda tabloya göre tanıya varılır. Diğer anlamda, tüm glukomlar, primer ve sekonder kaynaklıdır.

GLOKOMLAR	
A. PRİMER GLOKOMLAR	
1. AÇIK AÇILI (20° 40°)	0-3 yaş: Konjenital glokom (Yalın Tip) 4-10 yaş: Infantil glokom 11-35 yaş: Jüvenil glokom 35 yaş üstü: Adult glokom (B.Kr.glokom)
2. DAR AÇILI GLOKOM (0° 20°)	Pupiller blokla Akut glokom İntermittant glokom Kronik konjestif glokom Plato irisle Birlikte
B. SEKONDER GLOKOM	
Çocukta	1. Göz anomalileriyle beraber 2. Sistemik anomalilerle beraber
Yetişkinde	1. Pigmenter glokom 2. Psödöeksfolyasyon glokomu 3. İnflamatuvar glokom 3.1. Açık açılı: İridosiklit, pars planitis, Fuch heterokromisi, glokomatösiklitik kriz, Korioretinit, Vogt-Kayanagi-Harada, sempatik oftalmi Keratit, sklerit 3.2. Kapalı açılı: Pupiller blok Periferik anterior sineşi (PAS) 4. Yatrojenik: Steroid 5. Travmatik 6. Lense bağlı 6.1. Açık açılı: Fakolitik, fakoanafilaktik 6.2. Kapalı açılı: Fakomorfik (lüksasyon, şişmiş lens) Mikrosferofaki 7. Postoperatif 8. Yükselmiş episkleral venöz basınç: Karotikokavemöz fistül Sturge-Weber 9. Neovasküler glokom: Diabet, retinal ven trombozu 10. Göziçi tümörleri
C. ABSOLÜ GLOKOM (Primer ve Sekonder Glokomun Son Dönemi)	

Şekil 2.9. Glokom çeşitlerinin sınıflandırılması.

2.3.2. Glokomda Tedavi

Glokom, genellikle göz içi basıncı artışı ile birlikte merkezi görmede azalma, periferik görme de daralma fundota cup/disc oranı artma ve tedavi edilmediği takdirde körlükle sonuçlanan bir hastalıktır.

Dünyada körlük nedenleri arasında önemli bir yer işgal etmektedir. 40-45 yaşlarında %0,1-2 oranında görülürken 75-50 yaşlarında sıklığı %5 'lere kadar ulaşmaktadır.

Günümüz tıbbının amacı insanın ömrünü uzatmaktır. Yazılı nüfusun artması ile glokom daha da önemli bir sorun haline gelmektedir.

Glokomda erken tanı ve iyi bir takip oldukça önemlidir. Çünkü meydana gelen hasarlar kalıcıdır.

Tam nedeni bilinmemekle birlikte glokom etiyopatopenezimde sonuçlanan ve kontrol edilebilen en önemli faktör göz içi basıncıdır. Normal değer olarak 12-20 mm Hg'lik bir göz içi basıncı değeri bildirilse de tedavide bu aralıkta tutmak her zaman için kofonal hasarın ilerlemesini durdurmaya yetmemektedir. Bu nedenle tedavide her hasta için kofonal hasar durduran bir hedef basıncı (target presuar) tespiti ve izlenmesi uygun görülmüştür.

Bu hedef basıncı sağlamada pek çok kesitli antiplomatın ilaçlardan yararlanılmaktadır. Bunlar ya humör aköz olarak adlandırılan göz içi sıvısı yapımını azaltarak, ve/veya humör aköz dışı akımını arttırarak etki etmektedir. Ayrıca episkleral venöz basıncın düşürülmesi de diğer bir etki mekanizmasıdır.

Antiplokomatin İlaçlar

- 1- *Beta Blokerler*: Tedavide en sık kullanılan ilaç grubu olup humör aköz seleresyonunu azaltarak etki eder. Selektif (B1) e non selektif (B1 ve B2) olmak üzere iki gruba ayrılır. Kardiyak ve pulmoner sistemde yan etkileri vardır.
- 2- *Parasimpato mimetikler*: Humör aköz dışı akımını arttırırlar. Myopi ve akomodasyon spazmı gibi artırıcı etkileri vardır.
- 3- *Karbonik enzim inhibitörleri*: Humör aköz yapımını azaltırlar. Lokal, ofal ve iv kullanılan formlar vardır. Lokal kullanımda gastik irritasyon kanal iliği diskrazileri, parantezi, böbrek taşı yapma gibi yan etkileri vardır.
- 4- *Sempatomimetikler (adrenalin)* : Göz içi basıncını dışı akımı arttırarak düşürürler. Lokal irritasyon yanı sıra adrenokrom pigmenti birikmesi histoid mahuk öden gibi yan etkileri vardır.

- 5- *X2 Agonistler (Bzimonidin, Apzaklonidin)* : Humör aköz sekresyonunu azaltırlar direnaji arttırıcı etkileri vardır. Episkleral basınç üzerine de etkilidir.
- 6- *Prostaglondin F2x Analogları* : Humör aköz direnajını arttırarak etkilidir.
- 7- *Hiperosmatik Ajonlar* : Kronik kullanımı uygun değildir. Ancak acil durumlarda kullanılır.

Tedavide özellikle tek ilaç kullanımı esas olmak üzere çeşitli kombinasyonlar kullanılabilir.

Ayrıca nöron koruma ve anoptezisi önlemeye yönelik çeşitli ilaçlar deneme aşamasındadır.

Medical tedavinin yetmediği yerde laser uygulamaları yanı sıra humör aköz sekresyonunu azaltan veya direnaji kolaylaştıran çeşitli ameliyat seçenekleri de kullanılabilir.

Bu hastalığın tedavisinde kullanılan seçeneklerin çokluğu o hastalığın tedavisinde henüz mükemmele ulaşılmadığının bir göstergesidir. İlaç, cerrahi gibi seçeneklerin yanında alternatif olmasa bile destekleyici nitelikte egzersiz gibi göz içi basıncını düşüren ve dolayısıyla perfizyonunu arttıran seçeneklerde araştırılmalıdır. Fakat bu egzersizin mahiyeti kesin olarak bilinmemekle beraber egzersizin daha somut bir hale gelebilmesi için bu konuyla ilgili daha fazla çalışmanın yapılması gerekmektedir.³⁷

3. MATERYAL VE METOD

3.1. DENEKLER

Bu çalışma, Atatürk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu'nda öğrenim gören 11 kız, 19 erkek, toplam 30 sporcu ve Atatürk Üniversitesi'nin diğer bölümlerinde öğrenim görmekte olan 10 kız, 15 erkek, toplam 25 sedanter öğrenci üzerinde gerçekleştirildi. Denekler çalışmaya gönüllü olan öğrenciler arasından seçildiler. Kalp sorunu, üst solunum yolu enfeksiyonu ve son bir ay içinde göz içi basıncını etkileyebilecek her hangi bir ilaç kullanan öğrenciler bu çalışmaya alınmadı.

Deneklere göz içi basıncı ölçülmeden önceki gece en az 9 saat uyumaları ve en geç saat 07:00'da kahvaltılarını tamamlamış olmaları söylendi.

3.2. DENEYDE KULLANILAN ÖLÇÜM ALETLERİ VE MATERYALLER

Göz tansiyonu ölçümü, ölçüm salonunda sabit olarak yerleştirilmiş pnömometreyle (havalı tonometre) yapıldı. Deneyde Sport Art marka elektronik koşu bandı kullanıldı.



Şekil 3.1. Koşu bandında maksimal kalp atım frekansına ulaşmak için egzersiz uygulaması.

3.3. DENEYİN YAPILIŞI

Ölçümler Atatürk Üniversitesi Göz Hastalıkları Ana Bilim Dalı'nda Sport Art marka elektronik koşu bandı ve pnömometre (Havalı tonometre) ile yapıldı. Göz basıncı ölçümü aynı Ana Bilim Dalı Öğretim Üyelerinden Yrd. Doç. Dr. İbrahim KOÇER tarafından gerçekleştirildi.

Deney sporcuve sedanterlerde aynı yöntemle uygulandı. Birinci gün sporcular, ikinci gün sedanterler ölçüme alındı. Deneklerin istirahatteki göz içi basınçları ölçüldü ve not edildi. Ardından sıra ile koşu bandına alınarak artan şiddette egzersiz uygulandı ve maksimal kalp atım frekansına ulaşıldıktan sonra (2 dk.) bir süre egzersize devam edildi. Egzersizden hemen sonra sağ ve sol göz içi basınçları ölçülerek kaydedildi. Ölçüm işlemi egzersizden 30 dk. ve 2 saat sonra tekrar yapılarak kaydedildi.

3.4. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

İstatistiksel analizde SPSS 10.0 bilgisayar paket programı kullanıldı. SPSS programındaki paried ve unpaired fark testleri kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık için p değerini 0.05'den küçük olması dikkate alındı.

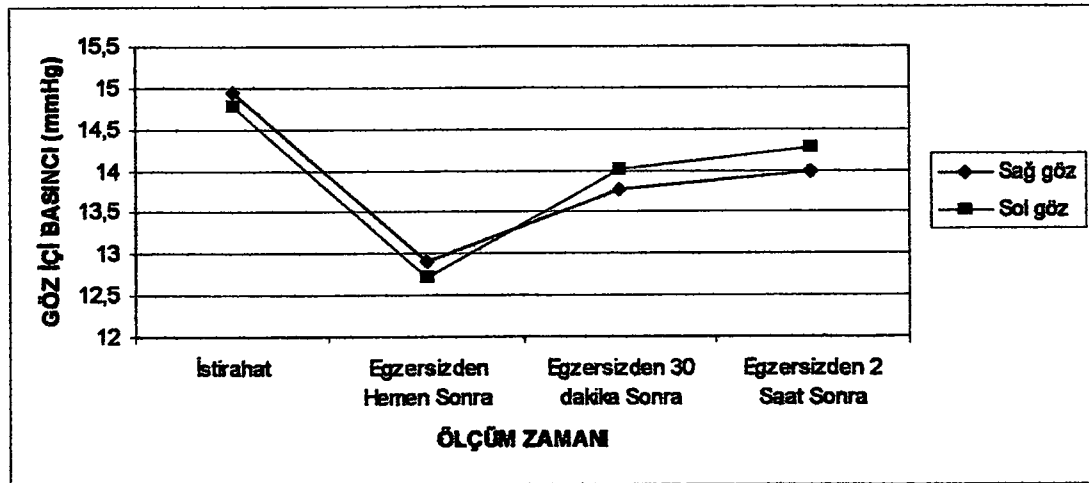
4. BULGULAR

4.1. TÜM DENEKLERDE İSTİRAHAT, EGZERSİZDEN HEMEN SONRA 30 DK. SONRA VE 2 SAAT SONRA SAĞ VE SOL GÖZ İNTRAOKÜLER BASINÇ(mmHg) DEĞERLERİ

Tablo 1'de tüm deneklerde istirahat, egzersizden hemen sonra, 30 dk. ve 2 saat sonraki sağ ve sol göz intraoküler basınç değerlerine ait istatistiksel sonuçlar verilmiştir(Şekil 4.1.). Tablodan görüleceği üzere , istirahat, egzersizden hemen sonra, 30 dk. ve 2 saat sonraki sağ ve sol intraoküler basınç değerleri açısından istatistiksel anlamlı fark bulunmadı.(Sırasıyla, $t=0.68, p=0.49$; $t= 0.82 p=0.42$; $t= 1.1 p= 0.27$; $t= 1.08 p= 0.29$).

Tablo 1: Tüm Deneklerde istirahat, egzersizden hemen sonra, 30 dk. Sonra ve 2 saat sonra sağ ve sol göz intraoküler basınç(mm Hg) değerleri.

	Sağ Göz	Sol Göz	t	p
	Ortalama $\pm$ SD	Ortalama $\pm$ SD		
İstirahat	14.94 $\pm$ 2.88	14.77 $\pm$ 3.22	0.68	0.49
Egzersizden Sonra	12.92 $\pm$ 2.41	12.72 $\pm$ 2.07	0.82	0.42
Egzersizden 30 dk Sonra	13.77 $\pm$ 2.74	14.02 $\pm$ 2.82	1.1	0.27
Egzersizden 2 Saat Sonra	14.0 $\pm$ 3.0	14.28 $\pm$ 3.18	1.08	0.29



Şekil 4.1: Tüm deneklerde istirahat, egzersiz sonrası, egzersizden 30 dakika ve 2 saat sonraki sağ ve sol göz , göz içi basınç değerleri.

4.2.TÜM DENEKLERDE SAĞ GÖZ İNTRAOKÜLER BASINÇ DEĞERLERİNİN İSTİRAHAT VE EGZERSİZ SONRASI İSTATİSTİKSEL KARŞILAŞTIRILMASI.

Tablo 2’de tüm denekler sağ göz intraoküler basınç değerlerinin istirahat ve egzersiz sonrası istatistiksel değerleri verilmiştir.İstirahat değerlerine göre egzersizden hemen sonra, 30 dk. sonra ve 2 saat sonraki değerlerin istatistiksel anlamlı olarak azaldığı bulundu (sırasıyla, $t=5.73$, $p=0.00$, $t=4.66$, $p=0.00$; $t=3.29$, $p=0.002$). Egzersizden 30 dk. ve 2 saat sonraki intraoküler basınç değerlerinin egzersiz sonrasına göre istatistiksel anlamlı olarak azaldığı bulundu(sırasıyla , $t= 2.93$, $p=0.005$; $t= 2.89$, $p= 0.006$). Egzersizden 2 saat sonraki intraoküler basınç sonrası değerlerinin 30 dk. sonraki değerlere göre farklı olmadığı bulundu ($t= 1.02$, $p= 0.31$).

Tablo 2: Tüm denekler de sağ göz intraoküler basınç değerlerinin istirahat ve egzersiz sonrası istatistiksel karşılaştırılması.

	Egzersizden Sonra		Egzersizden 30 dk Sonra		Egzersizden 2 Saat Sonra	
	t	p	t	p	t	p
İstirahat	5.73	0.00	4.66	0.000	3.29	0.002
Egzersizden Sonra	-	-	2.93	0.005	2.89	0.006
Egzersizden 30 dk Sonra	-	-	-	-	1.02	0.31

4.3.TÜM DENEKLERDE SOL GÖZ İNTRAOKÜLER BASINÇ DEĞERLERİNİN İSTİRAHAT VE EGZERSİZ SONRASI İSTATİSTİKSEL KARŞILAŞTIRILMASI

Tablo 3’de tüm denekler sağ göz intraoküler basınç değerlerinin istirahat ve egzersiz sonrası istatistiksel değerleri verilmiştir. İstirahat değerlerine göre egzersizden hemen sonra 30 dk. ve 2 saat sonraki değerlerin istatistiksel anlamlı olarak azaldığı bulundu(sırasıyla, $t=5.64$, $p=0.00$; $t=2.71$, $p=0.009$; $t=2.09$, $p=0.04$).

Egzersizden 30 dk. ve 2 saat sonraki intraoküler basınç değerlerinin egzersiz sonrasına göre istatistiksel anlamlı olarak azaldığı bulundu(sırasıyla; $t=4.36$, $p=0.00$; $t=4.27$, $p=0.00$). Egzersizden 2 saat sonraki intraoküler basınç değerlerinin 30 dk. sonraki değerlerine göre farklı olmadığı bulundu($t=0.99$, $p=0.33$).

Tablo 3: Tüm deneklerde sol göz intraoküler basınç değerlerinin istirahat ve egzersiz sonrası istatistiksel karşılaştırılması

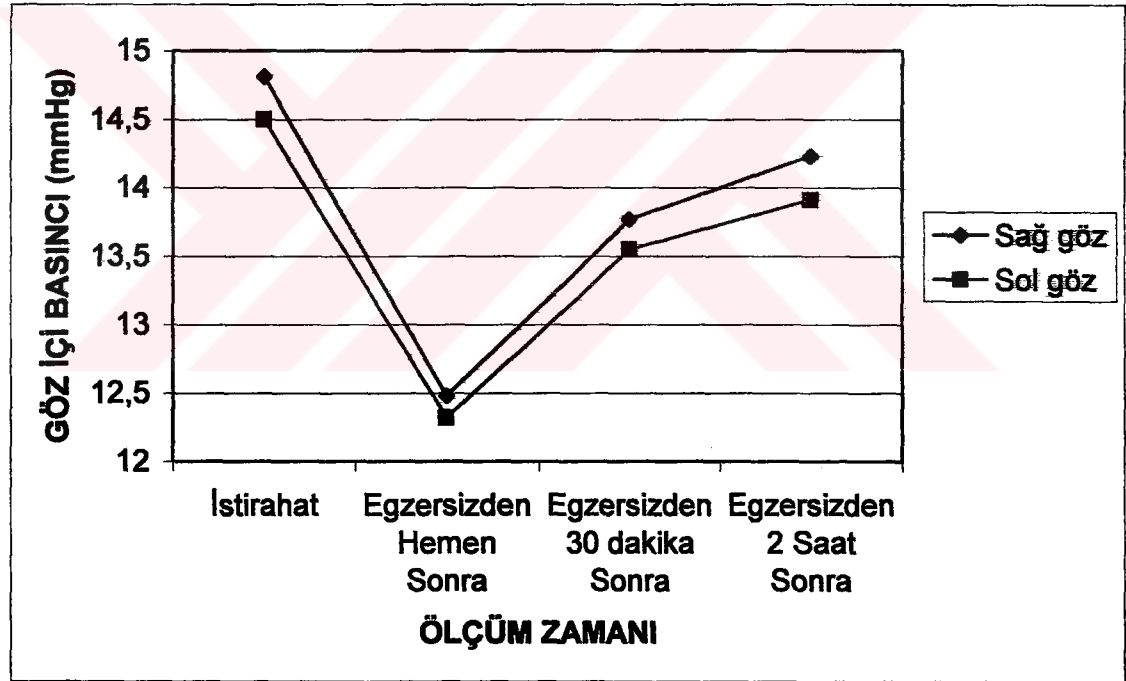
	Egzersizden Sonra		Egzersizden 30 dk Sonra		Egzersizden 2 Saat Sonra	
	t	P	t	p	t	p
İstirahat	5.64	0.00	2.71	0.009	2.09	0.04
Egzersizden Sonra	-	-	4.36	0.00	4.27	0.00
Egzersizden 30 dk Sonra	-	-	-	-	0.99	0.33

4.4 TÜM SPORCULARDA İSTİRAHAT, EGZERSİZDEN HEMEN SONRA 30 DK, SONRA VE 2 SAAT SONRA SAĞ VE SOL GÖZ İNTRAOKÜLER BASINÇ DEĞERLERİ

Tablo 4'de tüm sporcularda istirahat, egzersizden hemen sonra, 30 dk. sonra ve 2 saat sonra sağ ve sol göz intraoküler basınç değerleri ile ilgili istatistiksel sonuçlar verilmiştir(Şekil 4.2.). İstirahat, egzersizden hemen sonra, 30 dk. sonra ve 2 saat sonraki değerler açısından sağ göz-sol göz farkı anlamlı bulunmadı(sırasıyla $t=1.58$, $p=0.13$; $t= 0.72$, $p=0.48$; $t= 0.96$, $p=0.35$; $t=1.28$, $p=0.22$).

Tablo 4: Tüm sporcularda istirahat, egzersizden hemen sonra 30 dk, sonra ve 2 saat sonra sağ ve sol göz intraoküler basınç değerleri

	Sağ Göz	Sol Göz	t	p
	Ortalama $\pm$ SD	Ortalama $\pm$ SD		
İstirahat	14.81 $\pm$ 2.63	14.50 $\pm$ 2.77	1.58	0.13
Egzersizden Sonra	12.48 $\pm$ 2.06	12.32 $\pm$ 2.01	0.72	0.48
Egzersizden 30 dk Sonra	13.77 $\pm$ 2.81	13.55 $\pm$ 2.61	0.96	0.35
Egzersizden 2 Saat Sonra	14.23 $\pm$ 3.05	13.91 $\pm$ 3.18	1.28	0.22



Şekil 4.2: Sporcularda istirahat, egzersiz sonrası, egzersizden 30 dakika ve 2 saat sonraki sağ ve sol göz, göz içi basınç değerleri.

4.5. SPORCULARDA SAĞ GÖZ İNTRAOKÜLER BASINÇ DEĞERLERİNİN İSTİRAHAT VE EGZERSİZ SONRASI İSTATİSTİKSEL KARŞILAŞTIRILMASI.

Tablo 5'de sporcularda sağ göz intraoküler basınç değerlerinin istirahat ve egzersiz sonrası istatistiksel karşılaştırmaları verilmiştir. Bu tabloya göre, egzersiz sonrası ve egzersizden 30 dk. sonrası değerleri istirahat değerlerine göre azalmış bulunurken(sırasıyla, $t=5.71$, $p=0.00$; $t=3.21$, $t=0.004$), egzersizden 2 saat sonraki değerlerin istirahate göre anlamlı olmadığı bulundu($t=1.48$, $p=0.15$). Egzersizden 30 dk. sonra ve 2 saat sonraki değerlerinin egzersizden hemen sonraya göre istatistiksel olarak anlamlı daha yüksek oldukları bulundu(sırasıyla, $t=3.42$, $p=0.003$; $t=3.98$, $p=0.001$). egzersizden 30 dk. sonraki değerlerle 2 saat sonraki değerler arasında anlamlı fark yoktu ($t=1.42$, $p=0.17$).

Tablo 5:Sporcularda sağ göz intraoküler basınç değerlerinin istirahat ve egzersiz sonrası istatistiksel karşılaştırılması.

	Egzersizden Sonra		Egzersizden 30 dk Sonra		Egzersizden 2 Saat Sonra	
	t	p	t	p	t	p
İstirahat	5.71	0.00	3.21	0.004	1.48	0.15
Egzersizden Sonra	-	-	3.42	0.003	3.98	0.001
Egzersizden 30 dk Sonra	3.42	0.003	-	-	1.42	0.17

4.6. SPORCULARDA SOL GÖZ İNTRAOKÜLER BASINÇ DEĞERLERİNİN İSTİRAHAT VE EGZERSİZ SONRASI İSTATİSTİKSEL KARŞILAŞTIRILMASI

Tablo 6'da sporcularda sol göz intraoküler basınç değerlerinin istirahat ve egzersiz sonrası istatistiksel karşılaştırılması verilmiştir. Buna göre, egzersizden hemen sonra ve 30 dk. sonra değerlerinin istirahat değerlerine göre düşük oldukları bulunurken(sırasıyla, $t=4.86$, $p=0.00$; $t=2.72$, $p=0.01$), egzersizden 2 saat sonra değerlerinin istirahat değerlerinden farksız olduğu bulundu($t=1.44$, $p=0.16$).

Egzersizden hemen sonraki değerlere göre 30 dk. ve 2 saat sonraki değerlerin anlamlı daha yüksek oldukları bulundu(sırasıyla $t=2.75$, $p=0.01$; $t=3.06$, $p=0.006$). Egzersizden 2 saat sonraki değerlerin 30 dk. sonraki değerlerden farksız olduğu bulundu($t=1.22$, $p=0.23$).

Tablo 6: Sporcularda sol göz intraoküler basınç değerlerinin istirahat ve egzersiz sonrası istatistiksel karşılaştırılması

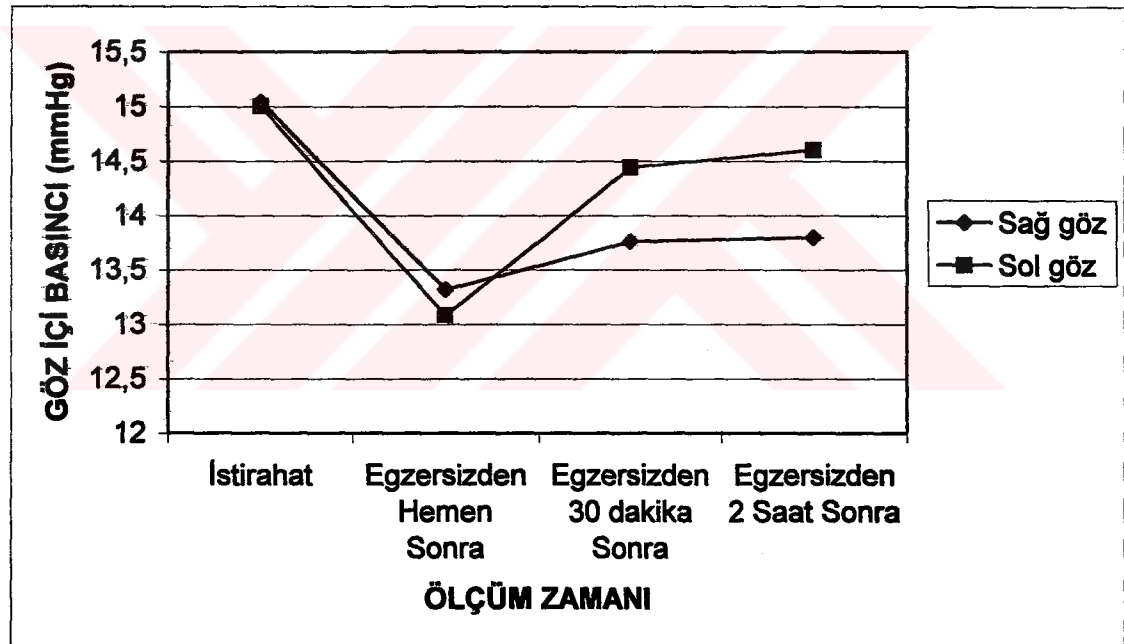
	Egzersizden Sonra		Egzersizden 30 dk Sonra		Egzersizden 2 Saat Sonra	
	t	p	t	p	t	p
İstirahat	4.86	0.000	2.72	0.01	1.44	0.16
Egzersizden Sonra	-	-	2.75	0.01	3.06	0.006
Egzersizden 30 dk Sonra	2.75	0.01	-	-	1.22	0.23

4.7. SEDANTERLERDE İSTİRAHAT, EGZERSİZDEN HEMEN SONRA, 30 DK. SONRA VE 2 SAAT SONRA SAĞ VE SOL GÖZ İNTRAOKÜLER BASINÇ DEĞERLERİ

Tablo 7’de sedanterlerde istirahat, egzersizden hemen sonra, 30 dk. sonra ve 2 saat sonra sağ ve sol göz intraoküler basınç değerleri gösterilmiştir(Şekil 2.3.). Tabloya göre, istirahat, egzersizden hemen sonra, egzersizden 30 dk. sonra ve 2 saat sonraki değerlerde sağ göz-sol göz farkı bulunmadı(sırasıyla, $t=0.09$, $p=0.93$; $t=0.58$, $p=0.57$; $t=1.87$, $p=0.07$; $t=1.98$, $p=0.06$).

Tablo 7: Sedanterlerde istirahat, egzersizden hemen sonra, 30 dk. sonra ve 2 saat sonra sağ ve sol göz intraoküler basınç.

	Sağ Göz	Sol Göz	t	p
	Ortalama $\pm$ SD	Ortalama $\pm$ SD		
İstirahat	15.04 $\pm$ 3.13	15.00 $\pm$ 3.61	0.09	0.93
Egzersizden Sonra	13.32 $\pm$ 2.66	13.08 $\pm$ 2.1	0.58	0.57
Egzersizden 30 dk Sonra	13.76 $\pm$ 2.73	14.44 $\pm$ 2.99	1.87	0.07
Egzersizden 2 Saat Sonra	13.80 $\pm$ 3.0	14.6 $\pm$ 3.21	1.98	0.06



Şekil 4.3: Sedanterlerde istirahat, egzersiz sonrası, egzersizden 30 dakika ve 2 saat sonraki sağ ve sol göz göz içi basınç değerleri.

4.8. SEDANTERLERDE SAĞ GÖZ İNTRAOKÜLER BASINÇ DEĞERLERİNİN İSTİRAHAT VE EGZERSİZ SONRASI İSTATİSTİKSEL KARŞILAŞTIRILMASI.

Tablo 8’de, sedanterlerde sağ göz intraoküler basınç değerlerinin istirahat ve egzersiz sonrası istatistiksel karşılaştırılmaları sunulmuştur. Bu tabloya göre, egzersizden hemen sonra, 30 dk. sonra ve 2 saat sonraki değerlerin istirahat değerlerine göre anlamlı düşük oldukları bulundu(sırasıyla, $t=0.9$, $p=0.005$; $t=3.36$, $p=0.003$; $t=3.09$, $p=0.005$). Egzersizden 30 dk. ve 2 saat sonraki değerlerin egzersizden hemen sonraki değerlerden farksız olduğu bulundu(sırasıyla, $t=1.06$, $p=0.3$; $t=0.84$, $p=0.41$). Egzersizden 2 saat sonraki değerlerin 30 dk sonraki değerlerden farksız olduğu bulundu($t=0.12$, $p=0.9$).

Tablo 8. Sedanterlerde sağ göz intraoküler basınç değerlerinin istirahat ve egzersiz sonrası istatistiksel karşılaştırılması

	Egzersizden Sonra		Egzersizden 30 dk Sonra		Egzersizden 2 Saat Sonra	
	t	p	t	p	t	p
İstirahat	3.09	0.005	3.36	0.003	3.09	0.005
Egzersizden Sonra	-	-	1.06	0.3	0.84	0.41
Egzersizden 30 dk Sonra	1.06	0.3	-	-	0.12	0.9

4.9. SEDANTERLERDE SOL GÖZ İNTRAOKÜLER BASINÇ DEĞERLERİNİN İSTİRAHAT VE EGZERSİZ SONRASI İSTATİSTİKSEL KARŞILAŞTIRILMASI.

Tablo 9'da, sedanterlerde sol göz intraoküler basınç değerlerinin istirahat ve egzersiz sonrası değerlerinin istatistiksel karşılaştırılmaları verilmiştir. Buna göre, egzersizden hemen sonraki değerlerin istirahate göre anlamlı düşük olduğu($t=3.41$, $p=0.002$), ancak egzersizden 30 dk. sonra ve 2 saat sonraki değerlerin istirahat değerlerinden farksız oldukları bulundu(sırasıyla $t=1.34$, $p=0.19$; $t=1.55$, $p=0.13$). Egzersizden hemen sonraki değerlere göre 30 dk. ve 2 saat sonraki değerlerin daha yüksek oldukları bulundu(sırasıyla $t=3.34$, $p=0.003$; $t=2.94$, $p=0.007$). Egzersizden 2 saat sonraki değerlerin 30 dk. sonra değerlerine göre farksız olduğu bulundu($t=0.39$, $p=0.7$).

Tablo 9: Sedanterlerde sol göz intraoküler basınç değerlerinin istirahat ve egzersiz sonrası istatistiksel karşılaştırılması.

	Egzersizden Sonra		Egzersizden 30 dk Sonra		Egzersizden 2 Saat sonra	
	t	p	t	p	t	p
İstirahat	3.41	0.002	1.34	0.019	1.55	0.13
Egzersizden Sonra	-	-	3.34	0.003	2.94	0.007
Egzersizden 30 dk Sonra	3.34	0.003	-	-	0.39	0.7

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada egzersizin göz içi basıncı üzerine etkileri sedanter ve sporcu öğrencilerde karşılaştırmalı olarak araştırılması amaçlandı. Bu nedenle sonuçlar önce toplam deneklerde daha sonra gruplara ayrılarak ayrı ayrı tartışılacaktır.

5.1. Tüm Denekler

Tüm deneklerde istirahatte, egzersizden hemen sonra, egzersizden 30 dakika sonra ve egzersizden 2 saat sonraki göz içi basınç değerleri açısından herhangi bir fark bulunmadı. Zaten literatürde böyle bir fark olup olmadığına dair çalışmaya rastlanmadı. Bu nedenle tüm deneklerde hem istirahatte, hem egzersiz sonrası için sağ göz-sol göz intraoküler basınç farkı olmadığı söylenebilir.

Tüm deneklerde istirahat değerlerine göre egzersizden hemen sonra, egzersizden 30 dakika sonra ve egzersizden 2 saat sonraki değerlerin hem sağ göz hem de sol göz için istatistiksel anlamlı olarak düştüğü bulundu. Bu sonuçlar akut dinamik egzersizin 2 saat boyunca göz içi basıncında düşmeğe sebep olduğunu göstermektedir. Bu konuda daha önce yapılmış olan çalışmalar özetlenecek olursa : Lempert ve arkadaşları (1967) akut egzersizin sedanter sağlıklı kişiler ve glaukom hastalarında ortalama 330 dakikalık bir düşmeğe sebep olduğunu rapor ettiler.³⁸

Koçer ve Dane (2000) tarafından yakın zamanda yapılan bir çalışmada akut egzersizin önemli ölçüde göz içi basıncını düşürdüğünü ancak bu düşüşün ne kadar süreyle devam ettiğini rapor etmediler.³⁹ Querski fiziksel kondisyon (physical fitness) un intraoküler basınçta önemli derecede düşüşe sebep olduğunu gösterdi.⁴⁰ Ona göre kısa süreli akut dinamik bir egzersizde egzersizin şiddeti istirahat göz içi basıncındaki azalmanın miktarını belirleyen en önemli faktördür. Yani egzersizin şiddeti arttıkça göz içi basıncında daha fazla düşme sağlanmaktadır. Bizim çalışmamız yukarıda zikredilen çalışmalar ile uyumludur.

Bu çalışmada tüm deneklerde hem sağ hem de sol göz intraoküler basınç değeri egzersizden hemen sonraya göre egzersizden 30 dakika ve 2 saat sonraki değerlerin anlamlı olarak arttığı ancak yine de 2 saat sonra bile istirahat seviyesine gelmediği bulundu. Egzersizden 30 dakika sonraya göre 2 saat sonraki değerlerin değişmediği bulundu. Bu bize göz içi basıncı değerlerinin ilk 30 dakika da artıp 2 saate kadar değişmediğini gösterir.

5.2. Sedanterler

Sedanterlerde istirahatte, egzersizden hemen sonra, egzersizden 30 dakika sonra ve egzersizden 2 saat sonraki sağ ve sol göz içi basınç değerleri açısından herhangi bir fark bulunmadı. Bu durum tüm deneklerde de aynı şekilde bulunmuştu. Bu nedenle sedanterlerde tüm deneklerde olduğu gibi hem istirahatte, hem egzersiz sonrası için , sağ ve sol göz intraoküler basınç farkı olmadığı söylenebilir.

Sedanterlerde istirahat değerlerine göre Sedanterlerde istirahatte, egzersizden hemen sonra, egzersizden 30 dakika sonra ve egzersizden 2 saat sonraki değerlerin hem sağ göz hem de sol göz için istirahatte anlamlı olarak düştüğü bulundu. Bu sonuçlar aynı tüm deneklerde olduğu gibi egzersize bağlı göz içi basınç düşüklüğünün 2 saat fazla devam ettiğini göstermektedir. Bu bulgular Lenpert ve arkadaşları (1967) , Koçer ve Dane (2000) ve Quereshi (1996)' nin yaptıkları daha önceki çalışmalarla uyumludur. Ancak zikredilen çalışmalarda egzersize bağlı düşüşün süresi 2 saat kadar uzun bulunmamıştı. Bu durum bizim çalışmamızda özellikle sedanterlerin seçilmesi ile ilgili olabilir.

Ayrıca sedanterlerde egzersiz sonrasına göre egzersizde 30 dakika ve 2 saat sonraki değerlerin değişmediği yani anlamlı olarak artmadığı bulundu. Halbuki tüm deneklerde egzersiz sonrasına göre egzersizden 30 dakika ve 2 saat sonraki değerlerin anlamlı olarak arttığı bulunmuştu. Bu bulgu özellikle sedanterlerde egzersize bağlı göz içi basıncındaki azalmanın daha kalıcı olduğunu veya daha etkin olduğunu gösterebilir.

Sedanterlerde egzersizden 30 dakika sonraya göre 2 saat sonra herhangi bir fark olmadığı yani göz içi basıncının anlamlı artmadığı bulundu.

5.3. Sporcularda

Sporcularda da tüm sporcularda ve sedanterlerde olduğu gibi istirahatte, egzersizden hemen sonra, egzersizden 30 dakika sonra ve egzersizden 2 saat sonraki sağ ve sol göz içi basınç değerleri arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmadı. Sonuç olarak sporcularda da istirahatte ve egzersiz sonrası değerler açısından sağ göz-sol göz farkı olmadığı söylenebilir.

Sporcularda istirahat değerlerine göre egzersizden hemen sonra ve egzersizden 30 dakika sonraki değerlerin hem sağ göz hem de sol gözde anlamlı azaldığı bulundu. Ancak 2 saat sonraki değerlerin istirahat değerlerinden farklı olmadığı

bulundu. Burada sedanterlerle bir kıyaslama yaparsak; sedanterlerde 2 saat sonraki değerlerin bile istirahat değerlerinden düşük olmasına rağmen, sporcularda 2 saat sonraki değerlerin istirahat değerlerine yakın olduğu bulundu. Bu durum egzersize bağlı intraoküler basıncıdaki düşmenin sedanterlerde sporculara kıyasla daha uzun süreli olduğunu göstermektedir.

Egzersizden hemen sonraki değerlere göre 30 dakika ve 2 saat sonraki göz içi basınç değerlerinin anlamlı olarak yüksek olduğu bulundu. Bu sonuçlar da bir önceki hipotezi desteklemektedir. Yani sporcularda egzersize bağlı göz içi basıncında ortaya çıkan düşme kısa sürmektedir. Ayrıca egzersizden 30 dakika sonraya göre egzersizden 2 saat sonraki göz içi basınç değerlerinin değişmediği bulundu. Bu bulgu da sporcularda egzersize bağlı göz içi basınç düşmesinin kısa süreli olarak ortaya çıktığını desteklemektedir.



KAYNAKLAR

- 1- Marcus DF, Krupin T, Podos SM, Becker B. The effect of exercise on intraocular pressure. II. Rabbits Invest Ophthalmol 1970; 9, 753-7.
- 2- Martin B, Harris A, Hammel T, Malinovsky V. Mechanism of exercise-induced ocular hypotension. Invest Ophthalmol 1999; 40:5, 1011-5.
- 3- Quereshi IA. Effects of exercise on intraocular pressure in physically fit subjects. Clin Exp Pharmacol Physiol 1996; 23: 8,648-52.
- 4- Quereshi IA, Wu XD, Xi XR, Yang J, Huang YB. Resting intraocular pressure of steel factory workers is related to their physical fitness. Health 1997; 35:2, 259-63.
- 5- Quereshi IA. Does physical fitness influence intraocular pressure? J Pak Med Assoc 1997; 47:3,81-4.
- 6- Shapiro A, Shoenfeld Y, Shapiro Y. The effect of standardised submaximal work load on intraocular pressure. Br J Ophthalmol 1978; 62,679-81.
- 7- Kielar RA, Teraslinna P, Rowe DG, Jackson J. Standardised aerobic and anaerobic exercise: differential effect on intraocular tension, blood pH, and lactate. Invest ophthalmol 1975;14,782-5.
- 8- Akgün N. Egzersiz Fizyolojisi: 9 Eylül Üniv. Yayınları: 2. Baskı. İzmir: 1986.
- 9- Fraser RS, Chapman CB. Studies on the effect of exercise on cardiovascular function, the blood pressure and pulse rate Circulation 1954; IX: 193.
- 10- Rebuck AS, Jones NL, Campbell EJM. Ventilatory response to exercise and to CO₂ rebreathing in normal subjects. Clinical 1972; 43: 861-867.
- 11- Karakuş S, Koç H. Beden eğitimi derslerinin 14-16 yaş grubundaki öğrencilerin kuvvet ve aerobik gücüne etkisi. Marmara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, II. Spor Bilimleri Kongresi Bildirisi İstanbul: 1997.
- 12- Açıkkada C, Ergen E. Bilim ve Spor Ankara: 1990.

- 13- Fox EJ. The Physiological Basis Of Physical Education And Athletics. 4 Th Ed.
Saunders College Publiohing Philadelphia, 1988.
- 14- Astrand PO, Rodalh K. Texbook Of Work Physiology. Physiological Bases Of
Exercise. Mcgraw Hill Book Company USA, 1986.
- 15- Mathews DD, Fox EL. The Physiological, Basis Of Physical Education. WB.
Sounders Company USA 1976: 31-41.
- 16- Mcardle WD, Katch VL. Exercise physiology. Leg And Febiger Malvern USA 1991:
133-141.
- 17- Kalyon TA. Spor Hekimliđi: 2. Baskı. GATA Basımevi: Ankara: 1994.
- 18- Guyton AC. Textbook Of Medical Physiology. Gökhan N, Çavuşoğlu H. İstanbul:
1989.
- 19- Günay M. Egzersiz Fizyolojisi Ders Notları G.Ü. Beden Eğitimi ve Spor
Yüksekokulu Ankara. 1995.
- 20- Şenel Ö. Aerobik ve anaerobik antrenman programlarının 13-16 yaş grubu erkek
öğrencilerin bazı fizyolojik parametreleri üzerindeki etkileri. Gazi Üniversitesi Sağlık
Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi Ve Spor Ana Bilim Dalı, Doktora tezi Ankara:
1995.
- 21- Koç H. 14-16 yaş grubu hentbolcu ve beden eğitimi dersi alan öğrencilerin bazı
fiziksel ve fizyolojik parametrelerin eurofit test bataryasında değerlendirilmesi, Gazi
Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı, Yüksek
lisans tezi Ankara: 1996.
- 22- Karakaş SE. Sağlık, spor ve performans, 1. Yüksek İrtifa ve Spor Bilimleri Kongresi
Bildirileri, Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları, Kayseri: 1994.
- 23- Gannong FW. Tıbbi Fizyoloji. Barış Kitapevi, (Çeviri Editörü: A. Dođa) İstanbul:
1995.
- 24- Dane Ş. Yüksek Lisans Ders Notları Erzurum: 2000.
- 25- Tuncel N. Anadolu Üniversitesi Yayını, No:493. Eskişehir: 1994.

- 26- Ergen E. Spor Fizyolojisi: Anadolu Üniversitesi Yayını, Eskişehir. 1993.
- 27- Noyan A. Yaşamda ve Hekimlikte Fizyoloji: Bağırgan Yayınevi, 8. Baskı. Ankara: 1993.
- 28- Günay M. Egzersiz Fizyolojisi: Bağırgan Yayınevi, Ankara: 1997.
- 29- Warwick R. Eugene Wolff's Anatomy of the eye and orbit. Editions Saunders 1977.
- 30- Dowling JE, Boycott BB. Organization of the primate retina, electron microscopy, Proc. R Soc Lon Soc B [biol] 1966: 166.
- 31- Vaughan D, Asbury T, Tabbara KF. General Ophthalmology. 14th Ed. Appleton and Longe 1995.
- 32- Fisher RF: Presbyopia and the changes with age in the human crystalline lens. J Physiol 228, 1973.
- 33- Dowling JE. Organization of vertebrate retinas. Invest Ophthalmol 9: 665, 1970.
- 34- Kandel E, Schwartz JH, Jessell TM. Principles of Neural Science 3rd Ed. Elsevier 1991.
- 35- Hubel DH, Wiesel TN. Sequence regularity of orientation columns in the monkey striate cortex. J Comp Neurol 158: 267 1974.
- 36- Le Vay S, Hubel DH, Wiesel TN. The Pattern of ocular dominance columns in macaque visual cortex revealed by a reduced silver stain. J Comp Neurol 159: 559 1975.
- 37- Koçer İ. Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Ana Bilim Dalı Ders Notları, Erzurum: 2001.
- 38- Lemper P, Cooper KH, Culver JF, Tredici TJ. The effect of exercise on intraocular pressure Am J ophthalmol 1979;54:599-605.
- 39- Koçer İ, Dane Ş. Acute dynamic exercise reduces intraocular pressure. Turkish journal of medical sciences 2000.
- 40- Quereshi IA. Effect of exercise on intraocular pressure in physically fit subjects. Clin Exp Pharmacol Physiol 23 (8) :648-652. 1996.