

T.C
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

ŞAŞILIK CERRAHİSİ OLAN HASTALARDA PUPİLLOGRAFI
İLE PUPİL DEĞİŞİKLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Neriman SELÇUK

TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Silay CANTÜRK UĞURBAŞ

ZONGULDAK

2024

T.C
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

ŞAŞILIK CERRAHİSİ OLAN HASTALARDA PUPİLLOGRAFI
İLE PUPİL DEĞİŞİKLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Neriman SELÇUK

TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Silay CANTÜRK UĞURBAŞ

ZONGULDAK

2024

ÖNSÖZ

Oftalmoloji eğitimim sürecinde yetişmemde büyük emeği olan, mesleki duruş ve yaklaşımları ile her zaman örnek olan, yanlarında çalışmaktan gurur ve mutluluk duyduğum çok değerli hocalarım, Sayın Prof. Dr. Suat Hayri UĞURBAŞ'a, Sayın Prof. Dr. Sılay CANTÜRK UĞURBAŞ'a, Sayın Prof. Dr. Atilla ALPAY'a, Sayın Prof. Dr. Mehmet Orçun AKDEMİR'e, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Serdar BİLİCİ'ye, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Numan KÜÇÜK'e

Tezimin planlanması ve yürütülmesinde büyük emeği olan, ilgi ve desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Sılay CANTÜRK UĞURBAŞ'a,

Eğitimim boyunca pek çok şey paylaştığımız, birlikte çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum birbirinden kıymetli asistan arkadaşlarıma,

Kliniğe başladığım ilk günden bugüne çok değerli bir ekibin içinde olduğumu hissettiren kliniğimiz değerli hemşirelerine, sekreterlerine, personellerine

Bugünlere gelmemde büyük emeği olan, her zaman yanımda olduklarını bildiğim annem Ayşe Selçuk'a ve babam Ahmet Selçuk'a, ablam Tuğba Selçuk'a ve kardeşim Mustafa Selçuk'a

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım

Zonguldak, 2024

Dr. Neriman SELÇUK

ÖZET

Neriman SELÇUK, Şaşılık Cerrahisi Olan Hastalarda Pupillografi ile Pupil Değişikliklerinin Değerlendirilmesi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Tıpta Uzmanlık Tezi, Zonguldak, 2024

Amaç: Şaşılık cerrahisinin pupil üzerine etkilerini pupillografi ile değerlendirmek

Gereç ve Yöntem: Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Hastanesi Göz Hastalıkları Kliniğinde 2023-2024 yılları arasında şaşılık cerrahisi yapılan 16 hastanın 28 gözü prospektif olarak değerlendirildi. Şaşılık cerrahisi uygulanacak hastaların prizma örtme testi ile kayma miktarı, biyomikroskop ile ön ve arka segment muayeneleri yapıldı. Sirius Topografi cihazı (Sirius Scheimpflug kamera sistemi, Schwind, Kleinostheim, Germany) ile skotopik, mezopik ve fotopik ve aydınlatma koşullarında pupil çapı ölçümü gerçekleştirildi. Hastalara uygulanan cerrahi prosedürler kaydedildi. Cerrahi sonrası 1.gün, 3. hafta ve 3. ayda pupillografi ölçümü tekrar edildi. Tek kas cerrahisi yapılan gözler Grup 1, çift kas cerrahisi uygulanan gözler Grup 2 olarak gruplandırıldı. Grup 2’de bulunan ve alt oblik cerrahisi geçiren hastalar Grup 3 olarak ayrıca değerlendirildi. Cerrahi sonrası elde edilen verilen cerrahi sonrası değerler ile karşılaştırıldı.

Bulgular: Çalışmaya dâhil edilen hastaların 4’ü (%25) kadın, 12’si (%75) erkekti. Hastaların yaş ortalaması $19,4 \pm 14$ yıl olarak hesaplandı. Grup 1’de 15 göz ve Grup 2’de 13 göz mevcuttu. Ayrıca Grup 2’de alt oblik cerrahisi uygulanan 9 göz değerlendirildi. Grup 1 ve Grup 2’nin mezopik, fotopik ve skotopik pupil çapları cerrahi sonrası 1.gün, 3. hafta ve 3.ayda değişiklik göstermedi ($p>0,05$). Ayrıca Grup 1 ve Grup 2 kıyaslandığında cerrahi sonrası ölçülen pupil çapları arasında fark izlenmedi ($p>0,05$).Grup 3’ün cerrahi öncesi ve sonrası 1. gün, 3. hafta ve 3. ayda sırasıyla skotopik pupil çapı $6,76 \pm 0,21$, $6,61 \pm 0,40$, $6,64 \pm 0,21$ ve $6,48 \pm 0,47$ mm ($p=0,12$); mezopik pupil çapı $4,93 \pm 0,60$, $5,55 \pm 0,41$, $5,46 \pm 0,36$ ve $5,42 \pm 0,82$ mm ($p=0,03$); fotopik pupil çapı $4,05 \pm 0,21$, $4,59 \pm 0,23$, $4,60 \pm 0,40$ ve $4,36 \pm 0,71$ mm ($p=0,02$) ölçüldü. Mezopik pupil çapındaki artış cerrahisi sonrası 3. hafta ve 3.ay kontrollerinde devam ederken fotopik pupil çapındaki artış cerrahi sonrası 3.haftada devam etmiş ancak 3.ayda cerrahi öncesi değerlere dönmüştür.

Tartışma ve Sonuç: İzole rektus kaslarına yönelik şaşılık cerrahisi sonrası pupil çapında değişiklik izlenmezken, rektus kası ile birlikte alt oblik kas cerrahisi sonrasında mezopik ve fotopik pupil çapında artış gözlenmiştir. Bu artış cerrahi esnasında alt oblik kasın traksiyonuna bağlı parasempatik pupillomotor liflerin hasarlanmasından kaynaklanabilir.

Anahtar Kelimeler: Şaşılık, Pupillografi, Alt oblik kas



ABSTRACT

Neriman SELÇUK, Evaluation of pupil changes using pupillography in patients undergoing strabismus surgery, Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Thesis, Zonguldak, 2024

Purpose: To evaluate the effects of strabismus surgery on the pupil using pupillography

Materials and Methods: A prospective analysis of a total of 28 eyes of 16 patients who underwent strabismus surgery between 2023 and 2024 in the Ophthalmology Clinic of Zonguldak Bülent Ecevit University Hospital was performed. Anterior and posterior segment examinations were performed using biomicroscopy and the amount of slippage was determined with prism cover test in patients undergoing strabismus surgery. Pupil diameter was measured with Sirius Topography device (Sirius Scheimpflug camera system, Schwind, Kleinostheim, Germany) under scotopic, mesopic, photopic and illumination conditions. Different procedures used for strabismus surgery were recorded. Pupillography was performed on the 1st day, 3rd week and 3rd month postoperatively. Eyes with one-muscle surgery were grouped as Group 1 and eyes with two-muscle surgery were grouped as Group 2. Patients in group 2 who underwent inferior oblique surgery were also evaluated as Group 3. Postoperative data obtained after surgery were compared with preoperative data.

Results: A total of 16 patients were included in the study; 4 (25%) were female and 12 (75%) were male. The average age of the patients was 19.4 ± 14 years. Group 1 consisted of 15 eyes and Group 2 consisted of 13 eyes. In addition, 9 eyes from Group 2 that underwent inferior oblique surgery were also evaluated. Mesopic, photopic and scotopic pupil diameters of Group 1 and Group 2 did not change on postoperative 1st day, 3rd week or 3rd month ($p > 0.05$). Also, no difference was found between Group 1 and Group 2 regarding pupil diameters measured postoperatively ($p > 0.05$). For Group 3; pre-operative, post-operative 1st-day, 3rd-week and 3rd-month pupil diameters were 6.76 ± 0.21 mm, 6.61 ± 0.40 mm, 6.64 ± 0.21 mm and 6.48 ± 0.47 mm under the scotopic conditions, respectively ($p = 0.12$); 4.93 ± 0.60 mm, 5.55 ± 0.41 mm, 5.46 ± 0.36 mm, and 5.42 ± 0.82 mm under the mesopic conditions, respectively ($p = 0.03$); and 4.05 ± 0.21 mm, 4.59 ± 0.23 mm, 4.60 ± 0.40 mm, and 4.36 ± 0.71 mm under

the photopic conditions, respectively ($p=0.02$). Increase in mesopic pupil diameter continued at the 3rd week and 3rd month postoperatively, while the increase in photopic pupil diameter continued at the 3rd week postoperatively but returned to preoperative values at the 3rd month.

Discussion and Conclusion: Following strabismus surgery for isolated rectus muscles, no change in pupil diameter was observed, whereas an increase in mesopic and photopic pupil diameters were found after rectus muscle and inferior oblique muscle surgery. This increase may be due to damage of parasympathetic pupillomotor fibers due to traction of the inferior oblique muscle during surgery.

Keywords: Strabismus, Pupillography, Inferior oblique muscle

İÇİNDEKİLER

İçindekiler	Sayfa
Önsöz/Teşekkür	ii
Özet	iii
İngilizce Özet (Abstract)	iv
İçindekiler	v
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini	vi
Tablolar dizini	vii
Şekiller dizini	viii
1. Giriş	1
2. Genel Bilgiler	2
2.1. Ekstraoküler Kasların Anatomisi	2
2.1.1. Rektus Kasları	2
2.1.1.1 Üst Rektus Kası	3
2.1.1.2 Alt Rektus Kası	3
2.1.1.3 Medial Rektus Kası	4
2.1.1.4 Lateral Rektus Kası	4
2.1.2. Oblik Kaslar	5
2.1.2.1 Üst Oblik Kas	5
2.1.2.2 Alt Oblik Kas	5
2.1.3. Ekstraoküler Kasların Kanlanması	6
2.1.4. Ekstraoküler Kasların İnnervasyonu	7
2.1.5. Ekstraoküler Kasları Çevreleyen Fasyaların Anatomisi	7
2.1.5.1 Tenon Kapsülü	7
2.1.5.2 Kas Kılıfları ve Uzantıları	8
2.1.5.3 Makara Sistemi	9
2.1.5.4 Çek Ligamentler	9
2.2. Şaşılıkların Cerrahi Tedavisi	9
2.2.1. Geriletme Ameliyatı	9
2.2.2. Rezeksiyon Ameliyatı	11

2.2.3. Kas Yerinin Değiştirilmesi Ameliyatı	12
2.3. şaşılık Cerrahisi Komplikasyonları	12
2.3.1. İnteroperatif Komplikasyonlar	12
2.3.2. Postoperatif Komplikasyonlar	13
2.4. İrisin Yapısı	15
2.4.1. Sfinkter Pupilla Kası	16
2.4.2. Dilatatör Pupilla Kası	16
2.4.3. İrisin Kanlanması	17
2.5. Pupilla Tanımı	18
2.5.1. Pupilla Sempatik İnnervasyonu	19
2.5.2. Pupilla Parasempatik İnnervasyonu	20
2.5.3. Direkt-İndirekt Işık Refleksi	20
2.5.4. Uyum(Yakın) Refleksi	22
2.5.5 Pupilla Anomalileri	22
3. Gereç ve Yöntem	26
2.1. İstatiksel Analiz	30
4. Bulgular	31
5. Tartışma	38
6. Sonuçlar	43
7. Kaynaklar	44
8. Ekler	50

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler/Kisaltmalar	Açıklamalar
ÖSİ	Ön Segment İskemisi
PITS	Pulled In Two Sendromu
TAPD	Total Afferent Pupil Defekti
RAPD	Rölatif Afferent Pupil Defekti
OKTA	Optik Koherens Tomografi Anjiografi



TABLO DİZİNİ

Tablo No.	Tablo Başlığı	Sayfa No.
1	Ön Segment İskemisinin Klinik Sınıflandırılması	15
2	Ezodeviasyon İçin Cerrahi Kılavuz	27
3	Ekzodeviasyon İçin Cerrahi Kılavuz	27
4	Hastaların Demografik Verileri	31
5	Uygulanan cerrahi prosedürlerin gruplardaki dağılımı	32
6	Cerrahi öncesi ve sonrası pupil çapı analizi	33
7	Müdahale edilen kas sayısına göre cerrahi öncesi ve sonrası pupil çapı analizi	33
8	Müdahale edilen kas sayısına göre grupların birbiri ile karşılaştırılması	34
9	Grup 3 cerrahi öncesi ve sonrası pupil çapı analizi	35
10	Pupil dilatasyon hız analizi	36

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil No.	Şekil Başlığı	Sayfa No.
1	Ekstraoküler kasların sagittal görünümü	2
2	Tillaux spirali	3
3	Ekstraoküler kasların kanlanması	6
4	Tenon kapsülü	8
5	Uzunluk-Gerilim eğrisi	10
6	İris kasları ve pupil açıklığının ışık yoğunluğuna adaptasyonu	17
7	Siliyer dolaşımın şematik gösterimi	18
8	Okülosempatik yolak	19
9	Pupil ışık refleksi	21
10	Sirius topografi cihazı ile pupil çapı ölçümü	28
11	Pupillografi ölçüm sonucu	29
12	Grup 3 cerrahi öncesi ve sonrası pupil çapı değişimi	36
13	Pupil dilatasyon hızı değişimi	37

1. GİRİŞ

Şaşılık, görme akslarının paralelliği kaybetmesi sonucu gözlerin farklı yönlere bakmasıdır. Tedavide ekstraoküler kaslara cerrahi müdahale veya botulinum toksin enjeksiyonu yapılabilir. Cerrahi müdahaleler sıklıkla kaymayı düzelterek binoküler görmeyi elde etmek ve daha iyi bir dış görünüm sağlamak amacıyla yapılır(1). Cerrahide ekstraoküler kas boyu kısaltılarak çekme gücü artırılır, yapışma yerinden uzaklaştırılarak kas gücü zayıflatılır veya yapışma yeri değiştirilerek etki yönü değiştirilir.

Ön segment kan desteği 7 tane anterior siliyer arter ve 2 tane posterior siliyer arter tarafınca sağlanır. Lateral rektus kasında bir diğer rektus kaslarında iki adet anterior siliyer arter bulunur. Cerrahi esnasında rektus kasları yapışma yerlerinden ayrıldıklarında anterior siliyer arterlerden gelen kan akımı kesilir. Ön segment kanlanmasının azalması sonucu şaşılık cerrahisi ile ön segment iskemisi (ÖSİ) gelişebilmektedir. ÖSİ, klinikte geniş şiddet aralığında ortaya çıkabilir. İleri evrede fotofobi, görme kaybı, ağrı, göz içi basınçta azalma, iris atrofisi ve ön kamara reaksiyonu gibi klinik olarak ciddi semptom ve bulgularla karşımıza çıkmaktadır. Erken evrede ise hastalar asemptomatiktir. İris kanlanmasında azalma ile birlikte dilatasyon ve distorsiyon gibi pupiller reaktivite bulguları görülür(2).

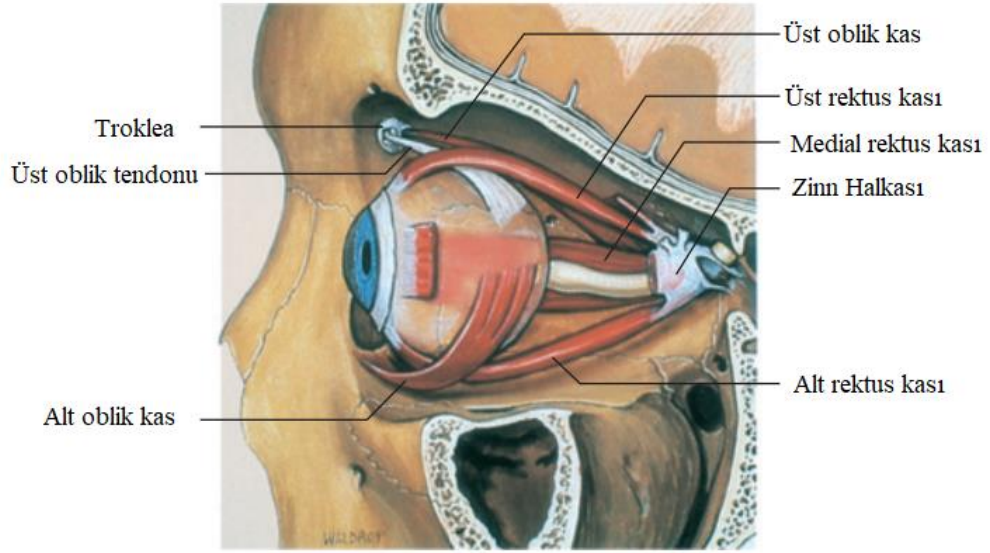
Pupil otonom sinir sistemi ile innerve olmaktadır. Sempatik uyarı ile pupil çapında azalma parasempatik uyarı ile artış gözlemlenir. Şaşılık cerrahisi esnasında orbitada bulunan parasempatik sistemin elemanları siliyer gangliyon ve kısa siliyer sinirlere etki ile pupil çapında kalıcı veya geçici değişiklikler gözlenebilir.

Biz bu çalışmamızda Bülent Ecevit Üniversitesi Hastanesi Göz Hastalıkları Kliniği'nde 2023-2024 yılları arasında şaşılık cerrahisi yapılan hastalarda pupil çapındaki değişiklikleri saptamayı planladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ekstraoküler Kasların Anatomisi

Gözün hareket ettirilmesinde rol oynayan 4 adet rektus (medial rektus, lateral rektus, üst rektus ve alt rektus) ve 2 adet oblik (üst oblik, alt oblik) olmak üzere 6 ekstraoküler kas mevcuttur. Rektus kaslarının kasılmasıyla orbita tepesine ve medialine doğru yönelirken, oblik kasların kasılmasıyla tabanına ve laterale yer değiştirir(3).

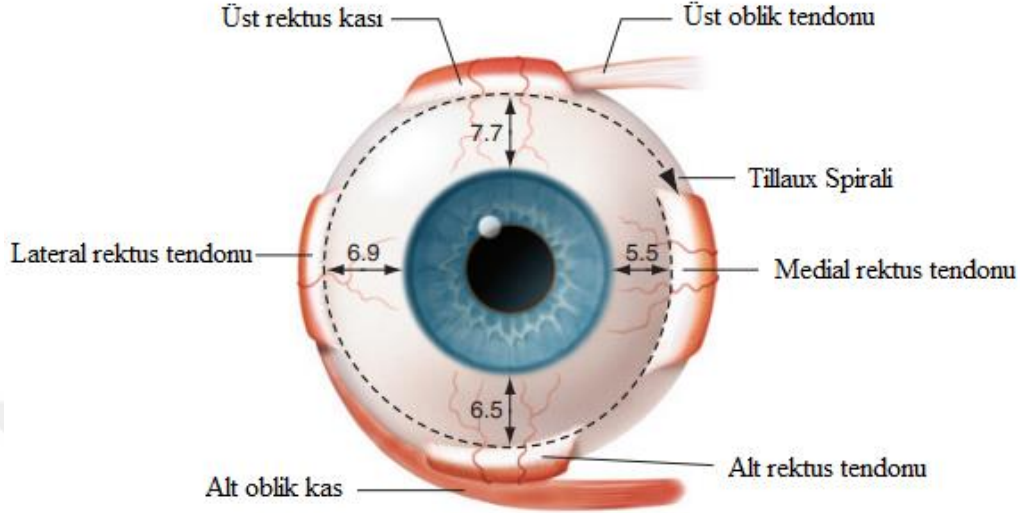


Şekil 1. Ekstraoküler kasların sagittal görünümü- American Academy of Ophthalmology, Fundamentals and Principles of Ophthalmology; 2022-2023: 17'den alınarak düzenlenmiştir.

2.1.1. Rektus Kasları

Rektus kasları, orbita apeksinde optik foramen ve superior orbital fissürün medialini çevreleyen Zinn halkasından köken alırlar. Ekvatorun gerisinde orbitaya yönelerek limbustan değişik uzaklıkta skleraya tutunurlar. Rektus kaslarının insersiyolarının oluşturduğu hayali çizgiye Tillaux spirali denir. Bu spiral limbusa en

yakın insersiyon yapan medial rektus ile başlar, alt rektus, lateral rektus ve son olarak limbusa en uzak üst rektusa doğru devam eder.



Şekil 2. Tillaux Spirali- American Academy of Ophthalmology, Fundamentals and Principles of Ophthalmology; 2022-2023: 21'den alınarak düzenlenmiştir.

2.1.1.1. Üst Rektus Kası

Üst rektus kası Zinn halkasının üst kısmından köken alır ve optik sinir kılıfına yapışmıştır. Glob üzerinde öne, yukarıya ve dışa doğru ilerler ardından limbusun 7.7 mm gerisine oblik olarak skleraya yapışır. Üst rektus kası ile levator palpebra superior kasının kılıfları birbiriyle bağlantılıdır ve birlikte hareket ederler. Bu nedenle üst rektus kasına yönelik işlemlerde göz kapağı aralığı değişebilir(4). Üst rektus kasının üzerinde levator palpebra superior ve frontal sinir, altında ise optik sinir, oftalmik arter ve nasosilyer sinir bulunur. Optik eksenini ile kas düzlemi arasında 23'lik bir açı vardır. Primer bakış pozisyonunda kas kasıldığında birincil olarak elevasyon (gözün yukarı doğru hareketi) ikincil olarak ise intorsiyon (gözün içe doğru dairesel hareketi) ve adduksiyon (gözün dışa hareketi) gözlenir(5).

2.1.1.2. Alt Rektus Kası

Zinn halkasının alt kısmından köken alıp orbita tabanı boyunca öne, aşağıya ve dışa doğru uzanır. Nazal tarafı limbusta daha yakın olmak üzere, limbustan ortalama 6,5 mm geride skleraya yapışır. Alt rektus kasının üzerinde glob ve okülomotor sinirin inferior bölümü, altında ise orbita tabanı ve alt oblik kası yer alır(6). Alt rektus kası kılıfı fasyal bağlantı ile alt göz kapağıyla etkileşimde olduğundan bu kasa yapılan geriletme cerrahisi alt göz kapağının düşmesine neden olabilir(7). Üst rektus kası gibi optik eksen ile kas düzlemi arasında 23'lik bir açı vardır. Üst rektus kasının birincil görevi depresyondur (gözün aşağı doğru hareketi). İkincil görevi ise ekstorsiyon (gözün dışa doğru dairesel hareketi) ve adduksiyondur.

2.1.1.3. Medial Rektus Kası

Ekstraoküler kasların en geniş ve en güçlüsüdür. Rektus kasları içinde kısa tendon boyu ve en kısa skleral temas arkı olan kastır. Zinn halkasının hem alt hem de üst kısmından ve optik sinir kılıfından köken alır. Medial orbita duvarı boyunca ilerler daha sonra glob kavsinin takip ederek limbustan 5.5 mm geride sonlanır(8). Limbusta en yakın mesafede sonlanan kas olduğundan ön segment cerrahi girişimlerinde dikkat edilmelidir. Kas kılıfından çıkan uzantılar orbitanın medial duvarına yapışır ve medial çek ligamentini oluşturur. Medial rektus üzerinde üst oblik kas, bu iki kasın arasında ise oftalmik arter ve dalları bulunur. Diğer ekstraoküler kaslarla ilişkisi zayıf olduğundan şaşılık cerrahisinde en kolay kaybedilen ve en zor bulunan kastır. Kasın primer görevi adduksiyon yani gözün içeri doğru hareketidir.

2.1.1.4. Lateral Rektus Kası

Zinn halkasının hem üst hem de alt kısımlarından ve sfenoid kemiğin büyük kanadının orbital yüzünden köken alır. Kasın başlangıcı açıklığı optik foramene bakan U harfi şeklindedir. Lateral rektus kası orbita lateral duvarı boyunca ilerler limbustan 6.9 mm geride sonlanır. Rektus kasları içinde en uzun tendon boyu ve en geniş skleral temas arkı olan kastır. Kas kılıfından çıkan uzantılar orbitanın dış duvarına yapışır ve lateral çek ligamentini oluşturur. Lateral rektus kasının üzerinde lakrimal sinir ve arter kas boyunca seyreder. Siliyer gangliyon, abduşens sinir ve oftalmik arter kasın

medialinde yer alır. Lateral rektus kası alt oblik kas insersiyosunda bir ligamentle bağlantılıdır. Şaşılık cerrahisi sırasında kaçırılan lateral rektus kası alt oblik kası insersiyosuna kadar takip edilerek geri getirilebilir(9).Kasın primer görevi gözü dışa baktırma (abdüksiyon).

2.1.2. Oblik Kaslar

2.1.2.1. Üst Oblik Kas

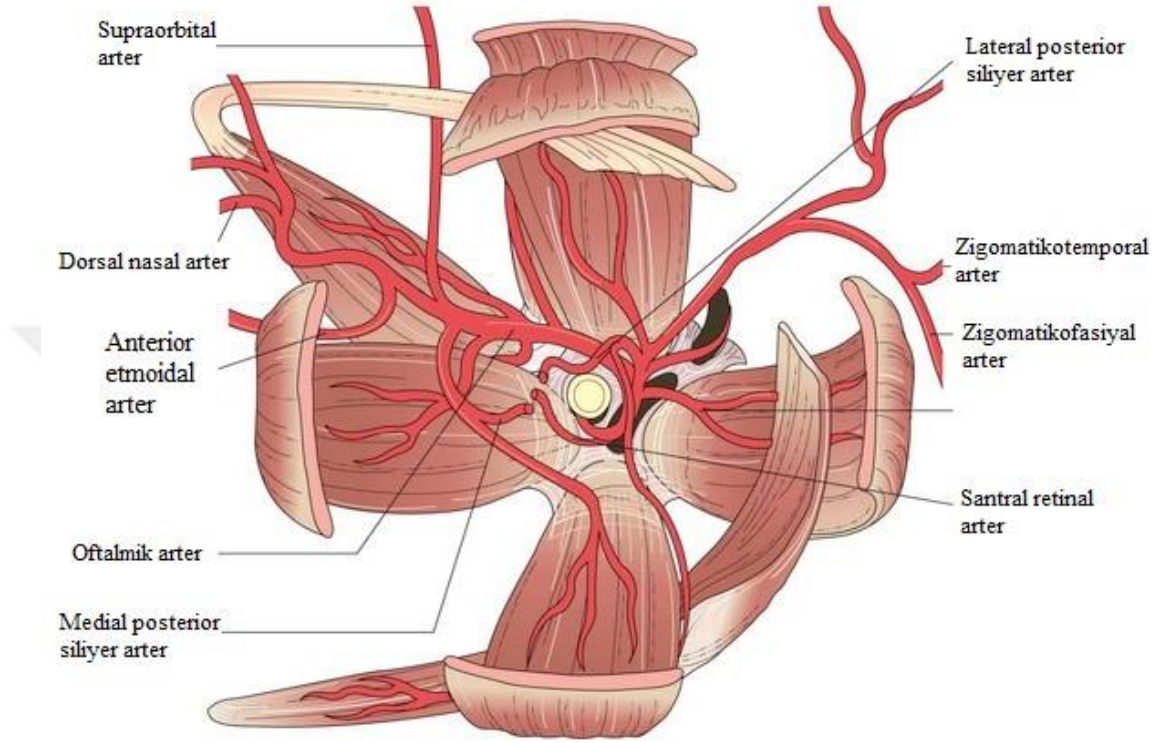
Üst oblik kas, optik foramenin medialinde sfenoid kemiğin küçük kanadından köken alır. Orbitanın üst-medial duvarı boyunca öne doğru ilerler ve ‘‘troklea’’ denilen frontal kemikteki U şeklinde kıkırdak yapıya makaradan geçer. Trokleanın yaklaşık 1 cm posteriorunda kasın tendon yapısı oluşur. Trokleadan çıktıktan sonra arka ve aşağı yönelip üst rektus kasının altından geçer. Yalpaze gibi açılarak ekvatorun gerisinde skleraya yapışır. Üst oblik kasın sonlanımı önde limbustan 12 mm uzaklıkta başlar ve arkada limbustan 18 mm uzaklıkta biter(10). Ekstraoküler kasların en uzun ve en ince olanıdır. Üst oblik kasın üzerinde üst rektus kası altında ise oftalmik arter ve nasosilier sinirin dalları bulunur. Troklea kas hareketinin belirlenmesinde fonksiyonel başlangıç noktası olarak kabul edilir. Kas trokleadan çıktıktan sonra optik eksenle 54°lik bir açı yapar. Ekvatorun önünde sonlanan kasın 1/3 ön liflerinin esas görevi intorsiyondur. Arka 2/3 liflerin görevi ise abdüksiyon ve depresyondur.

2.1.2.2. Alt Oblik Kas

Alt oblik kası, orbitanın alt nazal kadranında bulunan nasolakrimal kanalın lateralinden köken alır. Üst oblik kasın tendonuna paralel şekilde dışa, yukarı ve geriye doğru yönelir(11).Alt rektus kasının altından geçerek göz küresinin alt-dış kısmında skleraya yapışır. Bu bölgede makula, optik sinir ve inferior temporal vorteks veni ile yakın ilişki içindedir. En kısa ekstraoküler kastsır. Alt oblik kas kılıfı ile alt rektus kas kılıfı birleşir ve yukarı yanlara doğru uzanır. Yanlarda medial rektus ve lateral rektus kas fasyalarından gelen bağlantılar ile de birleşir, ‘‘Lockwood ‘un asıcı ligamenti’’ oluşur. Kasın üzerinde alt rektus kası altında ise orbita tabanı bulunur. Optik eksenle

51°'lik bir açı vardır. Kasın birincil görevi ekstorsiyon; ikincil görevi ise abduksiyon ve elevasyondur.

2.1.3. Ekstraoküler Kasların Kanlanması



Şekil 3: Ekstraoküler kasların kanlanması- Dutton JJ: Atlas of Clinical and Surgical Orbital Anatomy, Philadelphia, WB Saunders, 1994'den alınarak düzenlenmiştir.

Ekstraoküler kasların beslenmesi esas olarak karotis internanın dalı olan oftalmik arter tarafından sağlanır. Oftalmik arterin lateral ve medial musküler dalları vardır. Lateral musküler dal lateral rektus, üst rektus ve üst oblik kaslarını besler. Biraz daha büyük olan medial musküler dal ise alt rektus, medial rektus ve alt oblik kaslarını besler. Ayrıca lakrimal arter, lateral rektus ve üst rektus kaslarına; supraorbital arter, üst rektus ve üst oblik kaslarına; infraorbital arter, alt rektus ve alt oblik kaslarına besleyici dal verir.

Rektus kaslarına gelen arterler anterior siliyer arterleri oluşturur. Lateral rektus kasında bir diğer rektus kaslarında ikişer tane bulunur. Anterior siliyer arterler rektus

kaslarına besleyici dal vermeden kas tendonu boyunca ilerler. Skleraya girmeden önce konjonktivaya besleyici dallar verir. Limbusun hemen ardından sklerayı delerek göz içine girerler. Siliyer cisim ön kısmında uzun posterior siliyer arterlerle anastomoz yaparak irisin majör halkasını oluştururlar. Şaşılık cerrahisinde anterior siliyer arterler hasar görürse ön segmentin kanlanması bozulur ve iskemi meydana gelebilir. Ekstraoküler kasların venleri arteriyel sisteme paralel seyreder, üst ve alt orbital venlere dökülürler.

2.1.4. Ekstraoküler Kasların İnnervasyonu

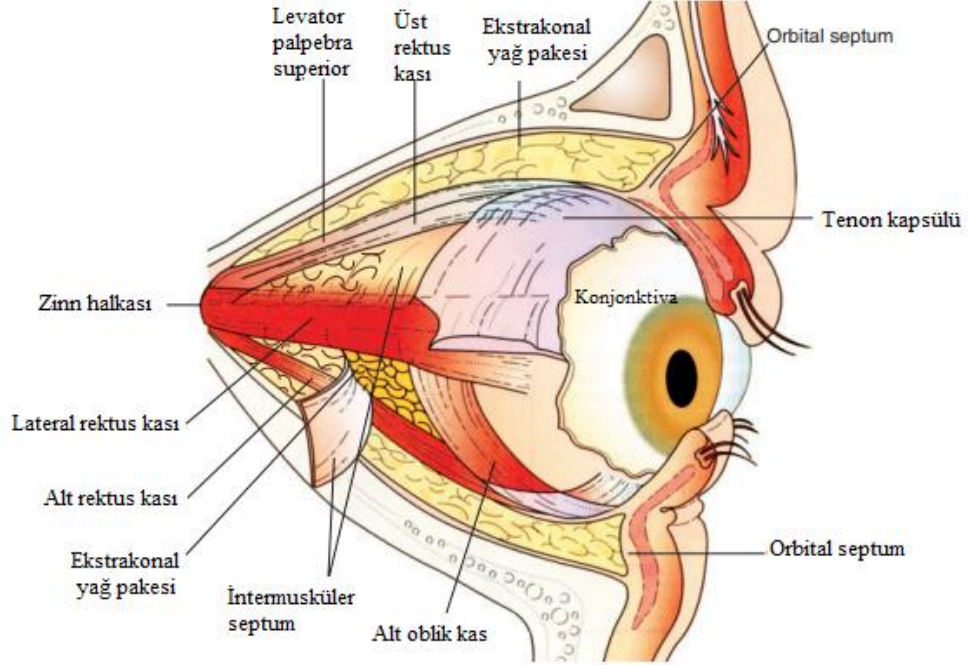
Ekstraoküler kasların innervasyonu okülomotor sinir, troklear sinir ve abduzens siniri tarafından sağlanır. Bu sinirler kavernoöz sinüsün lateral duvarında ilerler ve fissura orbitalis superior'dan geçerek orbitaya ulaşırlar. Okülomotor sinir genellikle Zinn halkasından geçerken üst ve alt olmak üzere iki dala ayrılır. Daha ince olan üst dal levator palpebra superior ve üst rektus kaslarını innerve eder. Alt dal ise üçe ayrılarak medial rektus, lateral rektus ve alt oblik kaslarını innerve eder. Alt oblik kasını innerve eden lifler siliyer gangliyonda sinaps yapacak olan parasempatik lifleri içerir. Parasempatik lifler pupilla sfinkter kasını ve siliyer kaslarını innerve eder. Troklear sinir, fissura orbitalis superior'dan geçerek orbitaya girer, levator palpebra superior kasının üzerinden geçerek üst oblik kasını innerve eder. Abduzens sinir okülomotor sinirin lifleri arasında fissura orbitalis superior'dan geçerek orbitaya ulaşır, lateral rektus kasını innerve eder.

2.1.5. Ekstraoküler Kasları Çevreleyen Fasyaların Anatomisi

2.1.5.1. Tenon Kapsülü

Tenon kapsülü (fasya bulbi), sklerayı orbita yağ dokusundan ayıran elastik ince bir zarıdır. Önde limbustan 1,5 mm geride konjontiva ile birleşir, arkada ise optik sinirin göz küresinden çıkış bölgesinde meninkslerle bağlantı yaparak sonlanır. Tenon kapsülü posterior'da ince ve esnek yapısı sayesinde optik sinir ve siliyer sinirlerin

serbestçe hareketini sağlar. Ekvator bölgesinde kalınlaşır ve periorbital dokular arasındaki bağlantılarla globun askıda kalmasına destek olur.



Şekil 4.Tenon Kapsülü -American Academy of Ophthalmology, Pediatric Ophthalmology and Strabismus; 2022-2023: 24'den alınarak düzenlenmiştir.

2.1.5.2. Kas Kılıfları ve Uzantıları

Ekstraoküler kaslar insersiyoyapmadan önce Tenon kapsülünden geçerler. Her kasın kapsül içi ve kapsül dışı olmak üzere iki bölümü vardır. Tenon kapsülü dışındaki kısım çok ince bir kas kılıflarıyla sarılıdır. Bu kılıf kapsül altında doğru 10-12 mm devam eder. Bu bölgede ayrıca kas kılıfları birbirlerine kaslar arası zar ile bağlantılıdır. Lateral rektus kas kılıfının lateral orbital tüberküle ve medial rektus kas kılıfının zigomatik kemiğe yaptığı uzantılar sırasıyla lateral ve medial çek ligamenti denir. Üst rektus kas kılıfı üst yüzeyi ile levator palpebra superior kas kılıfının alt yüzeyi bağlantılıdır. Bu bağlantı ile göz yukarı baktığında üst göz kapağı da kalkar. Alt rektus kas uzantıları kapsülopalpebral fasya ve alt oblik kas kılıfı ile bağlantılıdır. Bu bağlantı ile aşağı bakışta alt göz kapağı aşağı çekilir. Rektus kaslarının ayrıca forniklere uzantıları bulunur. Bu uzantılar sayesinde göz hareketlerinde konjonktiva kornea üzerine gelmez.

2.1.5.3. Makara Sistemi

Ekvator yakınında ekstraoküler kasları (üst oblik kası hariç) çevreleyen fibroelastik yoğunlaşmalar kas makaralarını oluşturur. Üst oblik kasın makarası frontal kemikte bulunan trokleadır. Kas makaraları tenon fasyasında içinde bulunur ve düz kas demetleriyle desteklenir. Bu makaraların kasların işlevsel kökenleri olduğu manyetik rezonans çalışmalarında gösterilmiştir (12).

2.1.5.4. Çek Ligamentler

Medial ve lateral rektus kaslarının dış yüzlerinden orbita yan duvarlarına doğru yelpaze şeklinde uzanan fibröz yapılar sırasıyla medial ve lateral çek ligament olarak isimlendirilir. Medial çek ligament lakrimal kemiğe lateral çek ligament ise zigomatik kemiğin zigomatik tüberkülüne tutunur.

2.2. Şaşılıkların Cerrahi Tedavisi

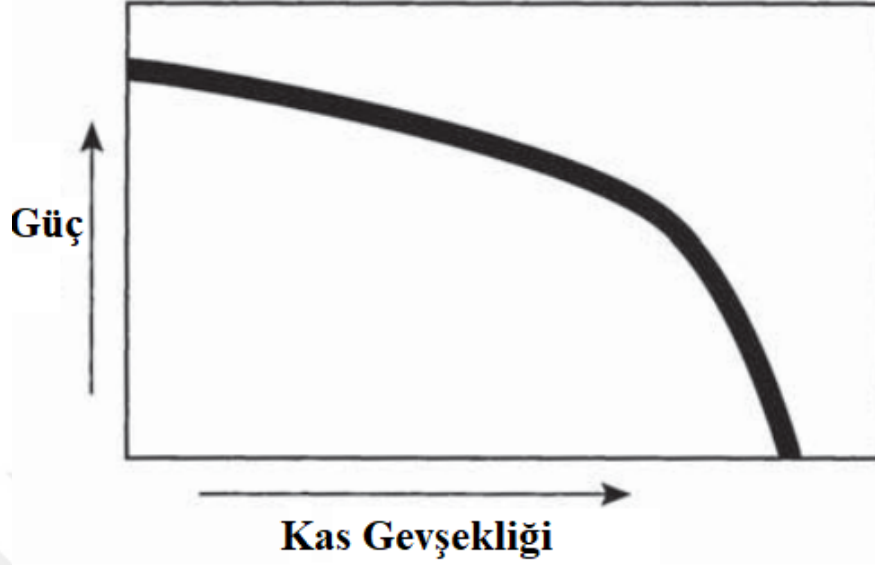
Şaşılık cerrahisindeki asıl amaç görme eksenlerindeki kaymanın düzeltilmesidir. Aynı zamanda binoküler tek görmeyi sağlamak, anormal baş pozisyonu düzeltmek, periferik görme alanını genişletmek ve normal göz pozisyonunu elde etmek için de yapılabilir. Şaşılık cerrahisinde uygulanan 3 temel prosedür vardır;

- 1)Kasları zayıflatma teknikleri; geriletme, myotomi/myektomi, tenotomi/tenektomi ve Faden ameliyatı(posterior fiksasyon sütürü)
- 2)Kasları güçlendirme teknikleri; rezeksiyon, katlama(plikasyon) ve ilerletme
- 3)Kas etkisinin yönünü değiştirme; Transpozisyon teknikleri

2.2.1. Kas Zayıflatma Teknikleri

Geriletme ameliyatı en sık uygulanan kas gücü zayıflatma tekniğidir. Kas orijinal insersiyoyundan uzaklaştırılarak aynı planda daha geriye skleraya dikilir. Böylelikle kasın gerim kuvveti azalır, kas gücü azalır.

Uzunluk-Gerilim Eğrisi



Şekil 5. Uzunluk-Gerilim Eğrisi, Wright, K. W., & Thompson, L. (2007). Color atlas of strabismus surgery'den alınarak düzenlenmiştir.

Geriletme işlemleri Starling uzunluk güç eğrisi dikkate alınarak yapılır. Geriletme arttırıldıkça kasın gücü eğrinin sonlarına doğru lineer değil, eksponansiyel bir şekilde azalmaktadır. Örneğin, medial rektusların bimedial geriletmesinde 5,5 mm düzeltmeye kadar her 0,5 mm geriletme 5 prizm diyoptri düzelme sağlar. Bununla birlikte 5,5 mm'den sonraki geriletmelerde her ilave 0,5 mm geriletme 10 prizm diyoptri düzelme ile sonuçlanır. Bu nedenle büyük geriletmelerde istenmeden yapılan küçük hatalar göz hizalamasında dramatik değişikliklerle sonuçlanabilir(13).

Medial rektusa maksimum geriletme 8 mm ile sınırlıdır(14). Daha büyük geriletmelerde karşıt kas kuvvetleri arasındaki dengeyi bozabilir. Minimal geriletme daha azı yararlı olmayacağından 3,5 mm yapılmaz(15).Medial rektusların bimedial geriletmeleri genellikle eşit miktarda yapılırsa da zorunlu değildir. Eğer gözler arasında adduksiyon miktarları farklıysa asimetrik geriletme yapılabilir. Medial rektusa yapılan geriletme dış rektusa yapılan aynı miktardaki geriletmeye göre daha etkilidir. Dışa şaşılığı 70 prizm diyoptriden fazla olan erişkinler lateral rektusa 12 mm kadar geriletme yapılabilir (16). Dışa şaşılık tedavisinde lateral rektusa genellikle 6-8 mm geriletmeler yeterli olmaktadır. Üst rektus kası ile levator palpebra superior arasında fasyal bağlantılar mevcuttur. Bu nedenle üst rektus kasının orta ve büyük geriletme işlemleri

üst göz kapağı retraksiyonuna neden olabilir. Alt rektus kası fasyal bağlantılarla alt göz kapağı ve kapsülopalpebral fasya ile ilişkilidir. Alt göz kapağında pitoza neden olmamak için geriletme işlemlerinde alt kapakla olan bağlantılar geniş bir şekilde ayrıştırılmalıdır.

Miyektomi, kasın insersiyon bölgesinden diseke edilmesi ve yerine tekrar suture edilmemesidir. Genellikle alt oblik kas hiperfonksiyonunda kası zayıflamak için kullanılır.

Miyotomi, kas liflerinin bir kısmının kesilmesidir. Maksimum geriletme yapılmış kaslarda göz hareketlerinde kısıtlılık ortaya çıkarmadan uygulanabilecek bir yöntemdir.

Tenotomi, kas tendonunun bir kısmının kesilmesidir. Üst oblik kasının zayıflatılmasında tenotomi veya tenektomi tekniği kullanılabilir.

Posterior fiksasyon suture (Faden ameliyatı), kas gövdesinden skleraya suture edilmesidir. Suture edildiği bölgede skar dokusu oluşumu ile kasın etki alanında ilerleyici bir zayıflatma etkisi oluşturulur. Örneğin konverjans fazlalığı tipindeki esotropiyada konverjansı azaltmak için medial rektusa ve disosiyasyonla vertikal deviasyonu düzeltmek için üst rektus kasına faden ameliyatı yapılabilir (17).

2.2.2. Kasları Güçlendirme Teknikleri

Ekstraoküler kasları güçlendirmek için rezeksiyon, katlama (plikasyon) ve ilerletme (avansman) teknikleri kullanılır. Kas güçlendirme teknikleri olarak isimlendirilmelerine rağmen aslında kaslara daha fazla güç kazandırmazlar. Bu teknikler antagonist kasın kuvvetini dengelemek için gerimi artırırlar (18).

En sık kullanılan teknik rezeksiyondur. Rezeksiyonda kas insersiyon bölgesinden ayrıştırılır, bir kısmı rezeksiyon edilir ve tekrar eski insersiyon bölgesine suture edilir. Milimetre başına prizma diyoptri düzeltme açısından geriletme ameliyatlarına göre daha az etkilidir. Medial ve lateral rektus minimum rezeksiyon miktarı 5mm olmalıdır. Maximum rezeksiyon miktarı ise 1 yaşa kadar 8mm, daha büyük çocuk ve erişkinlerde 10 mm ile sınırlı tutulmalıdır. Üst rektus kasında minimum 2,5-3 maksimum 5 mm rezeksiyon yapılmalıdır (19). Rezeksiyon işlemlerinde geriletme işlemlerindeki gibi kasların alt ve üst göz kapaklarıyla olan ilişkileri unutulmamalıdır.

Katlama tekniğinde rezeksiyon miktarı kadar kas kendi üzerinde katlanıp suture edilir. Kas rezekte edilmediğinden siliyer arterler korunmuş olur. Böylece ön segment iskemisi riski olan hastalarda potansiyel avantaj sağlar.

İlerletme tekniğinde kas yapıştığı yerden diseke edilip limbusa daha yakın bir bölgeye suture edilir. Genellikle önceden geriletme yapılmış ancak aşırı düzeltmeyle sonuçlanmış durumlarda uygulanır.

2.2.3. Kas Yerinin Değiştirilmesi Ameliyatları

Transpozisyon, kasların insersiyon yerlerinin değiştirilerek vektöriyel kuvvet değişimi ile göze hareket yeteneği kazandırılır. Bu teknik rektus kası felçlerinde, alfabetik paternlerde, küçük vertikal kayma ve torsiyonların düzeltilmesinde uygulanır. Örneğin A patern düzeltilmesinde medial rektus yukarı lateral rektus aşağı kaydırılır. Medial rektus ve lateral rektus kas insersiyoları hipertropik gözde aşağı değiştirilirken, hipotropik gözde yukarı yer değiştirilir. Torsiyon düzeltmede üst rektus kas insersiyosunun daha nazale taşınması ekstorsiyon, temporale taşınması intorsiyon sağlar (20).

2.3. Şaşılık Cerrahisi Komplikasyonları

2.3.1. İntraoperatif Komplikasyonlar

Bradikardi: Okülokardiyak refleksi, cerrahi sırasında göz küresinde bası veya ekstraoküler kasların çekilmesine bağlı olarak kalp hızında %20'den fazla azalma olmasıdır. Tedavide tetikleyici uyaran azaltılır. Eğer klinik kötüleşme varsa veya bradikardi devam ediyorsa atropin verilir(21).

Hemoraji: Şaşılık cerrahisi de dahil olmak üzere tüm cerrahilerin en sık komplikasyonudur. Hemorajiler skar dokusuna neden olabildiğinden kontrol altına alınması önemlidir. Cerrahi öncesinde göze adrenalin veya fenilefrin damlatılarak konjonktival damarlarda daralma elde edilir. Konjonktiva kesiminde damarlara paralel gidilerek ve koter kullanılarak konjonktival hemorajiler en aza indirgenir.

Skleral perforasyon: Şaşılık cerrahisinin sık görülmeyen en ciddi komplikasyonudur. Miyopik göz, çocuk hasta ve cerrahın deneyiminin az olması önemli risk faktörlerindedir(22). Cerrahi alanın belirlenmesi zor olduğundan sıklıkla geriletme cerrahilerinde görülür(23).Spatül iğnelerin kullanılmasıyla risk en aza indirgenir. Vaka esnasında çoğu fark edilmeyebilir. Genellikle cerrahi esnasında sütürün derinden geçildiği hissedilir ve perforasyondan şüphelenir. Sütür iğnesinde bir miktar üvea dokusunun ve vitreus görülmesi de tanıyı kesinleştirir. Perforasyon şüphesi olduğunda indirekt oftalmoskop ile retina değerlendirilmelidir. Vakalar endoftalmi ve retina dekolmanı açısından takip edilmelidirler.

Kasın kaybedilmesi: Cerrahi sırasında eğer kas çek ligamentinden ve tenon kapsülünden ayrıldıktan sonra herhangi bir nedenle kaybedilirse orbitaya doğru geri çekilir. Sıklıkla medial rektus kas cerrahisi sonrasında görülür.(24). Mümkünse cerrahi sırasında kayıp kas hemen bulunmalıdır. Cerrah kayıp ekstraoküler kası bulmak için eksplorasyon tekniklerine aşına değilse cerrahiye sonlandırmalı bu konuda tecrübeli bir şaşılık cerrahına hastayı yönlendirmelidir. Çünkü amaçsız yapılan eksplorasyon kanamaya ve cerrahi bölgeye yağ girmesine neden olarak durumu daha da kötüleştirebilir. Kaçmış kasın glob ile bağlantısı olmadığından kası ararken globa eğimini izlemeden orbita duvarına paralel diseksiyon yapılmalıdır. Eğer kas bulunamıyorsa transpozisyon cerrahisi uygulanmalıdır.

Pulled in Two Sendromu (PITS): Cerrahi sırasında müdahale edilen ekstraoküler kasın genellikle tendon-kas birleşim yerinden ayrılmasıdır. En çok medial rektus ve alt rektus kası etkilenir.(25) Daha önce geçirilmiş cerrahi, ileri yaş, kraniyal sinir felci, tiroid göz hastalığı risk faktörleridir(25,26). Kopmuş kasın paroksimali bulunabilirse göz küresine veya distaline suture edilir. Eğer bulunamazsa ipsilateral antogonist kasa geriletebilir ya da transpozisyon cerrahisi uygulanabilir.

2.3.2. Postoperatif Komplikasyonlar

Enfeksiyon: Cerrahi sonrası ciddi enfeksiyon oldukça nadir gelişir. Hastada blefarit, konjonktivit ve nasolakrimal kanal tıkanıklığı gibi durum var ise cerrahi sonrası enfeksiyon meydana gelebilir. Endoftalmi ve orbital selülit cerrahi sonrası görülen nadir ama ciddi enfeksiyonlardır. Çok cerrahi yapan şaşılık cerrahları bile

yaşamları boyunca bir ya da iki tane endoftalmi bildirmişlerdir(27). Endoftalmi skleral perforasyon ile birlikte bazen de skleral perforasyon olmadan da ortaya çıkabilir. Endoftalmi kalıcı ve ciddi görme kaybına neden olabildiğinden erken tanı ve tedavisi önemlidir. Orbital selülit cerrahi öncesi aseptik hazırlığın kötü olmasından kaynaklanır. Cerrahiden birkaç gün sonra hastalarda kapaklarda şişlik, göz hareketlerinde kısıtlılık ve proptozis görülür. Optik nöropati ve körlüğe neden olabileceğinden sistemik antibiyotik tedavisi erken dönemde başlanmalıdır.

Piyojenik Granülom: Cerrahi travmaya karşı gelişen fibrovasküler bir yanıttır. Klinik olarak cerrahi bölgenin yakınında, pembe-kırmızı renkte ve hızlı büyüyen kitle şeklindedir(28). Steroid tedavisine yanıtızsız vakalarda cerrahi uygulanabilir.

Dellen: Genellikle 1.5-2 mm çapında korneanın limbosa komşu alanında oluşan çöküntülerdir. Korneanın lokal dehidratasyonuna bağı stromadaki büzüşmedir. Reoperasyon ve transpozisyon cerrahisinden sonra sıklığı artmaktadır(29). Tipik olarak cerrahiden 2 hafta sonra gelişir. Korneal ülserden farklı olarak epitel intaktır. Genellikle limbal yaklaşımlı cerrahilerde görülür. Korneal rehidratasyon sağlamak için tedavide suni gözyaşı damlaları kullanılır. Dellen tedavi edilmezse korneal perforasyon görülebilir.

Adezyon: Şaşılık cerrahisinde zarar görmüş tenon kapsülünden orbital yağ dokusunun fitikleşmesiyle skar dokusunun gelişimidir. Skar dokusu göz hareketlerinde ilerleyici bir kısıtlılık oluşturur. İnfierior oblik kas cerrahinde risk en fazladır. Cerrahi sırasında kasın arka sınırının iyi bir şekilde izlenmeli ve görmeden kasın derinine gidip kas yakalanmamalıdır. Aşırı kanama da cerrahi alanı iyi bir şekilde görselleştirmeyi engelleyebilir. Yağ dokusunun fitikleştiği fark edilirse bir kısmı eksize edilebilir ya da tenon onarımı yapılabilir(30).

Epitelyal İnküzyon Kisti: Konjonktival epitel hücrelerinin subkonjonktival veya episkleral boşluğa invazyonu sonucu oluşur. Sıklıkla cerrahi insizyon yakınından veya kasın reinsersiyo yerinde meydana gelirler(31). Büyük kistler cerrahi sonrası hareket kısıtlılığına neden olabilir. Kist tek bir parça halinde çıkartılmadır. Eğer kist rüptüre olursa görünen kist dokuları dikkatlice temizlenmeli ve konjonktiva irrigasyonu yapılmalıdır.

Ön segment iskemisi: Ön segmentin kanlanması yedi anterior siliyer arter ve iki posteior siliyer arter tarafından sağlanır. Kan akımının %70-80'i anterior siliyer arterler sağlar. Lateral rektus kasında bir diğer rektus kaslarında ikişer tane anterior siliyer arter bulunur. Rektus kasları skleradan ayrıldığında kas üzerindeki anterior siliyer arterler de kesilir. Ön segment perfüzyonunda azalma ile ‘‘ön segment iskemisi’’ gelişir. Şaşılık cerrahisi sonrasında 1/13000 oranında ÖSİ bildirilmiştir(32). İleri yaş, geçirilmiş kas cerrahisi, diyabet ve hipertansiyon gibi sistemik vasküler hastalıklar risk faktörleridir. Özellikle vertikal rektus kas cerrahilerinde ve üç veya daha fazla rektus kasına müdahale edildiğinde ön segment iskemisi riski artmaktadır(33).

Tablo 1. Ön Segment İskemisinin Klinik Sınıflandırması: Olver, J. M., & Lee, J. P. (1989). The effects of strabismus surgery on anterior segment circulation. Eye ‘den alınarak düzenlenmiştir.

SINIFLANDIRMA	KLİNİK BULGULAR
EVRE 1	İris kanlanmasında azalma ile birlikte, asemptomatik hastalar
EVRE 2	Biyomikroskopik muayenede korektopi, düzensiz pupil reaksiyonu ve pupil kenarında düzleşme olan, iris kanlanmasında azalma ile birlikte, asemptomatik hastalar
EVRE 3	Cerrahi sonrası belirgin pupilla bulguları ve üveiti olan, fotofobik hastalar
EVRE 4	Görme keskinliğinde azalma ve ağrı ile birlikte keratopati, üveit ve azalmış göz içi basıncı olan hastalar

ÖSİ geniş şiddet aralığında ortaya çıkabilir. Hafif formunda iris perfüzyonunda azalma iris anjiyografisi ile gösterilebilir. Hastalık şiddeti arttıkça üveit, keratopati, hipotoni, katarakt, pupilde reaktivite bozuklukları ve görme kaybı izlenir. ÖSİ 4 klinik evrede sınıflandırılmıştır (34). ÖSİ’nde baskın bulgular inflamatuvar bir sürecin bulguları olduğundan tedavide steroidler kullanılır. Bununla birlikte tedavinin faydaları hakkında veri yoktur ve ortak bir fikir birliği mevcut değildir.

2.4. İris Yapısı

İris, üveanın en önde yer alan kısmıdır. İnce, pigmente ve kasılabilir yapıdadır. Anatomik olarak lens ve siliyer cisim önünde korneanın arkasında bulunur.

Konumu gereğince kornea ile lens arasındaki boşluğu ön ve arka kamara olarak ikiye ayırır. Merkezindeki açıklık pupilla olarak isimlendirilir. İrisin çapı 12-13 mm çevresi ise 37-39 mm'dir(35). İris periferde siliyer cisim ile bağlantı bölgesi 0,2 mm ile en ince olduğu yerdir. Pupil kenarından 1.2-1.5 mm uzaklıkta kollarete olarak isimlendirilen bölge 0,8 mm ile en kalın kısmıdır.

İris, önden arkaya doğru ön yüzey, stroma, sfinkter ve dilatör kas ve çift katmanlı iris pigment epitelinden oluşur. Ön yüzey üzerinde epitel yoktur. Ön yüzey stroma ile devamlılık gösteren kan damarları, fibroblastlar, melanositler ve gevşek bağ dokusu içeren bir yapıdadır. İrisin ön yüzeyindeki anatomik varyasyonlar her bireyde kendine özgüdür. İris yüzeyinde düzensiz dallanmış halkasal yapıdaki embriyonik membran kalıntısına kollaret adı verilir. Kollaret, irisi merkezde pupiller bölge ve periferde silier bölge olarak ikiye ayırır. Büyük, çukur benzeri çöküntüler Fuchs kripleri olarak adlandırılır.

İrisin stroması, çok sayıda fibroblast, melanosit ve immün sistem hücreleri içeren zayıf vaskülarize bir bağ dokusudur (36). Tüm renklerdeki irislerde stroma yapısı genel olarak benzerdir. Renk farklılıkları stromadaki pigmentasyon miktarından kaynaklanmaktadır. Açık renkteki irisler daha az melanosit içerirken koyu renkli irislerde melanosit yoğunluğu fazladır(37).

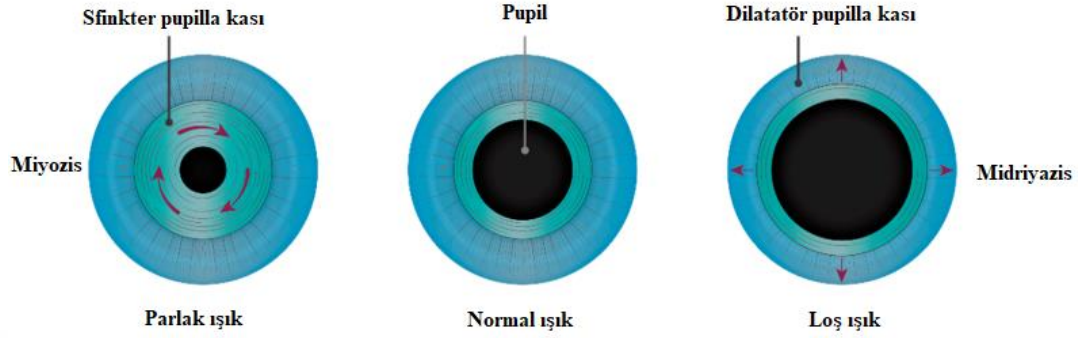
2.4.1. Sfinkter Pupilla Kası

İrisin pupiller bölgesinde iris pigment epitelinin önünde yer alır. Nöroektodem kökenli sıkı bağlantılı düz kas hücrelerinden oluşur. Yaklaşık 1 mm genişliğinde dairesel yapıdadır. Sfinkter pupilla kası stromaya sıkıca bağlıdır cerrahi girişimle kesildiğinde (iridektomi gibi) sfinkter görevini sürdürür. Okülomotor sinir kaynaklı parasempatik liflerden innervasyon alır. Sfinter kasının kasılması sonucu pupil çapı küçülür, miyozis olur.

2.4.2. Dilatatör Pupilla Kası

Çift katmanlı iris pigment epitelinin ön katmanından türeyen ışınsal uzanımlı miyoepitelyal hücrelerden oluşan bir tabakadır. İris kökünden sfinter pupillaya kadar

uzanır. Sfinkter pupilla kası gibi nöroektodermden köken alır. Postgangliyonik sempatik liflerle innerve olur. Dilatatör pupilla kasının kasılması sonucu pupil genişler, midriyazis olur.



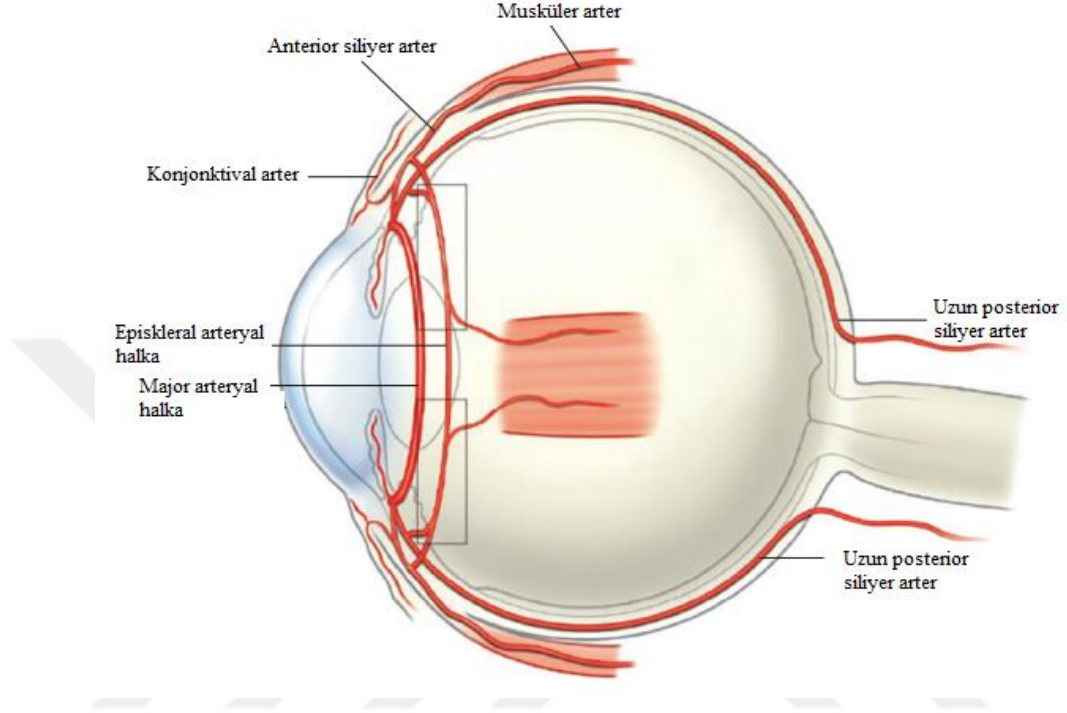
Şekil 6. İris kasları ve pupil açıklığının ışık yoğunluğuna adaptasyonu: Angée, C., Nedelec, B., Erjavec, E., Rozet, J. M., & Fares Taie, L. (2021). Congenital microcoria: Clinical features and molecular genetics. *Genes*, 12(5), 624.’den alınarak düzenlenmiştir.

İris arka yüzeyi çift katlı pigment epitel ile kaplıdır. Siliyer cismin nonpigmente epitel ile devamlılık gösterir. Ön epitel katı iris stroması ile temas halindedir ve dilatatör pupilla kası ile yakın ilişki içindedir. Arka epitel katı daha yoğun pigmentasyon içerir ve arka kamarayı sınırlar. Epitel hücreleri iris arka yüzeyinden ön yüzeye doğru hafifçe uzanır ve pupil kenarında pigmente tırtıklı bir görünüme neden olur.

2.4.3. İrisin Kanlanması

İrisin kanlanması oftalmik arterden köken alan iki uzun siliyer arter ve yedi ön siliyer arter tarafından sağlanır. İki uzun arka siliyer arter optik sinirin her iki yanından sklerayı deler, sklera ve koroid arasından dal vermeden ilerler ve siliyer cisme gelir. Ön siliyer arterler rektus kaslarını besleyen siliyer arterlerden köken alır. Lateral rektus kası hariç tüm rektuslarda ikişer tane siliyer arter bulunur. Ön siliyer arterler limbustan 4 mm uzaklıklarda sklerayı delerek siliyer cisme girer ve uzun posterior siliyer arterlerin

dallarıyla anastomoz yaparak büyük arter halkasını oluştururlar. Bu halkadan çıkan damarlar dallanır ve pupile kenarına uzanır. İris ön yüzeyinde kollaret seviyesinde tam olamayan minör arter halkasını oluştururlar.

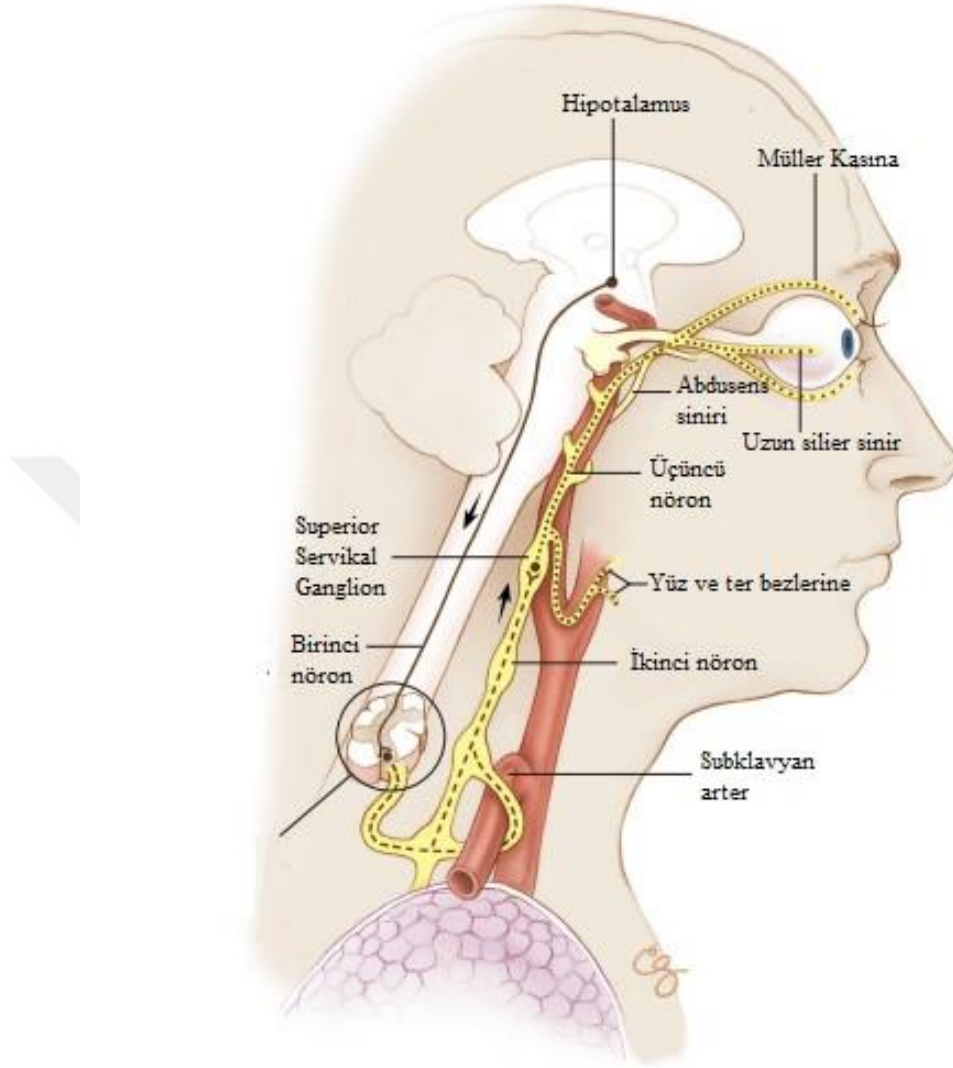


Şekil 7. Siliyer dolaşımın şematik gösterimi: American Academy of Ophthalmology, Fundamentals and Principles of Ophthalmology; 2022-2023: 24'den alınarak düzenlenmiştir.

2.5. Pupilla Tanımı

Göze giren ışık miktarını belirleyen iris merkezindeki açıklık 'pupilla' olarak isimlendirilir. Latince küçük oyuncak bebek anlamına gelen pupa kelimesinden türetilmiştir. Pupil akomodasyon özelliği ile odak derinliği ve derinlik algısını belirler, optik sistemdeki ışık sapmalarını azaltır. Pupil çapı 2-8 mm arasında değişir(38). Yeni doğanlarda pupil normalden küçük olup ergenlik döneminde en büyük halini alır ve yaşla birlikte küçülme eğilimi gösterir. Pupil çapı ortam ışığı, emosyonel durum, uyku-uyanıklık durumu, ilaç kullanımı, oküler ve sistemik hastalık gibi faktörlerden etkilenir. Pupil çapı otonom sinir sisteminin tarafından kontrol edilir. Sempatik uyarı ile pupil çapı artar ve midriyazis olur. Parasempatik uyarı ile pupil çapı azalır miyozis olur.

2.5.1. Pupilla Sempatik İnnervasyonu



Şekil 8. Okülosempatik yolak -American Academy of Ophthalmology, Neuro-Ophthalmology; 2022-2023: 54'den alınarak düzenlenmiştir.

Okülosempatik yolağın 1.nöronları hipotalomusun posterolateralinden köken alır. Sempatik lifler beyin sapı boyunca ilerleyerek medulla spinaliste C8-T1 seviyesine gelirler. Budge'nin silyospinal merkezi olarak da isimlendirilen bu bölgede ilk sinapslarını yaparlar. Silyospinal merkezden çıkan 2. nöronlar(Pregangliyonik) karotis arter kılıfı çevresinde servikal sempatik zincire katılarak yukarıya yönelirler. Pregangliyonik nöronlar karotis arterin bifurkasyo seviyesinde superior servikal

gangliyonda ikinci sinapslarını yaparlar. Postganglionik lifler karotis interna ile birlikte ilerleyerek kraniuma girer. Daha sonra kavernoöz sinüs boyunca ilerler ve trigeminal sinir oftalmik dalına katılarak burayı terk eder. Fissura orbitalis superiorundan geçerek nasosiliyer sinirle birlikte orbitaya girerler, dilatator pupillae kasını ve siliyer cismi innerve ederler.

2.5.2. Pupilla Parasempatik İnnervasyonu

Orta beyinde bulunan Edinger-Westphal çekirdeği parasempatik preganglionik nöronları içerir. Bu çekirdekten çıkan lifler okülomotor sinirin motor liflerine katılarak beyin sapını terk eder. Parasempatik lifler okülomotor sinir seyri boyunca kavernoöz sinüs içinden geçerek üst orbital fissürden orbitaya girerler. Orbitada okülomotor sinirin inferior bölümünü takip ederek alt rektusun kasının lateralinde ilerler. Alt oblik kasına giden sinire girer ve siliyer gangliyonuna ulaşır. Siliyer gangliyondan sinaps sonrası çıkan postganglionik parasempatik lifler kısa posterior siliyer sinirler olarak orbitaya girerler, koroid ve sklera arasında seyrederek sfinkter pupillae kasını ve siliyer cismi innerve ederler.

2.5.3. Direkt-İndirekt Işık Refleksleri

Işık tutulan gözde pupillanın daralmasına direkt ışık refleksi, karşı taraftaki pupillanın daralmasına ise indirekt(konsensüel) ışık refleksi denir. Retinaya ulaşan ışık uyarısı dış katmanlarındaki fotoreseptörlerce nöronal uyarıya dönüştürülür ve retinal gangliyon hücrelerine iletilir.

Işık refleksi dört nöronla oluşur.

Birinci nöron, retina gangliyon hücrelerinden başlar, aksonları optik sinir boyunca ilerler, orta beyinde pretektal nükleusta sinaps yapar. Retinanın nazal yarısından gelen uyarılar optik kiyazmada çaprazlaşır, optik traktus ile karşı taraf pretektal nükleusta sonlanır. Retinanın temporal yarısından gelen uyarılar ise optik kiyazmada çaprazlaşmadan aynı taraf pretektal nükleusta sonlanır.

İkinci nöron, her bir pretektal nükleusu her iki taraftaki Edinger-Westphal nükleusuna bağlar. Pretektal alandan gelen postsinaptik liflerin yarısı periaquaduktal gri

2.5.4. Uyum (Yakın) Refleksi

Yakındaki bir nesneye odaklanınca yakın refleksi oluşur. Bu refleks triadında; medial rektusların kasılmasıyla görsel akslar yakınlaşır(konverjans), siliyer kasların kasılmasıyla lens kalınlaşır(akomodasyon) ve sfinkter pupilla kasılmasıyla pupil çapı küçülür. Bu hareketlerin her biri diğerleri olmadan da gerçekleşebilir.

Konverjansın, medial rektuslardan gelen uyarıların üçüncü kraniyal sinir yoluyla beşinci kraniyal sinirin mezensefalik çekirdeğine, pretektal bölgedeki olası bir konverjans merkezine ulaştığı varsayılmaktadır. Bu merkezden gelen lifler ise muhtemelen Edinger Westphal çekirdeğine gider. Konverjans refleksinin efferent yolu ışık refleksine benzer şekilde üçüncü sinir boyunca ilerler. Siliyer gangliyondan çıkan kısa siliyer sinirler pupiller konstriksiyona neden olmak üzere iris sfinkter kasını innerve eder.

Akomodasyon afferent uyarılar gangliyon hücrelerinden başlayarak, optik sinir, optik traktus, lateral genikulat cisim ve parastriat kortekse uzanır. Ara nöron lifleri uyarıyı her iki taraftaki Edinger Westphal çekirdeğine iletir. Edinger Westphal çekirdeğinden çıkan efferent uyarılar üçüncü kraniyal sinir boyunca ilerler siliyer gangliyon ve oradan da kısa siliyer sinirlerle kasılmaya neden olmak üzere siliyer kası innerve eder. Siliyer kasın kasılması lens zonüler liflerinin gevşemesini ve lensin daha yuvarlak hale gelmesini sağlayarak kırılma gücünü artırır.

2.5.5. Pupilla Anomalileri

Anizokori: İris kaslarına giden efferent sinyal yollarında iletim eşitsizliği nedeniyle pupil çaplarındaki farklılık anizokori olarak isimlendirilir. Fizyolojik veya patolojik olabilir. Anizokori değerlendirirken öncelikle iriste yapısal değişikliklere neden olabilecek göz içi inflamasyonu, posterior sineşi, postoperatif midriyazis, iskemi nedeniyle sfinkter pupilla yetmezliği ve iris tümörleri gibi durumlar dışlanmalıdır.

Karanlık ve aydınlık koşullarda anizokorideki değişim nedenin belirlenmesinde yol göstericidir. Karanlık koşullarda anizokori artıyorsa küçük pupil anormaldir, pupil genişleyemiyordur ve öncelikle sempatik yolda hasar

düşünülmelidir. Eğer anizokori aydınlık ortamda artıyorsa büyük olan pupilde hasar vardır, pupil daralma etkinliği zayıftır ve parasempatik yolak bozukluğu düşünülmelidir.

Karanlıkta artan bir anizokori mevcutsa öncelikle biyomikroskopik muayene yapılmalı posterior sineşi, travma, ön segment tümörleri, psödoekfoliasyon sendromu ve ön üveit gibi durumlar değerlendirilmelidir. Parasempatomimetik ve sempatolitik ilaç kullanımı da gözden geçirilmelidir. Karanlıkta artar anizokorinin en önemli nedeni Horner sendromudur ve fizyolojik anizokoriden ayırt edilmelidir.

Fizyolojik anizokori normal popülasyonun yaklaşık %20'sinde mevcuttur (39). Pupil çapı farkı karanlıkta belirginleşir ve genellikle 1 mm'den fazla değildir (40). Yakın refleksi ve ışık refleksi normaldir. Kokain damlatılınca pupiller dilatasyon izlenir.

Horner sendromu okülosempatik yolağın kesintiye uğraması sonucu ipsilateral pitozis, miyozis ve anhidrozis ile karakterizedir. Etkilenen pupil miyotik olmasına rağmen ışık refleksi ve yakın refleksi alınır. Karanlıkta pupiller dilatasyon gecikir ve anizokori artar. Horner sendromu tanısı için apraklonidin veya kokain kullanılır Apraklonidin alfa-2 agonist ve zayıf alfa-1 agonist etkili bir ilaçtır. Her iki göze aproklonidin damlatılır ve 45 dakika sonra değerlendirilir. Normal pupilde dilatasyon izlenmezken Horner sendromunda denervasyon hipersensitivitesi olduğundan aproklonidinin zayıf olan alfa1 agonist etkisi ile pupiller dilatasyon izlenir (41) Kokain sempatik nöromusküler kavşaktaki noradrenalin geri alım inhibitörüdür. Horner sendromu gibi sempatik yolak hasarı olan durumlarda kokaine yanıt alınamaz pupiller dilatasyon izlenmez. Horner Sendromunda hasarın anatomik lokalizasyonu için hidroksumfetamin kullanılır. Hidroksumfetamin postgangliyonik adrenerjik sinir uçlarından noradrenalin salınımını güçlendirir. Postgangliyonik Horner sendromunda nöromusküler kavşaktaki üçüncü sinir disfonksiyonel olduğundan noradrenalin salınımı gerçekleşmez ve hidroksumfetamin sonrası dilatasyon izlenmez.

Aydınlıkta artan anizokoride geniş olan pupilde anormallik mevcuttur. Konjenital midriyazis, aniridi, akut açılı kapanması ve geçirilmiş oküler cerrahi gibi midriyazise neden olabilecek yapısal durumlar dışlanmalıdır. Farmakolojik test için öncelikle pilokarpin damlatılır. %0.1'lik pilokarpinin her iki göze uygulanması sonrası midriyatik pupilde küçülme olursa tonik pupil düşünülür.

Tonik pupil (Adie pupili) siliyer gangliyon veya kısa siliyer sinirlerde hasar sonucu oluşan postgangliyonik parasempatik innervasyon bozukluğudur. Genellikle tek taraf pupil etkilenir ancak ilerleyen dönemde diğer pupil de etkilenebilir. Dilüe pilokarpin sonrası pupilde küçülür ve bu durum kolinerjik hipersensitiviteyi gösterir(42).

Dilüe pilokarpin ile cevap alınamayınca konsantrasyon artırılır ve %1'lik pilokarpin damlatılır. Okülomotor sinir felcinde miyozis gözlemlenirken farmakolojik midriyazis durumunda ise cevap alınmaz. Farmakolojik midriyazis adrenerjik veya antikolinerjik ajanlara bağlı gelişir. Işık refleksleri ve yakın refleksi alınmaz.

Okülomotor sinir tam etkilendiğinde göz hareketlerinde kısıtlılık, midriyazis ve pitozis gözlenir. Pupillanın korunduğu okülomotor sinir felcinde sinir dışındaki parasempatik lifleri etkilemeyen mikroanjiyopatik hasar düşünülür. Bu durumun en sık nedeni diyabettir. Eğer pupilla etkilendiği ani başlangıçlı okülomotor sinir felcinde öncelikle sinire bası yapan bir anevrizmanın ayırıcı tanısı yapılmalıdır.(43)

Total Afferent Pupil Defekti(TAPD): Komplet optik sinir hasarı mevcuttur. TAPD olan gözde ışık hissi dahi alınmaz. Sağlam göze ışık tutulduğunda etkilenen gözde efferent yol sağlam olduğundan her iki gözde eşit miktarda miyozis gözlemlenir. Ancak TAPD olan gözde afferent yol hasarlı olduğundan bu göze ışık tutulduğunda her iki gözde de cevap alınmaz.

Rölatif Afferent Pupil Defekti(RAPD): Normal bir muayenede herhangi bir göze ışık tutulduğunda her iki gözde de eşit miktarda miyozis, ışık uzaklaştırıldığında ise eşit miktarda midriyazis gözlemlenir(44). Optik nörit, iskemik optik nöropati ve ileri düzey glokom gibi optik sinirin tek taraflı imkomplet lezyonlarında RAPD gözlemlenir(45). İskemik retinal hastalık ve retina dekolmanı gibi retinan tek taraflı hastalıklarında da RAPD saptanır. Klinikte RAPD tespit etmek için sallanan fener testi uygulanır. Loş aydınlatma koşullarında akomasyon etkisi önlemek için hastanın uzağa bakması istenir. Sonrasında her iki göze ardışık olarak 3-5 saniye ışık tutulur. Sağlam göze ışık tutulduğunda her iki gözde miyozis gözlemlenirken ışık etkilen göze yönlendirildiğinde pupilde miyozis yerine midriyazis gözlemlenir.

Işık-Yakın Disosiasyonu: Yakına bakarken gözlemlenen pupiller daralma ışık yanıtındaki pupiller daralmadan daha güçlü olmasıdır. Işık-yakın disosiasyonu

pupiller fonksiyonu düzenleyen afferent veya efferent sistemdeki bir bozukluktan meydana gelebilir.

Argyll Robertson Pupillası, esas olarak nörosifiliz hastalarında efferent sistemin işlev bozukluğu nedeniyle ortaya çıkar. Bu durum dorsal orta beyinde ışık refleksi yolunu hasarlanmasıyla açıklanır. Ancak daha ventralinde yer alan yakın refleksi arkı etkilenmediğinden yakın refleksi korunur.(46)

Işık-yakın disosiasyonu ayrıca pregenikülat körlük, mezensefalik lezyonlar ve iris sfinkterinin parasempatik innervasyonunda hasar olan durumlarda da görülebilir (47).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Hastanesi Göz Hastalıkları Kliniğinde 18/10/2023 tarihli 2023/04 numaralı etik kurul onayı ile prospektif olarak 20.10.2023 ve 20/03/2024 tarihleri arasında yürütülmüştür. Etik kurul onayı tez sonunda Ek-1 olarak verilmiştir.

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Hastanesi Göz Hastalıkları polikliniğine başvuran ve şaşılık nedeniyle cerrahi endikasyonu konulan hastalar çalışmaya davet edildi. Hastalar uygulanacak cerrahi tedavi ve çalışma hakkında bilgilendirildi. Hastalardan veya ebeveynlerinden bilgilendirilmiş onam alındı.

Çalışma dışlama kriterleri şu şekilde belirlendi;

- Hastanın çalışmaya katılım konusunda gönüllü olmaması
- Hastanın cerrahi gerektirecek boyutta şaşılığı bulunmaması
- Hastanın korneal topografi cihazıyla yapılacak ölçüme uyumlu olmaması
- Hastada pupilla fonksiyonunu etkilebilecek nörolojik hastalık veya ilaç kullanımı olması
- Hastanın cerrahi sonrası takiplerine düzenli gelmemesi

Çalışmaya dahil edilen tüm hastaların cerrahi öncesinde ile cerrahi sonrası birinci gün, üçüncü hafta ve üçüncü ayda değerlendirildi. Tüm muayenelerde en iyi düzeltilmiş görme keskinliği düzeyleri Snellen, E eşeli veya LEA eşeli ile tespit edildi. Slit lamba biyomikroskop ile detaylı ön ve arka segment muayeneleri kaydedildi. Korneal topografi cihazı ile statik ve dinamik pupil çapı ölçümleri yapıldı.

Cerrahi öncesinde prizma örtme testi ile kayma miktarları uzak için 6 metre mesafeden yakın için 3 metre mesafeden belirlendi. American Academy of Ophthalmology'nin, "Pediatric Ophthalmology and Strabismus" isimli kitabındaki tablolar referans alınarak kaslara yapılacak düzeltme miktarı belirlendi.

Tablo 2. Ezodeviasyon için cerrahi kılavuz: American Academy of Ophthalmology, Pediatric Ophthalmology and Strabismus; 2022-2023: 172'den alınarak düzenlenmiştir.

EZODEVİASYON			
AÇI	Bilateral Medial Rektus Resesyonu	Yada	Bilateral Lateral Rektus Rezeksiyonu
15 PD	3,0 Mm		4 Mm
20 PD	3,5 Mm		5 Mm
25 PD	4,0 Mm		6 Mm
30 PD	4,5 Mm		7 Mm
35 PD	5,0 Mm		8 Mm
40 PD	5,5 Mm		9 Mm
50 PD	6,0 Mm		9 Mm

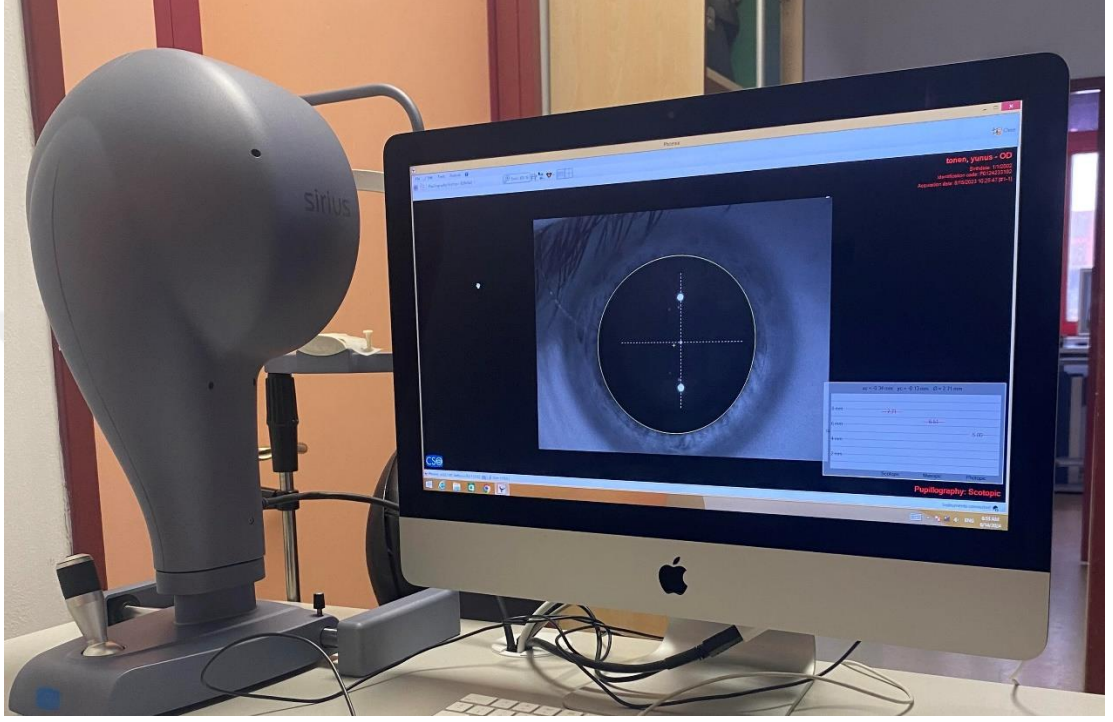
Tablo 3. Ekzodeviasyon için cerrahi kılavuz: American Academy of Ophthalmology, Pediatric Ophthalmology and Strabismus; 2022-2023: 173'den alınarak düzenlenmiştir.

EKZODEVİASYON			
AÇI	Bilateral Lateral Rektus Resesyonu	Yada	Bilateral Medial Rektus Rezeksiyonu
15 PD	4 Mm		3 Mm
20 PD	5 Mm		4 Mm
25 PD	6 Mm		5 Mm
30 PD	7 Mm		6 Mm
40 PD	8 Mm		7 Mm

Hastaların pupil çapları Sirius Topografi cihazı (Sirius Scheimpflug kamera sistemi, Schwind, Kleinostheim, Germany) ile ölçüldü (Şekil 10). Bu cihaz Placido disk özellikleri ve 3D dönen Scheimpflug kamera sistemi içermektedir. Pupillografi bu topografi sistemine entegre edilmiştir. Pupillografi ile pupil çapı statik ve dinamik olarak belirlenir.

Sirkadiyen ritmin pupiller yanıt üzerindeki olası etkilerini en aza indirmek için ölçümlerin günün aynı saatinde ve aynı odada gerçekleştirildi. İşlem güvenirliliği için çekim odasında sessizlik sağlanmasına özen gösterildi. Çekim esnasında hasta gözünü oynatmaması ve konuşmaması istendi. Ölçüm yapılmadan önce odanın

aydınlatma ışıkları kapatıldı. Akomodasyon etkisini engellemek için hastadan her iki gözünü açması ve ışık kaynağına bakmadan sabit bir şekilde tam karşıya bakması gerektiği söylendi. Her ölçüm için önce sağ göz sonra sol göz değerlendirildi. Elde edilen en net görüntüler çalışmaya dahil edildi.



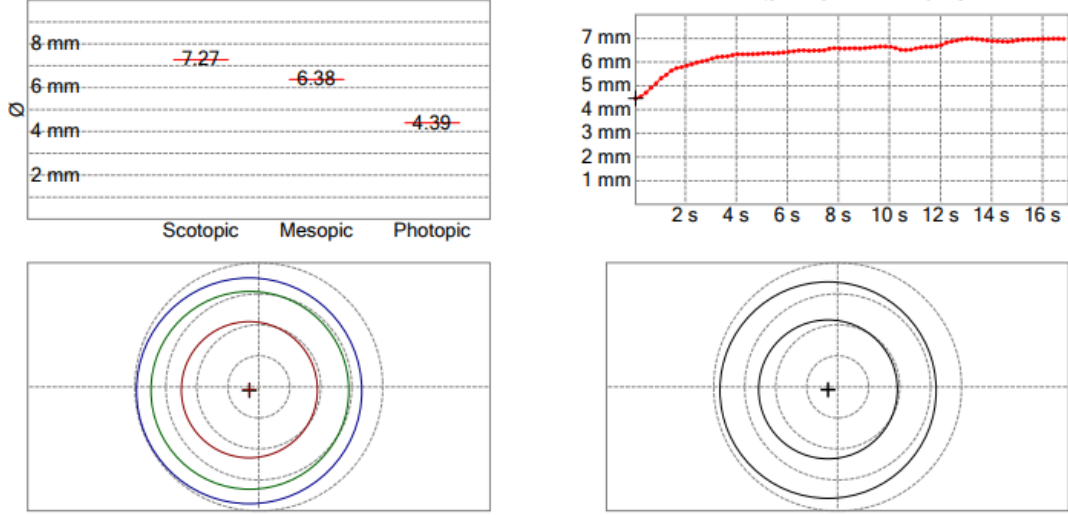
Şekil 10. Sirius topografi cihazı ile pupil çapı ölçümü

Statik pupilla ölçümleri cihazda bulunan skotopik, mezopik ve fotopik aydınlatma seçenekleriyle otomatik olarak ölçüldü. Skotopik ölçümler 0,4 lüks, mezopik ölçümler 4 lüks ve fotopik ölçümler 40 lüks aydınlatma düzeyinde yapıldı. Dinamik ölçümde ise cihaz tarafından ilk olarak 500 lüks aydınlatma sağlanır ve çekim başladıktan sonra aydınlatılma kapatılır. Fotopik durumdan skotopik duruma kadar pupil dilate olurken pupil boyutları video sistemi ile kaydedilir. Pupil dilatasyon hızı başlangıç çapı ile her 2 saniyede ölçülen çap arasındaki farkı zamana bölerek hesaplandı. Statik ve dinamik pupillografinin örnek çıktısı aşağıdaki şekilde verilmiştir (Şekil 11).

OD

Scotopic (0.04 lux):-0.31 mm,0.13 mm,7.27 mm
Mesopic (4 lux):-0.29 mm,0.11 mm,6.38 mm
Photopic (40 lux):-0.31 mm,0.09 mm,4.39 mm

Dynamic:
Ø(0):xc = -0.31 mm yc = -0.08 mm Ø = 4.48 mm
Ø(N):xc = -0.31 mm yc = -0.11 mm Ø = 6.98 mm



Şekil 11. Pupillografi ölçüm sonucu

Tüm ameliyatlar genel anestezi altında aynı cerrah tarafından yapıldı. Cerrahi planlanması göre konjonktiva limbus veya fornixs tabanlı açıldı. Künt disseksiyon ile subtenon alana ulaşıldı ve kroşe yardımıyla kas yakalandı. Kas tenon kapsülü ile olan bağlantılarından pamuk çubuk yardımıyla ayrıştırıldı. Geriletme işleminde kas insersiyoyerinden cerrahi tabloların önerdiği kadar uzaklıkta skleraya suture edildi. Alt oblik geriletme işleminde alt oblik kası insersiyoyerinden klemp ile tespit edildikten sonra wescott makası ile insersiyoyerinden kesildi. İnsersiyoy lifleri büzüştürülerek 6/0 vikril ile dikildi. Alt rektusun 2 mm temporalı ve 3 mm posterioruna suture edildi. Katlama ameliyatı (plikasyon) kas cerrahi olarak belirlenen miktarda üzerine katlanarak insersiyoyerine suture edildi. Rezeksiyon işleminde ise insersiyoyerinden planlanan rezeksiyon miktarı kadar geriye gidildi. Kas belirlenen mesafeden suture edildi. Sütürlerin ön kısmından kas kesildi ardından tekrar eski insersiyoyerine suture edildi. Myektomi işleminde alt oblik kası kroşe yardımıyla insersiyosu ile tenonu deldiği yer arasından yakalandı. Kas klemplendi ardından kasın bir kısmı kesilerek myektomi yapıldı. Serbest ucu koterize edilerek hemostaz kontrolü

sağlandı. Konjonktiva tüm işlemlerde 7/0 vikril ile kapatıldı. Hastalara ameliyat sonrası topikal antibiyotikli damla ve steroidli damla başlandı.

3.1. İstatistiksel Analiz

Araştırmadan elde edilen verilerin analizi SPSS Statistics 19 programı kullanılarak yapıldı. İstatistiksel anlamlılık ölçütü olarak $p < 0,05$ kabul edildi. Elde edilen verilerde, tanımlayıcı istatistiklerinde ortalama değer ve standart sapma kullanıldı. Normal dağılıma uygunluğuna Shapiro-Wilk testi ile karar verildi. Tüm muayenelerde elde edilen değerler, kendi içinde parametrik gruplarda Repeated Measures ANOVA testi kullanıldı, nonparametrik gruplarda Friedman testi kullanıldı. Post-hoc analizlerde Bonferroni düzeltmeli Repeated Measures ANOVA testi kullanıldı. Repeated Measures ANOVA testi göre istatistiksel anlamlı farklılık saptanan veriler, ikişerli gruplar şeklinde kıyaslanacak şekilde, Paired-Samples T testi ile değerlendirildi. Friedman testi sonrası istatistiksel olarak önemli farklılık saptanan veriler, ikişerli gruplar halinde Wilcoxon testi ile değerlendirildi. Cerrahi öncesi, cerrahi sonrası 1. gün, 3. hafta ve 3. ayda elde edilen veriler gruplar arasında anlamlı farklılık olup olmadığını araştırmak için parametrik gruplarda Independent-Samples T testi, nonparametrik gruplarda Mann-Whitney U testi kullanılarak değerlendirildi.

4. BULGULAR

Çalışmaya şaşılık cerrahisi uygulanan ve dahil edilme kriterlerini karşılayan 16 hastanın 28 gözü dahil edildi. Hastaların 4'ü (%25) kadın, 12(%75)'si erkekti. Yaş ortalaması $19,4 \pm 14$ olarak hesaplandı. Hastaların görme keskinliği ortalaması $0,02 \pm 0,08$ LogMAR idi.

Bir hastanın sağ gözüne (%6,25), üç hastanın sol gözüne(%18,75) ve on iki hastanın her iki gözüne (%75) cerrahi uygulama yapıldı. Cerrahi yapılan gözler müdahale edilen kas sayına göre gruplandırıldı. Tek kas müdahalesi yapılan gözler Grup 1, çift kas müdahalesi yapılan gözler Grup 2 ve alt oblik kasa cerrahi müdahale uygulanan gözler Grup 3 olarak gruplandırıldı. Grup 1'e ait 15 (%53,57) ve Grup 2 'e ait 13(%46,42) göz mevcuttu. Alt grup analizinde Grup 3'e ait 9 göz mevcuttu. Hastaların demografik verileri Tablo 4'de ve uygulanan cerrahi prosedürlerinin gruplardaki dağılımı Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 4. Hastaların Demografik Verileri

Özellikler	
Yaş	$19,4 \pm 14$
Cinsiyet	
Kadın	4 (%25)
Erkek	12 (%75)
Cerrahi Yapılan Göz	
Sağ	1 (%6,25)
Sol	3 (%18,75)
Bilateral	12 (%75)
Görme Keskinliği (logMAR)	$0,02 \pm 0,08$
Yapılan Cerrahi	
Grup 1	15 (%53,57)
Grup 2	13 (%46,42)
Grup 3	9

Ortalama \pm SS ; n(%)

Tablo 5. Uygulanan cerrahi prosedürlerin gruptaki dağılımı

GRUP 1	N	GRUP 2	N	GRUP 3	N
MR geriletmesi	9	MR plikasyonu + LR geriletmesi	2	MR geriletmesi + AO myektomisi	2
LR geriletmesi	4	MR geriletmesi + LR plikasyonu	2	LR geriletmesi + AO geriletmesi	2
ÜR geriletmesi	2	MR geriletmesi + AO myektomisi	2	MR geriletmesi + AO geriletmesi	1
		LR geriletmesi + AO geriletmesi	2	MR geriletmesi + AO ilerletmesi	1
		MR geriletmesi + AO geriletmesi	1	LR rezeksiyonu + AO anterior transpozisyonu	1
		MR geriletmesi + AO anterior transpozisyon	1	LR geriletmesi + AO myektomisi	1
		LR rezeksiyon + AO geriletmesi	1	AO anterior transpozisyon + SO ilerletmesi	1
		LR geriletmesi + AO myektomisi	1		
		AO anterior transpozisyonu + SO ilerletmesi	1		

MR: Medial rektus, LR: Lateral rektus, ÜR: Superior rektus, AR: Alt rektus, ÜO: Üst oblik, AO: Alt oblik

Tablo 6' de cerrahi yapılan tüm gözlerde cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası kontrollerdeki skotopik, mezopik ve fotopik aydınlatma ortamlarında ölçülen ortalama pupil çapları verilmiştir. Skotopik pupil çapı cerrahi öncesi $6,74 \pm 0,38$ mm, cerrahi sonrası 1. gün $6,49 \pm 0,60$ mm, cerrahi sonrası 3. hafta $6,67 \pm 0,57$ mm ve cerrahi sonrası 3. ay $6,45 \pm 0,78$ mm; mezopik pupil çapı cerrahi öncesi $5,24 \pm 0,85$ mm, cerrahi sonrası 1. gün $5,36 \pm 0,92$ mm, cerrahi sonrası 3. hafta $5,34 \pm 0,88$ mm ve cerrahi sonrası 3. ay $5,32 \pm 0,98$ mm; fotopik pupil çapı cerrahi öncesi $4,30 \pm 0,72$ mm, cerrahi sonrası 1. gün $4,33 \pm 0,74$ mm, cerrahi sonrası 3. hafta $4,48 \pm 0,73$ mm ve cerrahi sonrası 3. ay $4,31 \pm 0,81$ mm idi. Tüm gözlerde skotopik, mezopik ve fotopik pupil çaplarında tekrarlayan ölçümlerle istatistiksel olarak anlamlı farklılık izlenmemiştir (sırasıyla $p=0,07$; $p=0,44$; $p=0,07$).

Tablo 6. Cerrahi öncesi ve sonrası pupil çapı analizi

	Cerrahi öncesi (Ort. ± SS)	Cerrahi sonrası 1.gün (Ort. ± SS)	Cerrahi sonrası 3.hafta (Ort. ± SS)	Cerrahi sonrası 3.ay (Ort. ± SS)	P
Skotopik pupil çapı (Ort. ± SS)	6,74±0,38	6,49±0,60	6,67±0,57	6,45±0,78	0,07
Mezopik pupil çapı (Ort. ± SS)	5,24±0,85	5,36±0,92	5,34±0,88	5,32±0,98	0,44
Fotopik pupil çapı (Ort. ± SS)	4,30±0,72	4,33±0,74	4,48±0,73	4,31±0,81	0,07

Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma

Tek kasa cerrahisi uygulanan Grup 1'in skotopik, mezopik ve fotopik çaplarında cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası tekrarlayan ölçümlerle istatistiksel olarak anlamlı farklılık izlenmemiştir (sırasıyla p=0,44; p=0,51; p=0,09). Çift kasa müdahale yapılan Grup 2'nin skotopik, mezopik ve fotopik pupil çaplarında cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası tekrarlayan ölçümlerle farklılık görülmemiştir (sırasıyla p=0,09; p=0,78 p=0,71). (Tablo 7).

Tablo 7. Müdahale edilen kas sayısına göre cerrahi öncesi ve sonrası pupil çapı analizi

	Cerrahi öncesi (Ort. ± SS)	Cerrahi sonrası 1.gün (Ort. ± SS)	Cerrahi sonrası 3.hafta (Ort. ± SS)	Cerrahi sonrası 3.ay (Ort. ± SS)	P
Skotopik pupil çapı (mm)					
Grup 1	6,89±0,66	6,57±0,85	6,86±0,88	6,62±0,99	0,44
Grup 1	5,45±1,03	5,46±1,14	5,37±1,13	5,43±1,11	0,51
Grup 2	5,00±0,55	5,26±0,60	5,31±0,50	5,20±0,83	0,78
Fotopik pupil çapı (mm)					
Grup 1	4,49±0,81	4,29±0,90	4,50±0,80	4,37±0,94	0,09
Grup 2	4,07±0,53	4,37±0,55	4,46±0,68	4,24±0,66	0,71

Tablo 8’te Grup1 ile Grup 2’nin birbiriyle kıyaslandığı pupil çapı değerlendirilmeleri verilmiştir. Skotopik koşullarda cerrahi öncesi, cerrahi sonrası 1.gün, 3.hafta ve 3.ayda iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark izlenmedi(sırasıyla p=0,18; p=0,55; p=0,15; p=0,29). Mezopik koşullarda cerrahi öncesi, cerrahi sonrası 1.gün, 3.hafta ve 3.ayda iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark izlenmedi(sırasıyla p=0,17; p=0,57; p=0,86; p=0,54). Fotopik koşullarda cerrahi öncesi, cerrahi sonrası 1.gün, 3.hafta ve 3.ayda iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark izlenmedi(sırasıyla p=0,11; p=0,79; p=0,89; p=0,66).

Tablo 8. Müdahale edilen kas sayısına göre grupların birbiri ile karşılaştırılması

	Cerrahi öncesi (Ort. ± SS)	Cerrahi sonrası 1.gün (Ort. ± SS)	Cerrahi sonrası 3.hafta (Ort. ± SS)	Cerrahi sonrası 3.ay (Ort. ± SS)
Skotopik pupil çapı (mm)				
Grup 1	6,89±0,66	6,57±0,85	6,86±0,88	6,62±0,99
Grup 2	6,58±0,53	6,39±0,70	6,45±0,53	6,26±0,72
P	0,18	0,55	0,15	0,29
Mezopik pupil çapı (mm)				
Grup 1	5,45±1,03	5,46±1,14	5,37±1,13	5,43±1,11
Grup 2	5,00±0,55	5,26±0,60	5,31±0,50	5,20±0,83
P	0,17	0,57	0,86	0,54
Fotopik pupil çapı (mm)				
Grup 1	4,49±0,81	4,29±0,90	4,50±0,80	4,37±0,94
Grup 2	4,07±0,53	4,37±0,55	4,46±0,68	4,24±0,66
P	0,11	0,79	0,89	0,66

Tablo 9’de alt oblik kasına müdahale edilen Grup 3’ün farklı aydınlatma koşullarında cerrahi öncesi ve sonrası dönemdeki ortalama pupil çapı değerleri verilmiştir. Skotopik pupil çapı cerrahi öncesi 6,76±0,21 mm; cerrahi sonrası 1. gün 6,61±0,40; cerrahi sonrası 3.hafta 6,64±0,21; cerrahi sonrası 3.ay 6,48±0,47

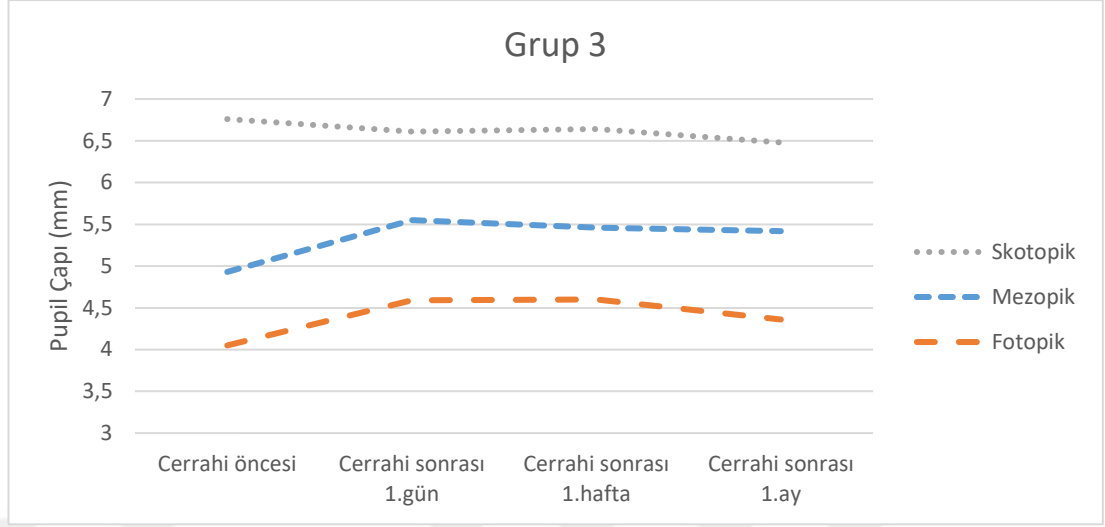
idi($p=0,12$). Cerrahi öncesi, cerrahi sonrası 1.gün,3.hafta ve 3 aydaki skotopik pupil çapları birbirleriyle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark izlenmemiştir ($p>0,05$). Mezopik pupil çapı cerrahi öncesi $4,93\pm0,60$ mm; cerrahi sonrası 1. gün $5,55\pm0,41$; cerrahi sonrası 3.hafta $5,46\pm0,36$; cerrahi sonrası 3.ay $5,42\pm0,82$ idi ($p=0,03$). Cerrahi öncesine göre cerrahi sonrası 1.gün, 3.hafta ve 3. aydaki mezopik pupil çaplarında istatistiksel olarak anlamlı artış izlenmiştir(sırasıyla $p=0,010$; $p=0,018$; $p=0,027$). Cerrahi sonrası ölçümler arasında anlamlı fark izlenmemiştir ($p>0,05$).Fotopik pupil çapı cerrahi öncesi $4,05\pm0,21$ mm; cerrahi sonrası 1. gün $4,59\pm0,23$; cerrahi sonrası 3.hafta $4,60\pm0,40$; cerrahi sonrası 3.ay $4,36\pm0,71$ idi ($p=0,02$). Cerrahi öncesine göre cerrahi sonrası 1.gün ve 3.haftada fotopik pupil çapında istatistiksel olarak anlamlı artış izlenirken cerrahi sonrası 3.ayda fark tespit edilmedi(sırasıyla $p=0,009$; $p=0,005$; $p>0,05$). Cerrahi sonrası ölçümler arasında anlamlı fark izlenmemiştir ($p>0,05$) (Şekil 12).

Tablo 9. Grup 3 cerrahi öncesi ve sonrası pupil çapı analizi

	Skotopik Pupil Çapı (Ort. \pm SS)	Mezopik Pupil Çapı (Ort. \pm SS)	Fotopik Pupil Çapı (Ort. \pm SS)
Cerrahi öncesi ⁽¹⁾	$6,76\pm0,21$	$4,93\pm0,60$	$4,05\pm0,21$
Cerrahi sonrası 1.gün ⁽²⁾	$6,61\pm0,40$	$5,55\pm0,41$	$4,59\pm0,23$
Cerrahi sonrası 3.hafta ⁽³⁾	$6,64\pm0,21$	$5,46\pm0,36$	$4,60\pm0,40$
Cerrahi sonrası 3.ay ⁽⁴⁾	$6,48\pm0,47$	$5,42\pm0,82$	$4,36\pm0,71$
Grup içi analiz P*	0,12	0,03	0,02
	1-2: 0,29	1-2: 0,010	1-2: 0,009
	1-3: 0,12	1-3: 0,018	1-3: 0,005
	1-4: 0,05	1-4: 0,027	1-4: 0,169
	2-3: 0,77	2-3: 0,62	2-3: 0,97
	2-4: 0,21	2-4: 0,63	2-4: 0,40
	3-4: 0,12	3-4: 0,86	3-4: 0,23

Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma

Şekil 12. Grup 3 cerrahi öncesi ve sonrası pupil çapı değişimi



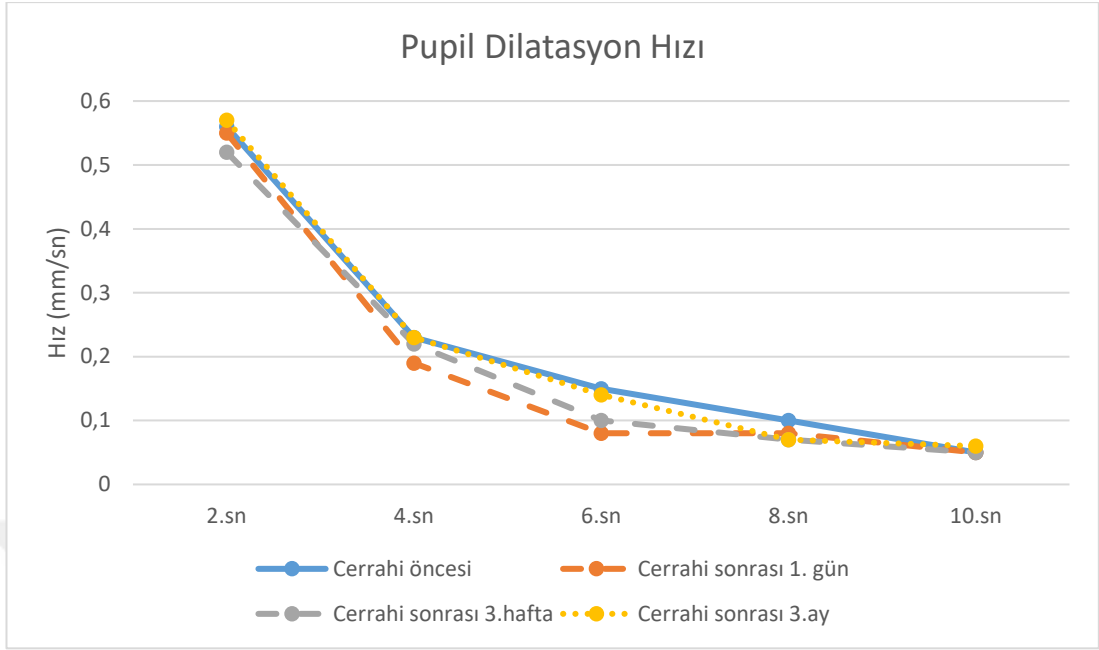
Tablo 10’de tüm gözlerde cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası dönemdeki pupil hız değerleri verilmiştir. Ölçüm süresi boyunca pupiller dilatasyonun ortalama hız değerlerinde tekrarlayan ölçümlerle istatistiksel olarak fark izlenmemiştir($p>0,05$) (Şekil 13).

Tablo 10. Pupil dilatasyon hız analizi

	Cerrahi öncesi	Cerrahi sonrası 1.gün	Cerrahi sonrası 3.hafta	Cerrahi sonrası 3.ay	P
	(Ort. ± SS)	(Ort. ± SS)	(Ort. ± SS)	(Ort. ± SS)	
2.sn (mm/sn)	0,56 ± 0,17	0,55 ± 0,14	0,52 ± 0,19	0,57 ± 0,17	0,57
4.sn (mm/sn)	0,23 ± 0,10	0,19 ± 0,07	0,22 ± 0,06	0,23 ± 0,10	0,10
6.sn (mm/sn)	0,15 ± 0,08	0,08 ± 0,05	0,10 ± 0,05	0,14 ± 0,07	0,55
8.sn (mm/sn)	0,10 ± 0,08	0,08 ± 0,05	0,07 ± 0,04	0,07 ± 0,04	0,06
10.sn (mm/sn)	0,05 ± 0,03	0,05 ± 0,04	0,05 ± 0,03	0,06 ± 0,06	0,20

Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma

Şekil 13. Pupil dilatasyon hızı değişimi



5. TARTIŞMA

Şaşılık, herhangi bir bakış yönünde görme eksenlerinin paralelliğinin bozulması olarak ifade edilebilir. Şaşılık tedavisindeki amaç görme eksenlerindeki kaymanın düzeltilmesi, binoküler tek görmenin korunması, çift görme şikayetinin ortadan kaldırılması ve daha iyi bir estetik görünümün sağlanmasıdır. Şaşılığın cerrahi olarak düzeltilmesinde göz dışı kasların kuvveti artırılır, azaltılır veya kasların göz küresine yapıştığı noktalar farklı yerlere konumlandırılarak etki yönleri değiştirilir.

Pupilla çapı küçüldüğünde retinaya düşen ışık miktarı azalır, optik aberasyonlar azalır ve görme alanı derinliğini artar(48). Pupilla çapının ortamdaki ışık miktarına göre değişmesi sempatik ve parasempatik innervasyonun dengeli bir şekilde çalışması ile olur. Pupil çapının skotopik, mezopik ve fotopik ortam koşullarında ölçülmesi hem görme yollarının ve hem de otonom innervasyonun bütünlüğünü değerlendirilmesini sağlar. Temel olarak belli bir ışık şiddetinde pupilla çapı küçüldüğünde parasempatik sistem etkili olur. Küçülen pupillanın tekrar büyümesi ise sempatik sistem sayesinde gerçekleşir. Pupil çapının değerlendirilmesi ortamdaki ışık miktarından etkilendiği için gözlemciler arası değişkenlik gösterebilir. Pupillografi cihazı kontrollü aydınlatma koşullarıyla objektif, kantitatif ve tekrarlanabilir değerlendirme sağlar(49). Şaşılık cerrahisi sonrası pupil çapında değişiklikler görülebilir (50,51). Çalışmamızda şaşılık cerrahisi yapılan hastaların pupil çapları cerrahi öncesi ve sonrasında pupillografi cihazı ile objektif ve kantitatif olarak değerlendirildi. Çalışmaya katılan tüm gruplar incelendiğinde şaşılık cerrahisi sonrası ortalama skotopik, mezopik ve fotopik pupil çaplarında değişiklik gözlenmedi. Ancak gruplar ayrı ayrı değerlendirildiğinde tek kas ve çift kas müdahale edilen gözlerde ortalama pupil çaplarında istatistiksel olarak anlamlı değişiklik izlenmezken alt oblik kas cerrahisi uygulanan gözlerde mezopik ve fotopik pupil çapında artış görüldü.

Literatürde şaşılık cerrahisi yapılan hastalarda intraoperatif pupil çapı değişikliğini değerlendiren çalışmalar mevcuttur(52,53). James ve ark'nın (52) yaptığı bir çalışmada hastaların pupil çapları cerrahi öncesi, cerrahi esnasında ve cerrahi bitiminde çekilen fotoğraflarla değerlendirilmiştir. İlk kas ayrıştırıldığında cerrahi yapılan gözde cerrahi yapılmayan göze kıyasla midriyazis izlenmiştir. Müdahale edilen kas sayısı ile midriyazis arasında ilişki bulunmamıştır. Ayrıca, hem oblik hem

de rektus kası cerrahilerinde midriyazis görülmüştür. Bu çalışmada meydana gelen midriyazisin cerrahi esnasında travmatize olan konjonktiva ve kas dokusundan salgılanan adrenalin gibi kimyasal mediyatörlerle ilişkili olabileceği öne sürülmüştür. Venemas ve ark.'nın (53) yaptıkları benzer bir çalışmada şaşılık cerrahisi esnasında pupil çapını milimetrik ölçü çubuğu ile değerlendirmişlerdir ve müdahale edilen gözün pupil çapını diğer göz ile karşılaştırmışlardır. Kombine inhalasyon-intravenöz anestezi alanlarda midriyazis izlenmezken sadece inhalasyon anestezi alan hastaların %74'nde midriyazis gözlemlenmiştir. Venemas ve ark.'na göre bu durum sadece kasların cerrahi manipülasyonu sırasında meydana gelen geri dönüşümlü bir midriyazistir. Bizim çalışmamızda ise cerrahi sonrası 1. gün ölçülen pupil çapları cerrahi öncesine göre farklılık göstermemiştir. Tek veya çift kas müdahalesi olan gözlerde farklılık izlenmemiştir. Ancak çift kas cerrahisi geçiren grupta alt oblik cerrahisi olan gözlerde pupil çapında artış gözlemlenmiştir.

Alt oblik hiperfonksiyonunda tedavi yöntemi alt oblik zayıflatma prosedürleridir. Alt oblik müdahalesi sonrası beklenmeyen durumlardan biri de pupil çapında görülen artıştır. Bu durum cerrahi sırasında siliyer gangliyonun direkt zarar görmesiyle parasempatik yolaktaki iletim bozukluğundan kaynaklanabilir(66). Ayrıca cerrahi sırasında alt oblik kasın traksiyonuna bağlı parasempatik pupillomotor liflerde perinöronal ödem ve kontüzyon da pupil çapında artışa neden olabilir. Alt oblik miyektomisi sonrası pupil çapındaki artış çoğunlukla geçici olmakla birlikte kalıcı olduğu durumlar da bildirilmiştir (54-57).

Bladen ve ark.(54) on iki yaşındaki hastada komplikasyonsuz bilateral alt oblik miyektomisi sonrası tek gözde pupil çapında artış gözlemlenmişlerdir. Cerrahi sonrası 1.ayda anizokorinin düzelmeye başladığını 5.ayda ise tamamen düzeldiğini bildirmişlerdir. Başka bir vaka serisinde de alt oblik kas miyektomisi sonrası üç hastada klinik olarak gözlemlenen pupiller dilatasyonun cerrahi sonrası 3.ayda tamamen düzeldiği raporlanmıştır(55). Bajar ve ark.(56) alt oblik kas miyektomisi sonrası üç hastada pupil çapında artış gözlemlenmişlerdir. Bir hastada pupil çapının cerrahi sonrası 6. haftada normale döndüğünü diğer iki hastada ise cerrahi sonrası sırasıyla 2,5 ve 6 yıla kadar midriyazisin kalıcı olduğunu bildirmişlerdir. Kim ve ark. (57) iki yaşında hastada alt oblik miyektomisi sonrası pupilde dilatasyon ve zayıf ışık

refleksi meydana geldiğini ve bu hastada cerrahiden sonraki dördüncü yılında pupilin hala midriyatik olduğunu raporlamışlardır.

Çalışmamızda alt oblik kas cerrahisi uygulanan gözlerde cerrahi sonrası 1. günde skotopik pupil çapında değişiklik izlemezken mezopik ve fotopik pupil çaplarında anlamlı artış tespit edildi. Mezopik pupil çapında gözlenen artış cerrahi sonrası 3. hafta ve 3.ay kontrollerinde de devam etmektedir. Fotopik pupil çapındaki artış ise cerrahi sonrası 3.haftada devam ederken 3.ay kontrolünde düzelmiştir. Ortamdaki ışık miktarı arttıkça parasempatik sinirlerin uyarılması veya sempatik sinirlerin inhibisyonu sonucu pupil çapı azalır. Çalışmamızda pupil çapındaki değişikliklerin mezopik ve fotopik koşullarda gözlenirken skotopik koşullarda gözlenmemesi alt oblik cerrahisinde parasempatik sistemin etkilendiğini sempatik sistemin korunduğunu düşündürmektedir.

Literatürde sadece şaşılık cerrahisi sonrası değil orbita duvar fraktürü onarımı sonrası da midriyazis bildirilen vaka sunumları da mevcuttur(58-60). Kang ve ark.'nın (61) yaptıkları bir çalışmada orbita medial fraktür onarımı yapılan 12 hastanın pupil çapları değerlendirilmiştir. Cerrahi yapılan gözde pupil çapı ortalaması 5,13 mm diğer gözde ise 3,29 mm tespit edilmiştir. Dilatasyon izlenen gözde düzelleme ortalama 3,42 gün sonra olmuştur.

Pupil çapında değişiklikler şaşılık cerrahisinde meydana gelen ön segment dolaşımının bozulması sonucu da görülebilir(34). Ön segment dolaşımının %70'i rektus kaslarıyla seyreden ön siliyer arterlerce sağlanır. Cerrahi ile rektus kaslarının göz küresi ile olan bağlantıları kesildiğinde siliyer arterlerin desteklediği ön segment pleksusuna sağlanan kan akımında azalma görülür. İris anjiyografisi bu durumu göstermede etkili bir yöntemdir(62). Anjiyografide etkilenen segmentlerde iskemi bulgusu olarak hipoperfüzyon izlenirken irisin iskemi olmayan patent damarlarında ise vazodilatasyonu gösteren yoğun floresans ve sızıntı bulguları görülür. İrisin küçük bir segmenti etkilendiğinde sadece iris pigment epitelinde hasar gözlenirken etkilenen vasküler segment arttıkça sfinkter pupillada iskemi sonucu ışık refleksinde azalma ve middilate pupil gözlenir(63). İris perfüzyon defekti genellikle normale döner ancak bazı hastalarda pupil düzensizlikleri kalıcı olabilir(64). Kaser ve ark.'nın (65) şaşılık cerrahi öyküsü olan hastaları iris anjiyografisi ile değerlendirdikleri bir çalışmada 10 hastanın 4'ünde iris iskemi bulguları saptamışlardır.

Optik koherens tomografi anjiografi (OKTA), ön segment dolaşımını değerlendiren diğer bir yöntemdir. Çekim esnasında intravenöz kontrast madde gerektirmemesi önemli bir avantaj sağlar(66). Velez ve ark.'nın(67) yaptıkları bir çalışmada cerrahi öncesi ve cerrahi takip eden 3 gün içinde OKTA ile 9 hastanın 10 gözü değerlendirilmiştir. İris görüntüleri OKTA cihazında ön segment lensi ile manuel odaklama yapılarak alınmıştır. İris damar yoğunluğu superior, inferior, nazal ve temporal kadranlarda incelenmiştir. Tüm kadranlarda iris ortalama damar yoğunluğunun %57'den %55'e, müdahale edilen kasa bitişik kadranlarda ise %56'dan %53'e düştüğü izlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada dört hastanın OKTA ile indosiyanın yeşil anjiyografisi görüntüleri kıyaslanmış ve benzer bulunmuştur. Vaka sayısının az olması nedeniyle iki yöntem etkin bir şekilde karşılaştırılamamıştır. Ancak şaşılık cerrahisi hastalarının OKTA ile değerlendirilmesinin, bu hastalarda ÖSİ gelişme riski olup olmadığını belirlemede cerrahlara yol gösterici olabileceğini öne sürmüşlerdir. Vanlangenaeker ve ark.'nın (68) yaptığı benzer bir çalışmada ise en az bir rektus kası müdahalesi yapılan hastalar cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası ikinci günde OKTA ile değerlendirilmiştir. Hastaların hiçbirinde vasküler dolunluk defekti izlenmemekle birlikte iris ortalama damar yoğunluğunun %53'den %50'düştüğü tespit edilmiştir.

İleri yaş, sistemik vasküler hastalık, kan diskrazisi ve retina dekolmanı nedeniyle geçirilmiş serklaj cerrahisi gibi hastaya ait faktörler dışında ÖSİ gelişiminde önemli faktörlerden biri müdahale edilen kas sayısıdır(69). Tavşanlar üzerinde yapılan deneysel bir çalışmada müdahale edilen rektus kas sayısı ile ÖSİ insidansı değerlendirilmiştir(70). ÖSİ, korneal ödem veya ön kamara reaksiyon varlığında teşhis edilmiştir. İki rektus kasına müdahale edilen grupta %9,5, üç rektus kasına müdahale edilen grupta %31 ve dört rektus kasına müdahale edilen grupta ise %50 oranında ÖSİ geliştiği bulunmuştur. Saunders ve ark. (71) horizontal rektus kaslarına cerrahi öyküsü olan iki farklı hastanın birinde ilk cerrahiden 9 yıl sonra diğerinde ise ilk cerrahiden 20 yıl sonra yapılan her iki vertikal rektus kas cerrahisi sonrasında ÖSİ geliştiğini bildirmiştir. Ayrıca bu iki olguda cerrahiler arasındaki uzun süreler, dört rektus kasınının tümünün güvenli bir şekilde ayrılmasını sağlayacak belirli bir cerrahi aralık olmayabileceğini düşündürmüştür. Yine Saunders ve ark. (72) Duane Sendromu veya altıncı kranial sinir paralizisi nedeniyle her iki vertikal kas ve medial rektus kasına cerrahi müdahale yapılan 9 hastadan 5'inde (%56) ÖSİ klinik bulguları

gözlemlenmişlerdir. Ayrıca beş hastanın dördünde yapılan iris anjiografisinde dolum defekleri tespit etmişlerdir. Tibrewal ve ark.'nın (73) yaptığı tek merkezli bir çalışmada eş zamanlı üç rektus kasına müdahale edilen hastaların kayıtları retrospektif olarak incelenmiştir. 87 hastanın 2'sinde (%2,3) orta evre ön segment iskemisi izlenmiştir. Hastalara iris anjiografisi çekilemediğinden sadece iris kanlanmasında azalma ile gözlemlenen erken evre ÖSİ değerlendirilememiştir.

Literatürde rektus kas cerrahisi sonrası ÖSİ gelişen bazı vakalarda iris değişiklikleri geri dönüşümlü iken bazılarında iris atrofisi ve pupil dilatasyonu kalıcı olmuştur(50,51,74). Raizman ve ark. (50) 42 yaşında bir hastada iki rektus kasına müdahale edilen cerrahi sonrası dördüncü saate pupilde dilatasyon ve ışık refleksinde azalma tespit etmişlerdir. Cerrahiden 24 saat sonra pupilde düzensizliğin devam ettiği ve beşinci günde pupil boyut ve fonksiyonlarının normalde döndüğünü bildirmişlerdir. Simon ve ark.'nın (74) yaptığı vaka sunumunda 60 yaş hastaya yapılan iki vertikal rektus kas cerrahisi sonrası birinci ayda pupilde düzensizlik ve üçüncü yılda fokal iris atrofisi izlenmiştir. Murdock ve ark. (51) iki rektus kasına müdahale edilen hastada cerrahi sonrası pupilde düzensizlik ve ışık refleksine yanıtızsızlık gözlemlediklerini bildirmişlerdir. Cerrahiye takip eden 16.ayda pupilde kısmi dilatasyon ile atrofik iris değişiklikleri izlenmiştir.

Çalışmamızda şaşılık cerrahisi yapılan hiçbir hastada klinik olarak ön segment iskemisi görülmemiştir. Bu durum müdahale edilen rektus kas sayısı ya da vaka sayısının az olmasından kaynaklanıyor olabilir. Çalışmamızda karşılaşılan pupil değişikliklerinin ÖSİ'den ziyade parasempatik lif hasarından kaynaklı olduğunu düşündürmektedir.

Çalışmamızı kısıtlayan başlıca faktör hasta sayısının az olması ve bu nedenle grup analizlerinin nonparametrik testlerle yapılmış olmasıdır. Yine vaka sayısının az olması nedeniyle kaslara uygulanan müdahale çeşiti ile pupil çapı arasında ilişkiyi değerlendiremedik. Hastalara OCTA veya iris anjiyografisi çekilemediğinden sadece iris kanlanmasında azalma ile gözlemlenen subklinik ÖSİ varlığını değerlendiremedik. Ayrıca takip süremizin az olması nedeniyle inferior oblik kas müdahalesi yapılan grupta gözlemlenen midriyazisin uzun dönemdeki sonuçları bilinmemektedir.

6. SONUÇLAR

Çalışmamızda şaşılık cerrahisi yapılan hastalarda pupil çapındaki değişimi pupillografi (Sirius Scheimpflug kamera sistemi, Schwind, Kleinostheim, Germany) ile değerlendirdik. Tek veya çift kas müdahalesi yapılan ve klinik olarak ÖSİ gelişmeyen hasta gruplarında cerrahi sonrasında pupil çapında değişiklik tespit etmedik.

Alt oblik kas müdahalesi yaptığımız hasta grubunda cerrahi sonrası cerrahi öncesine göre mezopik ve fotopik pupil çapında artış tespit ettik.

Fotopik pupil çapında artış 3.haftaya kadar devam ederken mezopik pupil çapında artış 3.ayda mevcuttu. Bu durum alt oblik kas cerrahisi sırasında parasempatik liflerin traksiyonuna bağlı hasarlanmasından kaynaklanabilir.

Daha fazla vaka sayısı ve daha uzun takip süreli çalışmalar ile şaşılık cerrahisinin pupil çapı üzerine etkilerini değerlendiren çalışmalara gereksinim vardır.

6. KAYNAKLAR

1. Kanski, J. J. (2021). Klinik Oftalmoloji: Sistematik Yaklaşım, çev. Akova AY. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri.
2. Coats, D. K., & Olitsky, S. E. (2007). *Strabismus surgery and its complications* (pp. 37-9). Berlin: Springer.
3. Türk Oftalmoloji Derneği Eğitim Yayınları No:7, Şaşılık. Birinci Baskı, İstanbul, 2008: s.1-10
4. Shumway, C. L., Motlagh, M., & Wade, M. (2018). Anatomy, head and neck, eye superior rectus muscle.
5. Turan KE, Şekeroğlu HT, Yülek FD, Erkan D, Duranoğlu Y. Şaşılık. 37. TOD Nisan Kursu; 7-9 Nisan 2017; Ankara, Türkiye
6. A. Bron, R. Tripathi, B. Tripathi (1998), Wolff's Anatomy of the Eye and Orbit, 8Ed
7. Shumway, C. L., Motlagh, M., & Wade, M. (2018). Anatomy, head and neck, eye inferior rectus muscle.
8. Khurana, A. K & Khurana I (2017). *Anatomy and Physiology of Eye* (Modern System of Ophthalmology (MSO) Series)
9. Wright, K. W. & Thompson, L. (2007). *Color atlas of strabismus surgery* (pp. 47-50). New York: Springer Science Business Media, LLC.
10. Ann, L. A. (2012). Clinical anatomy and physiology of the visual system. *Butterworth-Heinemann*.
11. Ansari, M. W. & Nadeem, A. (2016). *Atlas of ocular anatomy* (pp. 11-27). Cham: Springer.
12. Clark, R. A. & Demer, J. L. (2002). Rectus extraocular muscle pulley displacement after surgical transposition and posterior fixation for treatment of paralytic strabismus. *American journal of ophthalmology*, 133(1), 119-128.
13. Wright, K. W., & Thompson, L. (2007). *Color atlas of strabismus surgery* (pp. 47-50). New York: Springer Science Business Media, LLC.

14. STRABISMUS, O. Binocular Vision and Ocular Motility s.330-340
15. Sanaç, A. Ş., & EC, Ş. (2001). Şaşılık ve tedavisi. 2. baskı. Ankara: *Pelin Ofset ve Tipo Matbaacılık San. ve Tic. Ltd. Şti*, 241-265.
16. STRABISMUS, O. Binocular Vision and Ocular Motility s.445-455
17. Jayakumar, M., Vel, S., & Agarwal, A. (2019). Modified Faden operation—a new surgical technique. *Indian journal of ophthalmology*, 67(2), 264-266.
18. Skuta, G. L., Cantor, L. B., Cioffi, G. A., Raab, E. L., & Aaby, A. A. (2002). Basic and Clinical Science Course (BCSC): Section 6: Pediatric Ophthalmology and Strabismus.
19. Türk Oftalmoloji Derneği Eğitim Yayınları No:7, Şaşılık. Birinci Baskı, İstanbul, 2008: s.303-315
20. Turan KE, Şekeroğlu HT, Yülek FD, Erkan D, Duranoğlu Y. Şaşılık. 37. TOD Nisan Kursu; 7-9 Nisan 2017; Ankara, Türkiye: s244-252
21. Juan, I., Lin, M., Greenberg, M., & Robbins, S. L. (2023). Surgical and anesthetic influences of the oculocardiac reflex in adults and children during strabismus surgery. *Survey of Ophthalmology*, 68(5), 977-984.
22. Wan, M. J., & Hunter, D. G. (2014, September). Complications of strabismus surgery: incidence and risk factors. In *Seminars in ophthalmology* (Vol. 29, No. 5-6, pp. 421-428). Taylor & Francis.
23. Hashim, I., & Al-Haddad, C. (2022). Scleral perforation as a complication of strabismus surgery: A literature review. *Journal of Pediatric Ophthalmology & Strabismus*, 59(4), 214-223.
24. Wan, M. J., & Hunter, D. G. (2014, September). Complications of strabismus surgery: incidence and risk factors. In *Seminars in ophthalmology* (Vol. 29, No. 5-6, pp. 421-428). Taylor & Francis.
25. Ellis, E. M., Kinori, M., Robbins, S. L., & Granet, D. B. (2016). Pulled-in-two syndrome: a multicenter survey of risk factors, management and outcomes. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 20(5), 387-391.

26. Wallace, D. K., Virata, S. R., & Mukherji, S. K. (2000). Strabismus surgery complicated by “pulled in two syndrome” in a case of breast carcinoma metastatic to the medial rectus muscle. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 4(2), 117-119.
27. Zloto, O., Mezer, E., Ospina, L., Stankovic, B., & Wygnanski-Jaffe, T. (2017). Endophthalmitis following strabismus surgery: IPOSC Global Study. *Current Eye Research*, 42(12), 1719-1724
28. Espinoza, G. M., & Lueder, G. T. (2005). Conjunctival pyogenic granulomas after strabismus surgery. *Ophthalmology*, 112(7), 1283-1286.
29. Fresina, M., & Campos, E. C. (2009). Corneal ‘dellen’ as a complication of strabismus surgery. *Eye*, 23(1), 161-163.
30. Olitsky, S. E., & Coats, D. K. (2015). Complications of strabismus surgery. *Middle East African Journal of Ophthalmology*, 22(3), 271-278.
31. Kushner, B. J. (1992). Subconjunctival cysts as a complication of strabismus surgery. *Archives of Ophthalmology*, 110(9), 1243-1245.
32. France, T. D., & Simon, J. W. (1986). Anterior segment ischemia syndrome following muscle surgery: the AAPO&S experience. *Journal of Pediatric Ophthalmology & Strabismus*, 23(2), 87-91.
33. Pineles, S. L., Chang, M. Y., Oltra, E. L., Pihlblad, M. S., Davila-Gonzalez, J. P., Sauer, T. C., & Velez, F. G. (2018). Anterior segment ischemia: etiology, assessment, and management. *Eye*, 32(2), 173-178.
34. Olver, J. M., & Lee, J. P. (1989). The effects of strabismus surgery on anterior segment circulation. *Eye*, 3(3), 318-326.
35. Moazed, K. T. (2020). *The iris: understanding the essentials*. Springer Nature.
36. Freddo, T. F., & Chaum, E. (2017). *Anatomy of the eye and orbit: the clinical essentials*. Lippincott Williams & Wilkins.
37. Fundamentals and Principles of Ophthalmology, American Academy of Ophthalmology:2022-2023:47-103

38. Walker, H. K., Hall, W. D., & Hurst, J. W. (1990). Clinical methods: the history, physical, and laboratory examinations.
39. Lam, B. L., Thompson, H. S., & Corbett, J. J. (1987). The prevalence of simple anisocoria. *American journal of ophthalmology*, 104(1), 69-73.
40. Friedman, N. J., Kaiser, P. K., & Pineda II, R. (2019). *The Massachusetts Eye and Ear Infirmary Illustrated Manual of Ophthalmology E-Book*. Elsevier Health Sciences.
41. Top Karti, D., Karti, O., Saruhan Durmaz, G., Gokcay, F., & Celebisoy, N. (2022). The evaluation of patient demographics, etiologies and apraclonidine test results in adult Horner's syndrome. *International Ophthalmology*, 1-7.
42. Sarao, M. S., Elnahry, A. G., & Sharma, S. Adie Syndrome (Tonic Pupil Syndrome).
43. Bakbak, B., & Gedik, Ş. (2012). Anizokori. *Turkish Journal of Ophthalmology/Turk Oftalmoloji Dergisi*, 42.
44. Broadway, D. C. (2012). How to test for a relative afferent pupillary defect (RAPD). *Community Eye Health*, 25(79-80), 58
45. Belliveau, A. P., Somani, A. N., & Dossani, R. H. (2019). Pupillary light reflex.
46. Dichter, S. L., Suheb, M. Z. K., & Shubert, G. S. (2024). Argyll Robertson Pupil. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.
47. Kawasaki, A. (2005). Disorders of pupillary function, accommodation, and lacrimation. *Walsh and Hoyt's Clinical Neuro-ophthalmology*. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 754.
48. Mathôt, S. (2018). Pupillometry: Psychology, physiology, and function. *Journal of Cognition*, 1(1).
49. Tekin, K., Sekeroglu, M. A., Kiziltoprak, H., Doguizi, S., Inanc, M., & Yilmazbas, P. (2018). Static and dynamic pupillometry data of healthy individuals. *Clinical and Experimental Optometry*, 101(5), 659-665.
50. Raizman, M. B., & Beck, R. W. (1985). Iris ischemia following surgery on two rectus muscles. *Archives of Ophthalmology*, 103(12), 1783-1787.

51. Murdock, T. J., & Kushner, B. J. (2001). Anterior segment ischemia after surgery on 2 vertical rectus muscles augmented with lateral fixation sutures. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 5(5), 323-324.
52. James, C. B., & Elston, J. S. (1995). Effect of squint surgery on pupillary diameter. *British journal of ophthalmology*, 79(11), 991-992.
53. Venemans, E. F., De Keizer, R. J. W., Swart-Van Den Berg, M., & Baartse, W. J. (1993). Reversible mydriasis during strabismus surgery in children. *Documenta ophthalmologica*, 83, 65-70.
54. Bladen, J. C., Moosajee, M., Angunawela, R., & Roberts, C. (2009). Transient internal ophthalmoplegia after inferior oblique myectomy. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 13(6), 596-597.
55. Çetin, E. N., Yıldırım, C., Acar, M., Yaldızkaya, F., & Bulğu, Y. (2011). Internal ophthalmoplegia after inferior oblique myectomy: report of three cases. *Turkiye Klinikleri Journal of Ophthalmology*, 20(1), 35-37.
56. Bajart, A. M., & Robb, R. M. (1979). Internal ophthalmoplegia following inferior oblique myectomy: a report of three cases. *Ophthalmology*, 86(8), 1401-1404.
57. Kim, W. J., & Kim, M. M. (2015). Permanent tonic pupil following inferior oblique myectomy. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 19(2), 193-194.
58. Goodwin, I. A., & Stotland, M. A. (2012). Transient oblong anisocoria and orbital surgery. *Journal of Craniofacial Surgery*, 23(7), S69-S71.
59. Lee, J. I., Kang, S. J., Jeon, S. P., & Sun, H. (2016). Transient anisocoria during medial blowout fracture surgery. *Archives of Craniofacial Surgery*, 17(3), 154.
60. Bodker, F. S., Cytryn, A. S., Putterman, A. M., & Marschall, M. A. (1993). Postoperative mydriasis after repair of orbital floor fracture. *American journal of ophthalmology*, 115(3), 372-375

61. Kang, M. S., & Ahn, J. H. (2022). Characteristics of postoperative anisocoria after medial orbital wall fracture repair. *Journal of Craniofacial Surgery*, 33(1), e21-e23.
62. Saunders, R. A., Bluestein, E. C., Wilson, M. E., & Berland, J. E. (1994). Anterior segment ischemia after strabismus surgery. *Survey of ophthalmology*, 38(5), 456-466.
63. Easty, D. L., & Chignell, A. H. (1973). Fluorescein angiography in anterior segment ischaemia. *The British Journal of Ophthalmology*, 57(1), 18.
64. Olver, J. M., & Lee, J. P. (1992). Recovery of anterior segment circulation after strabismus surgery in adult patients. *Ophthalmology*, 99(3), 305-315.
65. Kaeser, P. F., & Klainguti, G. (2012). Anterior segment angiography in strabismus surgery. *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde*, 229(04), 362-364.
66. Javed, A., Khanna, A., Palmer, E., Wilde, C., Zaman, A., Orr, G., ... & Panos, G. D. (2023). Optical coherence tomography angiography: a review of the current literature. *Journal of International Medical Research*, 51(7), 03000605231187933.
67. Velez, F. G., Davila, J. P., Diaz, A., Corradetti, G., Sarraf, D., & Pineles, S. L. (2018). Association of change in iris vessel density in optical coherence tomography angiography with anterior segment ischemia after strabismus surgery. *JAMA ophthalmology*, 136(9), 1041-1045.
68. Vanlangenaeker, L., Van Aerschot, J., Putcuijps, K., Dieltiens, M., & Cassiman, C. (2023). The use of optical coherence tomography angiography to measure changes in iris vasculature after strabismus surgery. *Strabismus*, 31(4), 244-252.
69. Olvera-Barrios, A., Omaña, R. E. E., Tamez-Tamez, V. E., García-Rodríguez, M. D. L. A., Villarreal-Silva, E. V., & López, S. G. (2015). Anterior Segment Ischemia And Strabismus Surgery: From The Anatomy To The Clinic. Isquemia del segmento anterior y cirugía del estrabismo: Desde la Anatomía a la Clínica. *Revista Argentina de Anatomía Clínica*, 7(1), 44-51.
70. Bagheri, A., Tavakoli, M., Torbati, P., Mirdehghan, M., Yaseri, M., Safarian, O., ... & Silbert, D. (2013). Natural course of anterior segment ischemia after

disinsertion of extraocular rectus muscles in an animal model. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 17(4), 395-401.

71. Saunders, R. A., & Sandall, G. S. (1982). Anterior segment ischemia syndrome following rectus muscle transposition. *American Journal of Ophthalmology*, 93(1), 34-38.
72. Saunders, R. A., & Phillips, M. S. (1988). Anterior segment ischemia after three rectus muscle surgery. *Ophthalmology*, 95(4), 533-537.
73. Tibrewal, S., & Kekunnaya, R. (2018). Risk of anterior segment ischemia following simultaneous three rectus muscle surgery: results from a single tertiary care centre. *Strabismus*, 26(2), 77-83.
74. Simon, J. W., & Grajny, A. (2004). Anterior segment ischemia following augmented 2-muscle transposition surgery. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus {JAAPOS}*, 8(6), 586-587.

7. EKLER

Ek 1: Etik Kurul Onayı



T.C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı

TOPLANTI TARİHİ : 18/10/2023
TOPLANTI NO : 2023/04

KARARLAR :

- 6- Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Sılay CANTÜRK UĞURBAŞ'ın sorumluluğunda yürütülecek olan 2023-10-18/10 Protokol no'lu "Şaşılık Cerrahisi Olan Hastalarda Pupillografi İle Pupil Değişikliklerinin Değerlendirmesi" konulu çalışmanın Etik Kurul İlkelerine uygun olduğuna,

Oy birliği ile karar verilmiştir.

A Ş İ G İ B İ D İ R

Prof. Dr. Günnur ÖZBAKIŞ DENGİZ
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanı