T.C.

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ANTERİOR KAVERNÖZ SİNUSUN ENDOSKOPİK TRANSORBİTAL GÖRÜNTÜLENMESİ

(ANATOMİK KADAVRA ÇALIŞMASI)

DR. MELİH ÇAKLILI

BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

UZMANLIK TEZİ

2019

T.C.

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ANTERİOR KAVERNÖZ SİNUSUN ENDOSKOPİK TRANSORBİTAL GÖRÜNTÜLENMESİ

(ANATOMİK KADAVRA ÇALIŞMASI)

DR. MELİH ÇAKLILI

TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. SAVAŞ CEYLAN

ETİK KURUL ONAYI: KÜ GOKAEK 2019/222-18.07.2019

BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

UZMANLIK TEZİ

2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa no
TEŞEKKÜR	**5**
KISALTMALAR	**7**
ŞEKİLLER DİZİNİ	**8**
1. GİRİŞ VE AMAÇ	**9**
2. GENEL BİLGİLER	**10**
2.1. TARİHÇE	**10**
2.2. ANATOMİ	**10**
2.2.1. Orbita	10
2.2.2. Optik kanal	11
2.2.3. Superior orbital fissür	12
2.2.4. İnferior orbital fissür	12
2.2.5. Optik strut	13
2.2.6. İnternal karotid arter	13
2.2.7. Kavernöz sinüs	14
2.2.8. Kranial sinirler	15
3. GEREÇ VE YÖNTEM	**17**
3.1. HAZIRLIK	**17**
3.2. CERRAHİ TEKNİK	**17**
3.2.1. Cilt aşaması	17
3.2.2. Periorbital diseksiyon aşaması	18
3.2.3. Optik strut aşaması	19
3.2.4. Kavernöz sinüs aşaması	21
4. BULGULAR	**22**

5. TARTIŞMA **27**

6. SONUÇ VE ÖNERİLER **30**

7. ÖZET **31**

8. ABSTRACT **32**

9. KAYNAKLAR **33**

TEŞEKKÜR

Hekimlik mesleğinin öğrenilmesi ve icra edilmesinde ara kademelerden biri olan asistanlık eğitimimin sonuna gelmiş bulunmaktayım. Meslek hayatımda yolun başında olduğumu bilerek ve bu yolda önümde daha aşmam gereken birçok engel olduğunun farkında olarak;

Uzmanlık eğitimim boyunca büyük emeği geçen, mesleki bilgi, beceri, deneyimlerinden yararlandığım ve en önemlisi insani ve ahlaki değerleri ile örnek edinip hayat tecrübelerinden yararlandığım, asistanı olmaktan onur duyduğum, bizlere yenilikçi olmamızda yol gösterici olan ve ufkumuzu genişleten, rahat bir ortamda çalışma imkanı sağlayan, uzmanlık tezimin oluşturulmasında bana zamanını ayıran, anabilim dalı başkanımız ve tez danışmanım, değerli hocam **Prof. Dr. Savaş CEYLAN**'a

Bu yorucu süreç boyunca bana bıkmadan, usanmadan hem mesleki hem insani her konuda desteklerini esirgemeyen, engin spinal cerrahi bilgisi ve deneyimiyle önümü açan ve bu yolda ilerlememi sağlayan değerli hocam **Prof. Dr. M. Konuralp İLBAY**'a

Pediatrik nöroşirurjinin her alanında bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan ve gelişmemde bana yardımcı olan değerli hocam **Prof. Dr. Volkan ETUŞ**'a

Eğitim dönemim boyunca her konuda hep yanımda olan, desteğini esirgemeyen ve mesleki bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşarak bana katkı sağlayan değerli hocam **Prof. Dr. İhsan ANIK**'a

Tüm eğitim sürecimde bütün asistanlara olduğu gibi bana da bütün sıkıntılarımda yardım eden ve nöroşirurjiyen olarak yetişmemde bütün bilgi ve birikimini benimle paylaşan değerli hocam **Dr. Öğr. Üyesi Burak ÇABUK**'a

Hem asistanlığı döneminde hem de öğretim görevliliği döneminde bana abilik yapan ve spinal cerrahi alanında eğitimim için bana yardımcı olan değerli abim ve hocam **Dr. Öğr. Üyesi M. Hamza GENÇ**'e

Kocaeli Üniversitesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı'nın olmazsa olmazı, yoğun çalışma temposu içinde anestezi alanında bizlere bütün tecrübelerini aktararak bizlerin uzman hekim olarak yetişmemizde büyük katkı sağlayan

Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı'ndan değerli hocam **Prof. Dr. Dilek İÇLİ**'ye

Asistanlık hayatım boyunca beraber çalıştığım ve mesleğimizin sefasını da cefasını beraber yaşadığımız çalışma arkadaşlarım, kardeşlerim **Dr. Atakan EMENGEN, Dr. N. Selim KAYA, Dr. Caner POLAT, Dr. Harun Emre ŞEN, Dr. Anıl ERGEN, Dr. Eren Yılmaz** ve **Dr. Bedrettin ÖZSOY**'a

Nöroşirurji hemşireliği gibi zor bir mesleği hakkıyla yerine getiren ameliyathane hemşiremiz **Ülkü KALAY TAŞ**, servis sorumlu hemşiremiz **Hanife BAYRAMPINAR** başta olmak üzere tüm hemşirelerimize, bütün kahrımızı çeken servis personelimiz **Elmas BEKTAŞ** başta olmak üzere tüm görevli personellerimize

Benim bugünlere gelmemde emeklerini ödeyemeyeceğim babama, rahmetli anneme ve kardeşlerime

Ve bu zorlu hayat yolunda benimle beraber yürüyen, her zaman yanımda olan ve elimi tutan, bu dünyadaki en değerli varlığım, hayat arkadaşım, eşim **Özge TELCİ ÇAKLILI** ve canımdan çok sevdiğim, biricik oğlum **Salih ÇAKLILI**'ya sonsuz teşekkür ederim.

Dr. Melih ÇAKLILI

KISALTMALAR

KS: Kavernöz sinus

EETC: Endoskopik endonazal transsfenoidal cerrahi

BOS: Beyin omurilik sıvısı

SOF: Superior orbital fissür

OK: Optik kanal

OSi: Optik sinir

İOF: İnferior orbital fissür

OS: Optik strut

AKP: Anterior klinoid proses

PKP: Posterior klinoid proces

AEA: Anterior etmoidal arter

PEA: Posterior etmoidal arter

DI: Diabetes insipidus

BOS: Beyin omurilik sıvısı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Sağ orbita (frontal ve hafifçe lateral görünüş)

Şekil 2: Sağ optik kanal, superior orbital fissür ve inferior orbital fissürden geçen yapıların diagramı

Şekil 3: Optik strutın kadavra görüntüsü. OK: optik kanal, SOF: superior orbital fissür, OS: optik strut

Şekil 4: Kavernöz sinüs ve içerisinden geçen yapılar

Şekil 5: Kavernöz sinüs kompartmanları

Şekil 6: Sağ gözde superior gözkapağı yaklaşımında insizyon hattı

Şekil 7: Sağ göz periorbital diseksiyon aşamasında superior orbital fissür, optik sinir, posterior ve anterior etmoidal arterlerin görünümü

Şekil 8: Sağ göz superior orbital fissür ve optik sinir arasında kalan optik strut

Şekil 9: Sağ göz optik strut turlama aşamaları **A)**Frontal tabana doğru turlama alanının genişletilmesi **B)**Optik strut turlama aşamasında derinleşme anı. Superior orbital fissür ile optik strutın bağlantısı ayrıştırılmış

Şekil 10: Frontal orbital rimin turlanması

Şekil 11: Sağ kavernöz sinüs lateral kompartman içinde 6. kranial sinirin seyri (Beyaz oklarla gösterilen yapı). Siyah ok proksimal ringi, siyah nokta kavernöz sinüs medial duvarı göstermekte

Şekil 12: Sağ anteroinferior ve lateral kompartmanın endoskopik olarak görüntülenmesi. Siyah ok interklinoid ligamanı, siyah nokta ise paraklival karotid arteri göstermekte

Şekil 13: Siyah ok ile belirtilen yapı hook ile etraf yapılardan diseke edilen 4. kranial sinir (sağ göz)

Şekil 14: Kranial sinirlerin dağılımı (sağ göz)

Şekil 15: Sol orbitadan yapılan transorbital diseksiyonda horizontal segment üzerindeki sempatik lifler (Siyah oklar). Siyah nokta internal karotid arter intrakavernöz anterior vertikal segmenti göstermekte

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Kavernöz sinüs (KS) karmaşık bir anatomiye sahiptir.[1] Çok önemli nörovasküler yapıları içinde barındırmaktadır.[2, 3] KS lezyonları, normal anatomiyi bozma eğilimindedirler. Bu nedenle KS anatomisinin üç boyutlu kavranması bu lezyonlara uygulanacak cerrahide başarılı sonuçlar elde etmek için önemlidir.[4]

Günümüzde cerrahi branşların büyük çoğunluğunda endoskopik cerrahi gittikçe daha çok kullanılmakta olup birçok merkezde özellikle endoskopik endonazal transsfenoidal cerrahi (EETC) rutin konvansiyonel transsfenoidal mikrocerrahi tekniğinin yerine kullanılmaktadır. Bu yöntem iki boyutlu görüntülemenin yarattığı farklılığa adaptasyon süreci gerektirmektedir.[5]

Cerrahide endoskop kullanımı ile cerraha panoramik bir görüş sağlanmış, görüş açısı genişlemiş ve özellikle transsfenoidal cerrahide bu görüş açısı ile sella çevresindeki yapıların daha iyi görüntülenmesi sağlanmıştır.[6]

Son dönemde çeşitli intrakraniyal lezyonlar ve beyin omurilik sıvısı (BOS) kaçaklarında endoskopik transorbital yaklaşım uygulanmaktadır.[7-9] Fakat henüz bu yaklaşım yoluyla KS'ye ulaşım sağlandığını gösteren bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, superior orbital fissür (SOF) ve optik kanalın (OK) orbitaya açılış yerlerinin endoskopik olarak gösterilmesi, bu bölgeden yapılacak yaklaşımın tanımlanması ve KS'ye invazyon gösteren özellikle izole lateral ve anteroinferior kompartman tutulumu gösteren hipofiz adenomları ve diğer sellar ve parasellar bölge tümörlerinin güvenli bir şekilde eksize edilmesine olanak sağlayacağının araştırılmasıdır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1.TARİHÇE

KS uzun yıllar boyunca nöroşirurjiyenlerin ilgi alanında olan anatomik bir yapıdır. İnternal karotid arterin (İKA) KS içindeki seyri ilk kez 1620-1695 yılları arasında Wepher tarafından bahsedilmiştir.[10] 1695 yılında Ridley tarafından KS anatomisiyle ilgili ilk çalışmalar yapılmıştır. 1732 yılında Winslow tarafından KS'nin trabeküler yapısı tarif edilmiş ve ilk kez "kavernöz" tabirini kullanmıştır. 1933 yılında Campbell ve 1954 yılında Hollinshead KS içindeki trabeküllerdeki kan akımı ile ilgili çalışmalarıyla literatüre katkıda bulunmuşlardır.[11] 1955 yılında Bonnet KS'nin standart bir dura sinüsü olmadığını, iki dura yaprağı arasında İKA ve onu çevreleyen ven pleksusları ile sinirler olduğunu belirtmiştir.[12] Uzun yıllar boyunca KS bölgesi "no man's land – hiç kimsenin bölgesi" olarak adlandırılmıştır. Bu bölgedeki lezyonların çıkarılabilir olduğuna dair ilk çalışmalar Parkinson ve Dolenc tarafından yapılmaya başlanmıştır.[10]

Guiot ve ark. 1963 yılında, transsfenoidal mikrocerrahi sırasında eksplorasyon amaçlı endoskop kullanmaya başlamışlar ve bunu literatürde yayınlamışlardır. Ancak aydınlatmada yetersiz kalınması sebebiyle başarısızlıkla sonuçlanmıştır.[13] Sella tursikaya yönelik ilk endoskopik girişim 1992 yılında 3 hasta ile Jankowski ve arkadaşları tarafından yapıldı.[14] Pür EETC 2001 yılında Jho tarafından ayrıntılı olarak tarif edilmiştir.[15]

İzleyen yıllarda kafa tabanına yönelik endoskopik tekniklerin gelişimi hızlı bir şekilde devam etmiştir. Özellikle son dönemde transorbital endoskopik yaklaşımla temporal fossa, sylvian fissür, orta serebral artere ulaşım yolları tariflenmiş ve sfenoorbital yerleşimli tümörler gibi kafa tabanı tümörlerinin eksizyonları tanımlanmıştır.[16-22]

2.2.ANATOMİ

2.2.1. Orbita

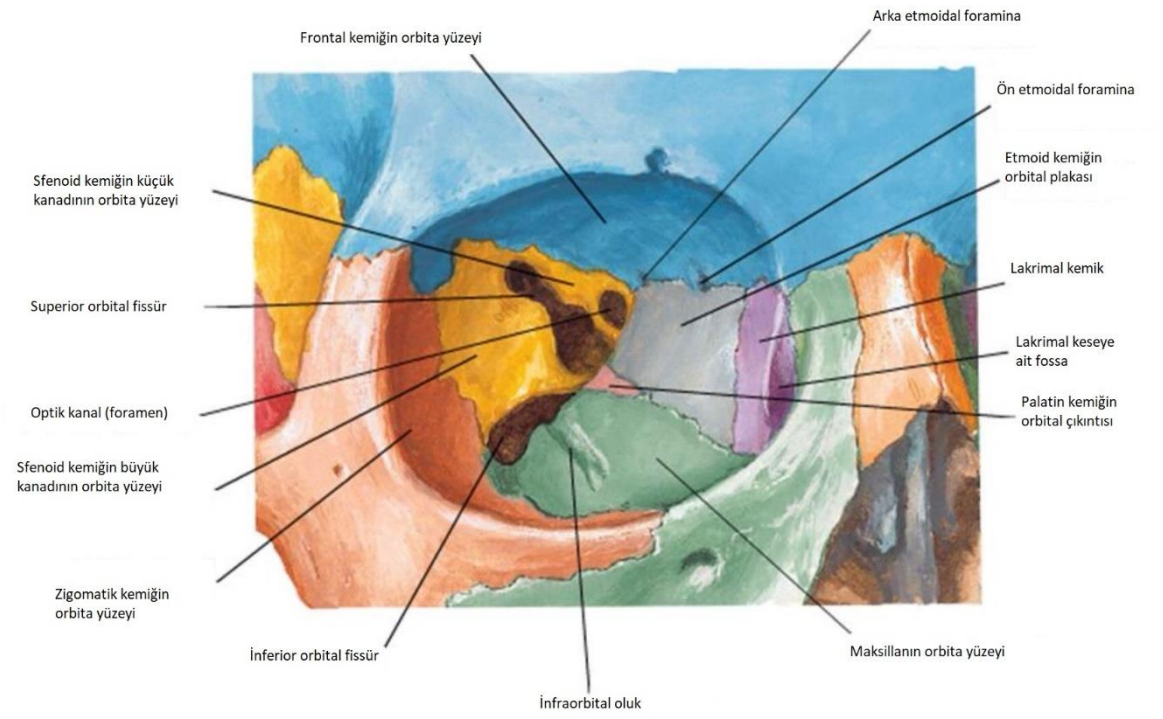
Göz küresi ve yardımcı oluşumlarını içine alan ve koruyan, supraorbital, infraorbital, iç ve dış yan kenarlara sahip prizma şeklindeki boşluğa orbita denilir. Toplam 7 kemikten oluşmaktadır. Bunlar frontal, zigomatik, maksiller, sfenoid, etmoid, palatin ve lakrimal kemiktir.

Üst duvar (orbita tavanı) orbitanın içeriğini ön kranial fossadan ayırır. Anteromedial olarak şekli, kişiden kişiye göre değişen frontal sinus tarafından içi boş bir silindir haline getirilirken anterolateralde içine gözyaşı bezinin orbital parçasının oturduğu sığ bir lakrimal fossa yer alır.

Alt duvar (zemin) orbitayı maksiller sinüsten (antrum) ayırır. İnfraorbital sinir ve damarların içine oturduğu bir hendek infraorbital foramende sonlanır.

İnce medial duvar orbitayı etmoidin hava hücrelerinden, sfenoid sinüsün ön parçasından ve burun boşluğundan ayırır.

Daha kalın olan yan duvar orbitayı önde temporal fossadan, arkada orta kranial fossadan ayırır. (Şekil 1)



Şekil 1: Sağ orbita (frontal ve hafifçe lateral görünüş)

2.2.2.Optik kanal

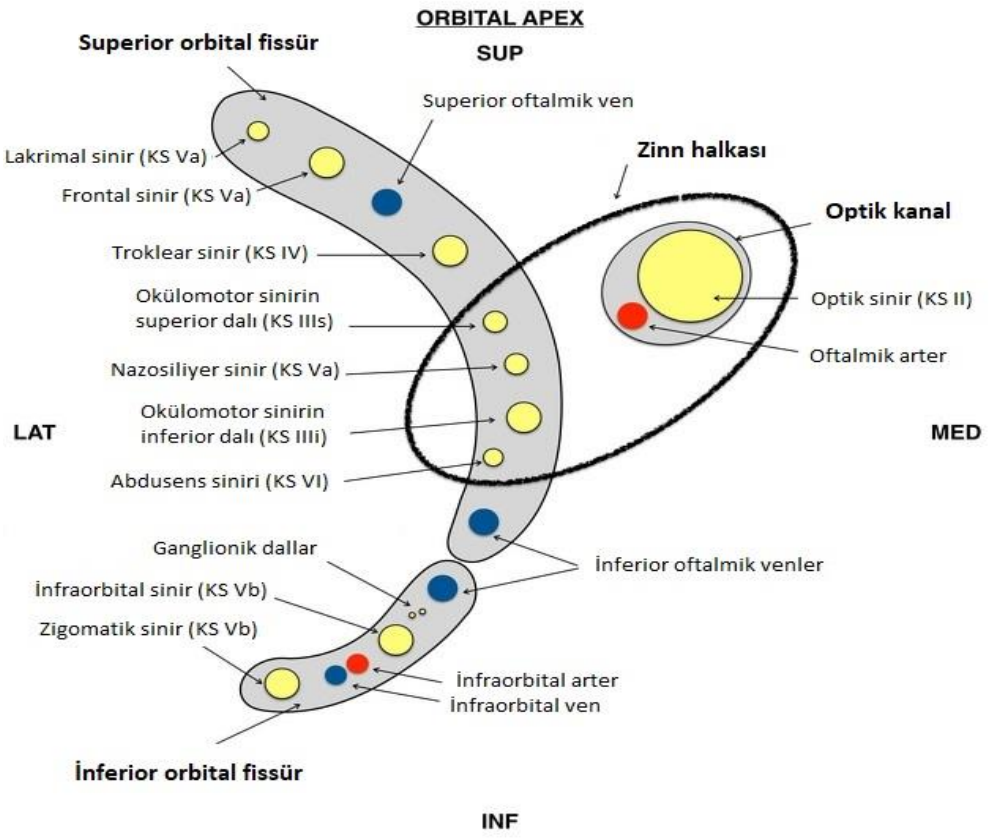
OK arkada, sfenoid kemiğin küçük kanadının iki tavanı arasında ve SOF'un medial ucunun hemen üzerine yerleşmiştir. Bu delikten optik (II) sinir (OSi) ve oftalmik arter geçer. (Şekil 2)

2.2.3.Superior orbital fissur

Yan duvar ve tavan öne doğru birbirlerine karışırken arkada ayrışmaya uğrar ve sfenoid kemiğin büyük ve küçük kanatları arasında yer alan ve orbitayı kavernöz sinus ve orta kranial fossaya bağlayan SOF'u çevreler. Buradan okülomotor (III) ve troklear (IV) sinirler, oftalmik sinirin lakrimal, frontal ve nazosiliyer dalları, abdusens (VI) siniri, oftalmik venler ve küçük meningeal damarlar geçer. (Şekil 2)

2.2.4.İnferior orbital fissür

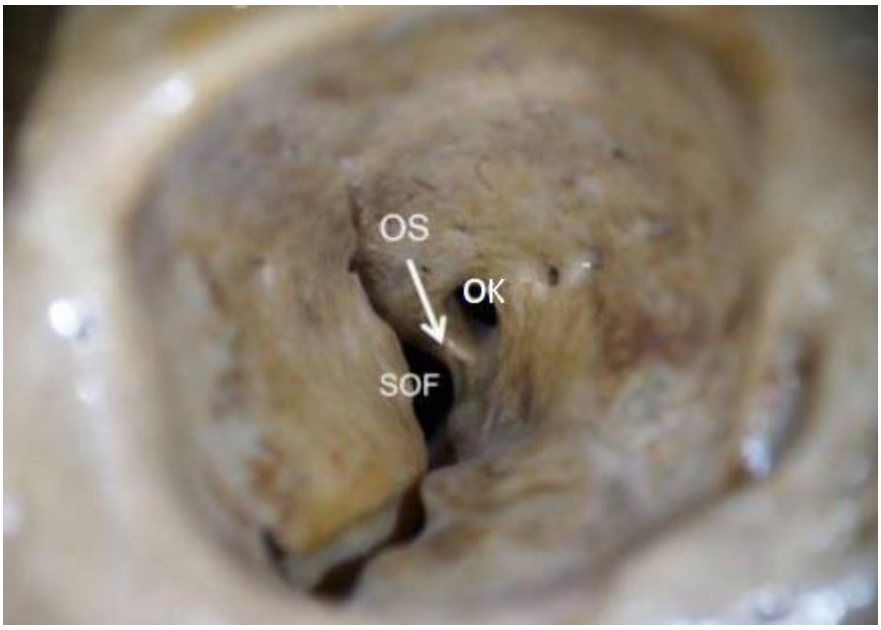
Orbitanın yan duvarı ve zemini de öne doğru birbiriyle kaynaşırken arkada inferior orbital fissür (İOF) ile ayrışır ve bunun büyük bir bölümü sfenoid kemiğin büyük kanadı ile maksillanın orbita yüzeyi arasında yerleşmiştir. İOF orbitayı pterigopalatin ve infratemporal fossalara bağlar. Maksiller sinir, İOF'tan geçerek pterigopalatin fossadan orbitaya girer ve infraorbital sinir olarak ileriye doğru yoluna devam eder. (Şekil 2)



Şekil 2: Sağ optik kanal, superior orbital fissür ve inferior orbital fissürden geçen yapıların diagramı

2.2.5.Optik strut

Optik strut (OS), anterior klinoid proses (AKP) tabanının infeormedial yönünden karotid sulkusun hemen önünde sfenoid gövdesine uzanan küçük bir kemik köprüdür. OS, OK ve SOF'u birbirinden ayırır. İntrakranial kenarından aşağı ve öne doğru uzanan OS'nin superior yüzü OK'nın tabanını yapar. OS'nin inferior yüzeyi ise SOF'un tavanının medial parçasını ve KS tavanının medial parçasını oluşturur. OK ve SOF arasında bulunan OS'nin anterior yüzü daha dardır ve daha geniş olan arka yüzü intrakavernöz karotidin anterior bendine denk gelmektedir. (Şekil 3)



Şekil 3: Optik strutın kadavra görüntüsü. OK: optik kanal, SOF: superior orbital fissür, OS: optik strut

2.2.6.İnternal karotid arter

Ziyal tarafından yapılan anatomik çalışmada İKA 5 bölümde incelenmiştir.[23] Karotid foramenden petröz segment olarak kafa tabanına giren İKA superior, anterior ve mediale uzanarak petrolingual ligamanı geçerek kavernöz sinüse girer.

Horizontal olarak anteriora yaklaşık 2 cm devam eder ve AKP'nin medialinde ve OS'nin posterior yüzünde sinüs çatısının delindiği yerde öne gidiş sonlanır.

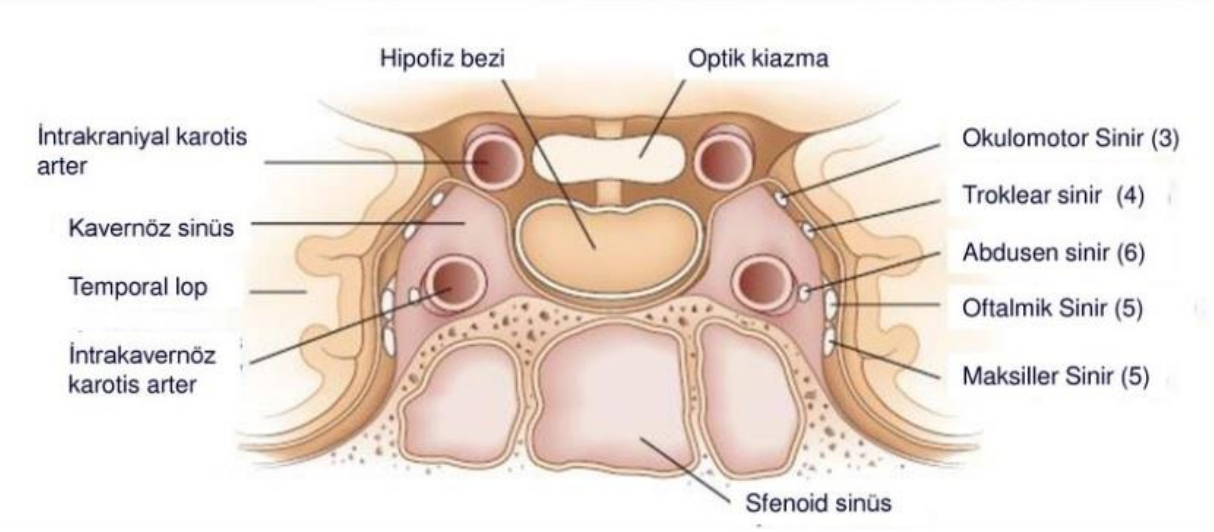
Bu öne gidişin sonlandığı yerde karotid arter lateralde AKP, anteriorda OS ve medialde karotid sulkusla sıkıca sarılmıştır. Bu kemik yapıların yüzeyini döşeyen dura klinoid segmentin etrafında proksimal dural halkayı oluşturur.

2.2.7.Kavernöz sinüs

KS'ler kafa kaidesinin ortasında dural duvarlarla çevrili, nörovasküler yapılar içeren, medialde sella tursika, hipofiz bezi ve sfenoid kemik, lateralde ise temporal lob ile komşu venöz yapılardır.[24] Sinüs anteriorda SOF'dan arkada dorsum sellanın lateraline uzanır. KS'nin anterior kenarı SOF'un kenarına yapışıktır, posterior duvarı medialde dorsum sella, lateralde Meckel kavitesinin ostiumu arasındadır.

KS, oküler motor sinirler olan, 3, 4, ve 6. kranial sinirleri, 5. kranial sinirin oftalmik (V1) ve maksiller dalını (V2), İKA ve dallarını barındırır.

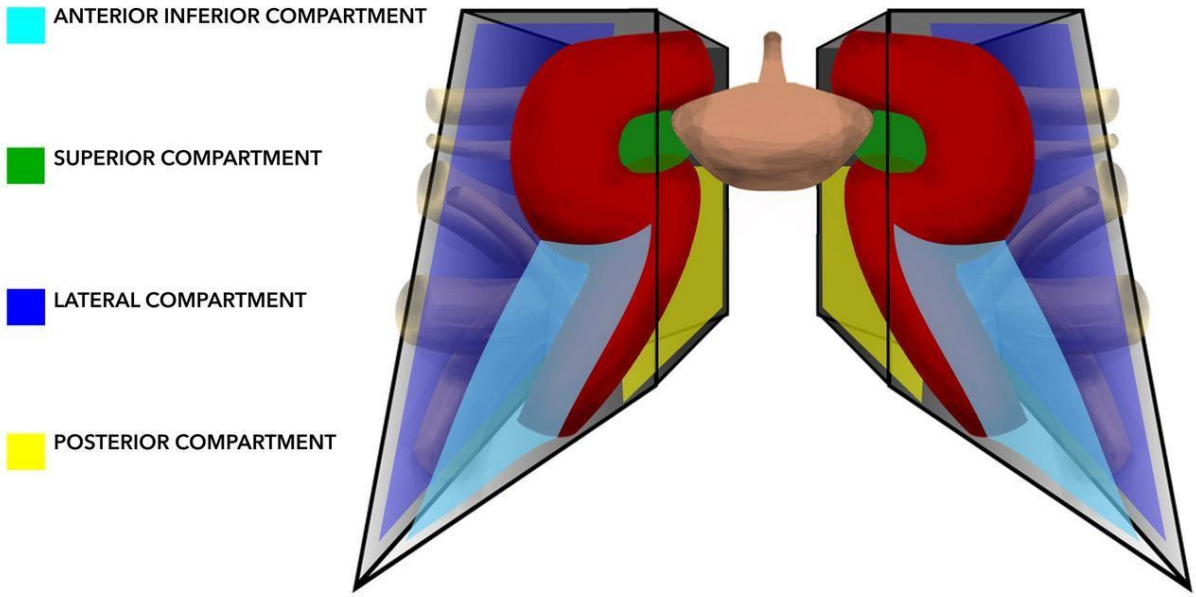
3., 4. KS ve V1, lateral sinüs duvarının içinde ilerlerler. 6.KS, V1'in medialinde ilerler ve medialde intrakavernöz karotidin lateral yüzüne yapışıktır. Lateralde ise V1'in medial yüzü ve lateral sinüs duvarının iç parçasına yapışıktır. (Şekil 4)



Şekil 4: Kavernöz sinüs ve içerisinden geçen yapılar

KS, Harris ve Rhoton tarafından posterosuperior, anteroinferior ve medial kompartman olarak 3 bölüme ayrılmıştır.[25] 2018 yılında Fernandez-Miranda ve ark. KS'yi superior, posterior, inferior ve lateral olmak üzere 4 kompartmana

ayıran bir çalışma yayınlamışlardır.[26] En son 2019 yılında Ceylan ve ark. tarafından uzaysal olarak superior, posterior, anteroinferior ve lateral olmak üzere 4 kompartmana ayrılan bir sınıflandırma daha yayınlanmıştır.[27] (Şekil 5)



Şekil 5: Kavernöz sinüs kompartmanları

2.2.8.Kranial sinirler

3. kranial sinir; KS tavanını deler ve KS'nin superolateral köşesinden aşağı doğru eğim alır.[28] OS'nin lateralinden geçtikten ve SOF'a girdikten sonra Zinn halkasına doğru ilerler.[29]

4. kranial sinir; KS'nin çatısına 3. kranial sinirin ve posterior klinoid procesin (PKP) posterolateralinden girer ve lateral duvarın posterior parçasında 3. kranial sinirin altında seyreder.[29] Medialde 3. kranial sinir ve OS ile anterior klinoidin alt yüzünü kaplayan dura arasından geçerek orbitanın medial parçası ve superior oblik kas ile birleşir.

5. kranial sinir; ponstan doğar ve 3 parçaya ayrılır. Oftalmik parça kavernöz sinüsün ön alt parçasında yol alır. Trigeminal sinirin en küçük dalıdır.[28] KS duvarı içinde yassılaşmış iken SOF 'da oval şeklini alır.

6. kranial sinir; petröz apeksin üst sınırında sinüsün posterior duvarının alt parçasını oluşturan durayı deler ve petrosfenoid (Gruber) ligamanının altından

geçerek KS'ye girer. Çatısını Gruber ligamanının yaptığı bu kanala Dorello kanalı denir. KS içinde İKA'nın lateralinde diğer sinirlerin medialinde ilerler.[25]

3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1.HAZIRLIK

Bu çalışma, Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Laboratuarında 3 kadavra ve bu kadavralarda her iki göz üzerinde 6 KS endoskopik transorbital teknikle incelenerek yapıldı. Çalışma için 18.07.2019 tarihinde, Proje No: KÜ GOKAEK 2019/222 ile Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar ve Etik Kurulu biriminden onay alındı. Çalışma Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Kadavraların 3 (%100) ü kadın ve yaş aralığı 61 – 68 idi.

Anatomi laboratuarında donmuş halde muhafaza edilen bu 3 kadavra 24 saat oda ısısında bekletilip çözülmesi sağlandı. Hiçbirinde kranial operasyon öyküsü bulunmayan kadavraların özellikleri; silikon enjeksiyonu olup olmadığı, varsa yapılmış olan enjeksiyonun kalitesi, dokuların sağlamlığı ve elastisitesi yönünden incelenerek kaydedildi.

Çalışma süresince kadavralar, %10 formaldehit çözeltisi içinde muhafaza edildi. Laboratuarda bir çalışma istasyonu kullanılarak masa üstüne kadavra supin pozisyonda sabitlendi. Cerrahın karşısına endoskopi ünitesi yerleştirildi.

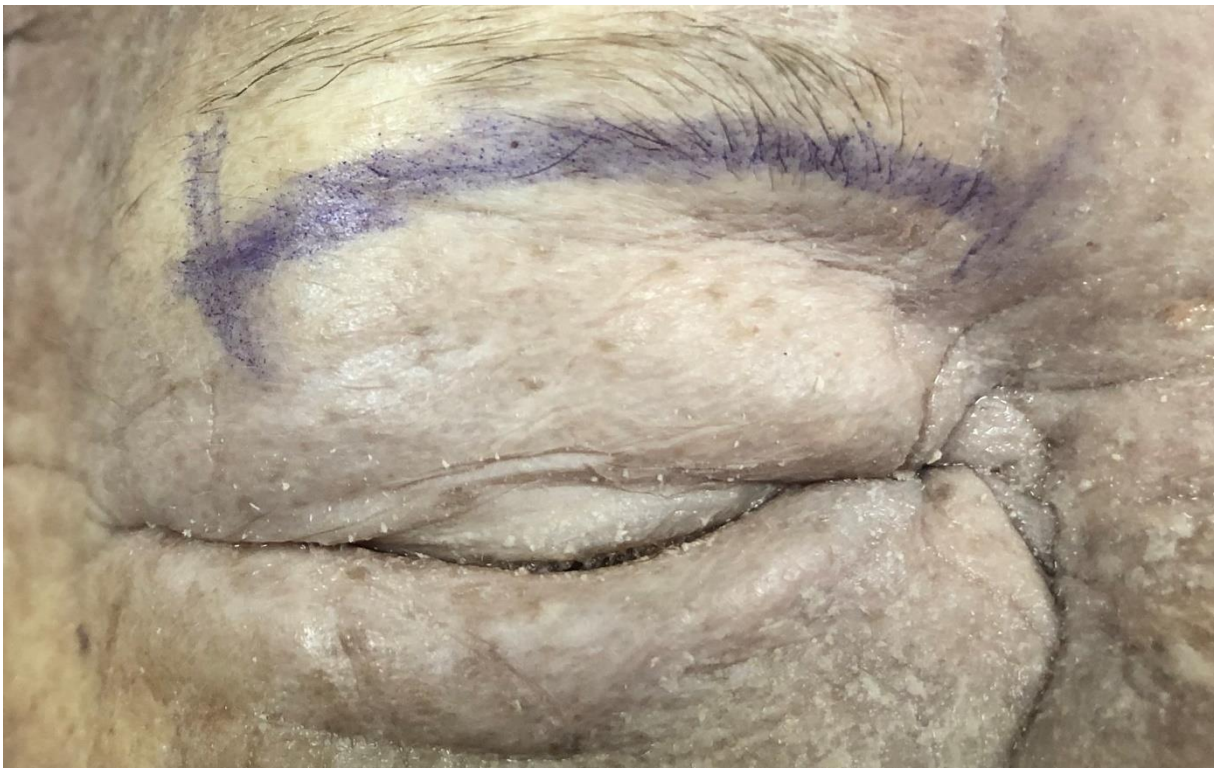
Endoskopik diseksiyon 0 derece açılı Olympus endoskop ile görüntülenerek, fiberoptik kablo, ışık kaynağı ve kamera sistemi ile dijital video kayıt sistemi ile kaydedildi.

3.2.CERRAHİ TEKNİK

Cerrahi teknik cilt aşaması, periorbital diseksiyon aşaması, OS aşaması ve kavernöz sinüs aşaması olarak 4'e ayrıldı. İç kısımda çalışılan alanın dar ve nörovasküler yapılardan zengin olması sebebiyle her aşamada yapılacak yeterli genişletmeler bir sonraki aşamada daha iyi manipülasyon sağlamak için önemlidir.

3.2.1.Cilt aşaması

Kadavralara superior gözkapağı yaklaşımı uygulandı. (Şekil 6)

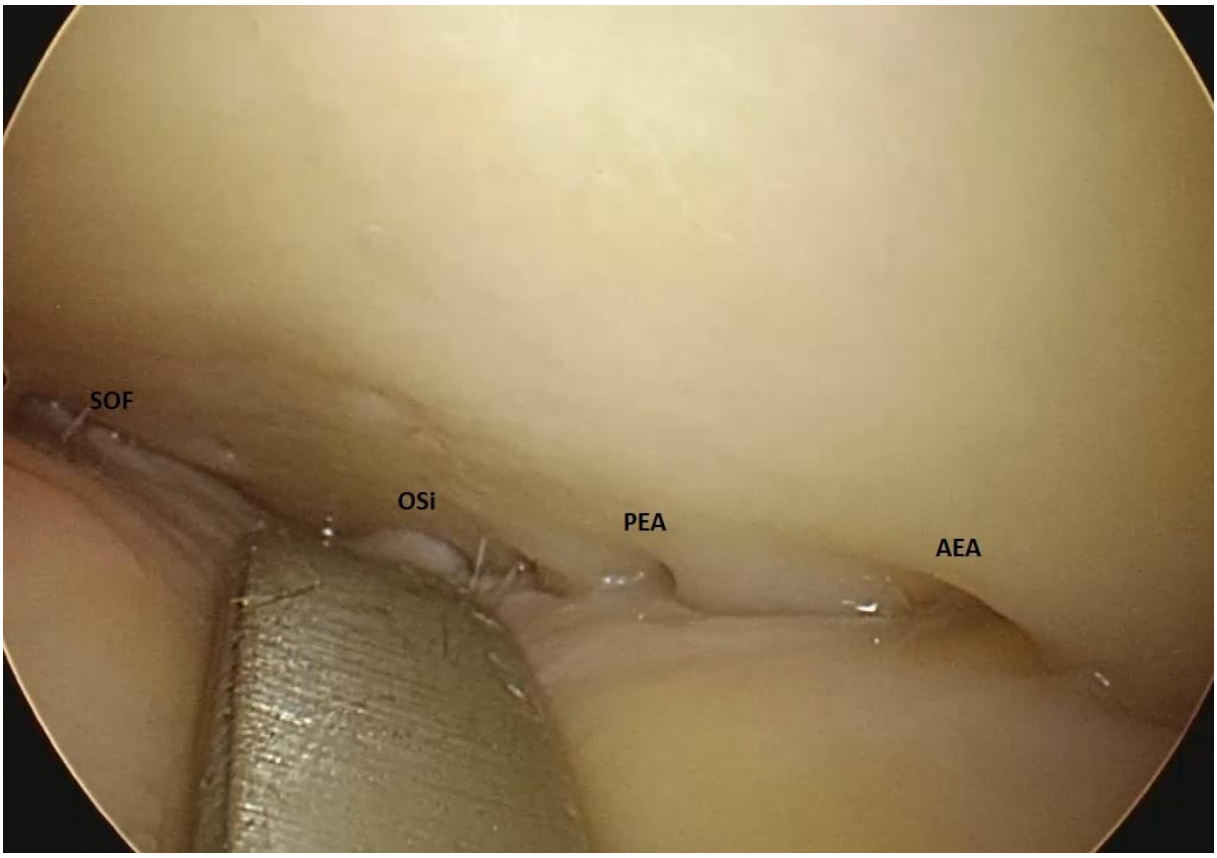


Şekil 6: Sağ gözde superior gözkapağı yaklaşımında insizyon hattı

Daha önce yapılan çalışmalarda anlatıldığı gibi gözkapağı kıvrımından insizyon yapıldıktan sonra cilt-kas flebini superolaterale retrakte edebilmek için orbikülaris kası kesildi. Frontal orbital kemik rimi görülene kadar cilt-kas flebi retrakte edildi.[30, 31] Manipülasyonun yeterli olmayacağı düşünülen kadavralarda frontal orbital rim anterolateral kısım lakrimal fossa önünden 3 mm turlandı.

3.2.2.Periorbital diseksiyon aşaması

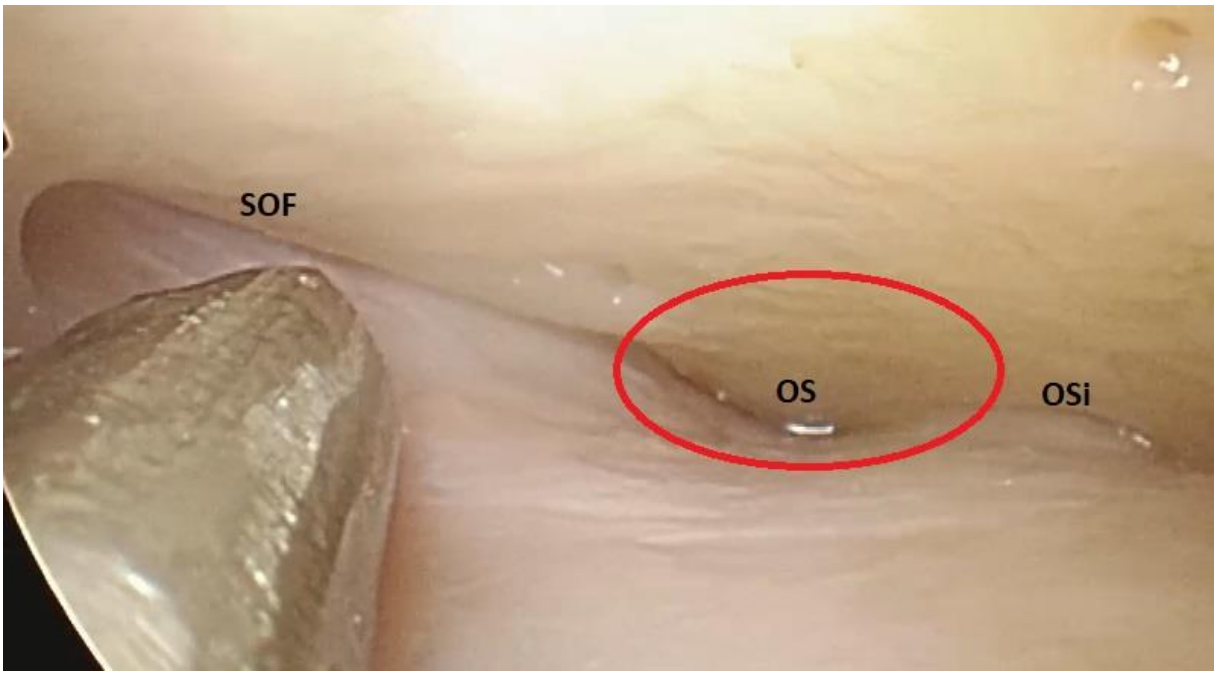
Periost kesildikten sonra önce subperiostal daha sonra da subperiorbital diseksiyona SOF görülene kadar devam edildi. Orbita ve içeriğini korumak amacıyla orbita retraktör yardımıyla inferiora doğru retrakte edildi. Burdan sonra işleme 0 derece endoskop ile devam edildi. Çünkü OK, SOF'un medialinde yerleşiktir. (Şekil 7)



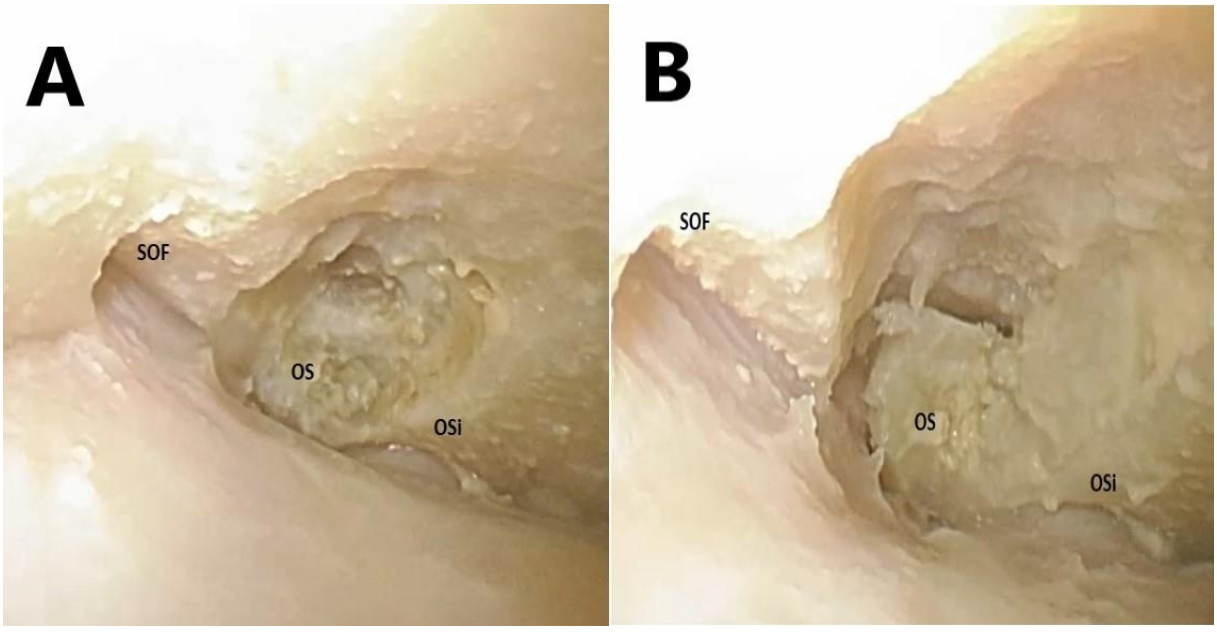
Şekil 7: Sağ göz periorbital diseksiyon aşamasında superior orbital fissür, optik sinir, posterior ve anterior etmoidal arterlerin görünümü

3.2.3.Optik strut aşaması

Diseksiyon tamamlandıktan sonra SOF ve OK arasında bulunan OS ortaya konulup 2 mm uçlu yüksek hızlı drill ile turlandı. Bu OS turlama aşamasında OSi ve SOF'dan çıkan diğer kranial sinirlere zarar vermemek ve manipülasyon alanını genişletebilmek amacıyla SOF'un medial kenarı ve sfenoid kemiğin küçük kanadı frontal tabana doğru beraberinde turlandı. (Şekil 8 ve 9)



Şekil 8: Sağ göz superior orbital fissür ve optik sinir arasında kalan optik strut



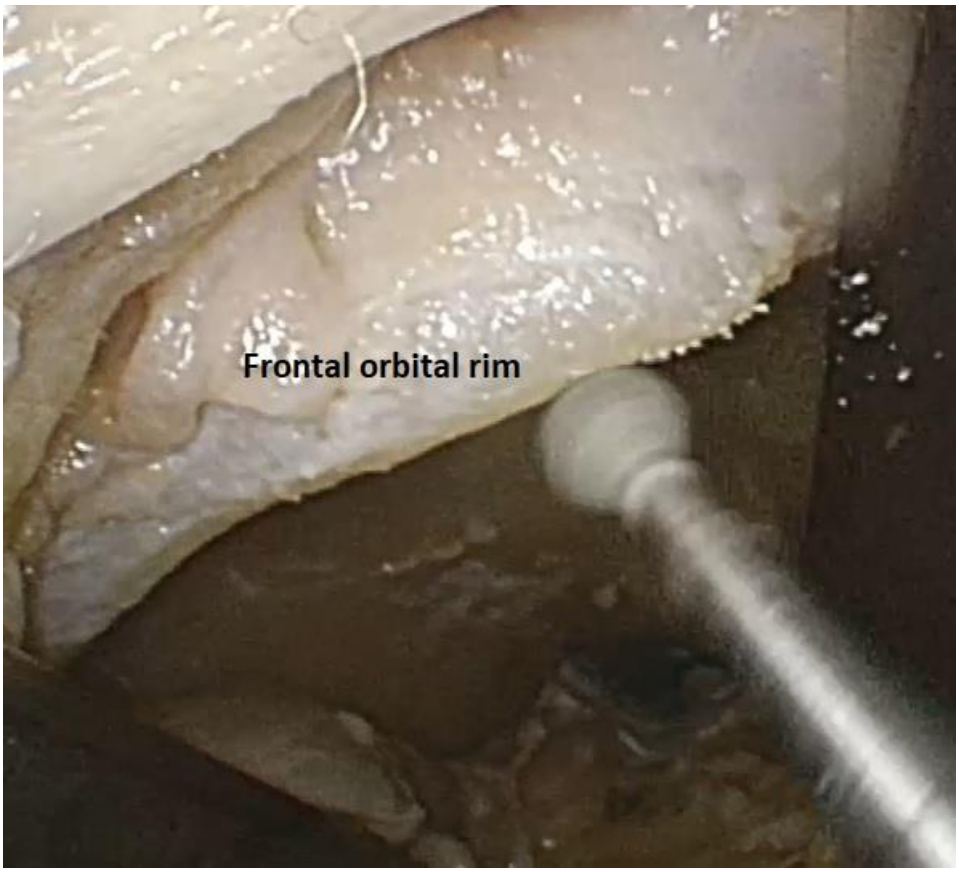
Şekil 9: Sağ göz optik strut turlama aşamaları **A)**Frontal tabana doğru turlama alanının genişletilmesi **B)**Optik strut turlama aşamasında derinleşme anı. Superior orbital fissür ile optik strutın bağlantısı ayrıştırılmış

3.2.4.Kavernöz sinüs aşaması

OS'nin tamamen turlanması bittiğinde karşımıza çıkan yapı KS anterior duvarıdır. Anterior duvar açıldığında ise İKA intrakavernöz segment ortaya konuldu. Anteroinferior kompartman, lateral kompartman, fibröz bantlar ve KS içindeki kranial sinirler görüntülendi.

4.BULGULAR

Bütün kadavralarda cilt aşamasında karşımıza çıkan en önemli bulgu sığ lakrimal fossanın önünde kalan frontal orbital rimin turlanmasının gerekliliğidir. Daha sonraki aşamalarda özellikle KS aşamasında görüntülediğimiz alan kısmen OSi'nin posteriorunda kaldığı için endoskop ile giriş açımız mümkün olduğunca lateralden mediale doğru olmalıdır. 45 derecelik açının yeterli olduğu endoskop tutuş açısının orbital rim tarafından engellenmemesi için rimin minimum 3 mm kadar turlanması gerektiği ortaya konuldu. (Şekil 10)



Şekil 10: Frontal orbital rimin turlanması

Periorbital diseksiyon aşamasında diseksiyonun subperiostal ve subperiorbital ilerlenmesi ve bu dokuları mümkün olduğunca açmamanın daha sonraki aşamalar için çok önemli olduğunu ortaya koyuldu. Bu dokularda herhangi bir açılma periorbital yağ dokusunun dışarı çıkması ve endoskopun görüntüleme alanını engellenmesiyle sonuçlanmaktadır.

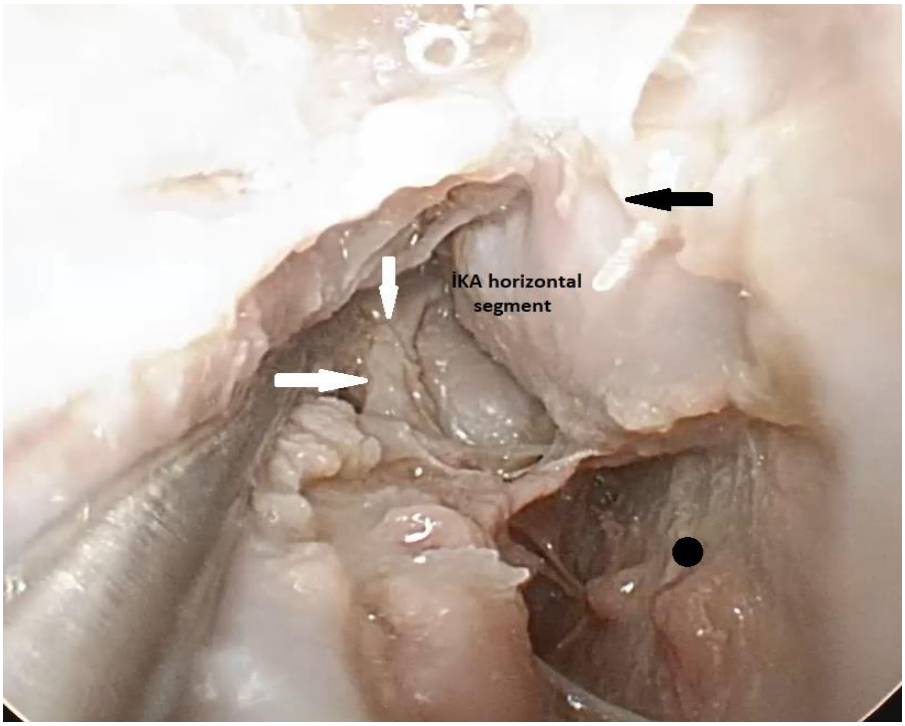
Bütün kadavralarda SOF, OK, anterior etmoidal arter (AEA) ve posterior etmoidal arterin (PEA) foramenleri birbirlerine aynı uzaklıkta görüldü.

OS aşamasında, SOF ve OK arasında bulunan OS'nin anterosuperiordan posteroinferiora doğru yerleşim gösterdiği ortaya konuldu. Bu da OS'nin turlanması esnasında turlamaya daha superiordan başlamanın KS anterior duvarına daha önce ulaşmamıza yardımcı olduğunu gösterdi.

OS'nin tek başına turlanmasının özellikle kranial sinirlerin manipülasyonu için tek başına yeterli olmadığı görüldü. OS'nin devamı sayılan SOF medial alt kısmı ile OK posterior kısmının da turlanmasının gerekliliği ortaya konuldu. Bu bölgede geniş bir alanın turlanması bize KS'ye giriş sırasında kranial sinirleri laterale retrakte edebilmeyi sağladı.

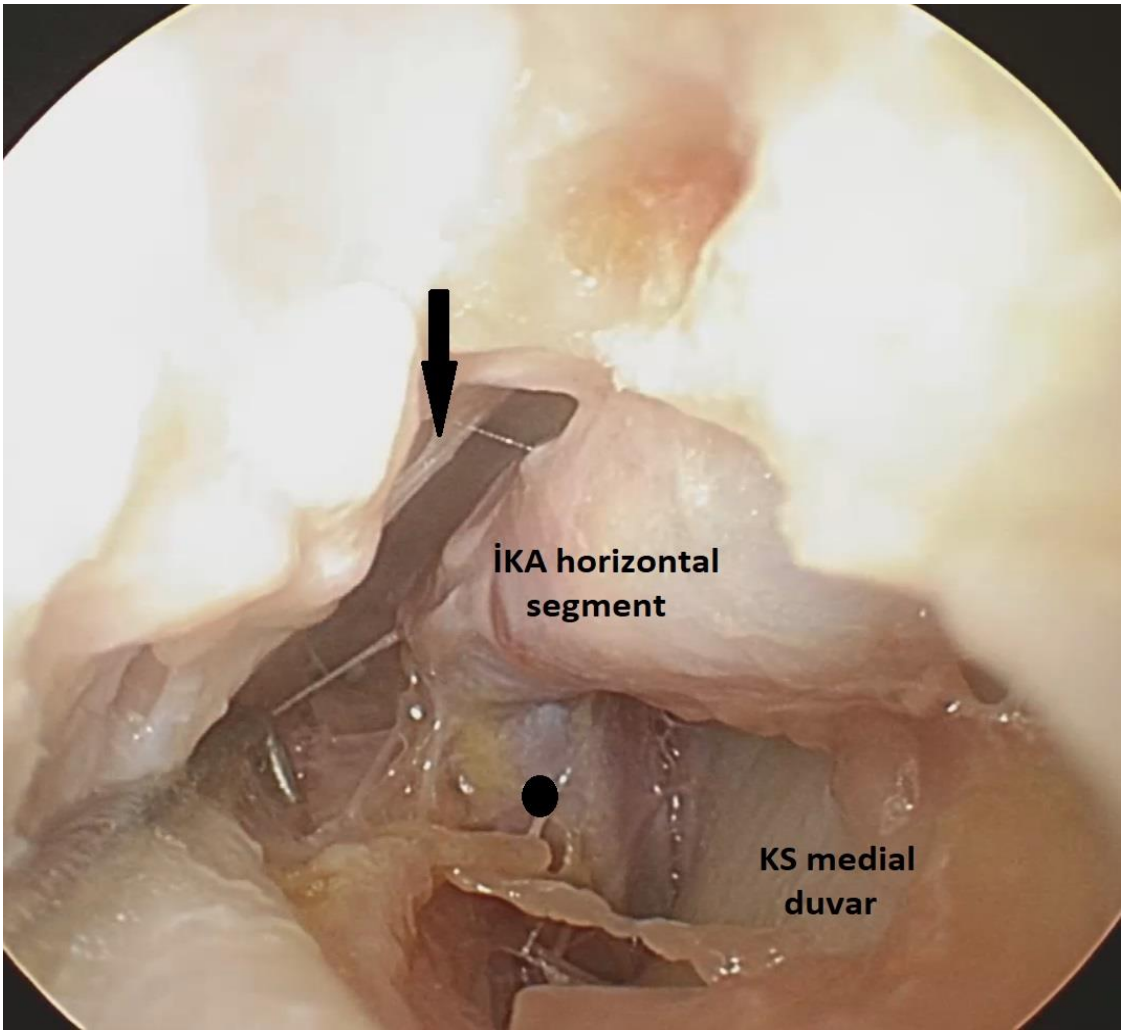
Anterior KS duvarı açılıp SOF'a doğru ilerleyen kranial sinirler laterale ekarte edildiğinde İKA proksimal ringden paraklival karotid arterin son 2 cm lik kısmının rahatlıkla gözlenebildiği ortaya konuldu.

KS içi lateral kompartmanda diğer kranial sinirlerin medialinde İKA'nın lateralinde 6. kranial sinirin trasesi görüldü. (Şekil 11)



Şekil 11: Sağ kavernöz sinüs lateral kompartman içinde 6. kranial sinirin seyri (Beyaz oklarla gösterilen yapı). Siyah ok proksimal ringi, siyah nokta kavernöz sinüs medial duvarını göstermekte

Bütün kadavralarda İKA arteri etraf dokulara sabitleyen yaygın fibröz bantlar görüldü. Aynı zamanda daha önceki çalışmalarda tariflenen interklinoid ligaman bütün kadavralarda 3. kranial sinirle aynı trasede ve sinirin önünde görüldü.[32] (Şekil 12)

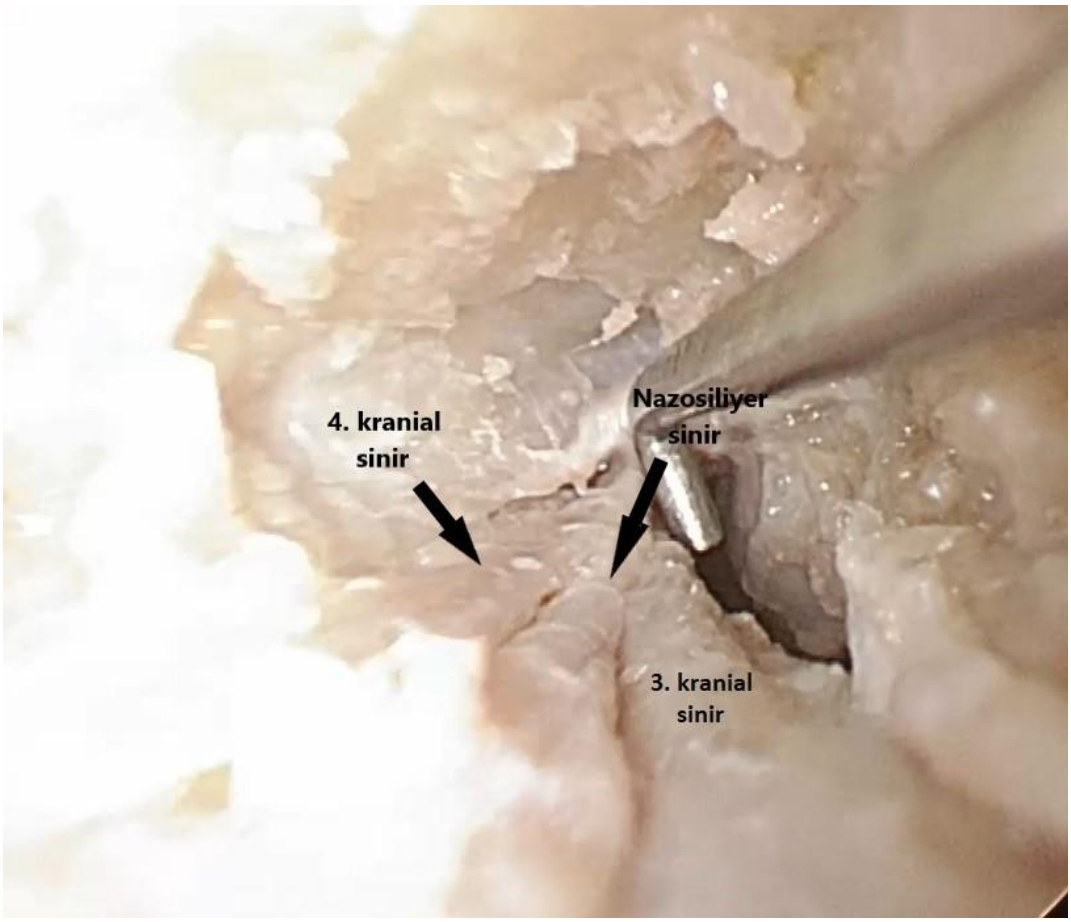


Şekil 12: Sağ anteroinferior ve lateral kompartmanın endoskopik olarak görüntülenmesi. Siyah ok interklinoid ligamanı, siyah nokta ise paraklival karotid arteri göstermekte

KS içinde seyri sırasında 3. kranial sinirin daha inferiorunda olan 4. kranial sinir SOF'dan çıkış hizasında en superolateralde gözlendi. Sinir lifini takip ettiğimizde superior oblik kasının lifleri içine dağıldığı ortaya koyuldu. Mediale doğru daha ince 5. kranial sinirin nazosiliyer dalı ve en medialde içlerinde en kalın olarak görülen 3. kranial sinir ortaya konuldu. (Şekil 13 ve 14)

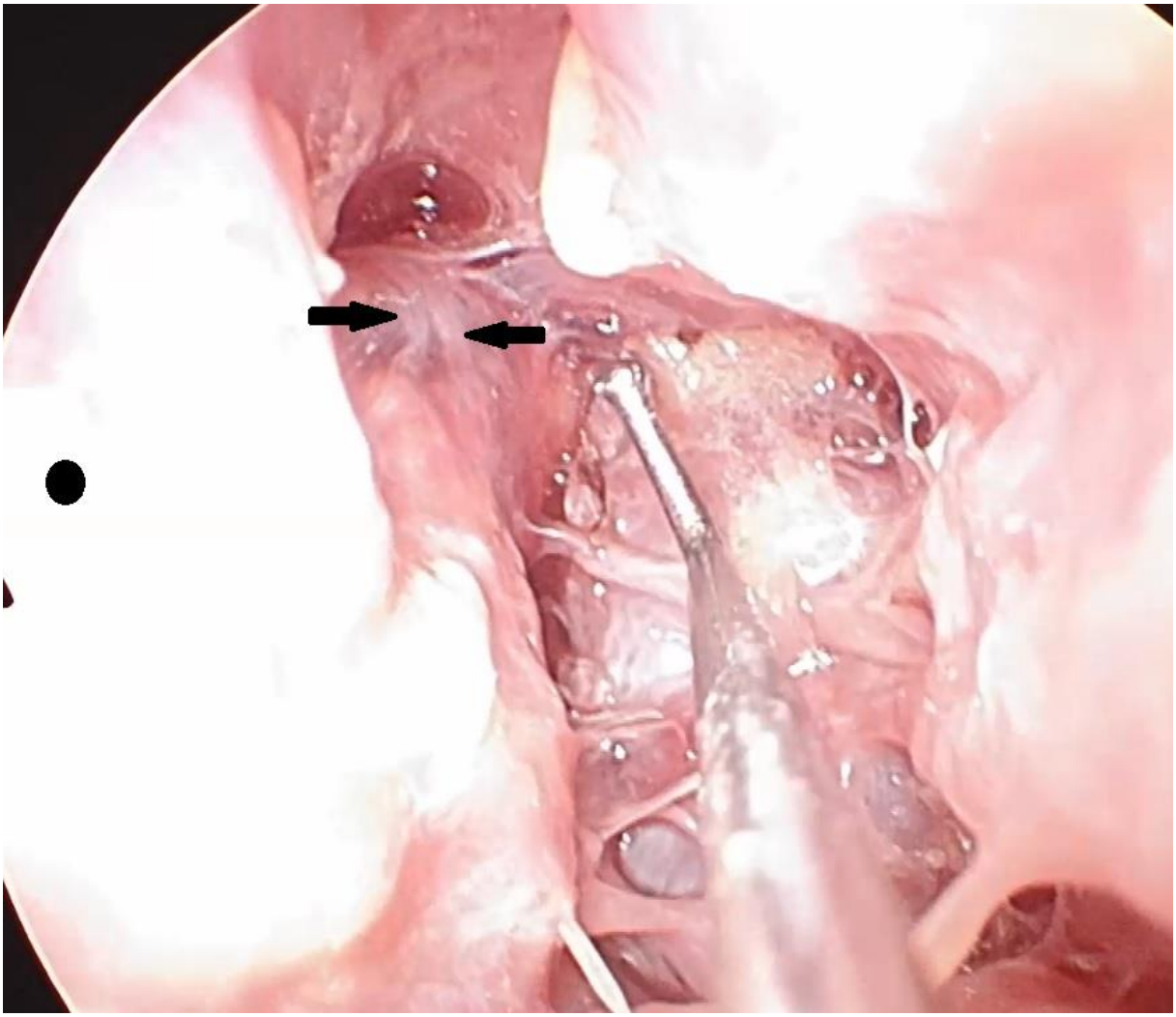


Şekil 13: Siyah ok ile belirtilen yapı hook ile etraf yapılardan diseke edilen 4. kranial sinir (sağ göz)



Şekil 14: Kranial sinirlerin dağılımı (sağ göz)

İKA mediale retrakte edildiğinde özellikle horizontal segment üzerinde rahatça gözlenen sempatik lifler ortaya konuldu.[33] (Şekil 15)



Şekil 15: Sol orbitadan yapılan transorbital diseksiyonda horizontal segment üzerindeki sempatik lifler (Siyah oklar). Siyah nokta internal karotid arter intrakavernöz anterior vertikal segmenti göstermekte

5.TARTIŞMA

KS, barındırdığı çok önemli nörovasküler yapılar nedeniyle cerrahi açıdan zor bir alandır.[1-3] Yıllarca KS lezyonlarının inoperable olduğu kabul edilmiştir. İlk başarılı cerrahi girişimi Browder gerçekleştirmiştir.[34] Cerrahi enstrümanların ve tekniklerin gelişimi ile beraber bölgenin anatomisinin de iyi anlaşılması ve varyasyonların bilinmesi cerrahi sonuçları iyileştirebilecek en önemli etkenlerden biridir.

KS anatomisinin anlaşılması için yapılan birçok çalışma bulunmaktadır.[35-39] Bu çalışmalarda hem transkraniyal yaklaşımlar hem de endoskopik endonazal yaklaşımlar kullanılmıştır. Her yöntemin klinik olarak kendine özgü avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır.

KS lezyonlarının transkraniyal yol ile çıkarılmasında kullanılan yaklaşımlar subtemporal, pterional, transpetrozal transtentorial ve kontralateral pterional transsilvian yaklaşımlardır.[40] Bu yaklaşımlarda beynin retraksiyonuna bağlı oluşabilecek komplikasyonlar ve KS lateral duvarı boyunca uzanan 3., 4. ve 6. kranial sinirler cerrahi başarı şansını düşürür.

Tıbbın babası Hipokrat'ın da dediği gibi "primum non nocere" yani önce zarar verme prensibi doğrultusunda ve günümüzde de malpraktis davalarının da artması bir etken olarak ortaya çıkarmıştır ki klinik olarak hastaya yapılacak işlemlerin düşük morbidite ve mortalite göstermesi büyük önem arz etmektedir.

Bu sebeple tıptaki gelişmeler daha az invaziv yöntemlerin daha invaziv yöntemlerin yerini alması yönündedir. Fakat burada önemli olan nokta daha az invaziv girişimlerin en az invaziv yöntemler kadar sonuçlarının etkili ve iyi olmasının gerekliliğidir. Yani en basit tabiriyle onkolojik cerrahide daha yüksek rezeksiyon oranlarının yanında daha düşük morbidite ve mortalitedir.

Endoskopik tekniklerin gelişimi bu yönde büyük bir çığır açmıştır. Sellar bölge tümörlerinde transkraniyal tekniklere göre hastanın daha çabuk mobilize olması, daha az hastanede kalış süresi ve bunlarla beraber yüksek rezeksiyon oranları gibi artı faktörleri bulunmaktadır.[41, 42]

Belki de en önemli artısı iyi bir panoramik görüntü sağlaması sebebiyle anatomiyi ortaya koymada cerraha büyük bir kolaylık sağlamaktadır. Bu panoramik görüntü sayesinde, yakın ve geniş görüş açısıyla, nörovasküler yapılardan tümör diseksiyonunu daha rahat ve güvenli yapmayı sağlar.

Yani yapılan çalışmalar ile endoskopik transorbital yaklaşımla orbita çevresi birçok patolojiye ulaşılabilmekte ve bu patolojiler eksize edilebilmektedir.[19, 21] Halen bu tekniğin avantajları, dezavantajları, limitasyonları sınırlı sayıda çalışmadan dolayı net değildir. Bu bilgiler yeni çalışmalar ile katlanarak artacaktır.

Endoskopik tekniğin transorbital olarak kullanılması KS'ye ulaşım için farklı bir kapı aralamıştır. Çalışmamız göstermiştir ki transorbital yol ile KS'ye ulaşmak mümkündür. Özellikle EETC ve transkraniyal yol ile ulaşılmasında komplikasyon riski ve zorluklar bulunan anteroinferior ve lateral kompartmana ulaşmak diğer tekniklere göre daha kolaydır.

Bu yolla ulaştığımız KS içindeki tümör rahatlıkla eksize edilebilir. Tümör dışında İKA'nın bütün intrakavernöz segmenti bu teknikle görüntülenebildiği için bu segmentte oluşabilecek özellikle domu laterale bakan anevrizmalar için de bir teknik olarak düşünülebilir.

Orbita anatomisinin iyi bilinmesi ve anlaşılması sonrası basit diseksiyonlarla ulaşılabilecek OS transorbital yaklaşım için önemli bir landmarktır. Çünkü endoskop ile lateralden mediale 45 derecelik açı ile bakıldığında OS arkasında KS lateral duvarı ile İKA intrakavernöz segmenti arasına ulaşmak mümkündür. Böylece duvar boyunca ilerleyen kranial sinirleri transkraniyal yaklaşıma göre daha az retrakte etmekteyiz. Bu da kranial sinir felci gibi komplikasyon oranlarını düşürecektir.

Deneyim kazanılana kadar OK ile karışabilecek yapılar AEA ve PEA foramenleridir. Medialden başlanarak yapılan diseksiyonda ilk karşılaşılacak yapıların bu foramenler olduğu akılda tutulmalıdır.

İkinci en önemli landmark SOF'tur. OS turlama aşamasında SOF medial kenarını da turlamak bize manipülasyon için yer kazandıracağından önemli bir basamaktır. Ama bu turlama aşamasında kranial sinirlere zarar vermemeye dikkat etmeliyiz.

Lateral kompartmanla beraber eş zamanlı anteroinferior kompartmana da ulaşmak mümkün olmakla birlikte özellikle KS medial duvarı korunmuş lateral ve anteroinferior kompartmanı invaze etmiş tümörleri bu yolla boşaltmanın daha kolay olacağı öngörülmektedir. EETC ile böyle tümörlerde KS medial duvarını hatta büyük çoğunluğunda İKA'nın tam yerini tespit edemeden KS anterior duvarını açmak gerekecektir. Oysa ki transorbital yolda medial duvarı açmanın bir gerekliliği bulunmamaktadır. Ayrıca KS anterior duvarı açılışı

esnasında da EETC'de olduğu gibi İKA'nın tam yerini tespit edememe gibi bir durum İKA ile lateral duvar arasından yapacağımız insizyon nedeniyle önem teşkil etmeyecektir.

Tümörün lateral ve anteroinferior kompartmanı genişletmesi bize güvenlik açısından da fayda sağlayacaktır. KS'ye gireceğimiz alan genişleyeceği için kranial sinir veya büyük damar yaralanması gibi riskler daha da düşük olacaktır. Hatta preoperatif kranial sinir tutulumu olan hastalarda bu oran daha da düşük gözlenecektir.

Her ne kadar risklerin düşük olduğunu düşündürecek bir yol olsa da bu yaklaşımda oluşabilecek komplikasyonlardan en önemlileri OSi hasarı, diğer kranial sinirlerin hasarı ve İKA yaralanması. OS turlama aşamasında OSi ve diğer kranial sinirleri korumak oldukça önemlidir. Komplikasyon gelişme riskini düşürmek için mümkün olduğunca küçük ebatlı driller ve yavaş hareketlerle turlamalıyız. Kranial sinirleri az retrakte etmek için lateral-medial açımızı arttırmalıyız. İKA yaralanması riskini düşük tutmak için KS anterior duvarının açılışı esnasında mümkün olduğunca künt hareketler uygulamalıyız.

Bu risklere rağmen standart EETC'de bulunan riskler (Beyin omurilik sıvısı kaçağı, hipofizer yetmezlik, geçici ve kalıcı diabetes insipidus (DI), epistaksis, anosmi, hiposmi gibi) ya çok azdır ya da hiç yoktur.

Klinik olarak en sık karşılaşılabilecek komplikasyon enoftalmustur. Çünkü teknikte yapılabilecek en kolay hata diseksiyon esnasında subperiorbital kalamayıp periorbital yağın dışarı çıkmasında sebebiyet vermektir. Periorbital bölgede periost zayıf bir tabaka olarak bulunduğundan kolaylıkla parçalanabilir. Bu komplikasyondan kaçınmak için mümkün olduğunca nazik diseksiyon ile ilerlenmelidir.

Komplikasyon oranlarının düşük seyretmesinde en önemli etkenler tabii ki bölge anatomisinin iyi bilinmesi ve endoskopik transorbital teknikte deneyim kazanmaktır. EETC'de olduğu gibi öğrenme eğrisi üzerinde deneyim arttıkça komplikasyon oranlarında düşmeler gözlenecektir.

6.SONUÇ VE ÖNERİLER

KS lateral ve anteroinferior kompartmanlara ulaşım için transorbital endoskopik yöntem diğer tekniklere alternatif bir yaklaşımdır. Diğer tekniklere göre komplikasyon riskinin daha az olması, daha kolay bir yaklaşım olarak düşünülmesi en büyük avantajlarıdır. Nöroşirurjiyenler için orbita içi yapıların endoskopik anatomisi konusunda sınırlı bilgi ve transorbital teknik için deneyim azlığı ise önemli dezavantajlarıdır.

Kranial sinirlerin ekartasyon gerekliliğinin az olması, İKA'nın daha iyi görünebilmesi ve korunabilmesi önemli ve hayati komplikasyonlarda düşük oranları ve endoskopik tekniğin panoramik görüntü avantajı ise yüksek rezeksiyon oranlarını ortaya çıkaracaktır.

Literatürde konu hakkında hem anatomik hem klinik çalışma sayısı da oldukça az olup özellikle anatomik kadavra çalışmalarının yeni ve geniş serilerine ihtiyaç vardır. Böylelikle anatomik varyasyonlar konusunda daha detaylı bilgilere sahip olabileceğiz.

Bu çalışmada KS lateral ve anteroinferior kompartmanı transorbital endoskopik teknikle görüntülenip dökümente edilmiş, avantajları, dezavantajları, uygulanabilirliği ve limitasyonları gösterilmiştir.

7.ÖZET

ANTERİOR KAVERNÖZ SİNUSUN ENDOSKOPİK TRANSORBİTAL GÖRÜNTÜLENMESİ (ANATOMİK KADAVRA ÇALIŞMASI)

Giriş ve amaç: Superior orbital fissür (SOF) ve optik kanalın (OK) orbitaya açılış yerlerinin endoskopik olarak gösterilmesi, bu bölgeden yapılacak yaklaşımın tanımlanması ve kavernöz sinüse (KS) invazyon gösteren özellikle izole lateral ve anteroinferior kompartman tutulumu gösteren hipofiz adenomları ve diğer sellar ve parasellar bölge tümörlerinin güvenli bir şekilde eksize edilmesine olanak sağlayacağının araştırılmasıdır.

Gereç ve yöntem: Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Laboratuarında 3 kadavra ve bu kadavralarda her iki göz üzerinde 6 KS endoskopik transorbital teknikle incelenerek çalışıldı. Endoskopik diseksiyon 0 derece açılı Olympus endoskop ile görüntülenerek, fiberoptik kablo, ışık kaynağı ve kamera sistemi ile dijital video kayıt sistemi ile kaydedildi.

Bulgular: Periorbital diseksiyonla SOF, OK, AEA ve PEA foramenleri görüntülendi. OS turlandıktan sonra KS anterior duvarına ulaşıldı. Duvar açıldığında KS lateral ve anteroinferior kompartmanları rahatlıkla görüntülendi. KS içinde seyreden kranial sinirler ve interklinoid ligamanın seyri görüntülendi.

Sonuç: Endoskopik transorbital teknik KS lateral ve anteroinferior kompartmanlarına ulaşmada alternatif bir yöntemdir. Tekniğin avantajları, dezavantajları ve limitasyonları belirlenmiştir. Anatominin daha iyi anlaşılabilmesi için yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: Transorbital, lateral kompartman, anteroinferior kompartman, optik strut, superior orbital fissür

8.ABSTRACT

ENDOSCOPIC TRANSORBITAL IMAGING OF ANTERIOR CAVERNOUS SINUS (ANATOMICAL CADAVER STUDY)

Introduction and purpose: The aim of this study is endoscopic demonstrating opening of superior orbital fissure (SOF) and optic canal (OC) to the orbit, defining the approach from this region and investigate the possible excision of pituitary adenomas and other sellar paracellar tumors which have cavernous sinus (CS) invasion especially isolated lateral and anteroinferior compartment.

Materials and methods: Endoscopic transorbital technique were studied in Kocaeli University Faculty of Medicine Anatomy Laboratory on 3 cadavers and 6 CS on this cadavers. Endoscopic dissection was visualized with 0 degree angle Olympus endoscope and reorded with fiberoptic cable, light source and camera system and digital video recording system.

Results: SOF, OC, AEA and PEA foramens were visualized by periorbital dissection. Anterior wall of CS was reached after drilling the OS. When the wall was opened, CS lateral and anteroinferior compartments were easily visualized. Cranial nerves within the CS and the course of the interclinoid ligament were visualized.

Conclusion: Endoscopic transorbital technique is an alternative method for reaching the lateral and anteroinferior compartments of CS. The advantages, disadvantages and limitations of the technique have been determined. New studies are needed to better understanding the anatomy.

Keywords: Transorbital, lateral compartment, anteroinferior compartment, optic strut, superior orbital fissure

9.KAYNAKLAR

1. Doglietto, F., Lauretti, L., Frank, G., Pasquini, E., Fernandez, E., Tschabitscher, M., & Maira, G. (2009). Microscopic and endoscopic extracranial approaches to the cavernous sinus: anatomic study. *Operative Neurosurgery*, *64*(suppl_5), ons413-ons422.

2. Frank, G., & Pasquini, E. (2006). Endoscopic endonasal cavernous sinus surgery, with special reference to pituitary adenomas. *Frontiers of hormone research*, *34*(R), 64.

3. Micko, A. S., Wöhrer, A., Wolfsberger, S., & Knosp, E. (2015). Invasion of the cavernous sinus space in pituitary adenomas: endoscopic verification and its correlation with an MRI-based classification. *Journal of neurosurgery*, *122*(4), 803-811.

4. Tedeschi, H., de Oliveira, E., Wen, H. T., & Rhoton Jr, A. L. (2001). Perspectives on the approaches to lesions in and around the cavernous sinus. *Operative Techniques in Neurosurgery*, *4*(2), 82-107.

5. Frank, G., & Pasquini, E. (2003). Approach to the cavernous sinus. In *Endoscopic endonasal transsphenoidal surgery* (pp. 159-175). Springer, Vienna.

6. Jho, H. D., & Ha, H. G. (2004). Endoscopic endonasal skull base surgery: Part 2-The cavernous sinus. *min-Minimally Invasive Neurosurgery*, *47*(01), 9-15.

7. Park, H. H., Hong, S. D., Kim, Y. H., Hong, C. K., Woo, K. I., Yun, I. S., & Kong, D. S. (2019). Endoscopic transorbital and endonasal approach for trigeminal schwannomas: a retrospective multicenter analysis (KOSEN-005). *Journal of neurosurgery*, *1*(aop), 1-10.

8. Lubbe, D. E., Douglas-Jones, P., Wasl, H., Mustak, H., & Semple, P. L. (2019). Contralateral Precaruncular Approach to the Lateral Sphenoid Sinus—A Case Report Detailing a New, Multiportal Approach to Lesions, and Defects in the Lateral Aspect of Well-Pneumatized Sphenoid Sinuses. *Ear, Nose & Throat Journal*, 0145561319846828.

9. Jeon, C., Hong, C. K., Woo, K. I., Hong, S. D., Nam, D. H., Lee, J. I., ... & Kong, D. S. (2018). Endoscopic transorbital surgery for Meckel's cave and middle cranial fossa tumors: surgical technique and early results. *Journal of Neurosurgery*, *1*(aop), 1-10.

10. Eisenberg, M. B., Ossama, A. M., DeMonte, F., & Burson, G. T. (1999). Benign nonmeningeal tumors of the cavernous sinus. *Neurosurgery*, *44*(5), 949-954.

11. Ayşe Beliz Taşçıoğlu. Sinüs cavernosus'un anatomisi. Türk Nöroşirurji Dergisi. 2005;15(2):103-106.

12. Bedford, M. A. (1966). The "cavernous" sinus. *The British journal of ophthalmology*, *50*(1), 41.

13. Guiot, G., Rougerie, J., Fourestie, M., Fournier, C., Vulmière, C., & Groulx, R. (1963). Explorations endoscopiques intracrâniennes: une nouvelle technique endoscopique. *La Presse Med, Paris*, 1225-8.

14. Jankowski, R., Auque, J., Simon, C., Marchal, J. C., Hepner, H., & Wayoff, M. (1992). How I do it: head and neck and plastic surgery: endoscopic pituitary tumor surgery. *The Laryngoscope*, *102*(2), 198-202.

15. Jho, H. D. (2001). Endoscopic transsphenoidal surgery. *Journal of neuro-oncology*, *54*(2), 187-195.

16. Locatelli, D., Pozzi, F., Turri-Zanoni, M., Battaglia, P., Santi, L., Dallan, I., & Castelnuovo, P. (2016). Transorbital endoscopic approaches to the skull base: current concepts and future perspectives. *Journal of neurosurgical sciences*, *60*(4), 514-525.

17. Almeida, J. P., Ruiz-Trevino, A. S., Shetty, S. R., Omay, S. B., Anand, V. K., & Schwartz, T. H. (2017). Transorbital endoscopic approach for exposure of the sylvian fissure, middle cerebral artery and crural cistern: an anatomical study. *Acta neurochirurgica*, *159*(10), 1893-1907.

18. Di Somma, A., Cavallo, L. M., de Notaris, M., Solari, D., Topczewski, T. E., Bernal-Sprekelsen, M., ... & Cappabianca, P. (2017). Endoscopic endonasal medial-to-lateral and transorbital lateral-to-medial optic nerve decompression: an anatomical study with surgical implications. *Journal of neurosurgery*, *127*(1), 199-208.

19. De Rosa, A., Pineda, J., Cavallo, L. M., Di Somma, A., Romano, A., Topczewski, T. E., ... & Prats-Galino, A. (2019). Endoscopic endo-and extra-orbital corridors for spheno-orbital region: anatomic study with illustrative case. *Acta neurochirurgica*, 1-14.

20. Lin, B. J., Ju, D. T., Hsu, T. H., Chung, T. T., Liu, W. H., Hueng, D. Y., ... & Hung, H. C. (2019). Endoscopic transorbital approach to anterolateral skull base through inferior orbital fissure: a cadaveric study. *Acta neurochirurgica*, 1-11.

21. Zoia, C., Bongetta, D., & Gaetani, P. (2018). Endoscopic transorbital surgery for spheno-orbital lesions: how I do it. *Acta neurochirurgica*, *160*(6), 1231-1233.

22. Dallan, I., Sellari-Franceschini, S., Turri-Zanoni, M., de Notaris, M., Fiacchini, G., Fiorini, F. R., ... & Castelnuovo, P. (2017). Endoscopic transorbital superior eyelid approach for the management of selected spheno-orbital meningiomas: Preliminary experience. *Operative Neurosurgery*, *14*(3), 243-251.

23. Ziyal, İ. (2007). Cerrahi Nöroanatomi Disseksiyon Atlası. *Ankara: Hacettepe Üniversitesi*, 23-88.

24. Renn, W. H., & Rhoton, A. L. (1975). Microsurgical anatomy of the sellar region. *Journal of neurosurgery*, *43*(3), 288-298.

25. Harris, F. S., & Rhoton, A. L. (1976). Anatomy of the cavernous sinus: a microsurgical study. *Journal of neurosurgery*, *45*(2), 169-180.

26. Fernandez-Miranda, J. C., Zwagerman, N. T., Abhinav, K., Lieber, S., Wang, E. W., Snyderman, C. H., & Gardner, P. A. (2018). Cavernous

sinus compartments from the endoscopic endonasal approach: anatomical considerations and surgical relevance to adenoma surgery. *Journal of neurosurgery*, *129*(2), 430-441.

27. Ceylan, S., Anik, I., Cabuk, B., Caklili, M., & Anik, Y. (2019). Extension Pathways of Pituitary Adenomas with Cavernous Sinus Involvement and Its Surgical Approaches. *World neurosurgery*.

28. Rhoton, A. L. (2003). *Cranial anatomy and surgical approaches*(pp. 522-526). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

29. Yasuda, A., Campero, A., Martins, C., Rhoton Jr, A. L., de Oliveira, E., & Ribas, G. C. (2005). Microsurgical anatomy and approaches to the cavernous sinus. *Operative Neurosurgery*, *56*(suppl_1), 4-27.

30. Dallan, I., Castelnuovo, P., Locatelli, D., Turri-Zanoni, M., AlQahtani, A., Battaglia, P., ... & Sellari-Franceschini, S. (2015). Multiportal combined transorbital transnasal endoscopic approach for the management of selected skull base lesions: preliminary experience. *World neurosurgery*, *84*(1), 97-107.

31. Koppe, M., Gleizal, A., Orset, E., Bachelet, J. T., Jouanneau, E., & Rougeot, A. (2013). Superior eyelid crease approach for transobital neuroendoscopic surgery of the anterior cranial fossa. *Journal of Craniofacial Surgery*, *24*(5), 1616-1621.

32. Truong, H. Q., Lieber, S., Najera, E., Alves-Belo, J. T., Gardner, P. A., & Fernandez-Miranda, J. C. (2018). The medial wall of the cavernous sinus. Part 1: Surgical anatomy, ligaments, and surgical technique for its mobilization and/or resection. *Journal of neurosurgery*, *1*(aop), 1-9.

33. KARTAL, S. B. D. L. K., HASTANESİ, E. V. A., & BOZBUĞA, D. M. ANTERİOR SEREBRAL ARTER-ANTERİOR KOMÜNİKAN ARTER KOMPLEKSİ RADYOLOJİK, ANATOMİK VE KLİNİK DEĞERLENDİRMESİ.

34. BROWDER, J. (1937). Treatment of carotid artery-cavernous sinus fistula: report of a case. *Archives of Ophthalmology*, *18*(1), 95-102.

35. Kawase, T., van Loveren, H., Keller, J. T., & Tew, J. M. (1996). Meningeal architecture of the cavernous sinus: clinical and surgical implications. *Neurosurgery*, *39*(3), 527-535.

36. Krisht, A., Barnett, D. W., Barrow, D. L., & Bonner, G. (1994). The blood supply of the intracavernous cranial nerves: an anatomic study. *Neurosurgery*, *34*(2), 275-279.

37. Parkinson, D. (1964). Collateral circulation of cavernous carotid artery: anatomy. *Canadian journal of surgery. Journal canadien de chirurgie*, *7*, 251-268.

38. Parkinson, D. (1965). A surgical approach to the cavernous portion of the carotid artery: anatomical studies and case report. *Journal of neurosurgery*, *23*(5), 474-483.

39. Parkinson, D. (1987). Carotid cavernous fistula. History and anatomy. In *The cavernous sinus* (pp. 3-29). Springer, Vienna.

40. Cappabianca, P., Alfieri, A., & De Divitiis, E. (1998). Endoscopic endonasal transsphenoidal approach to the sella: towards functional endoscopic pituitary surgery (FEPS). *MIN-Minimally Invasive Neurosurgery*, *41*(02), 66-73.

41. Dusick, J. R., Esposito, F., Mattozo, C. A., Chaloner, C., McArthur, D. L., & Kelly, D. F. (2006). Endonasal transsphenoidal surgery: the patient's perspective—survey results from 259 patients. *Surgical neurology*, *65*(4), 332-341.

42. Frank, G., Pasquini, E., Farneti, G., Mazzatenta, D., Sciarretta, V., Grasso, V., & Fustini, M. F. (2006). The endoscopic versus the traditional approach in pituitary surgery. *Neuroendocrinology*, *83*(3-4), 240-248.