T.C.

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

PTERYGOPALATİN FOSSAYA ENDOSKOPİK TRANSORBİTAL TRANSKONJONKTİVAL YAKLAŞIM

(ANATOMİK KADAVRA ÇALIŞMASI)

DR. AYŞE UZUNER

BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

UZMANLIK TEZİ

2025

T.C.

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

PTERYGOPALATİN FOSSAYA ENDOSKOPİK TRANSORBİTAL TRANSKONJONKTİVAL YAKLAŞIM

(ANATOMİK KADAVRA ÇALIŞMASI)

DR. AYŞE UZUNER

BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ MELİH ÇAKLILI

ETİK KURUL ONAYI: GOKAEK 2024/13.17

2025

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
TEŞEKKÜR	**5**
KISALTMALAR	**7**
ŞEKİLLER DİZİNİ	**8**
TABLOLAR DİZİNİ	**9**
1.GİRİŞ VE AMAÇ	**10**
2.GENEL BİLGİLER	**12**
2.1.TARİHÇE	**12**
2.2.ANATOMİ	**13**
2.2.1. Orbita	**13**
2.2.2.İnferior Orbital Fissür	**13**
2.2.3.Maksiller Sinüs	**14**
2.2.4. Pterygopalatin Fossa	**15**
3.GEREÇ, YÖNTEM VE HAZIRLIK	**17**
3.1.CERRAHİ TEKNİK	**18**
3.1.1. Orbital Konjonktival Aşama	**18**
3.1.2. Orbitomaksiller Aşama	**20**
3.1.3.Pterygopalatin Aşama	**26**

4. BULGULAR **33**

5.TARTIŞMA **34**

6. SONUÇ VE ÖNERİLER **39**

7. ÖZET **40**

8. ABSTRACT **42**

9. KAYNAKLAR **44**

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca büyük emeği geçen, mesleki bilgi ve deneyimleri olduğu kadar hayat tecrübelerinden de yararlandığım, asistanı olmuş olmaktan onur duyduğum, bizlere yenilikçi olmayı öğreten, ufkumuzu genişleten ve hayatıma ölçülemez katkıları olan, kurucu anabilim dalı başkanımız, çok değerli hocam Prof. Dr. Savaş CEYLAN'a, güler yüzüyle neşesini ve sıcaklığını her zaman hissettiren, hayatın her alanında kendime rol model olarak aldığım, sevgili Prof. Dr. Süreyya Ceylan'a,

Asistanlık eğitimim boyunca özellikle kranial ve genel nöroşirurji alanında bilgi ve deneyimini paylaşan, her konuda hep yanımızda olan, desteğini her zaman hissettiğim, bizleri her zaman her konuda dinleyen ve yol gösteren, anabilim dalı başkanımız çok değerli hocam Prof. Dr. İhsan ANIK'a,

Özellikle spinal cerrahi alanında mesleki bilgi ve becerilerimin gelişmesinde emek sarf eden, hasta ve hastalıklara yaklaşım konusunda deneyimlerini bana aktaran, değerli hocam Prof. Dr. M. Konuralp İLBAY'a

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

Uzmanlık eğitimimde sorumluluk bilinci kazanmamda önemli katkıları olan, bütün sıkıntılarımda yanımda olan ve nöroşirurjiyen olarak yetişmemde bütün bilgi ve birikimini benimle paylaşan, her zaman çok destekleyici olan, değerli hocam Doç. Dr. Burak ÇABUK'a,

Spinal ve acil cerrahiler konusunda eğitimime ciddi katkıları olan, değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi M. Hamza GENÇ'e,

Asistanlığımın ilk günlerinde abim olarak tanıştığım, asistanlığımın ortasında ise öğretim görevlisi olarak aramıza katılan, hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, mesleki bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşarak bana çok büyük katkı sağlayan, tez danışmanım, değerli abim ve değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Melih ÇAKLILI'ya,

Bahçeşehir Üniversitesi Tıp Fakültesi Rhoton Anatomi Laboratuarı'nda bu tezin anatomik kısımlarının gerçekleştirilmesine katkı sağlayan Prof. Dr. Türker KILIÇ ve Prof. Dr. Akın AKAKIN'a,

Eğitimimiz sırasında her türlü zorluğu birlikte göğüslediğimiz, çalışkan ve özverili arkadaşlarım Dr. Ecem Cemre Ceylan Cinli, Dr. Sazak ATAYEV, Dr. Pınar YILDIRIM, Dr. Fatih SHATRI, Dr. Muharrem KARATAŞ, Dr. Buşra GÜNDÜZ, Dr. Barış KIZILAY, Dr. Sertaç AYYILDIZ, Dr. Orkun KIZILKAYA, Dr. Esra Betül SEMERCİ, Dr. Abdullah KOCA ve Dr. Amir Baghban'a,

Ameliyathane hemşirelerimiz Ülkü KALAY TAŞ, Zeynep YAMAN, Elif ERGÜN ve servis hemşirelerimizden Hanife BAYRAMPINAR olmak üzere, bütün servis ve ameliyathane hemşirelerimize ve servis personelimiz Elmas BEKTAŞ başta olmak üzere tüm görevli personellerimize,

Bu günlere gelmemde en büyük role sahip olan, tüm eğitim hayatım boyunca ve asistanlığımın başından sonuna her türlü desteği bana veren ve her koşulda yanımda olan, emeklerini hiçbir zaman ödeyemeyeceğim, en değerli varlıklarım, canım annem Zeynep UZUNER ve canım babam Galip UZUNER'e sonsuz teşekkür ederim.

Dr. Ayşe Uzuner

KISALTMALAR

PPF: Pterygopalatin fossa

İOF: İnferior orbital fissür

İOS: İnfraorbital sinir

FR: Foramen rotundum

BOS: Beyin omurilik sıvısı

ETO: Endoskopik transorbital

OSA: Orta serebral arter

CV V2: Trigeminal sinirin maksiller dalı

İMA: İnternal maksiller arter

PPG: Pterygopalatin ganglion

SS: Standart sapma

Min: Minimum

Max: Maksimum

mm: milimetre

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Tarsusun alt kenarının altından konjonktival insizyon yapılması. **18**

Şekil 2: A: Konjonktival diseksiyonun gerçekleştirilmesi. **B:** Subperiostal diseksiyonla inferior oblik kasının korunması ve İOS ile infraorbital arterin görülmesi. **C:** İnferior orbital kenarın ortaya çıkarılması, orbital tabanın subperiostal diseksiyonunu tamamlamak için posteriora doğru diseksiyon yapılması ve İOS ile infraorbital arterin tam olarak açığa çıkarılması. Kare: Orbita tabanı**,** Nokta: Üzeri periost ile kaplı İOS ile infraorbital arter**,** Yıldız: İnferior orbital kenar. **19**

Şekil 3: A: Orbitanın superiora doğru retrakte edilerek orbital tabanın altından geçen İOS ve infraorbital arterin tespit edilmesi ve üzerindeki kemiğin çıkarılması. **B:** Medialden laterale doğru başlayarak, İOS ve infraorbital arterin lateralindeki orbital tabanın çıkarılması ve korunmuş maksiller sinüs mukozasının izlenmesi. **C:** Maksiller sinüsün posterior ve lateral duvarlarına ulaşılması. **D:** Maksiller sinüsün postero-superior köşesinin (ters üçgen) çıkarılmasıyla, İOS mobilizasyonunun sağlanması ve **E:** Maksiller sinüse geniş bir giriş sağlanması. **F:** PPF'ye ulaşabilmek için maksiller sinüs posterior duvarından mukozanın sıyrılması. Nokta: İOS ve infraorbital arter, Yıldız: Maksiller sinüs mukozası, Üçgen: Maksiller sinüsün posterior duvarı, Kare: Maksiller sinüsün lateral duvarı. **21**

Şekil 4: A: Sol orbital tabanda ve **B:** Sol maksiller sinüs içinde infraorbital arterin İOS medialinde bulunması. **25**

Şekil 5: A: Posterior maksiller duvarın çıkarılması. **B:** 0° endoskop kullanılarak sol İOS'un pterigopalatin segmentinin (Segment III) ETO görünümü. Maksiller sinüsün arka duvarı çıkarıldıktan sonra, İOS'un (Segment II), FR'dan çıkarken PPF'ye kadar takip edilmesi, **C:** İnternal maksiller arter, pterigopalatin ganglion ve CN V2'yi içeren PPF'nin ortaya konulması, vidian sinir ve sfenopalatin arterin tanınması, **D, E ve F:** Büyük ve küçük palatin sinir, inen palatin arterin tanınması. CN V2: Maksiller Arter, İOS: İnfraorbital Sinir, İMA: İnternal Maksiller Arter, FR: Foramen Rotundum, PPG: Pterygopalatin Ganglion. **27**

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1: Ölçüm sonuçları. FR: Foramen Rotundum, İOS: İnfraorbital Sinir, CN V2: Maksiller Sinir, SS: Standart Sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum, mm: milimetre. **33**

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Pterygopalatine fossa (PPF), anteriorda maksiller sinüs, medialde palatin kemik, posteriorda pterygoid plate ve superiorda orta kranial fossa ile sınırlı, piramidal yapıda bir boşluktur. PPF, önemli nörovasküler yapıların geçiş koridoru görevi görmektedir, inferior orbital fissür (IOF) aracılığıyla orbitayla ve pterygomaksiller fissür aracılığıyla infratemporal fossa ile bağlantı kurarak birçok kritik kompartmanla ilişki içindedir. [1-3]

Özellikle perinöral infiltrasyon ve yayılım gösteren patolojilere ulaşabilmek açısından PPF ilgi çekici bir anatomik lokalizasyondur çünkü infraorbital sinirin (İOS) dalı ve maksiller sinirin foramen rotundum'a (FR) kadar olan kısmı orbitadan kraniyuma doğru takip edildiğinde bu bölgeye ulaşılır. [2]

Klasik olarak, PPF'ye anterior (Crockett) ya da lateral (Dingman) yaklaşımlar kullanılarak erişilebilir. Bu yaklaşımlar günümüzde iyi tanımlanmış ve standart hale gelmiştir. Cerraha mükemmel bir görüş ve erişim sağlamaktadır, fakat bazı cerrahi riskler taşımaktadır. [4-6] Bunlardan bazıları; geniş cilt insizyonları, geniş osteotomiler ve kritik nöromüsküler yapıların diseksiyonu sebebiyle oluşabilecek yaralanmalar ve komplikasyonlardır. [7-11] Bu riskler, malign patolojilerin rezeksiyonu için tolere edilebilir olsa da, benign patolojiler (beyin omurilik sıvısı (BOS) sızıntıları, menenjiyomlar vs.) veya daha az anatomik invazyon gösteren malign patolojiler için kabul edilebilir olmayabilirler. [12]

Bu zorluklardan kaçınmak ve riskleri en aza indirmek amacıyla PPF'ye alternatif cerrahi yaklaşımlar önerilmiştir. Anatomik ve klinik çalışmalar, transnazal endoskopik yaklaşım ve keyhole kraniyotomiler gibi minimal invaziv yaklaşımların rolünü değerlendirmiştir. [13-20]

Son yıllardaki gelişmeler, endoskopiyi geleneksel mikroskopik veya transkraniyal yaklaşımlara karşı uygulanabilir bir alternatif hâline getirmiştir. [21-23] Endoskopik yaklaşımlar ile, cerraha panoramik bir görüş sağlanmış, görüş açısı genişletilmiş ve yumuşak doku hasarı ve beyin retraksiyonu en aza indirilmiştir. Bu yaklaşım sayesinde elde edilen görselleştirme ve erişim, açık yaklaşımlara kıyasla daha az morbidite ile çeşitli

PPF lezyonlarının biyopsi ve rezeksiyonuna olanak tanımıştır. [24-26] Endonazal yaklaşımlar, morbiditeyi azaltmış olsa da, anterior kafa tabanı ile ilgili bazı limitasyonları bulunmaktadır. [23] Anterolateral kafa tabanına yönelik endoskopik yaklaşımlar, ventral kafa tabanı anatomisinin alışılmadık olması ve PPF'nin karmaşık anatomisi sebebiyle beyin cerrahları için zorludur. [27-29] Endoskopik endonazal yaklaşımlar, paramedian kafa tabanına ulaşmak için sinonazal traktı kullanır ve endoskopik endonazal transmaksiller transpterigoid yaklaşım en yaygın kullanılan yöntemdir. Ancak, kavernöz sinüs ve internal karotid arter yakınındaki geniş osteotomi ve diseksiyon, PPF içeriğinin diseksiyon sırasında yer değiştirmesi ve sınırlı bir cerrahi alana hakim olabilme, anterolateral kafa tabanına endonazal yaklaşım ile ulaşmadaki başlıca dezavantajlardır. [30-36] Bununla beraber, bu yaklaşımlarda da genellikle çeşitli derecelerde osteotomi ve orta düzeyde yumuşak doku diseksiyonu gereklidir. [7,18,24,25]

Endoskopik yaklaşımlar, geleneksel yaklaşımlara göre belirgin bir iyileşme sağlamakla birlikte, sadece insizyonel biyopsi gerektiren olgular için, daha hedefe yönelik ve daha az invaziv bir teknik olarak uygulanabilir. Son dönemde, çeşitli intrakraniyal lezyonların rezeksiyonunda ve BOS kaçaklarının onarımında endoskopik transorbital (ETO) yaklaşım uygulanmaktadır. [37-39] Bununla beraber, daha küçük insizyonlar kullanılarak PPF'ye doğrudan erişim sağlayan periorbital yaklaşımlar da tanımlanmıştır. [24-26] ETO transkonjonktival yaklaşım da bunlardan biridir.

Bu çalışmanın amacı, PPF'ye erişim için ETO transkonjonktival yaklaşımın anatomisini ve tekniğini tanımlamak, bu bölgedeki neoplastik, enflamatuar ya da inflamatuar patolojilerin güvenli bir şekilde eksize edilebilmesinin / bu patolojilerden biyopsi alınabilmesinin uygulanabilirliğini araştırmaktır. Ayrıca, bu bölgedeki yer kaplayıcı lezyonlar normal anatomiyi bozabileceğinden, operasyon sırasında güvenilir anatomik belirteçlere ihtiyaç vardır. Bu sebeple, çalışmada anatomik yapılar, ilişkileri ve diseksiyonlar adım adım açıklanmış, osteotomi ölçümleri ve bazı anatomik yapılar arası mesafeler ölçülmüş, tekniğin avantajları ve dezavantajları tartışılmıştır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1.TARİHÇE

Guiot ve ark. 1963 yılında, transsfenoidal mikroskopik cerrahi sırasında eksplorasyon amaçlı endoskop kullanımına başlamışlardır ve literatürde tanımlamışlardır. Fakat tanımlamada yetersiz kalınması sebebiyle başarısızlıkla sonuçlanmıştır. [40] Sella tursikaya yönelik ilk endoskopik transsfenoidal girişim 1992 yılında Jankowski ve ark. tarafından yapılmıştır. [41] Pür endoskopik endonazal transsfenoidal cerrahi ise 2001 yılında Jho tarafından gerçekleştirilmiş ve literatürde ayrıntılı olarak tanımlanmıştır. [42]

İlerleyen senelerde kafa tabanına yönelik endoskopik tekniklerin ve yaklaşımların gelişimi hızla devam etmiştir. Özellikle son dönemde ETO yaklaşımıyla temporal fossa, sylvian fissür, orta serebral artere (OSA) ulaşım yolları tariflenmiş ve sfenoorbital yerleşimli tümörler gibi kafa tabanı tümörlerinin eksizyonları literatürde tanımlanmıştır. [43-49]

İlk olarak 1924 yılında Bourguet tarafından kozmetik cerrahi için tanımlanan transkonjonktival insizyon yaklaşımı, geleneksel kraniofasiyal yaklaşımların risklerinden kaçınarak, anterior kraniyal fossadaki seçilmiş lezyonlara alternatif bir yaklaşım sağlamıştır. [50] Günümüzde intraorbital lezyonlar ve orbital kırıklar için kullanılan bu yaklaşımda, [51,52] konjonktivada yapılan bir insizyon kullanılır. Ayrıca, transkonjonktival yaklaşım endonazal endoskopi ile desteklenebilir, bu da anterior kafa tabanı lezyonlarına daha iyi erişim sağlar.

2.2.ANATOMİ

2.2.1. Orbita

Orbita; supraorbital, infraorbital, iç ve dış kemik sınırlara sahip, göz küresi ve yardımcı oluşumlarını içine alan ve koruyan, prizma şeklindeki boşluktur. Frontal, zigomatik, maksiller, sfenoid, etmoid, palatin ve lakrimal kemiklerden oluşmaktadır.

Orbita tavanı (üst duvar), orbital içeriği ön kranial fossadan ayırır. Anteromedial olarak şekli, frontal sinus tarafından oluşturulurken, anterolateralde lakrimal bezin orbital parçasının bulunduğu sığ bir lakrimal fossa tarafından oluşturulur. Üzerinde ise supraorbital damar ve sinirin çıktığı çentik bulunur. [53]

Orbita tabanı (alt duvar) orbitayı maksiller sinüsten (antrum) ayırır. İOS ve infraorbital damarların içine yerleştiği bir oluk İOF'de sonlanır.

Orbita medial duvarı orbitayı etmoid kemiğin hava hücrelerinden, sfenoid sinüsün ön kısmından ve burun boşluğundan ayırır.

Orbita lateral duvarı orbitayı önde temporal fossadan, arkada orta kranial fossadan ayırır.

Ekstraoküler kaslar, göz küresi, damarlar, sinirler ve üzeri bağ dokusu ile sarılı yağ dokusu, orbitayı dolduran yapılardır.

2.2.2.İnferior Orbital Fissür

Orbitanın lateral duvarı ve tabanı öne doğru birbiriyle birleşirken arkada İOF ile ayrışır ve bunun büyük bir kısmı sfenoid kemiğin büyük kanadı ile maksillanın orbita yüzeyi arasında yerleşmiştir. İOF, orbitayı pterigopalatin ve infratemporal fossalara bağlar.

Maksiller sinir (CN V2), İOF'tan geçerek pterigopalatin fossadan orbitaya girer ve İOS olarak devam eder. Ayrıca CN V2'nin diğer bir dalı olan zigomatik sinir de İOF'tan geçerek zigomatik foramene doğru devam eder. [53]

2.2.3.Maksiller Sinüs

Maksiller sinüs, piramit şeklinde bir boşluktur. Maksiller sinüsün ön duvarı, maksillanın yüzeyel kısmı tarafından oluşturulur. İç kısmı ise anterior superior alveolar sinir ve damarları barındıran canalis sinuosus tarafından oluklanmıştır. [54] Ön duvarda bulunan önemli yapılar, ince köpek çukuru (canine fossa), orta-superior bölgede bulunan İOF ve İOF'dür. [55,56]

Arka duvarı, maksillanın infratemporal yüzeyi oluşturmaktadır. Bu duvar, PPF'nin de ön sınırını oluşturur. [55]

Üst duvarı, kırılgan yapıya sahip ve üçgen şekilli orbital taban oluşturmaktadır ve içinden İOF geçer. [56] Sinüsün tavanı, orbital kenara doğru kalınlaşır. [57]

Maksiller sinüsün medial duvarı, sinüsü nazal kaviteden ayırır ve dikdörtgen şeklindedir. [56]

Maksiller sinüsün lateral apeksi, maksillanın zigomatik çıkıntısına doğru uzanır ve zigomatik kemiğe ulaşarak zigomatik resesi oluşturabilir. [54]

Sinüs tabanı ise, maksillanın alveolar ve palatin çıkıntıları tarafından oluşturulur ve nazal kavitenin altında yer alır. [54,55]

Maksiller sinüs, temel olarak maksiller arterin dalları tarafından beslenir, bu arterler posterior superior alveolar arter, infraorbital arter ve posterior lateral nazal arterlerdir. [58,59] Posterior superior alveolar arter, sinüsün medial duvarı boyunca ilerleyebilir. [59] Infraorbital arter, İOF boyunca, orbitanın altından ilerler ve maksillanın yüzeyindeki infraorbital foramen ile ayrılır. Posterior superior alveolar arter ve infraorbital arter, sinüsün anterolateral duvarı boyunca anastomoz yaparak, nazal bölgenin mukozasını besler. [58] Posterior lateral nazal arter, sfenopalatine arterden dallanır ve sfenopalatine forameni geçerek nazal kaviteye girer ve sinüsün medial duvarında bulunabilir. Anterior yönde ilerlerken, posterior lateral nazal arter dallanarak, sinüsün posterior ve medial duvarlarının beslenmesini sağlar. [59]

Maksiller sinüsün duyusal innervasyonunu, İOS ve CN V2'nin anterior, orta ve posterior superior alveolar dalları sağlar. [54] Çoğu duyusal innervasyon, posterior superior alveolar dalı tarafından sağlanır. [55] Anterior superior alveolar dalı, maksiller sinüsün anterior kısmını innerve ederken, orta superior alveolar dalı ise ikincil mukozal innervasyonu sağlar. Maksillanın ostiumu, greater palatine siniri tarafından innerve edilir, infundibulum ise anterior etmoidal dalı tarafından innerve edilir. Parasempatik sekretomotor lifler, pterygopalatine ganglionda sinaps yapar ve trigeminal duyusal dallar aracılığıyla sinüs mukozasına gider. [55]

2.2.4. Pterygopalatin Fossa

Maksilla, palatin ve sfenoid kemikler, PPF'nin sınırlarını oluşturur. Maksiller sinüsün arka duvarı, fossanın anterior sınırını oluştururken, palatin kemik ise fossanın tabanı ve anteromedial duvarını oluşturur. Sfenoid kemiğin sfenoid gövdesi ve palatin orbital çıkıntısı ise fossanın üst sınırını meydana getirir. Maksiller antrumun arka duvarı, fossanın ön sınırı oluşturur. Sfenoid kemiğin büyük kanadı ve pterygoid çıkıntısı ise posterior sınırı oluşturur. Medial sınır, palatin kemik ve nazal mukoperiost tarafından oluşturulmuştur. Temporalis kası, pterygomaksiller fissür yoluyla fossanın lateral sınırını oluşturur.

Önemli nörovasküler yapılar, foramina ve kanallar aracılığıyla PPF'den geçer. Sfenoid kemikte bulunan FR, PPF ile orta kranial fossayı birbirine bağlar. Pterygoid (Vidian) kanal ise PPF'yi foramen laserum yakınındaki orta kranial fossa ile bağlar. Palatovajinal kanal, sfenoid kemiğin vajinal çıkıntısı ile palatin sfenoidal çıkıntısı arasında kısa bir bağlantı olup, PPF'yi nazofarenks ile birleştirir. İOF, PPF'yi posterior orbitayla bağlar. Sfenopalatin foramen, fossanın medial kısmı boyunca nazal kaviteye erişim sağlar. Pterygomaksiller fissür, fossanın lateral kısmı boyunca PPF'yi infratemporal fossa ile bağlar. Büyük palatin (pterygopalatin) kanalı ise, PPY'yi oral kavite ile birleştirir. [60]

PPF'den aynı zamanda önemli nörovasküler yapılar geçmektedir. CN V2 ve parasempatik pterygopalatin (sfenopalatin) ganglion burada bulunmaktadır. Fossada ayrıca maksiller arterin terminal segmenti ve birkaç arter dalının başlangıcı bulunmaktadır. PPF, büyük ve derin petrozal sinir liflerini taşıyan Vidian sinirini (pterygoid kanal siniri) de barındırmaktadır. [60]

Maksiller arter, PPF içinde birkaç arter dalına ayrılır, bunlar posterior superior alveolar arter, inen palatin arter, pterygoid kanal arteri ve sfenopalatin arterlerdir. CN V2 ve Vidian siniri, PPF'nin arka duvarından girer. CN V2, FR'den geçerek PPF'ye girer ve burada zigomatik sinir ile onun zigomatikofasiyal ve zigomatikotemporal dallarını verir. CN V2 ayrıca, pterygopalatin gangliona (PPG) genel duyusal lifler taşıyan ve ganglionu fossada askıya alan iki pterygopalatin sinir dalı verir. CN V2, İOF yoluyla PPF'den çıkar ve İOS olarak devam eder. [60]

Vidian sinir, parasempatik lifleri büyük petrozal sinirden PPG'ye taşır ve pterygoid kanaldan derin petrozal sinirin sempatik lifleri ile birlikte geçer. Vidian sinir, PPG'de sonlanmaktadır. Büyük ve küçük palatin sinirler, PPG'den çıkar ve sırasıyla sert ve yumuşak damağı innerve etmek üzere büyük ve küçük palatin foraminalarından geçer. [60]

3.GEREÇ, YÖNTEM VE HAZIRLIK

Bu çalışma, Bahçeşehir Üniversitesi Tıp Fakültesi Rhoton Anatomi Laboratuarı'ndaki 5 formalinle fikse edilmiş, silikon enjekte edilmiş, insan kadavra başı kullanılarak ve bu kadavralardaki her iki orbita üzerinde 10 PPF'nin ETO transkonjonktival yaklaşımla incelenmesi ile yapılmıştır. Ayrıca, bilinen herhangi bir intrakraniyal, ekstrakraniyal veya sinonazal patolojisi olmayan bu kadavra başları endoskop ile incelenmiş ve kontrol edilmiştir. Çalışma için Proje No: GOKAEK 2024/13.17 ile Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır.

Anatomi laboratuarında donmuş halde muhafaza edilen bu 5 kadavranın 24 saat oda ısısında bekletilip çözülmesi sağlanmıştır. Çalışma süresince kadavralar, %10 formaldehit çözeltisi içinde muhafaza edilmiştir. Kadavra örnekleri, Mayfield baş tutucu kullanılarak supin pozisyonda fikse edilmiştir. Cerrahın karşısına endoskopi ünitesi yerleştirilmiştir.

Endoskopik diseksiyonlar, 0 derece açılı Olympus endoskop ve mikrocerrahi aletler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Görselleştirme için, (Karl Storz Endoscopy-America, Inc.) endoskopik ünite ve fiberoptik kabloya bağlı bir ışık kaynağı olan 18 cm uzunluğunda, 4 mm çapında, 0° Hopkins II rod lensli endoskop kullanılmıştır.

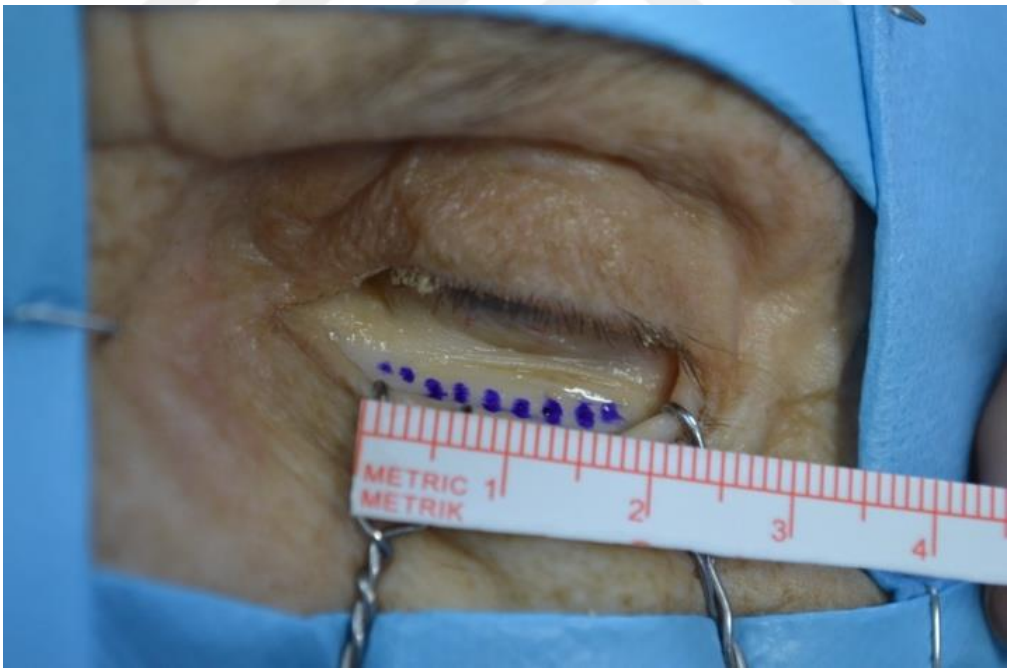
Ölçümler amacıyla İOS segmentler halinde incelenmiştir: bunlar orbital taban içindeki orbitomaksiller segment ve PPF içindeki pterygopalatine segmenttir. Ayrıca, infraorbital foramenin hemen üstündeki alt orbital kenardan FR'ye kadar olan mesafe, PPF'ye girmek için çıkarılan posterior maksiller duvarın minimum dikey ve yatay boyutları ölçülmüştür. Diseksiyonlar boyunca PPF'ye ETO transkonjonktival yaklaşım gerçekleştirilmiştir ve ölçümler kaydedilmiştir.

3.1.CERRAHİ TEKNİK

3.1.1. Orbital Konjonktival Aşama

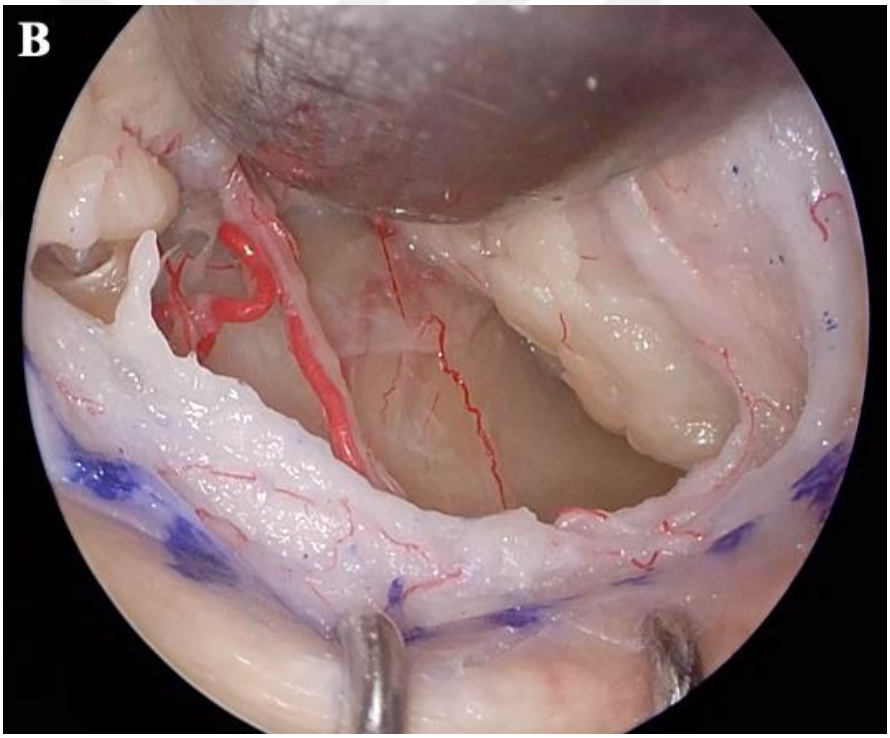
İnfraorbital bölgeye transkonjonktival bir yaklaşımla yaklaşık 2 cm'lik bir insizyon yapıldı, inferior orbital kenara ulaşıldı ve posteriora doğru subperiostal diseksiyon gerçekleştirildi. (Şekil 1 ve 2)

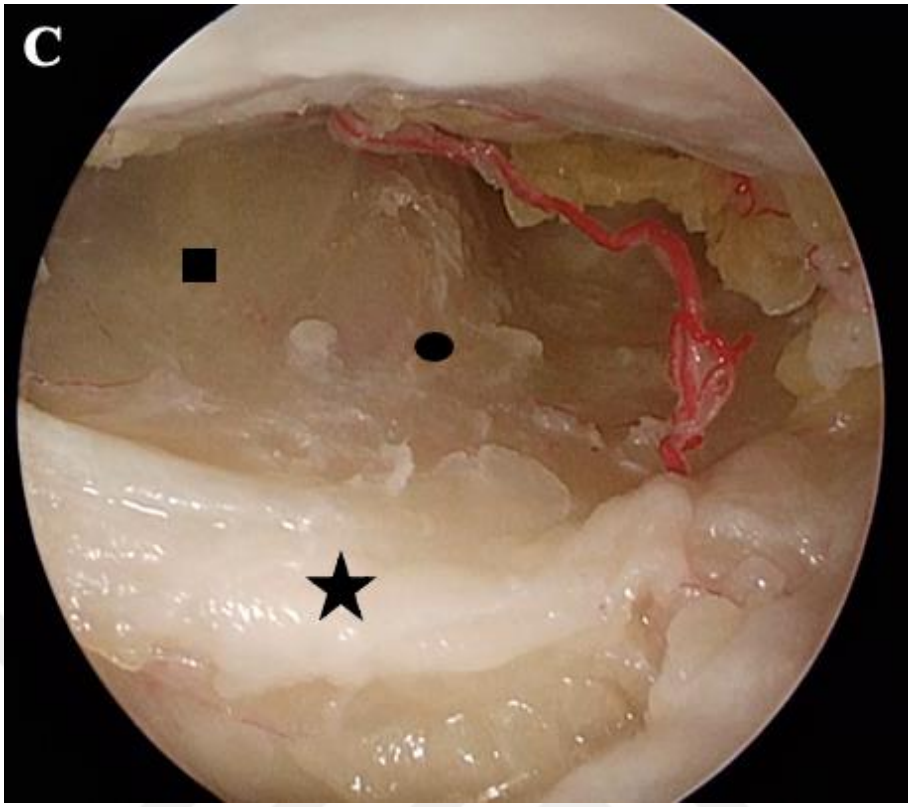
Subperiosteal diseksiyon sırasında inferior oblik kasını koruyabilmek önemlidir. İnferior oblik kası, diğer ekstraoküler kaslardan farklı olarak, ortak tendon halkasından değil, orbital tabanın anterior medial kenarından kaynaklanır ve lateral tarafta göz küresinin inferoposterior kısmına yapışır. Gözün abdüksiyonu, elevasyonu ve ekstorsiyonundan sorumludur ve intraoperatif hasar, göz hareketlerinde bozulma ve diplopi gibi komplikasyonlara yol açabilir. [61,62] Yaralanmaları önlemek için bu yaklaşımda, orbital tabanın subperiostal diseksiyonu dikkatli yapılmalıdır.



Şekil 1: Tarsusun alt kenarının altından konjonktival insizyon yapılması.


A


B



Şekil 2: A: Konjonktival diseksiyonun gerçekleştirilmesi. **B:** Subperiostal diseksiyonla inferior oblik kasının korunması ve İOS ile infraorbital arterin görülmesi. **C:** İnferior orbital kenarın ortaya çıkarılması, orbital tabanın subperiostal diseksiyonunu tamamlamak için posteriora doğru diseksiyon yapılması ve İOS ile infraorbital arterin tam olarak açığa çıkarılması. Kare: Orbita tabanı**,** Nokta: Üzeri periost ile kaplı İOS ile infraorbital arter**,** Yıldız: İnferior orbital kenar.

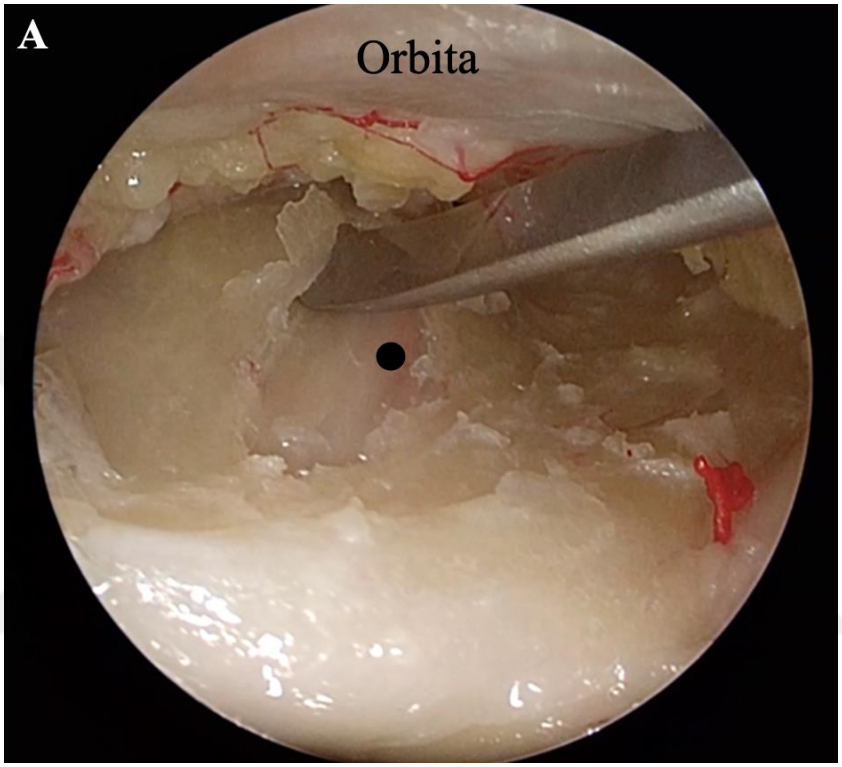
3.1.2. Orbitomaksiller Aşama

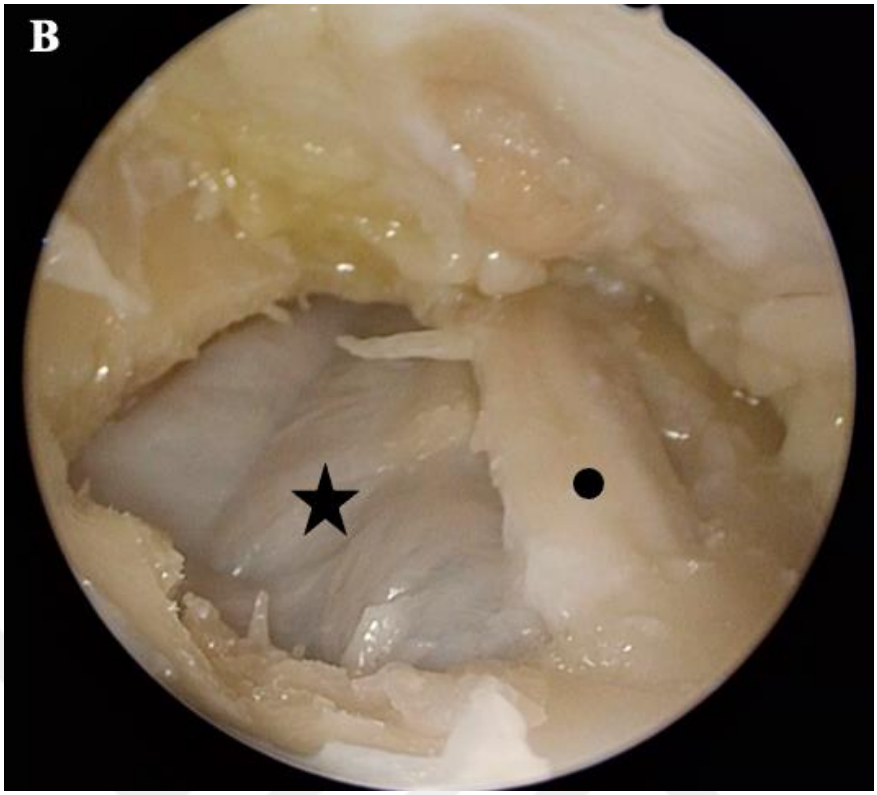
İOS, infraorbital kanaldan elevatör ve yuvarlak uçlu bir dissektör kullanılarak bir kırık oluşturularak ve kanalı örten kemiğin çıkarılmasıyla serbestleştirildi ve infraorbital tabanda, İOS'un hem medialinde hem de lateralinde posterior kompresyon ile osteotomi gerçekleştirildi. Bu sırada maksiller sinüs mukozası korundu. (Şekil 3-A ve B)

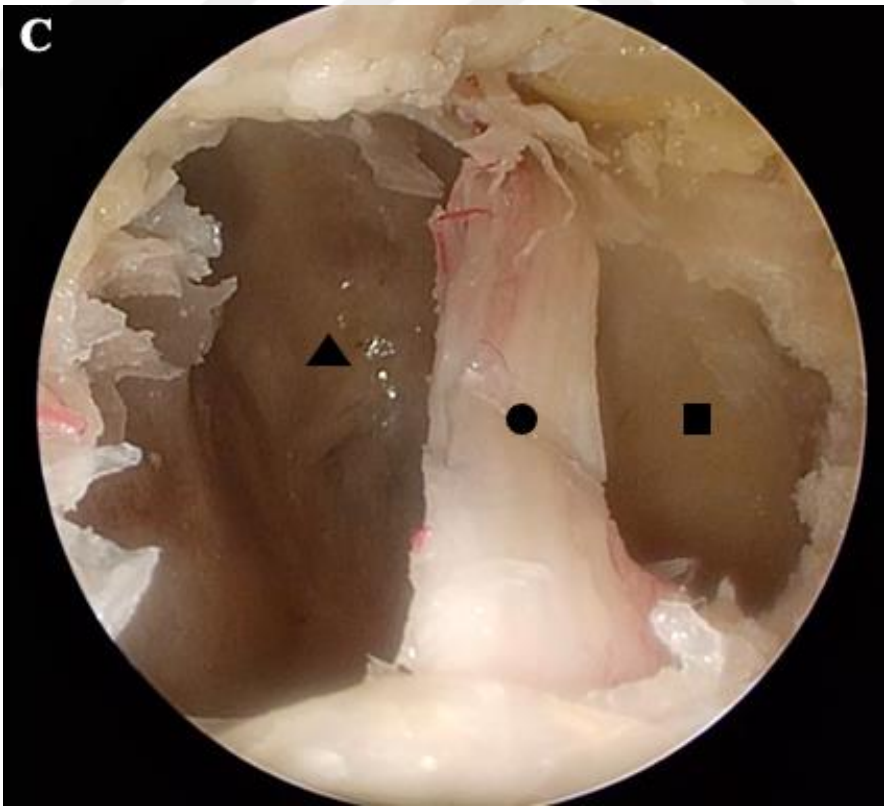
İOS'un orbitomaksiller segmenti ortaya çıkarıldı ve tanımlandı. [21] (Şekil 3-C)

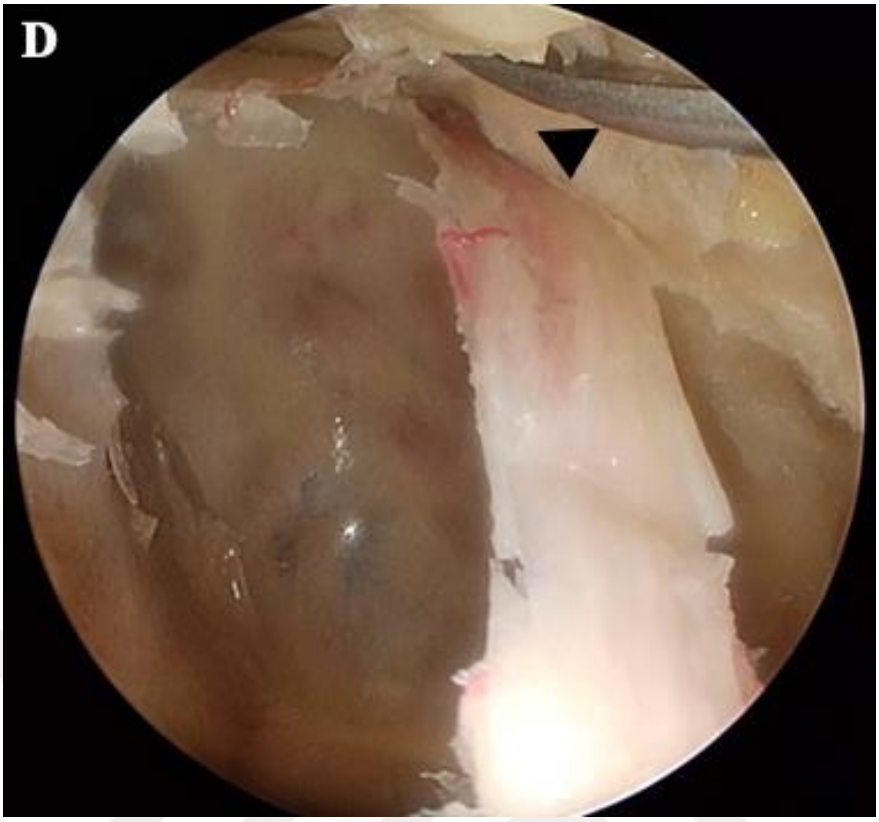
İOS'un orbitomaksiller segmenti, sinirin PPF'den çıkıp infraorbital oluk boyunca infraorbital kanaldan geçerek orbitaların altındaki anterior maksilla duvarının üst üçte

birlik kısmında, infraorbital foramen'de sonlandığı bölümdür. [21] Maksiller sinüs tavanındaki İOS, PPF'ye ulaşmak ve bu yapının diseksiyonu için önemli ve yol gösterici bir referans noktasıdır. İOS/CN V2 kompleksinin bu segmenti, kadavralarda maksiller sinüs tavanında tanımlanmıştır. Maksiller sinüs mukozasının çıkarılmasıyla, İOS'in tanımlanması daha da kolaylaşmaktadır. (Şekil 3-D, E ve F)

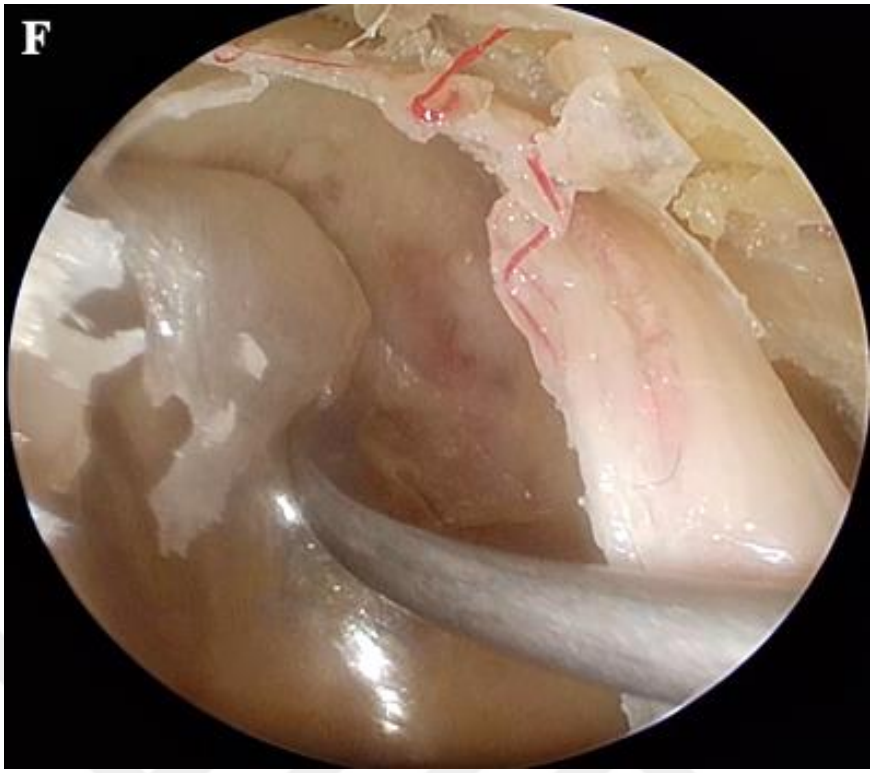



B


C

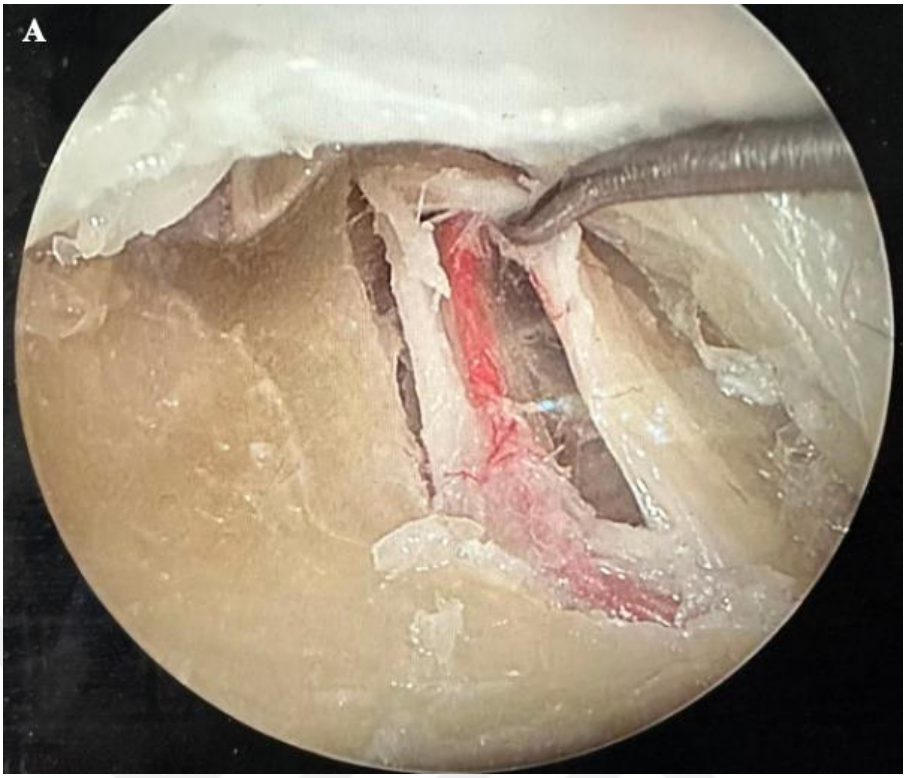

D

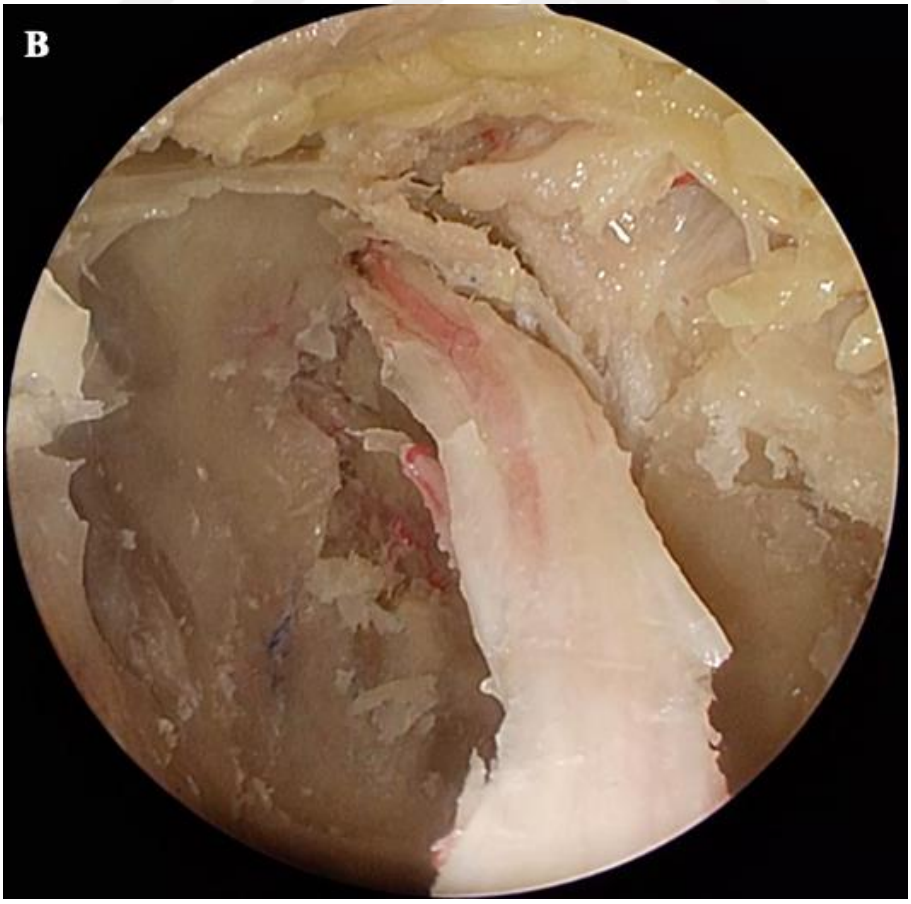

E



Şekil 3: A: Orbitanın superiora doğru retrakte edilerek orbital tabanın altından geçen İOS ve infraorbital arterin tespit edilmesi ve üzerindeki kemiğin çıkarılması. **B:** Medialden laterale doğru başlayarak, İOS ve infraorbital arterin lateralindeki orbital tabanın çıkarılması ve korunmuş maksiller sinüs mukozasının izlenmesi. **C:** Maksiller sinüsün posterior ve lateral duvarlarına ulaşılması. **D:** Maksiller sinüsün postero-superior köşesinin (ters üçgen) çıkarılmasıyla, İOS mobilizasyonunun sağlanması ve **E:** Maksiller sinüse geniş bir giriş sağlanması. **F:** PPF'ye ulaşabilmek için maksiller sinüs posterior duvarından mukozanın sıyrılması. Nokta: İOS ve infraorbital arter, Yıldız: Maksiller sinüs mukozası, Üçgen: Maksiller sinüsün posterior duvarı, Kare: Maksiller sinüsün lateral duvarı.

Infraorbital arter, internal maksiller arterin (İMA) lateral terminal dalıdır ve orbitomaksiller segment boyunca İOS'in medialinde bulunmaktadır ve İOS ile yakın ilişkilidir. [21,63] (Şekil 4-A ve B)


A


B

Şekil 4: A: Sol orbital tabanda ve **B:** Sol maksiller sinüs içinde infraorbital arterin İOS medialinde bulunması.

3.1.3.Pterygopalatin Aşama

Posterior maksiller duvar çıkarıldı. Bu kemik incedir ve Kerrison rongeur ile çıkarılabilir veya 15 derecelik eğimli bir elmas burr ile turlanabilir. Maksiller duvarın çıkarılması için minimum dikey ve yatay boyutlar ölçülmüştür. Sadece PPF'nin üst kısmı ortaya çıkarılarak pterygopalatine ganglion ve İMA çevresindeki diseksiyon en aza indirildi. Ancak, İMA varyantları ve PPF'deki yağ dokusu, İOS'un tanımlanmasını zorlaştırabilir. Bu sebeple yağ dokusu, dikkatlice diseke edilmelidir. [2]

Maksiller sinüsün tavanında İOS tanımlandıktan sonra maksiller sinüsün arka duvarı ve palatin kemiğin orbital çıkıntısı Kerrison rongör kullanılarak çıkarıldı, böylece PPF açığa çıkarıldı. Ardından, İOS'un medial tarafa doğru kıvrılarak CN V2 hâline gelmesi izlendi, PPF'de pterygopalatine ganglion tanımlandı ve FR'den birkaç milimetre önce CN V2'den pterygopalatine gangliona doğru yönelen dallar görüldü.

İOS'un pterygopalatine segmenti ortaya çıkarıldı ve tanımlandı. Bu segment, FR'den infraorbital oluğa kadar PPF'de yer alır ve superior orbital fissürün altındadır. Bu segment, İOS'un proksimal kısmını ve CN V2 gövdesinin distal kısmını içerir. [21]

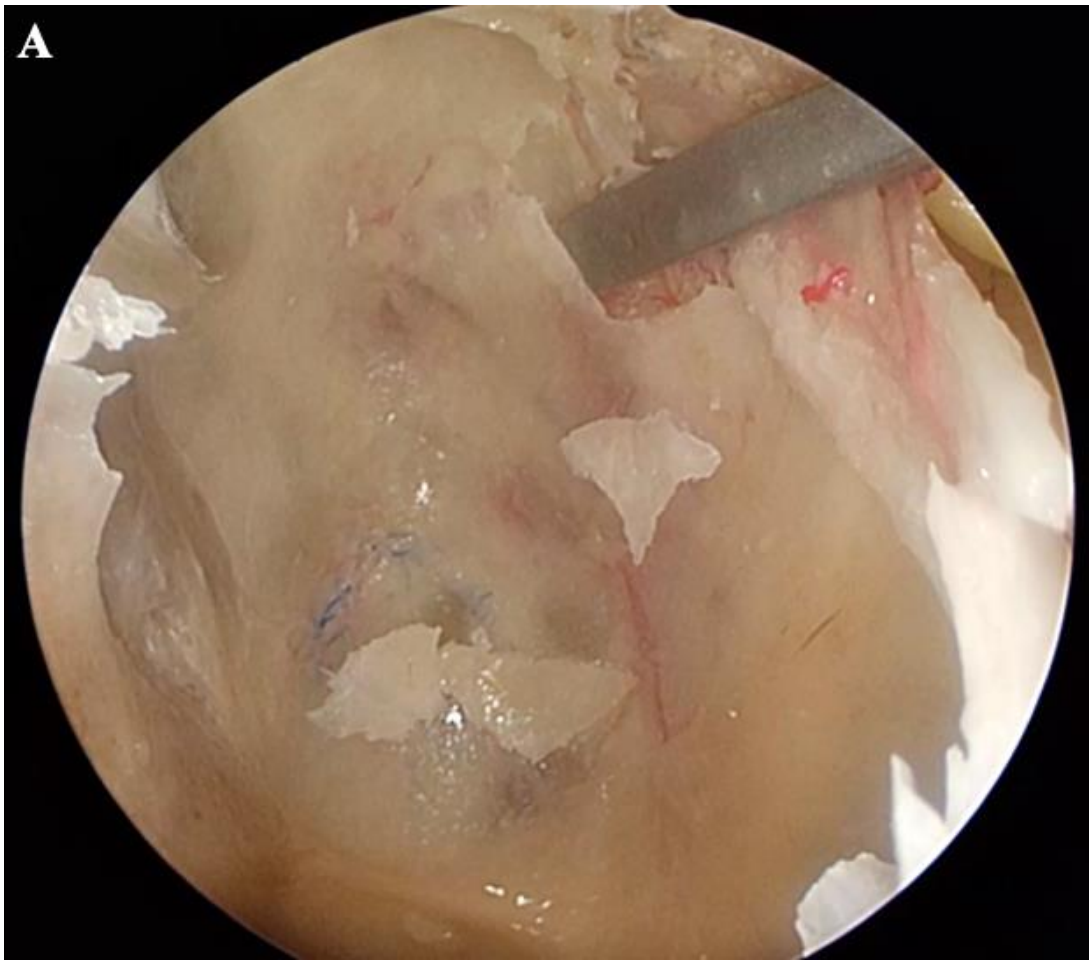
Maksiller sinirin pterigopalatin segmenti, CN V2 ve İOS'un PPF'deki sonlanması olarak tanımlanır. Bu segment, proksimalde FR'den başlar ve distalde infraorbital kanala kadar uzanır. Maksiller sinir, FR'den çıktıktan sonra pterigopalatin ganglionda pterigopalatin dalları oluşturur ve İOS olarak devam eder. [21]

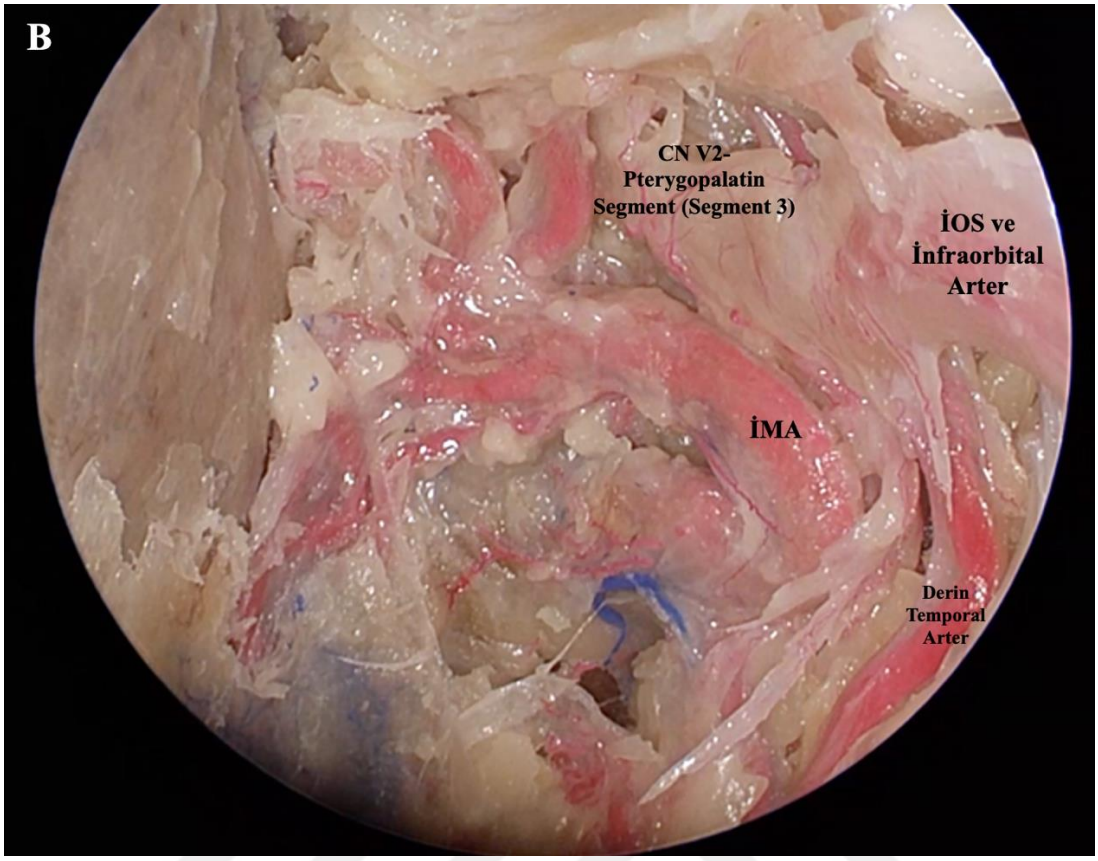
Endoskopik olarak bakıldığında, CN V2'den pterigopalatin ganglionlara uzanan dallar, İOS ile birleşerek CN V2'yi oluşturur.

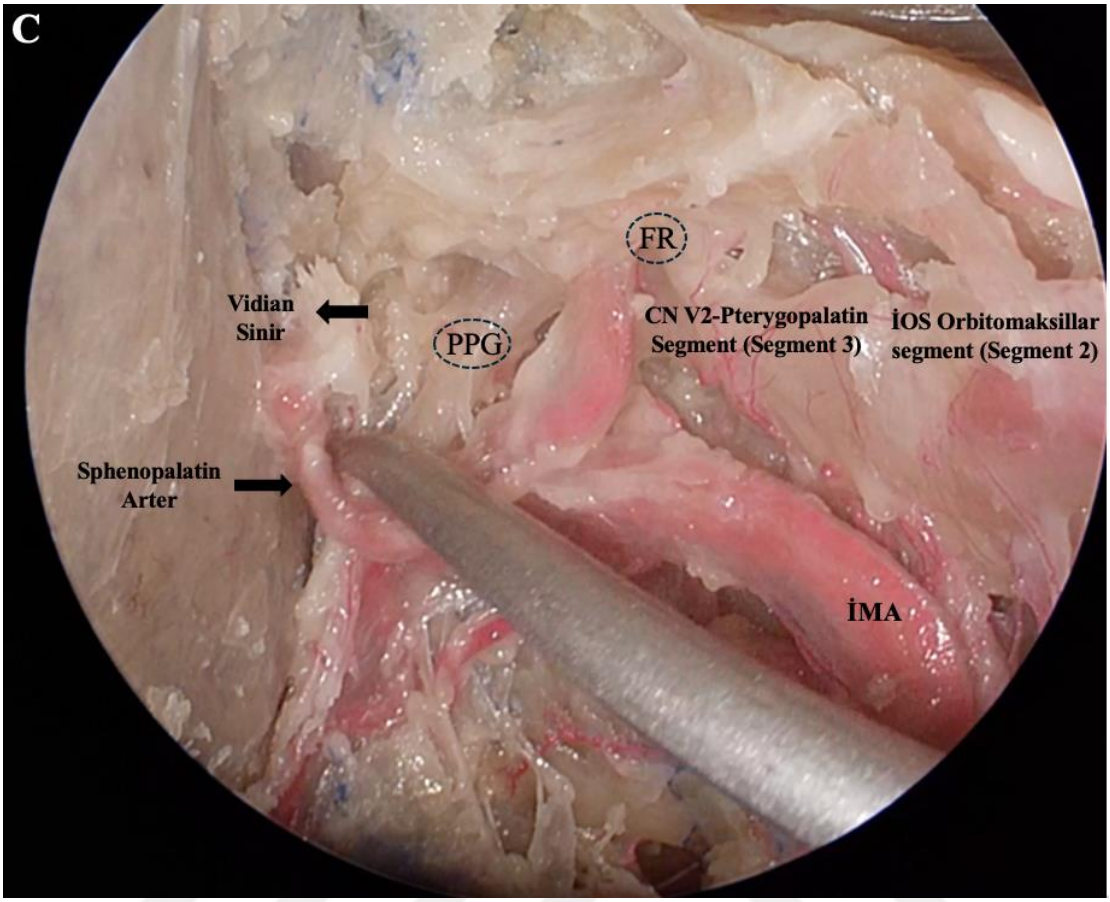
İOS, orbital tabandan PPF içinde aşağı doğru seyreder ve FR'ye doğru daha yatay bir düzleme geçer. FR, sfenoid kemik içinde parlak bir periosteum tabakası ile kaplı dairesel bir kanaldır.

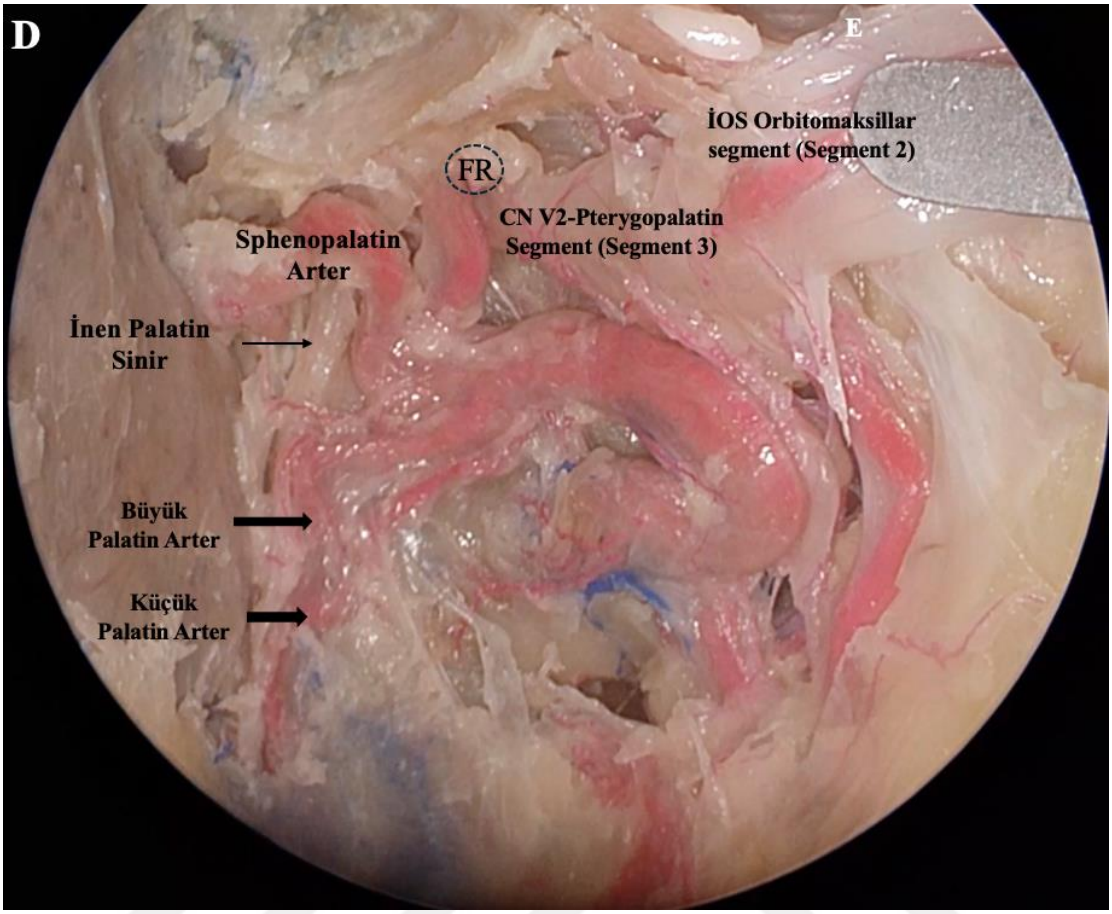
İOS/CN V2 kompleksinin PPF'de sonlanan kısmı, PPF'yi infratemporal fossadan ayırmak için faydalı bir cerrahi referans noktasıdır.

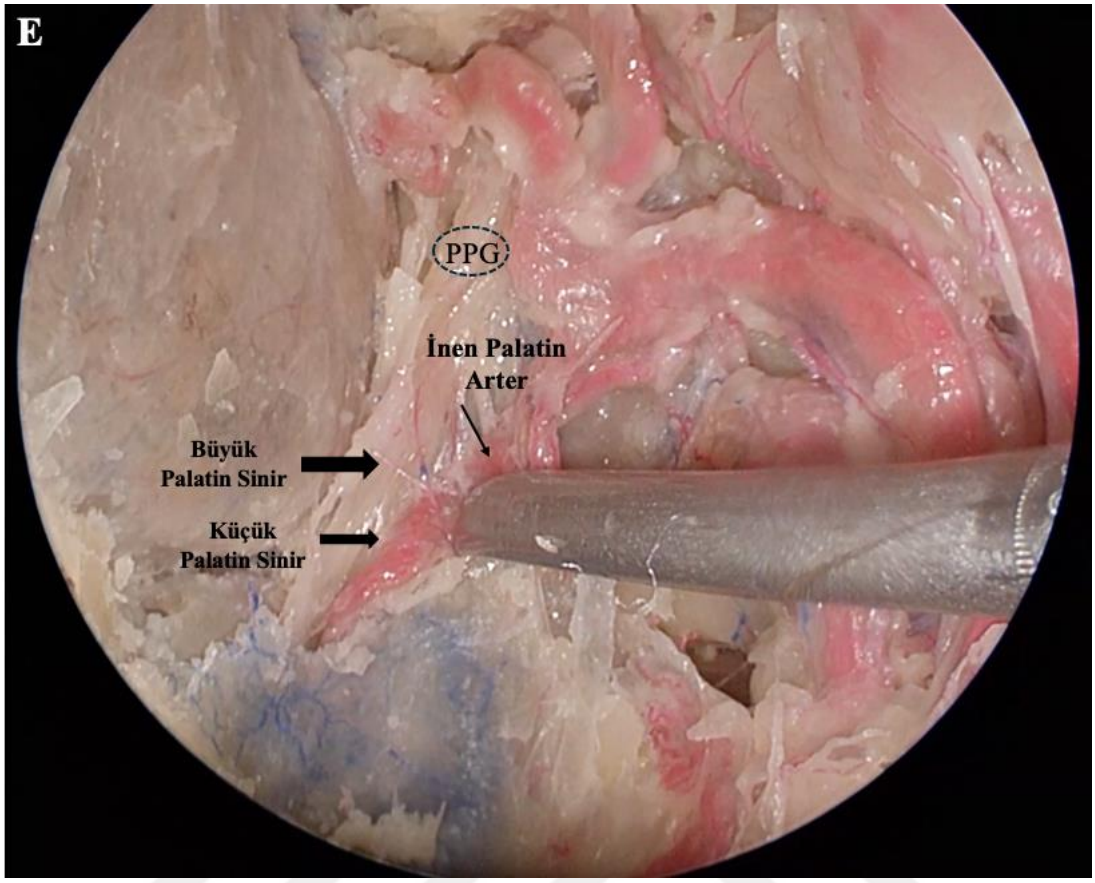
Anatomik yapılar Şekil 5'te gösterilmiştir.

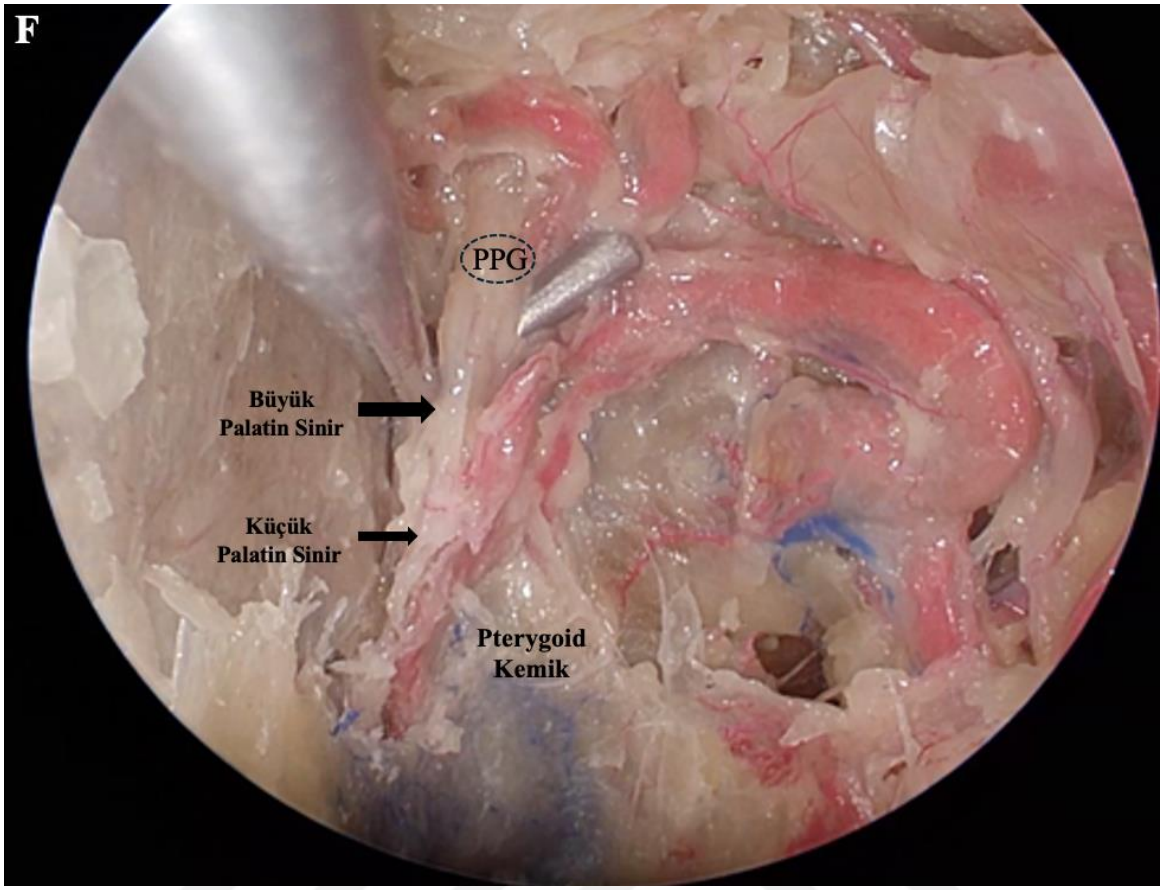



B
CN V2-
Pterygopalatin
Segment (Segment 3)
İOS ve
İnfraorbital
Arter
İMA
Derin
Temporal
Arter


C
FR
Vidian
Sinir
PPG
CN V2-Pterygopalatin
Segment (Segment 3)
İOS Orbitomaksillar
segment (Segment 2)
Sphenopalatin
Arter
İMA


D
E
İOS Orbitomaksillar segment (Segment 2)
FR
CN V2-Pterygopalatin Segment (Segment 3)
Sphenopalatin Arter
İnen Palatin Sinir
Büyük Palatin Arter
Küçük Palatin Arter


E
PPG
İnen Palatin Arter
Büyük Palatin Sinir
Küçük Palatin Sinir



Şekil 5: A: Posterior maksiller duvarın çıkarılması. **B:** 0° endoskop kullanılarak sol İOS'un pterigopalatin segmentinin (Segment III) ETO görünümü. Maksiller sinüsün arka duvarı çıkarıldıktan sonra, İOS'un (Segment II), FR'dan çıkarken PPF'ye kadar takip edilmesi, **C:** İnternal maksiller arter, pterigopalatin ganglion ve CN V2'yi içeren PPF'nin ortaya konulması, vidian sinir ve sfenopalatin arterin tanınması, **D, E ve F:** Büyük ve küçük palatin sinir, inen palatin arterin tanınması. CN V2: Maksiller Arter, İOS: İnfraorbital Sinir, İMA: İnternal Maksiller Arter, FR: Foramen Rotundum, PPG: Pterygopalatin Ganglion.

4. BULGULAR

Kadavraların 2 (%40) si kadın ve 3 (%60) ü erkekti, yaş aralığı 60 – 72 idi.

Bu ETO diseksiyonunda, alt orbital kenardan infraorbital kanalın distal ucuna (yüzeyden derine) kadar olan mesafe ölçülmüştür ve ortalama 21,8 ± 1,6 mm olarak bulunmuştur. İOS dalının ve CN V2'nin, alt orbital kenardan FR'ye kadar olan seyrinin uzunluğu ölçülmüştür. Alt orbital kenardan FR'ye kadar olan ortalama mesafe 47,3 ± 4,4 mm olarak hesaplanmıştır. PPF içinde CN V2 haline geçen İOS'a erişim sağlamak için çıkarılması gereken minimum posterior maksiller duvar miktarı, dikey olarak 12,7 ± 3,5 mm ve yatay olarak 11,9 ± 1,5 mm olarak kaydedilmiştir. Sonuçlar Tablo 1'de sunulmuştur.

Mesafe (n=10)	Ortalama ± SS (mm)	Min-Max (mm)
Alt orbital kenar-İnfraorbital kanalın distal ucu	21,8 ± 1,6	19-24
Alt orbital kenar-FR (İOS dalı ve CN V2 için)	47,3 ± 4,4	41-53
Çıkarılması gereken minimum posterior maksiller duvar miktarı-dikey	12,7 ± 3,5	8-17
Çıkarılması gereken minimum posterior maksiller duvar miktarı-yatay	11,9 ± 1,5	9-14

Tablo 1: Ölçüm sonuçları. FR: Foramen Rotundum, İOS: İnfraorbital Sinir, CN V2: Maksiller Sinir, SS: Standart Sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum, mm: milimetre.

5.TARTIŞMA

Günümüzde cerrahi alandaki gelişmeler daha yüksek rezeksiyon oranları ve daha düşük morbidite ve mortaliteyi hedefleyerek minimal invaziv yöntemlere yönelim şeklindedir. Fakat minimal invaziv girişimlerin sonuçlarının invaziv yöntemler kadar etkili olması gerekmektedir. Nöroşirurji alanında kullanılan endoskopik tekniğin ilerleyişi ile transkraniyal tekniklere kıyasla daha yüksek rezeksiyon oranları sağlanmaktadır ve bu teknik bazı avantajlar da sağlamıştır. Bunlar; daha düşük mortalite ve morbidite oranları, hastanın postoperatif dönemde daha çabuk mobilize olması, daha az hastanede kalış süresi gibi avantajlardır. [64,65] Endoskopik teknik geniş bir panoramik görüntü sağlayarak anatomiyi daha iyi ortaya koyar ve cerraha yakın ve geniş görüş açısı sağlayarak, nörovasküler yapılardan tümör diseksiyonunun daha güvenli yapılabilmesine olanak tanır. Bu avantajların yanında endoskopik tekniğin de dezavantajları bulunmaktadır. Bunlardan biri iki boyutlu görüş sağlaması ve cerrahların bu görüşe adaptasyon sürecinin gerekliliğidir. Aynı şekilde mikroskopik teknikte iki elle çalışılmasına karşın endoskopik teknikte çift elle çalışabilmek için ikinci bir cerraha ihtiyaç vardır. Bu sebeple, mikroskopik tekniğe alışkın nöroşirurjiyenler için bir adaptasyon süreci gereklidir ve bu adaptasyon zorlu bir süreçtir.

PPF; birçok karmaşık nörovasküler yapının bulunduğu bir anatomik lokalizasyondur ve inflamatuar ve neoplastik patolojilerin kafa tabanına yayılması için potansiyel bir yol görevi görmektedir. Ancak, bu bölgeye erişim geleneksel yaklaşımlarla zordur. Bu bölgeye yönelik cerrahi yaklaşımlar zaman içinde yüzeyel insizyonlardan, anterior ve posterior maksiller duvara erişim için sublabial trans-oral/antral insizyonlara ardından endoskopik endonazal tekniğe ve sonrasında ETO ya kadar geliştirilmiştir. [66]

Endoskop, derin kafa tabanı yapılarına erişim ve görselleştirme sorunlarını aşarak, PPF tümörlerinin biyopsisi ve çıkarılması için oldukça etkili ve çok daha az travmatik bir yöntem sunar. [20,31,67-71] PPF, maksiller sinüsün hemen arkasında ve komşuluğunda yer aldığı için, maksiller sinüs, erişim için bir güzergâh oluşturur. Bu yaklaşımda, İOS, maksiller sinüs tavanında bir referans noktası olarak kullanılır ve maksiller sinüsün arka duvarı çıkarılarak PPF'nin içeriği ortaya konulur. [31,71] Patolojinin konumuna bağlı olarak,

PPF'ye kademeli bir endoskopik endonazal yaklaşımın da uygulandığı çalışmalar mevcuttur.[2]

Ancak endonazal yaklaşımın da bazı dezavantajları vardır. Maksiller sinüs aracılığıyla PPF'ye doğrudan erişim sağlasa da, lateral nazal duvar mukozasının bozulması ve bu hastaların muhtemel postoperatif radyoterapi alması gerekliliği sebebiyle özellikle elverişsizdir.[16] PPF'ye erişim için tanımlanan diğer yaklaşımlar arasında sublabial transantral veya Caldwell-Luc yaklaşımı bulunur.[7,72,73] Bu yöntemler nazal mukozayı korusa da, maksiller sinüs drenajının bozulması, oro-antral fistül oluşumu, alveolar nekroz ve diş kaybı gibi dezavantajlara sahiptir.[66,67,71]

ETO cerrahi yaklaşımı yeni bir yaklaşım değildir[51] ve yapılan çalışmalarda bu yaklaşımla orbita çevresindeki birçok patolojiye ulaşılabileceği ve eksize edilebileceği gösterilmiştir.[2,3,46,48] Bu yaklaşımın PPF'ye erişimde kullanılabilmesinin önemli avantajları bulunmaktadır. Bu avantajlar, PPF'nin süperioruna doğrudan erişim sağlanabilmesi, yumuşak doku diseksiyonunun çok az olması, kritik nörovasküler yapıların geçilmesinden kaçınılması dolayısıyla komplikasyon riskinin az olması ve diğer yaklaşımlara kıyasla daha küçük osteotomi gerektirmesidir. Bu sebeple, transorbital yaklaşım, morbiditeyi ve postoperatif iyileşme süresini en aza indirirken, PPF'den biyopsi alınmasına olanak sağlamaktadır.[3] Fakat, hala bu tekniğin avantajları, dezavantajları, limitasyonları literatürdeki sınırlı sayıda çalışma sebebiyle tam olarak ortaya konulamamıştır. Bu sebeple yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

PPF'de ortaya çıkabilecek patolojiler enfektif, inflamatuar ve neoplastik hastalıklar gibi oldukça geniş bir yelpazeye sahiptir. Bu bölgenin lezyonları, doğrudan büyüme ve invazyonla ya da perinöral yayılım yoluyla ortaya çıkabilir. Schwannomaların rezeksiyonu, pleomorfik adenom, adenoid kistik karsinom ve ileri evre juvenil nazofaringeal anjiofibromlar gibi PPF dokularından biyopsi alınması için ETO yaklaşım tanımlanmıştır.[67,74] PPF, ayrıca bakteriyel veya fungal enfeksiyonlarda, çevre anatomik bölgelerle olan yakın ilişkisi sebebiyle bir yayılma yolu olarak görev alabilir.[1,75,76] Ayrıca, inflamatuar lezyonlar da PPF'yi etkileyebilir.

PPF'nin superior kısmını etkileyen patolojilerde, transorbital yol, alttaki pterygopalatine ganglion veya İMA'nın manipülasyonunu en aza indirebilir, çünkü bu yapılara, anatomik bir varyant olmadığı sürece, maruz kalınmaz veya bu yapılarla karşılaşılmaz. Bu nedenle, transorbital yaklaşım, superior PPF'ye erişim için nispeten kolay erişilebilir bir yaklaşım sunar. Laleva ve ark. [24], PPF'ye erişim için transorbital yaklaşımı tanımlamıştır. Ancak bu teknik, üst göz kapağındaki deri kıvrımı aracılığıyla bir insizyon yapılarak lateral orbitaya diseksiyon yapılmasını, ardından orta kranial fossa tabanının açılmasını ve CN V2 ile CN V3'ü ayıran kemiğin delinmesini, ardından PPF'ye girmek için FR'nin açılmasını içermektedir. Böyle bir yaklaşım, geniş bir yumuşak doku diseksiyonu ve sınırlı manüpülasyonla beyin parankiminin ekartasyonunu gerektirir. [2]

Transnazal endoskopik ve periorbital yaklaşımlar, geleneksel tekniklere kıyasla morbiditeyi azaltmaktadır fakat, yine de cilt kesileri, geniş maksillektomiler ve/veya septektomiler gerektirebilir. [7,18-20,24-26] ETO transkonjonktival yaklaşım ise, belirli seçilmiş vakalarda önemli avantajlar sağlayabilen alternatif bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir. Bu yaklaşımda, ciltte iz bırakmayan küçük bir konjonktival insizyon kullanılmıştır. Ardından, subperiosteal diseksiyonla, normal yumuşak dokuların minimal manipülasyonu sağlanmıştır. İnfraorbital tabanda küçük bir kemik osteotomisi yapılmıştır ve periorbita sağlam kaldığı sürece orbital hacim korunarak rekonstrüksiyona gerek kalmaz. [77] Ayrıca, bu yaklaşım cerrahi süreyi kısalmaktadır; ve diğer tıbbi komorbiditeleri olan hastalarda önemli katkı sağlamaktadır. Son olarak, bu yaklaşım, diğer yaklaşımlara kıyasla PPF'nin üst-lateral kısmına daha iyi erişim sağlayabilir. [3]

Cerrahi açıdan önemli intraoperatif anatomik landmarklar, anterior kafa tabanında karşılaşılan karmaşık bölgesel anatomi ve alışılmadık ventral endoskopik perspektif nedeniyle çok faydalıdır. [33,78,79] Bu çalışmada, ETO sırasında maksiller sinüse girildiğinde, İOS'un (orbitomaksiller segment) maksiller sinüsün ince üst duvarından hemen görülebilir olduğu ve FR, PPF ve anterolateral kafa tabanına giden güvenilir bir yol haritası olarak İOS/CN V2 kompleksinin anatomisinin önemli olduğu gösterilmiştir.

Retromaksiller boşluğun diseksiyonu sırasında İOS/CN V2'nin bir referans noktası olarak kullanılması, PPF'nin içeriğinin, CN V2'nin, İMA'nın ve FR'nin daha kolay

tanınmasını sağlamıştır. Bulgularımız, İOS'un cerrahi açıdan faydalı bir landmark olabileceğini, çünkü cerrahi yaklaşımın erken döneminde kolayca tanımlanabildiğini ve ETO sırasında ilgili diğer nörovasküler yapılarla güvenilir bir ilişki gösterdiğini ortaya koymuştur.

Bu yaklaşımda, orbital ya da nörolojik komplikasyonlar meydana gelebilir. Periorbital bölgede periost zayıf bir tabaka olarak bulunduğundan kolaylıkla parçalanabilir bu sebeple mümkün olduğunca nazik diseksiyon yapılmalıdır ve glob çevresi bütünlüğü korunmalıdır. Nörolojik komplikasyonlar ise, İOS, pterigopalatine ganglion ve CN V2 hasarıdır, bu da yüz felci veya kseroftalmiye yol açabilir. [80] Diseksiyon sırasında perinöral kılıfın korunması, bu yapıya kazara zarar verilmesini önleyebilir. Erken İOS tanımlanması, cerrahın PPF anatomisini daha iyi belirlemesine olanak tanıyacağı ve bu potansiyel komplikasyonları sınırlayacağı için önemlidir.

Komplikasyon oranlarının düşük seyretmesinde en önemli etkenler tabii ki bölge anatomisinin iyi bilinmesi ve ETO teknikte deneyim kazanmaktır. Bölge anatomisinin iyi bilinmesi için yeni çalışmalar gerçekleştirilmelidir. Böylece hem normal anatomi hem de varyasyonlar ortaya konulacaktır.

Her teknikte olduğu gibi ETO teknikte de alışma süreci gerekmektedir. Bu yeni anatomik çalışmaların avantajı, klinik olarak uygulanacak ETO yaklaşım için deneyim kazanmaktır.

Bu yaklaşımın da bazı limitasyonları bulunmaktadır. In vivo uygulanabilirlik henüz incelenememiştir ve diseksiyon sırasında göz küresininin manüpülasyonu kadavrada daha kolay olabilir. Ayrıca, bu yaklaşımın sağladığı görüş alanı ve manevra kabiliyeti, hızlı kanama riski olan patolojileri güvenli bir şekilde rezeke edebilmek için yetersiz olabilir. PPF'nin inferior kısmında yerleşen lezyonların optimal şekilde görüntülenebilmesi ve bu lezyonlara erişilebilmesi zor olabilir. Transnazal prelakrimal yaklaşım veya endoskopik Denker yaklaşımı, PPF ve infratemporal fossanın yeterli şekilde açığa çıkarılmasını sağlayan iki tekniktir ve cerraha geniş bir manüpülasyon alanı sağlamaktadır. [81] ETO yaklaşımın bu kadar fazla cerrahi özgürlük sağlaması beklenmez. ETO yaklaşım, geleneksel olarak erişilmesi zor olan bu anatomik bölgeye daha az invaziv bir alternatif

sunmaktadır fakat, eksizyonel biyopsi gerektiren patolojiler yalnızca bu yaklaşımla yeterince yönetilemez. Bu nedenle, cerrahi vakaların dikkatli seçimi kritik öneme sahiptir. Bu teknik, daha geleneksel yöntemlerin yerine geçecek bir yaklaşım olarak görülmese de, seçilmiş vakalar için faydalı ve daha az morbiditeye sahip bir alternatiftir. Ayrıca, özellikle PPF'nin üst-lateral kısmına daha iyi erişim ve görselleştirme sağlamak için multidisipliner bir ortamda kullanım potansiyeline sahiptir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, PPF'ye ulaşım için ETO transkonjonktival yöntemin seçilmiş vakalarda diğer tekniklere alternatif bir yaklaşım olabileceği gösterilmiştir. 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. Çalışmada, ETO transkonjonktival yaklaşım ile PPF anatomisini ve bölgeye ulaşım için çevre anatomik yapılar incelenmiştir. Bu yapılara yönelik basit, cerrahi açıdan ilgili bir yol haritası geliştirmek amacıyla kadaverik diseksiyon çalışması yapılmıştır. Bulgularımız, İOS'un cerrahi maruziyetin erken aşamalarında kolay tanımlanabilen ve PPF'ye kadar izlenebilen bir landmark olduğunu göstermiştir.

Literatürde konu hakkında anatomik ve klinik çalışma sayısının az olması sebebiyle özellikle anatomik kadavra çalışmalarının yeni ve geniş serilerine, anatomik varyasyonlar konusunda daha detaylı bilgilere sahip olabilmek için ihtiyaç bulunmaktadır.

Bu anatomik kadavra çalışmasında PPF'ye ulaşım için ETO transkonjonktival yöntem uygulanıp dökümente edilmiş, avantajları, dezavantajları, uygulanabilirliği ve limitasyonları tartışılmıştır.

7. ÖZET

PTERYGOPALATİN FOSSAYA ENDOSKOPİK TRANSORBİTAL TRANSKONJONKTİVAL YAKLAŞIM (ANATOMİK KADAVRA ÇALIŞMASI)

Giriş ve amaç: Bu çalışmada, pterigopalatin fossa'ya(PPF) ulaşmak için endoskopik transorbital(ETO) transkonjonktival yaklaşımı anatomik olarak tanımlamak amaçlanmıştır.

Gereç ve yöntem: Bu çalışma,Bahçeşehir Üniversitesi Tıp Fakültesi Rhoton Anatomi Laboratuarı'ndaki 5 formalinle fikse edilmiş, silikon enjekte edilmiş, insan kadavra başı kullanılarak ve bu kadavralardaki her iki orbita üzerinde 10 PPF'nin ETO transkonjonktival yaklaşımla incelenmesi ile yapılmıştır. Endoskopik diseksiyon 0 derece açılı Olympus endoskop ile görüntülenerek, fiberoptik kablo, ışık kaynağı ve kamera sistemi ile dijital video kayıt sistemi ile kaydedilmiştir.

Bulgular: Cerrahi teknik üç adımdan oluşmaktaydı:1.Orbital konjonktival aşamada, infraorbital bölgeye transkonjonktival bir yaklaşımla insizyon yapıldı ve posteriora doğru subperiostal diseksiyon gerçekleştirildi.2.Orbitomaksiller aşamada, infraorbital tabanda posterior kompresyon ile osteotomi gerçekleştirildi, İOS'un orbitomaksiller segmenti ortaya çıkarıldı ve maksiller sinüse giriş sağlandı.3.Pterygopalatine aşamada, posterior maksiller duvar çıkarıldı, böylece PPF açığa çıkarıldı. İOS'un pterygopalatine segmenti ortaya çıkarıldı ve bölgedeki diğer anatomik yapılar tanımlandı. Alt orbital kenardan infraorbital kanalın distal ucuna(yüzeyden derine) kadar olan mesafe ölçüldü ve ortalama 21,8±1,6 mm olarak bulundu. İOS dalının ve CN V2'nin, alt orbital kenardan FR'ye kadar olan seyrinin uzunluğu ortalama 47,3±4,4 mm olarak hesaplandı. PPF içinde CN V2 haline geçen İOS'a erişim sağlamak için çıkarılması gereken minimum posterior maksiller duvar miktarı, dikey olarak 12,7±3,5 mm ve yatay olarak 11,9±1,5 mm olarak kaydedildi.

Sonuç:PPF'ye ulaşım için ETO transkonjonktival yöntemin seçilmiş vakalarda diğer tekniklere alternatif bir yaklaşım olabileceği gösterilmiştir. Diğer tekniklere göre komplikasyon riskinin daha az olması, daha kolay bir yaklaşım olarak düşünülmesi en büyük avantajlarıdır. Literatürde konu hakkında anatomik ve klinik çalışma sayısının az olması sebebiyle özellikle anatomik kadavra çalışmalarının yeni ve geniş serilerine ihtiyaç bulunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Transorbital, pterygopalatin fossa, transkonjonktival, infraorbital sinir, endoskopik transorbital yaklaşım

8. ABSTRACT

ENDOSCOPIC TRANSORBITAL TRANSCONJUNCTIVAL APPROACH TO THE PTERYGOPALATINE FOSSA (ANATOMICAL CADAVER STUDY)

Introduction and purpose: This study aimed to anatomically define the endoscopic transorbital (ETO) transconjunctival approach to access the pterygopalatine fossa (PPF).

Materials and methods: This study was conducted using 5 formalin-fixed, silicone-injected human cadaver heads at the Bahçeşehir University Faculty of Medicine Rhoton Anatomy Laboratory. A total of 10 PPFs on both orbits of these cadavers were examined using the ETO transconjunctival approach. Endoscopic dissections were performed using a 0-degree Olympus endoscope, recorded with a fiberoptic cable, light source, camera system, and a digital video recording system.

Results: The surgical technique consisted of three steps:1.Orbital Conjunctival Stage:An incision was made in the infraorbital region through a transconjunctival approach, followed by subperiosteal dissection extending posteriorly.2.Orbitomaxillary Stage:Osteotomy was performed with posterior compression on the infraorbital floor, revealing the orbitomaxillary segment of the inferior orbital fissure (IOF) and allowing entry into the maxillary sinus.3.Pterygopalatine Stage:The posterior maxillary wall was removed, exposing the PPF. The pterygopalatine segment of the IOF was revealed, and other anatomical structures in the region were identified. The distance from the inferior orbital rim to the distal end of the infraorbital canal (surface to depth) was measured as an average of 21.8 ± 1.6 mm. The course of the IOF branch and CN V2 from the inferior orbital rim to the foramen rotundum (FR) was calculated as an average of 47.3 ± 4.4 mm. The minimum amount of posterior maxillary wall that needed to be removed to access the IOF transitioning to CN V2 within the PPF was recorded as 12.7 ± 3.5 mm vertically and 11.9 ± 1.5 mm horizontally.

Conclusion: The ETO transconjunctival method has been shown to be an alternative approach to other techniques in selected cases for accessing the PPF. Its major advantages include a lower risk of complications and a more straightforward approach compared to

other methods. Due to the limited number of anatomical and clinical studies in the literature on this topic, there is a particular need for new and extensive anatomical cadaver series.

Keywords: Transorbital, pterygopalatine fossa, transconjunctival, infraorbital nerve, endoscopic transorbital approach

9. KAYNAKLAR

1- Tashi S, Purohit BS, Becker M, Mundada P. The pterygopalatine fossa: imaging anatomy, communications, and pathology revisited. Insights Imaging. 2016 Aug;7(4):589-99. doi: 10.1007/s13244-016-0498-1. Epub 2016 May 26. PMID: 27230518; PMCID: PMC4956626.

2- Tong JY, Sung J, Chan W, Valentine R, Psaltis AJ, Selva D. Transorbital Endoscopic Approach to the Foramen Rotundum for Infraorbital Nerve Stripping. Ophthalmic Plast Reconstr Surg. 2024 May-Jun 01;40(3):321-325. doi: 10.1097/IOP.0000000000002575. Epub 2024 Jan 12. PMID: 38215465.

3- Osias EA, Roelofs KA, Leibowitz S, Goldberg RA, Rootman DB. Transorbital Endoscopic Approach to the Pterygopalatine Fossa: A Less Invasive Alternative to Traditional Access. Ophthalmic Plast Reconstr Surg. 2024 Mar-Apr 01;40(2):223-226. doi: 10.1097/IOP.0000000000002546. Epub 2023 Nov 23. PMID: 37995150.

4- Câmara B, Fava A, Matano F, Okano A, Ronconi D, Silva Costa B, Gadelha Figueiredo E, Chassoux F, Devaux B, Froelich S. Transuncal Selective Amygdalohippocampectomy by an Inferolateral Preseptal Endoscopic Approach Through Inferior Eyelid Conjunctival Incision: An Anatomic Study. Oper Neurosurg (Hagerstown). 2023 Aug 1;25(2):199-208. doi: 10.1227/ons.0000000000000728. Epub 2023 May 3. PMID: 37133253.

5- Gooneratne IK, Mannan S, de Tisi J, Gonzalez JC, McEvoy AW, Miserocchi A, Diehl B, Wehner T, Bell GS, Sander JW, Duncan JS. Somatic complications of epilepsy surgery over 25 years at a single center. Epilepsy Res. 2017 May;132:70-77. doi: 10.1016/j.eplepsyres.2017.02.016. Epub 2017 Mar 1. PMID: 28324680.

6- Hader WJ, Tellez-Zenteno J, Metcalfe A, Hernandez-Ronquillo L, Wiebe S, Kwon CS, Jette N. Complications of epilepsy surgery: a systematic review of focal surgical

resections and invasive EEG monitoring. Epilepsia. 2013 May;54(5):840-7. doi: 10.1111/epi.12161. Epub 2013 Apr 3. PMID: 23551133.

7- Uehara M, Tominaga K, Asahina I. Surgical approach to the pterygopalatine fossa-comparison between anterior approach and lateral approach. J Craniofac Surg. 2013 Mar;24(2):536-9. doi: 10.1097/SCS.0b013e3182646b44. PMID: 23524736.

8- Spencer S, Huh L. Outcomes of epilepsy surgery in adults and children. Lancet Neurol. 2008 Jun;7(6):525-37. doi: 10.1016/S1474-4422(08)70109-1. PMID: 18485316.

9- FALCONER MA, WILSON JL. Visual field changes following anterior temporal lobectomy: their significance in relation to Meyer's loop of the optic radiation. Brain. 1958 Mar;81(1):1-14. doi: 10.1093/brain/81.1.1. PMID: 13523001.

10- Párraga RG, Ribas GC, Welling LC, Alves RV, de Oliveira E. Microsurgical anatomy of the optic radiation and related fibers in 3-dimensional images. Neurosurgery. 2012 Sep;71(1 Suppl Operative):160-71; discussion 171-2. doi: 10.1227/NEU.0b013e3182556fde. PMID: 22453492.

11- Schäffler L, Lüders HO, Morris HH 3rd, Wyllie E. Anatomic distribution of cortical language sites in the basal temporal language area in patients with left temporal lobe epilepsy. Epilepsia. 1994 May-Jun;35(3):525-8. doi: 10.1111/j.1528-1157.1994.tb02472.x. PMID: 8026398.

12- Raza SM, Quinones-Hinojosa A, Lim M, Boahene KD. The transconjunctival transorbital approach: a keyhole approach to the midline anterior skull base. World Neurosurg. 2013 Dec;80(6):864-71. doi: 10.1016/j.wneu.2012.06.027. Epub 2012 Jun 19. PMID: 22722037; PMCID: PMC4696057.

13- Raza SM, Boahene KD, Quinones-Hinojosa A. The transpalpebral incision: its use in keyhole approaches to cranial base brain tumors. Expert Rev Neurother. 2010 Nov;10(11):1629-32. doi: 10.1586/ern.10.144. PMID: 20977320.

14- Raza SM, Garzon-Muvdi T, Boaehene K, Olivi A, Gallia G, Lim M, Subramanian P, Quinones-Hinojosa A. The supraorbital craniotomy for access to the skull base and intraaxial lesions: a technique in evolution. Minim Invasive Neurosurg. 2010 Feb;53(1):1-8. doi: 10.1055/s-0030-1247504. Epub 2010 Apr 7. PMID: 20376737.

15- Alfieri A, Jho HD, Schettino R, Tschabitscher M. Endoscopic endonasal approach to the pterygopalatine fossa: anatomic study. Neurosurgery. 2003 Feb;52(2):374-78; discussion 378-80. doi: 10.1227/01.neu.0000044562.73763.00. PMID: 12535367.

16- Abuzayed B, Tanriover N, Gazioglu N, Cetin G, Akar Z. Extended endoscopic endonasal approach to the pterygopalatine fossa: anatomic study. J Neurosurg Sci. 2009 Jun;53(2):37-44. PMID: 19546841.

17- Li N, Yu L, Jiang Y, Ju J, Zhang N. [Endoscopic endonasal approach resection for anterior skull base, pterygopalatine fossa and infratemporal fossa tumors: retrospective analysis of 73 patients]. Lin Chuang Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi. 2014 Oct;28(20):1547-9. Chinese. PMID: 25764749.

18- Plzák J, Kratochvil V, Kešner A, Šurda P, Vlasák A, Zvěřina E. Endoscopic endonasal approach for mass resection of the pterygopalatine fossa. Clinics (Sao Paulo). 2017 Oct;72(9):554-561. doi: 10.6061/clinics/2017(09)06. PMID: 29069259; PMCID: PMC5629706.

19- Gao L, Zhou L, Dai Z, Huang X. The Endoscopic Prelacrimal Recess Approach to the Pterygopalatine Fossa and Infratemporal Fossa. J Craniofac Surg. 2017 Sep;28(6):1589-1593. doi: 10.1097/SCS.0000000000003419. PMID: 28863111.

20- Karkas A, Zimmer LA, Theodosopoulos PV, Keller JT, Prades JM. Endonasal endoscopic approach to the pterygopalatine and infratemporal fossae. Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis. 2021 Oct;138(5):391-395. doi: 10.1016/j.anorl.2020.12.009. Epub 2020 Dec 29. PMID: 33384280.

21- Elhadi AM, Zaidi HA, Yagmurlu K, Ahmed S, Rhoton AL Jr, Nakaji P, Preul MC, Little AS. Infraorbital nerve: a surgically relevant landmark for the pterygopalatine fossa, cavernous sinus, and anterolateral skull base in endoscopic transmaxillary approaches. J Neurosurg. 2016 Dec;125(6):1460-1468. doi: 10.3171/2015.9.JNS151099. Epub 2016 Mar 4. PMID: 26943844.

22- Elhadi AM, Zaidi HA, Hardesty DA, Williamson R, Cavallo C, Preul MC, Nakaji P, Little AS. Malleable endoscope increases surgical freedom compared with a rigid endoscope in endoscopic endonasal approaches to the parasellar region. Neurosurgery. 2014 Sep;10 Suppl 3:393-9; discussion 399. doi: 10.1227/NEU.0000000000000411. PMID: 24818786.

23- Snyderman CH, Carrau RL, Kassam AB, Zanation A, Prevedello D, Gardner P, Mintz A. Endoscopic skull base surgery: principles of endonasal oncological surgery. J Surg Oncol. 2008 Jun 15;97(8):658-64. doi: 10.1002/jso.21020. PMID: 18493946.

24- Laleva L, Spiriev T, Dallan I, Prats-Galino A, Catapano G, Nakov V, de Notaris M. Pure Endoscopic Lateral Orbitotomy Approach to the Cavernous Sinus, Posterior, and Infratemporal Fossae: Anatomic Study. J Neurol Surg B Skull Base. 2019 Jun;80(3):295-305. doi: 10.1055/s-0038-1669937. Epub 2018 Sep 6. PMID: 31143574; PMCID: PMC6534734.

25- Rootman J. Orbital Surgery: A Conceptual Approach. 2nd ed. LWW; 2013.

26- Vural A, Carobbio ALC, Ferrari M, Rampinelli V, Schreiber A, Mattavelli D, Doglietto F, Buffoli B, Rodella LF, Taboni S, Tomasoni M, Gualtieri T, Deganello A, Hirtler L, Nicolai P. Transorbital endoscopic approaches to the skull base: a systematic literature review and anatomical description. Neurosurg Rev. 2021 Oct;44(5):2857-2878. doi: 10.1007/s10143-020-01470-5. Epub 2021 Jan 22. Erratum in: Neurosurg Rev. 2021 Oct;44(5):2943. doi: 10.1007/s10143-021-01529-x. PMID: 33479806; PMCID: PMC8490260.

27- Choi J, Park HS. The clinical anatomy of the maxillary artery in the pterygopalatine fossa. J Oral Maxillofac Surg. 2003 Jan;61(1):72-8. doi: 10.1053/joms.2003.50012. PMID: 12524612.

28- Solari D, Magro F, Cappabianca P, Cavallo LM, Samii A, Esposito F, Paternò V, De Divitiis E, Samii M. Anatomical study of the pterygopalatine fossa using an endoscopic endonasal approach: spatial relations and distances between surgical landmarks. J Neurosurg. 2007 Jan;106(1):157-63. doi: 10.3171/jns.2007.106.1.157. PMID: 17236502.

29- Theodosopoulos PV, Guthikonda B, Brescia A, Keller JT, Zimmer LA. Endoscopic approach to the infratemporal fossa: anatomic study. Neurosurgery. 2010 Jan;66(1):196-202; discussion 202-3. doi: 10.1227/01.NEU.0000359224.75185.43. PMID: 20023550.

30- Lin BJ, Ju DT, Hsu TH, Chung TT, Liu WH, Hueng DY, Chen YH, Hsia CC, Ma HI, Liu MY, Hung HC, Tang CT. Endoscopic transorbital approach to anterolateral skull base through inferior orbital fissure: a cadaveric study. Acta Neurochir (Wien). 2019 Sep;161(9):1919-1929. doi: 10.1007/s00701-019-03993-3. Epub 2019 Jun 29. PMID: 31256277.

31- de Lara D, Ditzel Filho LF, Prevedello DM, Carrau RL, Kasemsiri P, Otto BA, Kassam AB. Endonasal endoscopic approaches to the paramedian skull base. World Neurosurg. 2014 Dec;82(6 Suppl):S121-9. doi: 10.1016/j.wneu.2014.07.036. PMID: 25496623.

32- Hofstetter CP, Singh A, Anand VK, Kacker A, Schwartz TH. The endoscopic, endonasal, transmaxillary transpterygoid approach to the pterygopalatine fossa, infratemporal fossa, petrous apex, and the Meckel cave. J Neurosurg. 2010 Nov;113(5):967-74. doi: 10.3171/2009.10.JNS09157. Epub 2009 Nov 20. PMID: 19929194.

33- Kassam AB, Gardner P, Snyderman C, Mintz A, Carrau R. Expanded endonasal approach: fully endoscopic, completely transnasal approach to the middle third of the clivus, petrous bone, middle cranial fossa, and infratemporal fossa. Neurosurg Focus. 2005 Jul 15;19(1):E6. PMID: 16078820.

34- Raza SM, Donaldson AM, Mehta A, Tsiouris AJ, Anand VK, Schwartz TH. Surgical management of trigeminal schwannomas: defining the role for endoscopic endonasal approaches. Neurosurg Focus. 2014;37(4):E17. doi: 10.3171/2014.7.FOCUS14341. Erratum in: Neurosurg Focus. 2014 Nov;37(5). doi:10.3171/2014.10.FOCUS14341a. PMID: 25270136.

35- Schwartz TH, Fraser JF, Brown S, Tabaee A, Kacker A, Anand VK. Endoscopic cranial base surgery: classification of operative approaches. Neurosurgery. 2008 May;62(5):991-1002; discussion 1002-5. doi: 10.1227/01.neu.0000325861.06832.06. PMID: 18580797.

36- Shin SS, Gardner PA, Stefko ST, Madhok R, Fernandez-Miranda JC, Snyderman CH. Endoscopic endonasal approach for nonvestibular schwannomas. Neurosurgery. 2011 Nov;69(5):1046-57; discussion 1057. doi: 10.1227/NEU.0b013e3182287bb9. PMID: 21673609.

37- Park HH, Hong SD, Kim YH, Hong CK, Woo KI, Yun IS, Kong DS. Endoscopic transorbital and endonasal approach for trigeminal schwannomas: a retrospective multicenter analysis (KOSEN-005). J Neurosurg. 2020 Aug 1;133(2):467-476. doi: 10.3171/2019.3.JNS19492. Epub 2019 Jun 21. PMID: 31226689.

38- Lubbe DE, Douglas-Jones P, Wasl H, Mustak H, Semple PL. 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 J. 2020 Jan;99(1):62-67. doi: 10.1177/0145561319846828. Epub 2019 Apr 24. PMID: 31018686.

39- Jeon C, Hong CK, Woo KI, Hong SD, Nam DH, Lee JI, Choi JW, Seol HJ, Kong DS. Endoscopic transorbital surgery for Meckel's cave and middle cranial fossa tumors: surgical technique and early results. J Neurosurg. 2018 Nov 30;131(4):1126-1135. doi: 10.3171/2018.6.JNS181099. PMID: 30544350.

40- GUIOT J, ROUGERIE J, FOURESTIER M, FOURNIER A, COMOY C, VULMIERE J, GROUX R. [Intracranial endoscopic explorations]. Presse Med (1893). 1963 May 18;71:1225-8. French. PMID: 13963492.

41- Jankowski R, Auque J, Simon C, Marchal JC, Hepner H, Wayoff M. Endoscopic pituitary tumor surgery. Laryngoscope. 1992 Feb;102(2):198-202. doi: 10.1288/00005537-199202000-00016. PMID: 1738293.

42- Jho HD. Endoscopic transsphenoidal surgery. J Neurooncol. 2001 Sep;54(2):187-95. doi: 10.1023/a:1012969719503. PMID: 11761435.

43- Locatelli D, Pozzi F, Turri-Zanoni M, Battaglia P, Santi L, Dallan I, Castelnuovo P. Transorbital endoscopic approaches to the skull base: current concepts and future perspectives. J Neurosurg Sci. 2016 Dec;60(4):514-25. Epub 2016 Jun 9. PMID: 27280546.

44- Almeida JP, Ruiz-Treviño AS, Shetty SR, Omay SB, Anand VK, Schwartz TH. Transorbital endoscopic approach for exposure of the sylvian fissure, middle cerebral artery and crural cistern: an anatomical study. Acta Neurochir (Wien). 2017 Oct;159(10):1893-1907. doi: 10.1007/s00701-017-3296-8. Epub 2017 Aug 14. PMID: 28808799.

45- Di Somma A, Cavallo LM, de Notaris M, Solari D, Topczewski TE, Bernal-Sprekelsen M, Enseñat J, Prats-Galino A, Cappabianca P. Endoscopic endonasal medial-to-lateral and transorbital lateral-to-medial optic nerve decompression: an anatomical study with surgical implications. J Neurosurg. 2017 Jul;127(1):199-208. doi: 10.3171/2016.8.JNS16566. Epub 2016 Oct 28. PMID: 27791520.

46- De Rosa A, Pineda J, Cavallo LM, Di Somma A, Romano A, Topczewski TE, Somma T, Solari D, Enseñat J, Cappabianca P, Prats-Galino A. Endoscopic endo- and extra-orbital corridors for spheno-orbital region: anatomic study with illustrative case. Acta Neurochir (Wien). 2019 Aug;161(8):1633-1646. doi: 10.1007/s00701-019-03939-9. Epub 2019 Jun 7. PMID: 31175456.

47- Lin BJ, Ju DT, Hsu TH, Chung TT, Liu WH, Hueng DY, Chen YH, Hsia CC, Ma HI, Liu MY, Hung HC, Tang CT. Endoscopic transorbital approach to anterolateral skull base through inferior orbital fissure: a cadaveric study. Acta Neurochir (Wien). 2019 Sep;161(9):1919-1929. doi: 10.1007/s00701-019-03993-3. Epub 2019 Jun 29. PMID: 31256277.

48- Zoia C, Bongetta D, Gaetani P. Endoscopic transorbital surgery for spheno-orbital lesions: how I do it. Acta Neurochir (Wien). 2018 Jun;160(6):1231-1233. doi: 10.1007/s00701-018-3529-5. Epub 2018 Apr 12. PMID: 29651750.

49- Dallan I, Sellari-Franceschini S, Turri-Zanoni M, de Notaris M, Fiacchini G, Fiorini FR, Battaglia P, Locatelli D, Castelnuovo P. Endoscopic Transorbital Superior Eyelid Approach for the Management of Selected Spheno-orbital Meningiomas: Preliminary Experience. Oper Neurosurg (Hagerstown). 2018 Mar 1;14(3):243-251. doi: 10.1093/ons/opx100. PMID: 29462449.

50- Bourguet J: Surgical treatment of orbital fat herniation [in French]. Bull Acad Med Paris 92: 1270-1272, 1924.

51- Moe KS, Bergeron CM, Ellenbogen RG. Transorbital neuroendoscopic surgery. Neurosurgery. 2010 Sep;67(3 Suppl Operative):ons16-28. doi: 10.1227/01.NEU.0000373431.08464.43. PMID: 20679952.

52- Moe KS, Kim LJ, Bergeron CM. Transorbital endoscopic repair of cerebrospinal fluid leaks. Laryngoscope. 2011 Jan;121(1):13-30. doi: 10.1002/lary.21280. PMID: 21181981.

53- Lieber S, Fernandez-Miranda JC. Anatomy of the Orbit. J Neurol Surg B Skull Base. 2020 Aug;81(4):319-332. doi: 10.1055/s-0040-1715096. Epub 2020 Sep 17. PMID: 33072474; PMCID: PMC7561454.

54- Standring S. Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice. 41st ed. London: Elsevier Health Sciences; 2015.

55- Duncavage J. The maxillary sinus: medical and surgical management. New York: Thieme Medical Publishers; 2011.

56- Chanavaz M. Maxillary sinus: anatomy, physiology, surgery, and bone grafting related to implantology--eleven years of surgical experience (1979-1990). J Oral Implantol. 1990;16(3):199-209. PMID: 2098563.

57- Lang J. Clinical anatomy of the nose, nasal cavity, and paranasal sinuses. New York: Thieme Medical Publishers; 1989.

58- Kqiku L, Biblekaj R, Weiglein AH, Kqiku X, Städtler P. Arterial blood architecture of the maxillary sinus in dentate specimens. Croat Med J. 2013 Apr;54(2):180-4. doi: 10.3325/cmj.2013.54.180. PMID: 23630145; PMCID: PMC3641875.

59- Flanagan D. Arterial supply of maxillary sinus and potential for bleeding complication during lateral approach sinus elevation. Implant Dent. 2005 Dec;14(4):336-8. doi: 10.1097/01.id.0000188437.66363.7c. PMID: 16361882.

60- Cappello ZJ, Arbor TC, Potts KL. Anatomy, Pterygopalatine Fossa. 2024 Apr 20. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan–. PMID: 30020641.

61- Shin HJ, Lee SH, Ha TJ, Song WC, Koh KS. Intramuscular Nerve Distribution of the Inferior Oblique Muscle. Curr Eye Res. 2020 Feb;45(2):215-220. doi: 10.1080/02713683.2019.1662055. Epub 2019 Dec 27. PMID: 31509029.

62- Shin HJ, Shin KJ, Lee SH, Koh KS, Song WC, Gil YC. Location of the inferior oblique muscle origin with reference to the lacrimal caruncle and its significance in oculofacial surgery. Br J Ophthalmol. 2016 Feb;100(2):179-83. doi: 10.1136/bjophthalmol-2015-306849. Epub 2015 Jun 25. PMID: 26112868.

63- Li L, London NR Jr, Prevedello DM, Carrau RL. Anatomical Variants of the Infraorbital Canal: Implications for the Prelacrimal Approach to the Orbital Floor. Am J Rhinol Allergy. 2020 Mar;34(2):176-182. doi: 10.1177/1945892419882127. Epub 2019 Oct 14. PMID: 31610678; PMCID: PMC7140193.

64- Dusick JR, Esposito F, Mattozo CA, Chaloner C, McArthur DL, Kelly DF. Endonasal transsphenoidal surgery: the patient's perspective-survey results from 259 patients. Surg Neurol. 2006 Apr;65(4):332-41, discussion 341-2. doi: 10.1016/j.surneu.2005.12.010. PMID: 16531188.

65- Frank G, Pasquini E, Farneti G, Mazzatenta D, Sciarretta V, Grasso V, Faustini Fustini M. The endoscopic versus the traditional approach in pituitary surgery. Neuroendocrinology. 2006;83(3-4):240-8. doi: 10.1159/000095534. PMID: 17047389.

66- Cavallo LM, Messina A, Gardner P, Esposito F, Kassam AB, Cappabianca P, de Divitiis E, Tschabitscher M. Extended endoscopic endonasal approach to the pterygopalatine fossa: anatomical study and clinical considerations. Neurosurg Focus. 2005 Jul 15;19(1):E5. PMID: 16078819.

67- DelGaudio JM. Endoscopic transnasal approach to the pterygopalatine fossa. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2003 Apr;129(4):441-6. doi: 10.1001/archotol.129.4.441. PMID: 12707192.

68- Xue Z, Liu J, Bi ZY, Yi ZQ, Bao SD, Liu PN, Yang ZJ. Evolution of transmaxillary approach to tumors in pterygopalatine fossa and infratemporal fossa: anatomic simulation and clinical practice. Chin Med J (Engl). 2019 Apr 5;132(7):798-804. doi: 10.1097/CM9.0000000000000142. PMID: 30897594; PMCID: PMC6595853.

69- Battaglia P, Turri-Zanoni M, Lepera D, Sica E, Karligkiotis A, Dallan I, Castelnuovo P. Endoscopic transnasal approaches to pterygopalatine fossa tumors. Head Neck. 2016 Apr;38 Suppl 1:E214-20. doi: 10.1002/hed.23972. Epub 2015 Jun 16. PMID: 25536922.

70- Alfieri A, Jho HD, Schettino R, Tschabitscher M. Endoscopic endonasal approach to the pterygopalatine fossa: anatomic study. Neurosurgery. 2003 Feb;52(2):374-78; discussion 378-80. doi: 10.1227/01.neu.0000044562.73763.00. PMID: 12535367.

71- Li J, Xu X, Wang J, Jing X, Guo Q, Qiu Y. Endoscopic study for the pterygopalatine fossa anatomy: via the middle nasal meatus-sphenopalatine foramen approach. J Craniofac Surg. 2009 May;20(3):944-7. doi: 10.1097/SCS.0b013e3181a2d9c8. PMID: 19461337.

72- Solares CA, Mason E, Panizza BJ. Surgical Management of Perineural Spread of Head and Neck Cancers. J Neurol Surg B Skull Base. 2016 Apr;77(2):140-9. doi: 10.1055/s-0036-1579751. Epub 2016 Mar 18. PMID: 27123390; PMCID: PMC4846420.

73- Lee JT, Chiu AG. Chapter 22 - Endoscopic Denker Approach for Anterior Maxilla Tumors. In: Chiu AG, Palmer JN, Adappa ND, editors. Atlas of Endoscopic Sinus and Skull Base Surgery (Second Edition). Philadelphia: Elsevier; 2019: 183–90.e1

74- Herzallah IR, Elsheikh EM, Casiano RR. Endoscopic endonasal study of the maxillary nerve: a new orientation. Am J Rhinol. 2007 Sep-Oct;21(5):637-43. doi: 10.2500/ajr.2007.21.3084. PMID: 17999805.

75- Xiao A, Jiang S, Liu Y, Deng K, You C. Invasive intracranial aspergillosis spread by the pterygopalatine fossa in an immunocompetent patient. Braz J Infect Dis. 2012 Mar-Apr;16(2):192-5. PMID: 22552465.

76- Eslami M, Eslami M. Pterygopalatine fossa: a way to spread mucormycosis with multiple cranial nerve involvement. Surg Case Rep 2021;2021:1–3.

77- Harvey JT. Orbital decompression for Grave's disease leaving the periosteum intact. Ophthalmic Plast Reconstr Surg. 1989;5(3):199-206. doi: 10.1097/00002341-198909000-00011. PMID: 2487224.

78- Aust MR, McCaffrey TV, Atkinson J. Transnasal endoscopic approach to the sella turcica. Am J Rhinol. 1998 Jul-Aug;12(4):283-7. doi: 10.2500/105065898781390028. PMID: 9740924.

79- Kassam AB, Gardner PA, Snyderman CH, Carrau RL, Mintz AH, Prevedello DM. Expanded endonasal approach, a fully endoscopic transnasal approach for the resection of midline suprasellar craniopharyngiomas: a new classification based on the infundibulum. J Neurosurg. 2008 Apr;108(4):715-28. doi: 10.3171/JNS/2008/108/4/0715. PMID: 18377251.

80- Kassam AB, Prevedello DM, Carrau RL, Snyderman CH, Thomas A, Gardner P, Zanation A, Duz B, Stefko ST, Byers K, Horowitz MB. Endoscopic endonasal skull base surgery: analysis of complications in the authors' initial 800 patients. J Neurosurg. 2011 Jun;114(6):1544-68. doi: 10.3171/2010.10.JNS09406. Epub 2010 Dec 17. PMID: 21166570.

81- Li L, London NR Jr, Prevedello DM, Carrau RL. Endoscopic Endonasal Approach to the Pterygopalatine Fossa and Infratemporal Fossa: Comparison of the Prelacrimal and Denker's Corridors. Am J Rhinol Allergy. 2022 Sep;36(5):599-606. doi: 10.1177/19458924221097159. Epub 2022 May 4. PMID: 35506931.