TÜRKİYE CUMHURİYETİ

ANKARA ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

KAFA TABANI CERRAHİSİNDE NAVİGASYON KULLANIMI

Dr. Hasay GULİYEV

KBB ANABİLİM DALI

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Doç. Dr. Süha BETON

ANKARA

2018

TÜRKİYE CUMHURİYETİ

ANKARA ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

KAFA TABANI CERRAHİSİNDE NAVİGASYON KULLANIMI

Dr. Hasay GULİYEV

KBB ANABİLİM DALI

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Doç. Dr. Süha BETON

ANKARA

2018

KABUL VE ONAY SAYFASI

Düzenleme tarihi: 24/12/2014

ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
TEZ SINAVI TUTANAĞI

I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN		
Adı, Soyadı	: Dr.Hasay GULİYEV	03 /12 / 2018
Anabilim/Bilim Dalı	: Kulak Burun Boğaz Hastalıkları	
Tez Danışmanı	: Doç.Dr. Süha BETON	

II. TEZ İLE İLGİLİ BİLGİLER		
Tezin Başlığı: Kafa Tabanı Cerrahisinde Navigasyon Kullanımı		
Tezin Niteliği:	☒ Ana Dal Uzmanlık Tezi	☐ Yan Dal Uzmanlık Tezi
Kaçıncı tez sınavı olduğu:	☒ 1 ☐ 2 ☐ 3	

III. KARAR

Yapılan tez sınavı sonucunda yukarıda belirtilen tezin "Tıpta Uzmanlık Tezi" olarak

☒ Kabulüne

☐ Reddine

☐ Düzeltmeler yapıldıktan sonra tekrar değerlendirilmesine

☒ Oy birliği ☐ Oy çokluğu ile karar verilmiştir.

IV. AÇIKLAMALAR

Lütfen, tezin reddi veya düzeltme istenmesi durumunda gerekçeli açıklamalarınızı buraya yazınız

Prof.Dr.Cem MEÇO
Jüri Üyesi
A.Ü.T.F KBB Anabilim Dalı

Doç.Dr. Süha BETON
Jüri Üyesi
A.Ü.T.F KBB Anabilim Dalı

Doç.Dr.Orhan YILMAZ
Jüri Üyesi
Dışkapı Yıldırım Beyazıt
Eğitim ve Araştırma Hastanesi
KBB Kliniği

TEŞEKKÜR

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimim sürecinde en iyi şekilde yetişmemi sağlayan, eğitimim ve tez çalışmam boyunca maddi ve manevi her türlü yardım ve desteklerini gördüğüm, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan ve birlikte çalışmaktan onur duyduğum,başta tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Süha Beton' a; kliniğimizin çok değerli hocaları Prof. Dr. Babür Küçük, Prof. Dr. Gürsel Dursun, Prof. Dr. İrfan Yorulmaz, Prof. Dr. Yücel Anadolu, Prof. Dr. Cem Meço, Prof. Dr. Kürşat Gökcan ve Doç. Dr. Ozan Özgürsoy' ya; birlikte çalıştığım değerli uzmanlarımız Op.Dr. Çiler Büyükatalay, Op. Dr. Hazan Başak ve Op. Dr. Emre Ocak'a saygı ve şükranlarımı sunuyorum.

Bu süreçte, özverili katkılarıyla hep yanımda olan, kendilerini tanımaktan ve birlikte çalışmaktan büyük bir mutluluk duyduğum asistan ağabeylerim, ablalarım vekardeşlerime; bölümümüzün ameliyathane, poliklinik ve servisinde çalışan hemşirelerine, personellerine ve odyoloji bölümündeki çalışma arkadaşlarıma teşekkür ediyorum.

Bugünlere gelmemde en büyük pay sahibibabam Rövşen Guliyev, annem Cavahir Guliyev ve kardeşlerime; biricik kızım Defne, hayat arkadaşım Meltem Erden Guliyev'e en içten saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY……..i

TEŞEKKÜR……ii

İÇİNDEKİLER……..iii

KISALTMALAR……..……..v

ŞEKİLLER DİZİNİ……...vi

TABLOLAR DİZİNİ……...viii

1. GİRİŞ……...1

2. GENEL BİLGİLER……...…3

2.1. SİNONAZAL BÖLGENİN EMBRİYOLOJİSİ……...…….3

2.2. SİNONAZAL BÖLGENİN ANATOMİSİ……...…….6

2.2.2. Nazal Kavite……...……6

2.2.2. Etmoid Sinüsler ve Lateral Nazal Duvar……7

2.2.3. Maksiller Sinüs…….10

2.2.4. Frontal Sinüs…….……14

2.2.5. Sfenoid Sinüs……17

2.2.6. Kafa Tabanı Anatomisi…….……19

2.3. BURUN VE SİNÜSLERİN HİSTOLOJİSİ…….....….26

2.4. BURUN VE SİNÜSLERİN FİZYOLOJİSİ……...…….27

2.5. CERRAHİ TEDAVİ……...…….30

2.5.1. Endoskopik Endonazal Cerrahi…….30

2.5.2. Kafa Tabanı Endoskopik Cerrahi Yaklaşımlar…….……33

A. Sagital plan……33

B. Koronal plan……..…….35

2.6. BİLGİSAYAR DESTEKLİ NAVİGASYON SİSTEMİ……...……..38

2.6.1. Bilgisayar Destekli Navigasyon Sistemlerinin Tarihçesi…….39

2.6.2. KBB' de CAS Kullanımı için Güncel Teknoloji…….…...….41

2.6.3. Elektromanyetik Sistem……..…….42

2.6.4. Optik Sistem…….…….44

2.6.5. Bilgisayar Destekli Cerrahide Doğruluk……..……45

2.6.6. Bilgisayar Destekli Cerrahinin Kullanım Endikasyonları……..…….47

3. MATERYAL VE METOD……...49

4. BULGULAR……...……...53

5. TARTIŞMA……...66

6. SONUÇ……...71

7. ÖZET……...……...72

8. SUMMARY……...73

9. KAYNAKLAR……...…...74

KISALTMALAR

KBB :Kulak burun boğaz

ESC :Endoskopik sinüs cerrahisi

OMK :Osteomeatal kompleks

NO :Nitrik oksit

IKA :İnternal karotid arter

BOS :Beyin omirlik sıvısı

CAS :Bilgisayar destekli cerrahi

BT :Bilgisayarlı tomografi

MR :Manyetik rezonans görüntüleme

NRŞ :Beyin ve sinir cerahisi

LP :Lomber ponksiyon

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Nazal kavitenin embriyolojik gelişimi……..4

Şekil 2: Yüz, burun ve paranazal sinüslerin embriyolojik gelişimi…….……..5

Şekil 3: Lateral nazal duvar görünümü……..8

Şekil 4: KEROS klasifikasyonu…….....9

Şekil 5: Hiatus semilunaris ve etmoid infundibulum…….……..11

Şekil 6: Nazal kavitenin endoskopik anatomisi……....13

Şekil 7: Frontal ve maksiller sinüslerin gelişimi…….……..14

Şekil 8: KUHN frontoetmoidal hücre sınıflandırması……..16

Şekil 9: Sfenoid sinüsün havalanma oranına göre varyasyonları……..18

Şekil 10: Sfenoid sinüs etrafı önemli yapılar……19

Şekil 11: Kafa tabanında yerleşen nörovasküler yapılar……..20

Şekil 12: Kafa tabanının superiordan görünümü……..21

Şekil 13: Kafa tabanının inferiordan görünümü ……..22

Şekil 14: Pterigopalatin ve infratemporal fossa……..……..25

Şekil 15: Nazal mukoza histolojisi……..……..27

Şekil 16: Paranazal sinüs sekresyonlarının normal drenaj yolları……..…..29

Şekil 17: Endonazal endoskopik kafa tabanı yaklaşımları……..……..35

Şekil 18: Kliniğimizde kullanılan navigasyon sistemi……..38

Şekil 19: 20. Yüzyılda kullanlan navigasyon sistemi örneği……..…..40

Şekil 20: Son dönemde kullanılan navigasyon sistemi uyumlu ekipmanlar…..……..42

Şekil 21: Elektromanyetik navigasyon sisteminde kullanılan ekipmanlar.…….……..43

Şekil 22: Optik navigasyon sisteminde kullanılan ekipmanlar…..……..44

Şekil 23: Navigasyon sisteminde tracker kullanılan bir vaka…..…….……...47

Şekil 24: Navigasyon sistemi kullanılan bir vakada BT-MR uyumu ……..48

Şekil 25: İntraoperatif BOS filtresi ile Na-floroseinin görüntülenmesi ……..50

Şekil 26: Navigasyon sisteminde manuel eşleştirme yapılan bir vaka ……..……..51

Şekil 27: Travmatik BOS rinoresi olan pediatrik bir vaka ……..54

Şekil 28: Kafa tabanı rekonstrüksiyonunda intraoperatif görüntü ……..56

Şekil 29: BOS rinoresi vakasında navigasyon sistemi kullanımı ……...57

Şekil 30: Meningoensefalosel olgusu, preoperatif MR……..……..58

Şekil 31: Meningoensefalosel olgusu, postoperatif MR…….……...……..59

Şekil 32: 3. Ventriküle uzanan nüks hipofiz adenomu, preoperatif MR …...……..63

Şekil 33: 3. Ventriküle uzanan nüks hipofiz adenomu, postoperatif MR …..……..63

Şekil 34: Hipofizer apopleksi vakası……...……...……..65

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1: KUHN frontoetmoidal hücre sınıflaması……...15

Tablo 2: Modifiye KUHN frontoetmoidal hücre sınıflaması……...16

Tablo 3: Endoskopik kafa tabanı cerrahisi öğrenim basamakları (30)……31

Tablo 4: Endoskopik transnazal cerrahi yaklaşımları (30)……..……...33

Tablo 5: Hastaların cinsiyetlerine göre dağılımları……..53

Tablo 6: Etyolojiye göre dağılım…….....54

Tablo 7: Etyoloji Ve BOS yerine göre dağılım……..…….....55

Tablo 8: Kafa tabanı rekonstrüksiyon materyali..…….……...55

Tablo 9: Lomber drenaj kullanım oranı……..…….....56

Tablo 10: Empty sella ile lomber drenaj ilişkisi…….....57

Tablo 11: Meningosel ile lomber drenaj ilişkisi……..…….....58

Tablo 12: β-2 transferin güvenilirliği……..…….....59

Tablo 13: İnce kesit BT güvenilirliği……..…….....60

Tablo 14: BOS akım MR güvenilirliği……..…….....60

Tablo 15: Navigasyon kullanımı ile revizyon cerrahi gereksinimi arasındaki ilişki...62

Tablo 16: Sella tabanı için kullanılan materyaller……..…….....62

Tablo 17: Navigasyon kullanımı ile rekonstrüksiyon arasındaki ilişki.....64

Tablo 18: Navigasyon kullanımı ile hipofizektomide revizyon cerrahi gereksinimi arasındaki ilişki……..…….....65

1. GİRİŞ

Gelişen teknoloji rinolojik cerrahileri etkilemiş, geliştirilen endoskoplar ve endoskopik enstrümanlar ile cerrahlar sinonazal patolojilerde minimal invaziv yaklaşımlara yönelmişlerdir. Zaman içerisinde endoskopik endonazal cerrahi girişimler sinonazal patolojiler ve kafa tabanı cerrahisinde de önemli rol oynamaya başlamıştır. Açık cerrahinin neden olduğu komplikasyonlardan kaçınmamızı sağlayan, daha kısa hastanede kalış süresi ve daha iyi hasta konforu sağlayan bu yöntem kafa tabanı cerrahisinde ilk sıraya yükselmiştir.

Sinonazal patolojiler ve kafa tabanı cerrahisinde endonazal endoskopik cerrahinin getirdiği avantajların başında operasyon bölgesinin çok iyi görüntülenmesi ve bu sayede diseksiyon yapılırken patolojik olmayan dokuların kontrol edilebilip korunması; yani fonksiyonel olmanın yanında önemli komşu yapıların patolojiden dolayı deforme olsa da iyi ayırt edilip korunmasının sağlanması vardır.

Bilim ve teknoloji alanındaki gelişmeler gün geçtikçe hızlanarak artmaktadır. Buna paralel olarak bu gelişmelerden tıp alanında da fayda sağlanmaktadır. Günümüzde kulak-burun-boğaz (KBB) uygulamalarındada bu yeni geliştirilen ve ileri teknoloji kullanan cihazların kullanımı yaygınlaşmaktadır. Özellikle son üç dekatta endoskopik sinüs cerrahiside (ESC) kullanılan bilgisayar destekli navigasyon sistemleri paranasal sinüs cerrahisinde büyük ilerlemeler olmuştur ve kronik sinüzit tedavisinde endoskopik sinüs cerrahisi artık rutin olarak kullanılır hale gelmiştir (1). Bu teknolojik gelişmeler bir bütün olarak endonazal cerrahinin daha önce sadece açık cerrahilerle yaklaşılan patolojilerin minimal invaziv olarak tedavi edilebilmelerine yol açmaktadırlar.

ESC'de majör komplikasyonlar arasında diplopi, kribriform plate zedelenmesine bağlı rinore, internal karotid arter yaralanması ve görme kaybı yer almaktadır (2). Bu nedenle ESC'de komplikasyonları azaltmak ve anatomik oryantasyonu ve lokalizasyonu arttırmak amacıyla navigasyon sistemi kullanımı yaygınlaşmıştır (3).

Navigasyon esasına dayanan bu sistemlerin paranazal sinüsler, lateral ve anterior kafa tabanı, petroz kemik ve temporal kemik cerrahisi gibi birçok bölgede artık rutin olarak

kullanılmaya devam etmekte olduğu yayınlarda bildirilmektedir (4). Bu cihazlar sayesinde rutin cerrahi uygulamaların yanı sıra tümör cerrahisi ve kafa tabanı yaklaşımları da daha kolay uygulanabilir hale gelmiştir. Bu sayede konvansiyonel cerrahilerin yanında ESC'nin önemi ve kullanımı giderek artmaktadır. Ayrıca teknolojik gelişmeler sayesinde intraoperatif sürekli kayıt yapılabilmesi de medikolegal açıdan bir gereklilik haline gelmiştir.

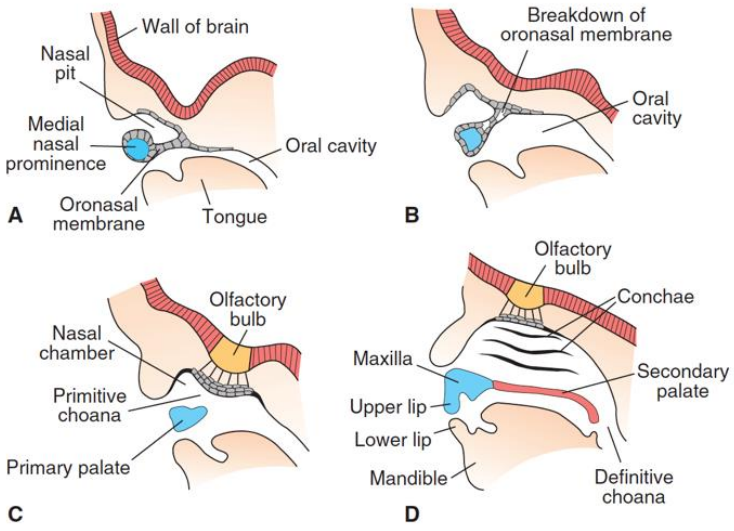
Bilgisayar destekli navigasyon sistemi etmoidektomi ve polip rezeksiyonunu tamamlamaya yardımcı olmak için ve kistik fibrosizte nazal polip için güvenle kullanılmıştır (5). Ancak buna karşın navigasyon sistemlerinin, kafa tabanı cerrahilerde kullanımında etkinliği; literatürde incelendiğinde ülkemizden konu ile ilgili geniş vaka serileri bulunmamakta ileri gelen merkezlerden küçük vaka serilerinin varlığı görülmektedir. Bu çalışmadaki amacımız, hızla yaygınlaşan navigasyon sisteminin endonazal endoskopik kafa tabanı cerrahisinde kullanımı konusunda; Türkiye'nin bu konuda önde gelen merkezlerinden biri olan kliniğimizdeki verileri kullanarak, dünya literatürü ile kıyaslamak ve bu alanda yapılacak yeni çalışmalar için literatüre veri bazında katkıda bulunmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

Sinonazal bölgeye cerrahi yaklaşımların anlaşılabilmesi ve güvenle uygulanabilmesi için sinonazal bölge gelişimi, anatomi ve fizyolojisinin bilinmesi önem taşımaktadır.

2.1. SİNONAZAL BÖLGENİN EMBRİYOLOJİSİ

Paranazal sinüslerin ve kafa tabanın ayrıntılı anatomisi vücudun en az tarif edilen anatomik bölgelerindendir. Sinonazal anatominin karmaşık yapısını da açıklayan embriyolojik gelişim süreci birbirini izleyen iki bölüm şeklinde incelenebilir. İlk olarak embriyo başı iki ayrı nazal kaviteden oluşan bir yapıya dönüşür. Ardından da lateral duvar konkal katlantıları ve sinüslerin gelişeceği boşlukları oluşturmak için invajinasyon gösterir. Dördüncü ve sekizinci gebelik haftaları arasında embriyoda frontonazal ve maksiller çıkıntıların birleşmesi ile iki farklı nazal kavite oluşur. Frontobazal çıkıntılar gelişmekte olan ön beyin üzerinden olfaktör plak gelişimini sağlar. Medial ve lateral nazal kabarıntılar olfaktör plağın her iki tarafından ilerleyerek nazal deliklerin oluşumunu sağlar. Nazal plak da invajinasyon göstererek önce nazal çukur ve nazal keseyi oluşturur. Medial nazal kabarıntıların birleşmesi ile üst maksilla ve üst dudakta filtrum oluşur. Frontobazal çıkıntının orta hatta posteriora ve mezodermin maksiller çıkıntılarının orta hatta doğru gelişmesiyle septum meydana gelir.



Şekil 1: Nazal kavitenin embriyolojik gelişimi

Sadler T.W. Langman's Medical Embryology 12th Edition, Lippincot Williams & Wilkins. Baltimore ABD, 2012; 282

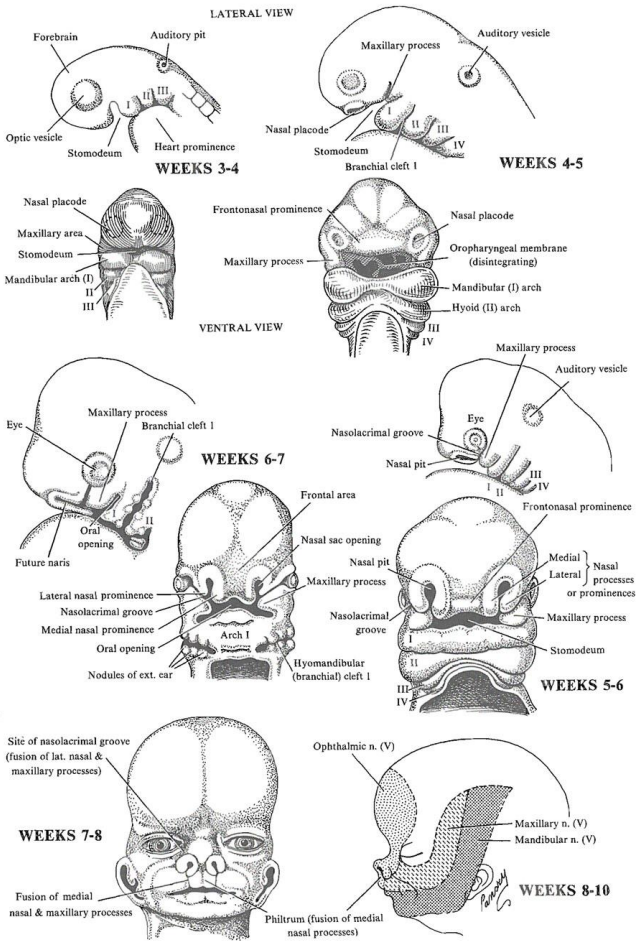
Lateral nazal duvar: Altıncı gebelik haftasında mezenkimden lateral nazal duvarlar oluşur. İlk olarak Killian 1895' te maksiller çıkıntıdan köken alan alt konkayı tanımlamış ve bu yapıya maksillotürbinal çıkıntı adını vermiştir. Ardından çalışmalarını devam ettirmiş bu çıkıntının daha süperiorunda yerleşen ikinci bir yapıyı etmotürbinal çıkıntı olarak tanımlayarak bunun orta ve üst konkalar ile agger nasi oluşumunda rol aldığını göstermiştir. Stammberger tarafından alt konkanın maksillotürbinal orijini desteklenmiş; etmotürbinal yapı ise 5' e ayrılmıştır. Buna göre: "orta konka ikinci; superior konka üçüncü; suprem konka dördüncü ve beşinci etmotürbinal; agger nasi ise ilk dört etmotürbinalden oluşur" hipotezini ortaya çıkarmıştır. Embriyolojik çalışmalarda konkal yapıların 15-16. gebelik haftalarında net olarak izlenebildikleri gösterilmiştir. Birinci ve ikinci etmotürbinal yapılar birinci primer çizgi ile birbirlerinden ayrılır ki bu kısım sonrasında orta meatus, infundibulum, hiatus semilunaris, ve frontal resesin bir parçasını meydana getirir.

Maksiller Sinüs: Onuncu haftada orta meatusun laterale doğru keseleşmesi ile maksiller sinüs gelişimi başlar. Eş zamanlı olarak uncinat proses, etmoid bulla ve hiatus semilunaris oluşur. Ancak bu aşamada tam bir maksiller sinüs kavitesi oluşumu yoktur. Yaklaşık 18. haftada maksiller sinüs net olarak izlenir. İkinci ve üçüncü trimesterda da genişlemeye devam eder. Doğumda yaklaşık 10 mm uzunluğunda, 4mm genişliğinde ve 3mm yüksekliğindedir. Dört yaşında infraorbital sinir ve alt konka yapışma noktasına doğru genişler. 12 yaşında lateral zigomatik resese medialde nazolakrimal kanal ve nazal kavite tabanına kadar boyutları ulaşır. Shah'a göre maksiller sinüs 1- 8 yaşları arasında en hızlı büyüme dönemini geçirir.

Etmoid sinüs: Fetusta ilk saptanan pnömatize sinüslerdir. Genel olarak 12 gestasyon haftasında gelişime başlar. 16.hafta civarında etmoid hücreler izlenebilir. Etmoid sinüslerin ossifikasyonu ve lamina papyracea gelişimi ise 24. haftada gerçekleşmektedir. Etmoid sinüsler yaşamın ilk yılında hızlı bir büyüme gösterirler ve 12 yaşında erişkin çağdaki boyutlarına erişirler.

Frontal Sinüs: En son gelişmeye başlayan ve gelişimini en son tamamlayan sinüslerdir. Embriyolojik kökenleri konusunda çeşitli teoriler vardır. Kabul edilen teoriye göre; frontal sinüs anterior etmoid hücreler tarafından oluşturulmaktadır. Bu teori zaman içinde Schafer, Kasper ve son olarak Stammberger tarafından desteklenmiştir. Doğum esnasında izlenmezler. Gelişimleri erken erişkin dönemine kadar devam etmektedir.

Sfenoid Sinüs: Gelişimi nazal mukozanın yaklaşık 4. ayda kartilaj nazal kapsül içine göçüyle başlar. Bu esnada oluşan sinüs aslında sfenoid kemik ile temas halinde değildir. Hayatın ilk yılından sonra sinüs sfenoid kemik ile temas ederek gelişimine devam eder. 12 yaşında erişkin boyutlarına ulaşır. Wolf, sinüsin boyutları aynı kalsa bile bu yaştan sonra şeklinde değişiklikler olacağını savunmakta iken bazı yazarlar ise sfenoid sinüsün gelişimini ve tam şeklini 3. dekatta aldığı görüşündedir.



Şekil 2: Yüz, burun ve paranazal sinüslerin embriyolojik gelişimi

Pansky B. Review of Medical Embryology. Chapter 2 The Branchial apparatus The Face, Pharynx, and Related Branchial Derivatives USA: Macmillan, 1982:54

2.2.SİNONAZAL BÖLGENİN ANATOMİSİ

Bu bölümde paranazal sinüsler, lateral nazal duvar, kafa kaidesi ve hipofizer bölgenin cerrahi anatomileri hakkında bilgi verilecektir.

2.2.1.Nazal Kavite

Burun içi ve paranazal sinüs cerrahisinde önemli bir anatomik yol göstericidir. Burun lateral, posterior ve superior duvarları sinüslerin açıldığı boşlukları içerir. Posterior-inferiorda ise koana ile nazofarenksle ilişkilidir. Endonazal cerrahiye başlarken öncelikle koana rahatlıkla görünebilir olacak şekilde nazal açıklık sağlanmalıdır.

Burun içinde lateral nazal duvarda yerleşim gösteren diğer önemi yapılar konkalardır. Alt konka embriyolojik olarak diğerlerinden farklı olacak şekilde maksilloturbinal çıkıntıdan kaynaklanır. Önde maksilla, arkada palatin kemiğe yapışır. Diğer konkalar etmotürbinal çıkıntıdan köken alırlar. Bunlar orta konka ile superior ve suprem konkalardır.

Orta konka ikinci etmotürbinal çıkıntı kaynaklıdır. Üç bölümden oluşur. İlk bölüm vertikal olarak kafa tabanında cribriform plate ile lateral lamella arasına yapışır. İkinci bölüm 1/3 orta bölümü oluşturur ve lamina papyraceaya oblik olarak yapışır. Son bölüm ise, palatin kemik perpendiküler plate'inde sonlanmaktadır.Orta konkaya ait çok çeşitli patolojiler mevcuttur (6, 7). Bunlardan hipertrofik orta konka; konkanın genişlemesi ve mukozal temas ile beraber orta meatusta obstrüksiyon sonucu sinüs enfeksiyonu gelişimine yol açar. Lateralize orta konkada; konka daha lateral yerleşimlidir ve yine orta meatusta obstrüksiyona yol açabilir (8). Paradoks orta konka, orta konka konveksitesinin medial yerine laterale doğru olmasıdır. Her zaman semptom vermez; sinüs drenajında bozukluk oluşturabilir. Konka içinde hava bulunmasına ise "Konka Bülloza" adı verilmektedir. Konka büllozanın 3 tipi mevcuttur; tip I lamellar, tip 2 büllöz, tip 3 ekstensif. Konka bülloza tek başına cerrahi gerektiren bir durum olmamakla beraber orta meatusta obstrüksiyona ve sinüs enfeksiyonlarına yol açması durumunda cerrahi tedavisi önerilir.

Nazal kavitede lateral duvar konkalar yardımıyla 4 meatusa ayrılır**.**

İnferior meatus; inferior konka laterali ile maksiller sinüs mediali arasında yer alır. Nazolakrimal kanal distal açıkığını ve bunu kaplayan mukozal valv sistemini (Hassner valvi) içerir.

Orta Meatus; orta konka lateralini tanımlar. Sıklıkla osteomeatal kompleks olarak adlandırılır. Anterior etmoid, maksiller ve frontal sinüslerin drenajı buraya olmaktadır. Orta

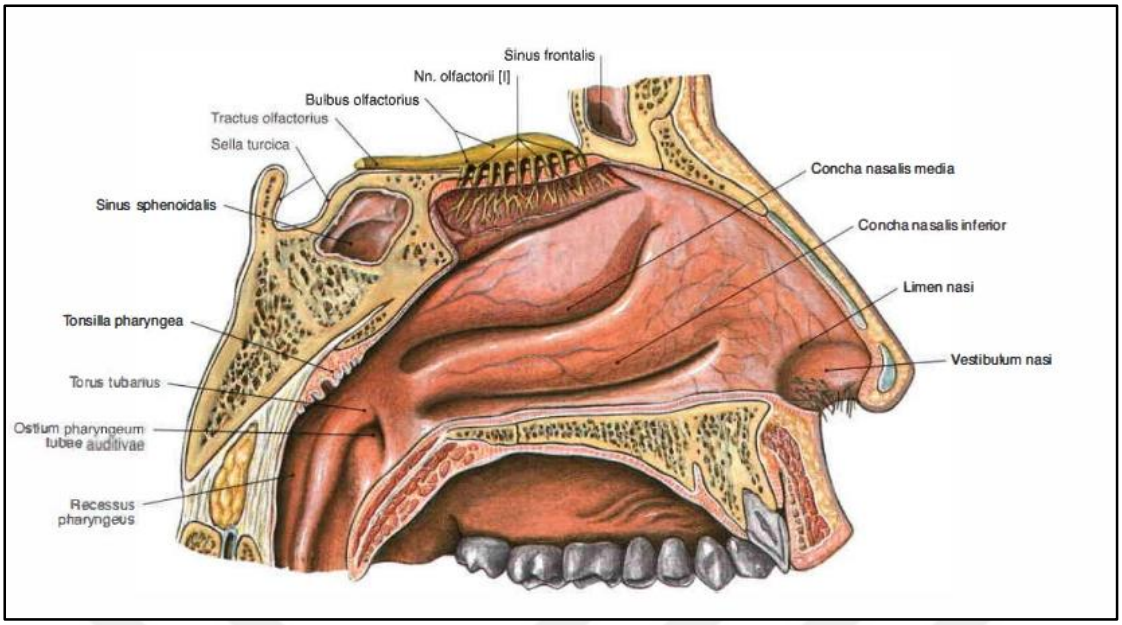
meatus anteriordan posteriora aggner nasi hücresi, uncinate proses, hiatus semilunaris, etmoid bulla, sinus lateralis ve posterior fontaneli içermektedir.

Superior meatus; superior ve orta konka arasında lateralde yer alan alandır. Posterior etmoid hücreler buraya drene olurlar**.**

Supreme meatus; superior turbinat üzerindeki alan olup, en gerideki posterior etmoid hücrelerin drenaj alanıdır. Nazal kavite lateral duvar yerleşimli yapılar hakkında daha detaylı bilgi ilerleyen paragraflarda mevcuttur.

2.2.2.Etmoid Sinüsler ve Lateral Nazal Duvar

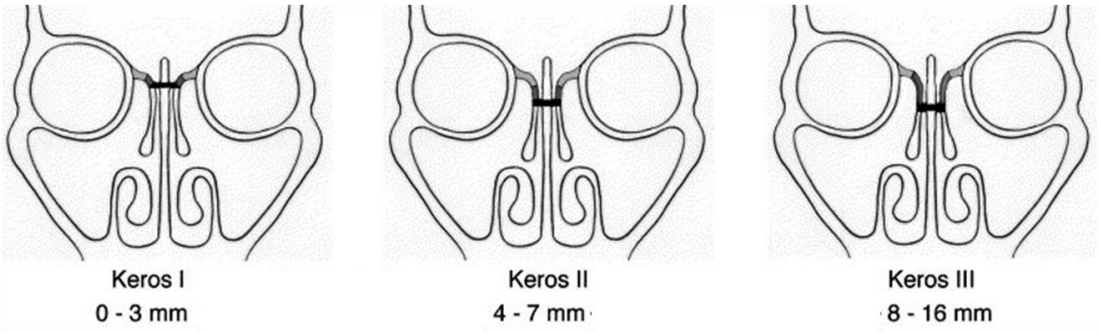
Etmoid sinüsler burnun merkezindeki oluşumlardır. 8-12 yaşlarında erişkin boyutlara ulaşırlar. Ortalama volumleri 14-15 ml' dir. Doğumda sıvı ile dolu boşluk şeklinde bulunurlar. Erişkinlerde etmoid sinüsler geniş tabanı posteriorda olan bir piramid şeklindedir. İnternal karotid arterin terminal dallarından olan oftalmik arterden köken alan anterior ve posterior etmoid arterler, etmoid çatı üzerinde lateralden mediale uzanırlar. Etmoidhücrelerin sınırlarını lateralde orbita medial duvarı, posterioru sfenoid sinüs, superioru ise ön kafa tabanı oluşturmaktadır (9). Etmoid sinüslerin lateral duvarında yer alan lamina papyracekağıtinceliğinde olup orbita medial duvarını oluşturur. Etmoid kemiğin orta hatta yer alan vertikal parçası üstte crista galli altta ise etmoid kemiğin perpendiküler laminası tarafından oluşturulur.Ayrıca crista galli orta hatta yer alarak ve falks cerebri'ye yapışarak iki frontal lobu birbirinden ayırır(10).



Şelik 3: Lateral nazal duvar görünümü

(R. Putz and R. Pabst. Sobotta Atlas of Human Anatomy.14th edition, vol 1)

Ön kafa tabanı etmoid hücrelerden medialde ince olan; lateralde ise daha kalın olan etmoid kemik horizontal parçası ile ayrılır. Etmoid çatı kafa tabanının en ince noktası olan cribriform plate ile lateral lamellasında eklem yapar (10). Cribriformtabakanın etmoid çatı ile ilişkisine bağlı olarak lateral lamellanın uzunluğu değişmektedir. Keros (1965) etmoid çatı ile cribriform plate'inilişkisini değerlendirerek 3 tip olfaktör fossa tanımlamıştır. Keros sınıflamasına göre tip 1' de cribriform plate etmoid çatının 1-3 mm aşağısında yerleşmiştir. Bu durumda lamella ya çok kısadır ya da hiç yoktur. Keros tip 2:aralık4-7 mm kadardır. Keros tip 3' te ise mesafe 8mm' den fazla olarak tanımlanmıştır. Düşük seviyede cribriform plate'e sahip olan hastalar endoskopik sinüs cerrahisi esnasında beyin omurilik sıvısı kaçağı gelişmesi için yüksek risk teşkil etmektedir (6, 10, 11). Ayrıca pekçok vakada her 2 tarafta cribriform platesimetrik izlenmesine rağmen asimetrik yerleşim de mümkündür. Klinik pratikte bu sınıflamanın kullanılması kafa tabanında defekt oluşturacak cerrahi risklerin preoperatif değerlendirilebilmesi açısından önem teşkil etmektedir.



Şekil 4: KEROS klassifikasyonu

Olfaktör fossa koronal kesitlerinde koyu gri işaretli alanlarcribriform plate lateral lamellasının uzunluğunu ve buna bağlu KEROS sınıflamasını göstermekte

Alcalá-Galiano A, Arribas-García IJ, Martín-Pérez MA, Romance A, Montalvo-Moreno JJ, Juncos JMM. Pediatric Facial Fractures: Children Are Not Just Small Adults1. Radiographics. 2008;28(2):441-61

Rinologlar tarafından kompleks olan anatominin daha rahat açıklanabilmesiaçısından etmoid sinüsler birbirine paralel beş adet kemik lamella ile tanımlanmaya çalışılmıştır. Bunlar fetal hayatta lateral nazal duvardan kaynaklı etmoid turbinal çıkıntıdan köken alırlar. Lamellalar anteriordan posteriora uncinat proses, etmoid bulla, ground ya da bazal lamella, superior konka bazal lamellası ve suprem konka bazal lamellasıdır. Bu yapılar etmoid hücre havalanması sırasında ortaya çıkarlar. Bu esnada havalanma orta konkanın yapışma yerinin anteriorunda ortaya çıkar ise; buna da "agger nasi hücresi" adı verilir. Agger nasi hücresi pnömatizasyonunun unsinat proses yerleşimine ve frontal reses açıklığına direk etkisi mevcuttur. Bu nedenle agger nasi hücresinin cerrahi sırasında tanınması frontal resese ulaşımda önem teşkil etmektedir.

Birinci lamella; yani en önde yer alan lamella unsinat prosestir. Endonazal sinüs cerrahisinde önemli landmarklardan biridir. Etmoid labirentin parçası olmasına rağmen sıklıkla maksiller sinüs ile beraber anılır. Bunun nedeni maksiller sinüs ostiumlarına olan yakın komşuluğudur. Anterosuperiordan posteroinferiora L şeklinde yerleşmiştir. Unsinat prosesin superior parçası sıklıkla lamina papriseaya tutunur. Ancak orta konka, agger nasi hücresi posteromediali ya da kafa tabanıyla da birleşebileceği gösterilmiştir (10). Anteroinferior sınırında yapışık olduğu bir alan yoktur. Posteroinferiorda ise alt konkanın etmoid prosessine yapışır. Aslında nazal lateral duvarda, unsinat prosesle alt konka arasında sadece mukoperiost ile kaplı membranöz bölgeler vardır. Bu bölgeler "fontanel" olarak adlandırılır. Bu membranöz yapının maksiller sinüs doğal ostiumu önünde kalan kısmına anterior, arkasında kalan kısmına ise posterior fontanel denir (12). Maksiller sinüs doğal

ostiumu genellikle arka fontanelin ön kısmına açılır. Aksesuar ostiumlar ise çoğu kez arka fontanelde gözükmektedirler. Pek çok endonazal endoskopik cerrahide ilk aşama uncinat prosesin eksizyonudur.

İkinci lamella;ilk olarak Zuckerkandl tarafından tanımlanmıştır. Etmoid bulla en sabit ve en büyük anterior etmoid hücreyi oluşturur. Ön etmoidal hücrelerin yaptığı şişkinlik "etmoidal bulla" olarak adlandırılır. İnce duvarlı yuvarlak şekilli bir hücredir. Lateralde lamina papricea, posteriorda bazal lamellaya tutunur. Medialde orta meatusta izlenir. Superiorda etmoid tavana ulaşabilir ve frontal sinüs arka duvarını oluşturabilir. Anatomik varyasyonları mevcuttur (9, 10). Aşırı pnömotize etmoid bulla varlığı etmoid infundibulumu daraltarak mukosilier aktiviteyi ve ventilasyonu bozabilir.

Üçüncü lamella;en önemli lamella olarak tanımlanmıştır. Bazal lamellaanterior ve posterior etmoid hücreleri ayıran çizgiyi işaret eder ancak bunun dışında bu lamella etmoidal hücrelerin orta ve supeior meatusa drenaj paternlerini belirleyen septasyonları oluşturması açısından da önemlidir. Endoskopik cerrahide anterior etmoidektominin posterior sınırını oluşturur. Posterior etmoidal hücreler ise bazal lamella ve sfenoid sinüs arasındadır. Posterior etmoid hücreler sayıca daha az ve daha büyük hücrelerdir. Posterior etmoid hücreler aşırı gelişmeleri sonucu sfenoid sinüs lateraline ve sinüsün arkasına kadar uzanabilirler. Bu arka etmoid hücreler "Onodi hücresi" olarak adlandırılmaktadır. Onodi hücresinin lateralinde optik sinir ve internal karotid arter kabarıntısına rastlanılabilir. Bu bölge optik sinirin en çok hasar göreceği yerdir (10). Bazal lamellanın diğer bir önemli fonksiyonu da orta konkayı aksiyal planda lateral nazal duvara birleştirir ve konkanın stabilitesini sağlar.

Dördüncü lamella; superior konkanın bazal lamellasıdır.

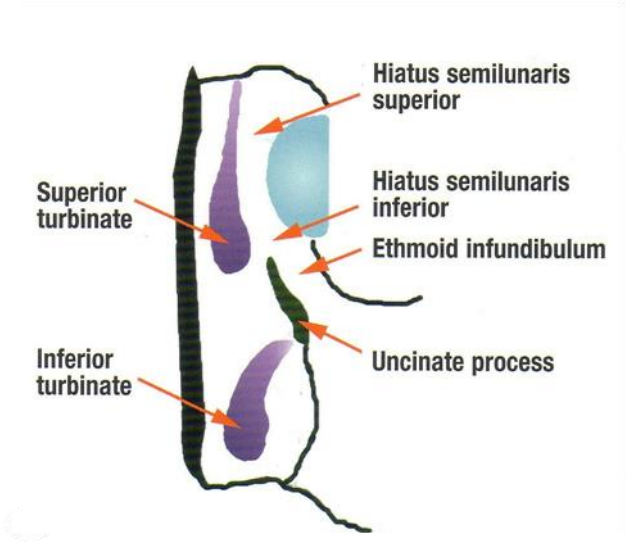
Beşinci lamella; suprem konkanın bazal lamellası olarak tanımlanmıştır.

Etmoid lamellalar birbirini izleyen 4 adet reses ile ayrılır. Bunlar frontal reses, infindibulum,sinüs lateralis, sfenoetmoidal reses olarak adlandırılır.

Frontal reses; frontal sinüs frontal resese drene olur. Bu alanın anatomisi agger nazi hücresinin ve eğer varsa supraorbital hücrenin havalanma derecesine göre değişmektedir (11).Frontal sinüs, frontal reses hücrelerinden büyümeye başlar. Frontal sinüs ostiumu frontal

resesin anterosuperior bölümünde yer alır. Frontal resesin medial sınırı orta konka ve onun önündeki yapışma yeridir. Arka sınır üstte kafa tabanı tarafından oluşturulurken, ön sınır ise agger nazi tarafından oluşturulur. Unsinat prosesin pozisyonuna bağlı olarak frontal reses doğrudan orta meatusa yani unsinat prosesin medialiyle orta konka arasından açılır. Bazen ise direkt olarak etmoid infundibuluma açılabilir.

Etmoid infundibulum; uncinat proses lateralinde bir boşluktur. Uncinat prosesin posterior kenarı ile etmoid bullanın anterior yüzü arasındaki yarık hiatus semilunaris olarak adlandırılır. Bu hiatustan öne ve yukarıya doğru gidilmesi etmoidal infundibuluma geçiş gibidir. Maksiller sinüs ostiumu etmoid infindibulum içinde yer alır. Bazal lamella anteriorundaki etmoid hücreler, maksiller ve frontal sinüslerin hepsi direk infindibuluma ya da yakınına drene olur. Medialde orta konka, lateralde lamina papricea, posterior ve superiorda bazal lamella tarafından sınırlandırılan bölgeye "Osteomeatal Kompleks (OMK)"adı verilir (13). Etmoid hücreler yaş ile gelişmelerine karşın; infindibulum, hiatus semilunaris, bulla etmoidalis gibi yapılar doğumda gelişkin halde olduklarından OMK yapısında sonraki dönemlerde değişiklik olmaz. OMK' in ön ve alt kısmı açıktır. Maksiller sinüs ostiumunun en sık bulunma yeri etmoid infundibulumun 1/3 posteroinferiorudur (6, 9, 10).



Şekil 5: Hiatus semilunaris ve etmoid infundibulum

Kamel R.Endoscopic anatomy of the lateral nasal walli ostiomeatal complex and anterior skull base: Astep by step guide.Tutlingen,endopress,2002 .

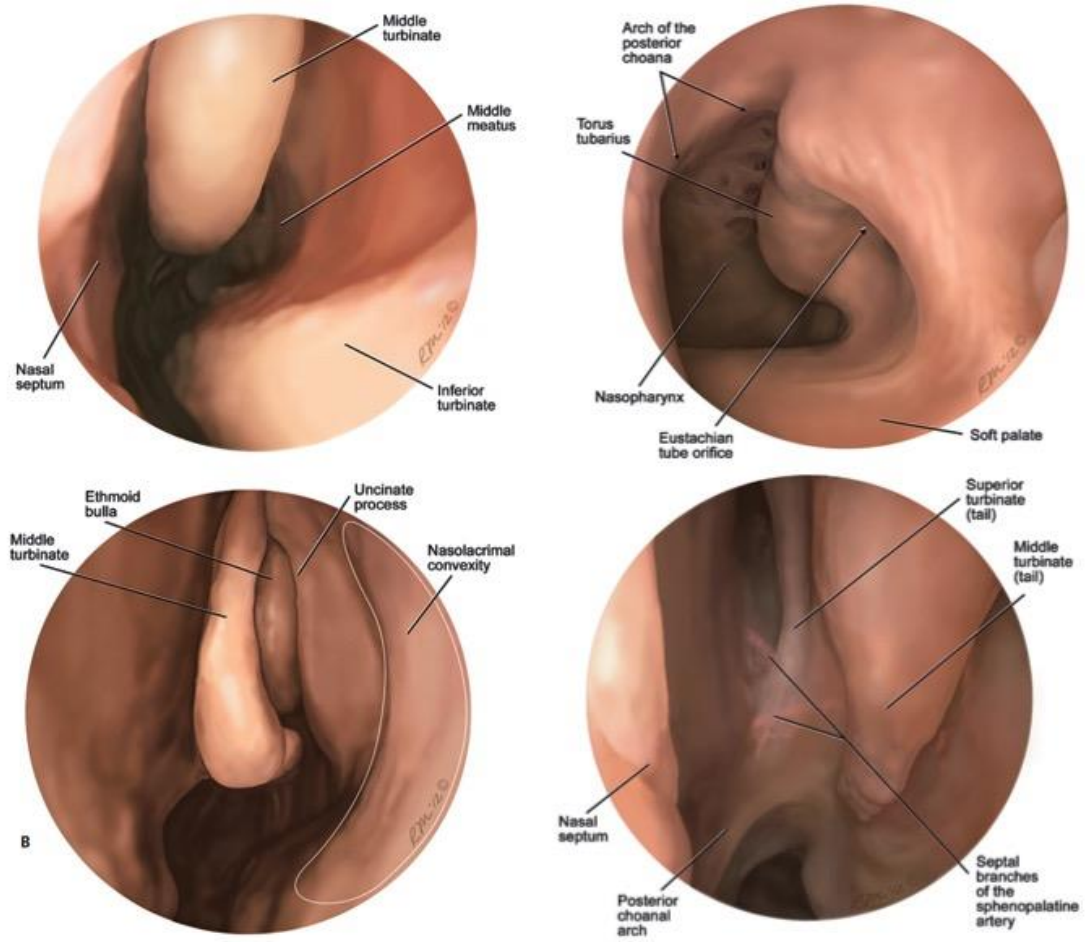
Yorulmaz İ,Küçük B, Elhan A, Tekdemir İ. Surgical anatomy for endoscopic sphenoetmoidectomy. Tutlingen, Endopress, 2010:9

Retrobullar reses; eğer etmoid bullanın posterior duvarı bazal lamella ile birleşmiyorsa "retrobullar reses (sinus lateralis)"ortaya çıkar. Retrobullar reses diğer anterior etmoidal hücrelerden farklı olarak hava hücresi olmayıp bir yarıktır. İlk olarak Grunwald tarafından tanımlanmıştır. Üstte etmoid çatı, lateralde lamina papyracea, inferiorda etmoid bulla tabanı, arkada ise orta konkanın bazal lamellası ile sınırlıdır.

Sfenoetmoidal reses ise; OMK dışında yer alan posterior etmoid ve sfenoid sinüslerin drene olduğu, superior meatusun posteriorunda yer alan kısımdır. Bu bölgede yerleşen hücreler sfenoetmoidal hücreler ya da onodi hücreleri olarak adlandırılır. Etmoid sinüsler ile optik sinir arasındaki ilişkiyi araştıran Adolf Onodi tarafından tanımlanmıştır. Posterior etmoid hücrelerin posterior veya laterale doğru sfenoid sinüse genişlemesiyle oluşur ve posterior clinoid prosese kadar uzanabilir.Optik sinir ve internal karotid arter bu hücrelerin içerisinde yer alabilir. Cerrahi esnasında önemli damar sinir yapıların zedelenmesini önlemek için preoperatif olarak hasta görüntülemelerinin Onodi hücresi varlığı açısından değerlendirilmesi gereklidir.

Supraorbital etmoid hücre(Suprabullar hücre); frontal reses bölgesinde bir varyasyondur. Frontal kemiğin orbital parçasının ve anterior etmoid hücrelerin pnömatizasyonu sonucu oluşur. Bu hücrelerin 3. ve 4. frontal yarıktan köken aldığını ve orbitanın üstüne ve lateraline ilerleyerek frontal kemiğin orbita duvarı içine doğru havalanma gösterdiğini savunan görüşler mevcuttur. Frontal sinüs drenajını önleyebilirler. Tecrübesiz cerrahlar tarafından endoskopik cerrahi esnasında sıklıkla frontal sinüs ile karıştırılırlar.

Anterior etmoid arter, orbita içinde oftalmik arterden ayrılır ve anterior etmoid foramenden geçerek etmoid hücrelere dağılır. Bu seyri sırasında %40 oranında parsiyel veya tümüyle açıkta olabilen bir kemik içinde seyreder. Genellikle lateralden mediale doğru anteriorda seyreder ve lateral lamelllayı delerek olfaktör sulkusa girer. Daha öncede bahsedildiği gibi anterior etmoid arterin ön kraniyal fossaya girdiği lateral lamella kafa tabanının en ince kısmıdır.



Şekil 6: Nazal kavitenin endoskopik anatomisi

Casiano R.R., Endoskopic Sinonasal Dissection Guide, Thieme, New York, ABD, 2012: 20-47

2.2.3. Maksiller Sinüs

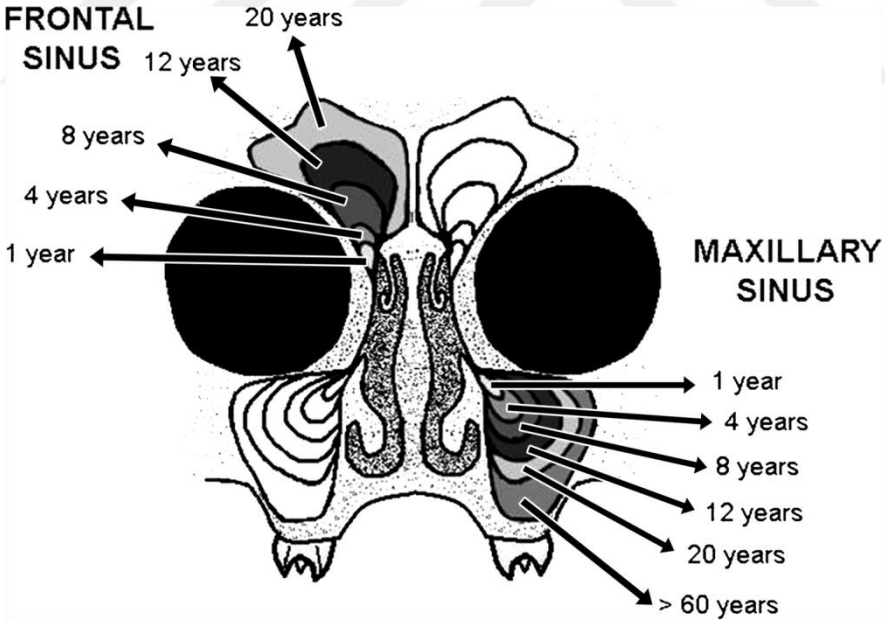
Maksiller kemik içinde yer alır. En büyük paranazal sinüstür. Doğumda içi sıvı ile doludur. Bifazik gelişim gösterir. İlk aşama 3. yaşta, ikinci aşama ise kalıcı dişlerin çıkışı ile 7-18 yaşları arasında izlenir. Genellikle maksiller sinüsün tabanı nazal kavite tabanının 4-5 mm kadar altına iner. Ancak aynı seviyede ve hatta daha yukarıda da olabilir (14-15).

Anterior duvarını maksillanın fasiyal yüzeyi, posterior duvarını pterigopalatin ve infratemporal fossa, medial duvarını nazal kavite lateral duvarı, tabanını alveolar proses, tavanını ise orbita tabanı oluşturur. Maksiller sinüs ostiumu infundibulumun posterior parçasına drene olur. Ayrıca kişilerin %15-40 kadarında aksesuar ostium olabilir (16).Aksesuar ostiumlar sıklıkla posterior fontanel bölgesinde izlenmekle beraber anterior fontanelde de olabileceği gösterilmiştir. Aksesuar ostium varlığı sinüs drenaj paternini bozarak sinüs enfeksiyonlarına yol açabilmektedir.

Anterior etmoid hücresinin laterale doğru havalanarak maksiller sinüs ve orbita tabanı arasında yerleşmesi sonucu oluşan hücreye "haller hücresi (infraorbital etmoid hücre)" adı verilir (17). Bu hücrenin varlığı havalanma derecesine bağlı olarak nadiren de olsa sinüs drenajında bozukluklara neden olmaktadır.

2.2.4. Frontal Sinüs

Frontal sinüsler embriyolojik ve anatomik olarak anterior etmoid hücrelerler ile ilişkilidirler.Yaygın görüş frontal sinüslerin ön etmoid hücrelerin yukarı pnömatizasyon ile frontal kemiğin iki tabulasının arasına yayılması ile oluştuğu yönündedir. Stammberger, frontal sinüslerin frontal resesten kaynaklandığını; bunun da embriyolojik olarak birinci etmotürbinal çıkıntı(agger nasi ve unsinat proses) ile ikinci etmotürbinal çıkıntı (bulla etmoidalis) arasındaki oluğun yukarı uzanımı sonucu oluştuğunu savunmaktadır. Frontal sinüsün genişliği, sinüsün havalanma oranına göre değişmektedir. Havalanması 2. yıl gibi başlar. Yaklaşık 20 yaşında erişkin boyuna ulaşırlar.%5 oranında hiç gelişmemiş olabilir. Asimetrik gelişim ise sık rastlanan bir özelliktir.



Şekil 7: Frontal ve maksiller sinüslerin gelişimi

Alcalá-Galiano A, Arribas-García IJ, Martín-Pérez MA, Romance A, Montalvo-Moreno JJ, Juncos JMM. Pediatric Facial Fractures: Children Are Not Just Small Adults1. Radiographics. 2008;28(2):441-6

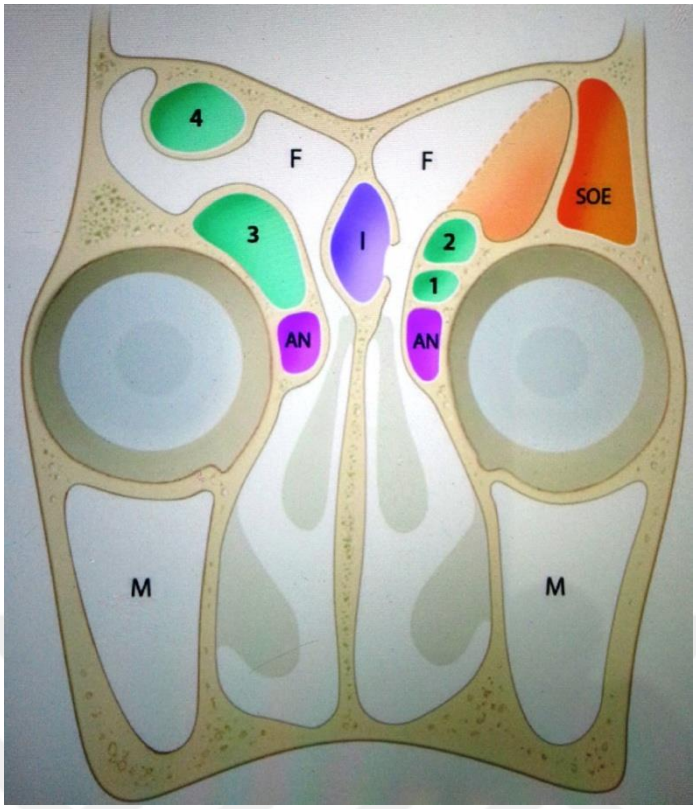
Genellikle intersinüzoidal bir septum yardımıyla iki parçaya ayrılır. Ancak birden fazla septa ile daha çok bölüme de ayrılabillir. Her birinin drenajı ayrıdır. Frontal sinüs ön tabulası

frontal sinüsü ön kafa çukurundan ayıran arka tabulaya göre daha kalındır. Sinüsün tabanı aynı zamanda orbital çatıyı oluşturmaktadır. Drenajı ise bu tabanın posteromedialinde yer alır. Frontal ostiumun superior parçası frontal sinüs içerisine genişlerken inferior parçası da frontal resese uzanır. Bu drenaj yolunun en dar parçası frontal resesdir. Bu görünüm bir kum saatini andırmaktadır. Drenaj yolunun seyrini etraf etmoid hücrelerin ve unsinat prosesin pozisyonu belirler (18, 20). Havalanması fazla olan agger nazi hücreleri ya da etmoid bulla, frontal resesi daraltabilir. Unsinat prosesin süperior parçasının tutunma yeri de ostium drenajını etkilemektedir. Frontal sinüs hastaların %88'inde unsinat prosesin medialinde orta meatusa açılırken, %12'sinde unsinat prosesin lateralinde yer alır (19). Frontal sinüs ostiumu anteroinferiorda agger nasi, posteriorda bulla etmoidalis ve suprabullar reses, lateralde lamina papyracea, anteriorda ise orta konka ile sınırlandırılır.

Anterior etmoid hücrelerin frontal infundibuluma uzanımı olduğu gibi frontal resesin kendisinden kaynaklanan frontal infundibular hücreler de mevcuttur. Bent ve Kuhn bunları 4 tipte sınıflandırmıştır.

Tablo 1: KUHN frontoetmoidal hücre sınıflaması

KUHN FRONTOETMOİDAL HÜCRE SINIFLAMASI :	
Tip 1	Agger Nasi üzerinde tek hava hücresi mevcut
Tip 2	Agger Nasi üzerinde grup halinde küçük hava hücreleri mevcut ancak hücreler orbita tavan seviyesinin altında yerleşimli
Tip 3	Agger Nasi'den frontal sinüs içine uzanan tek bir frontal hücre
Tip 4	Frontal sinüs içerisinde Agger Nasi'den bağımsız tek bir hücre



Şekil 8: KUHN frontoetmoidal hücre sınıflaması

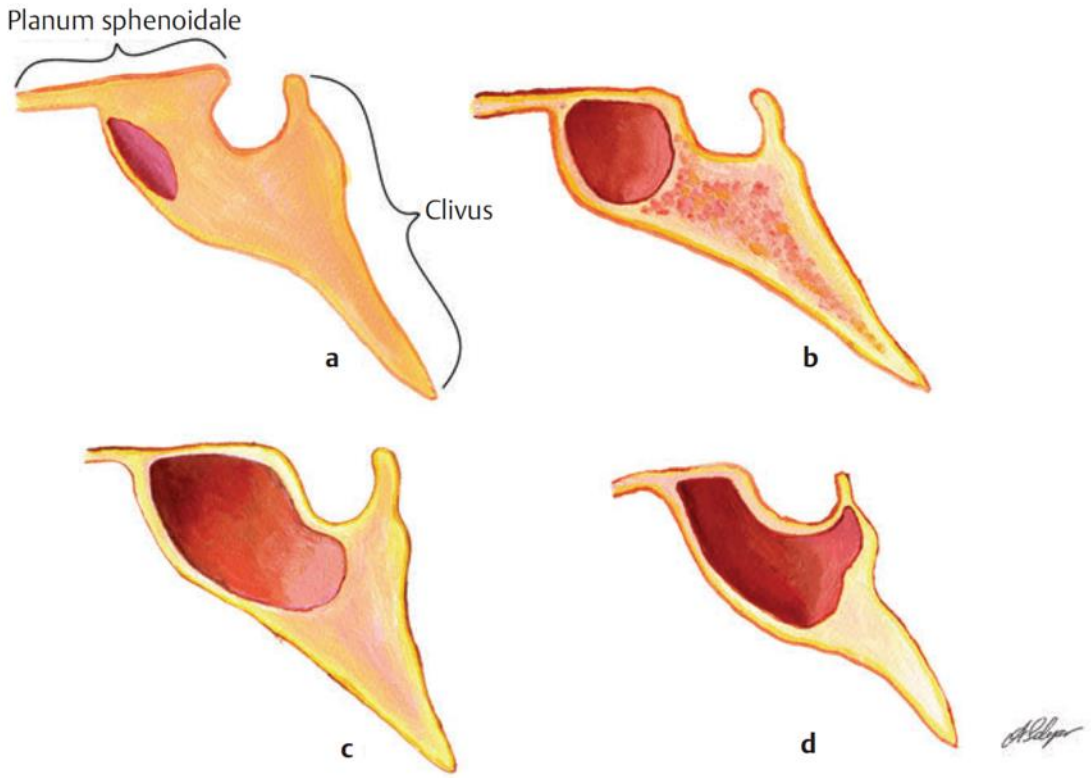
Tablo 2: Modifiye KUHN fronto-etmoidal hücre sınıflaması

MODİFİYE KUHN FRONTOETMOİDAL HÜCRE SINIFLAMASI:	
Agger Nasi Hücresi	
Supraorbital etmoid hücreler	
Frontoetmoidal hücreler	**Tip 1:** Agger Nasi üzerinde tek frontal reses hücresi
	Tip2: Agner Nasi üzerinde frontal reses hücre grubu
	Tip3: Frontal sinüs içine uzanan tek geniş hücre
	Tip4: Frontal sinüs içi yerleşimli hücre.
Frontal bulla hücreleri	
Suprabullar hücreler	
İntersinus septal hücre	

2.2.5. Sfenoid Sinüs

Sfenoid sinüs gelişimi fetal hayatın 3 ve 4. aylarında başlar ancak pnömatizasyonu doğum sonrası 3. yaşta oluşur. Yedi yaşında sella turcica seviyesine kadar ulaşır tam şeklini ise 20 yaş civarında tamamlar. Önemli nörovasküler yapılara komşudur. İnternal karotis arter, sfenoid sinüs lateralinden ilerlerken lateral duvarda kabarıntı oluşturur. Kişilerin yaklaşık %25' inde ise internal karotid arteri sfenoid sinüsten ayıran kemik dokuda açıklık vardır. Yine optik sinir de sfenoid sinüs içinde kabarıntı oluşturmaktadır ve kişilerin yaklaşık %6'sında optik siniri sfenoid sinüsten ayıran kemik dokuda açıklık mevcuttur. Özellikle cerrahi sırasında hayati önem taşıyan bu yapıların görülebilmesi sinüsün havalanma derecesine bağlıdır. Havalanma derecesine göre sfenoid sinüs 3 tipe ayrılır: sellar tip, presellar tip ve konkal tip (10, 11). Sellar tip;en sık izlenen tiptir. Pnömatizasyon clivusa kadar uzanır. Bu tipte beyin sapı ile sinüs arasındaki kemik oldukça incedir. Presellar tip; pnömatizasyon sella ön kısmına kadar uzanır buranın ötesine geçmez. Konkal tip ise; havalanan kısım çok az ve sella tursika önünde olup aralannda kalın kemik mevcuttur. Sellanın sinüs içinde hiçbir kabarıklığı yoktur.

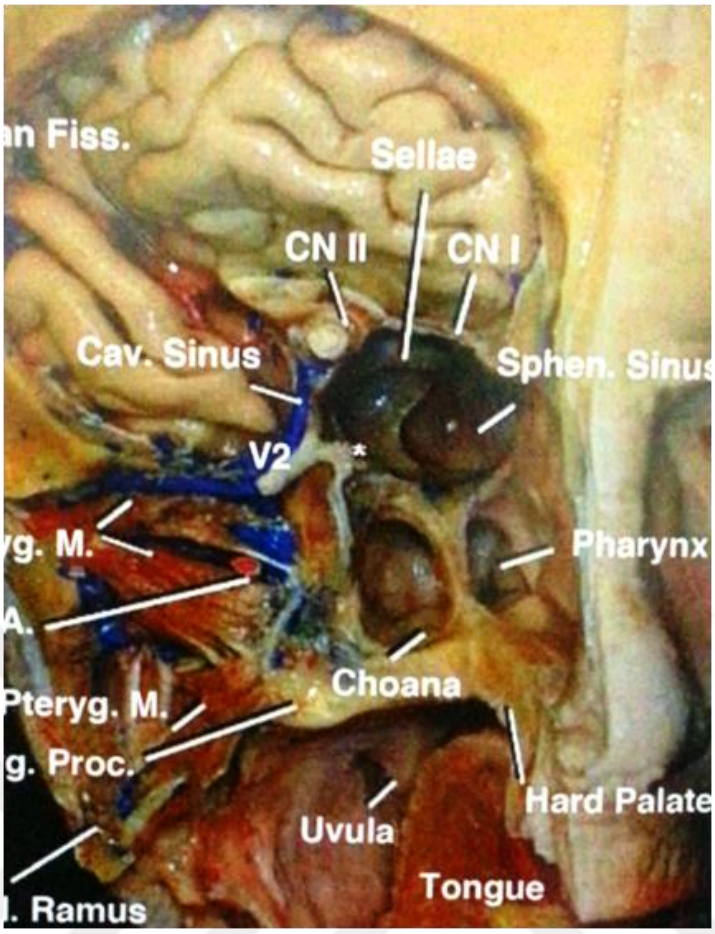
Sfenoid sinüsün en kalın duvarı posteriorda klival duvardır. Sfenoetmoidal resese drene olur. Sfenoid sinüs ostiumunu gösteren en iyi reper noktasının superior konkanın posteroinferior ucu olduğu çalışmalarda gösterilmiştir.Cerrahi sırasında pratiklik sağlaması açısından sfenoid sinüs doğal ostiumunun koananın yaklaşık 10-12mm üzerinde, kolumellanın yaklaşık 7 cm derininde olduğu varsayılabilir. Sfenoid septum, orta hattan bir tarafa ilerler ve sfenoid sinüsü iki asimetrik boşluk olacak şekilde böler. Bu asimetriden ötürü sfenoid septa lateral duvarda internal karotid arter üzeri kemik dokuda sonlanabilir. Eğer dikkat edilmez ise bu durum septanın kaldırılması esnasında internal karotid arterin rüptürüne neden olabilir.



Şekil 9: Sfenoid sinüsün havalanma oranına göre varyasyonları

(a. Konkal tip, b. Presellar tip c. Sellar tip d. Postsellar tip) Georgalas C., Fokkens W. Rhinology and Skullbase Surgery . Stuttgart, Thieme 2013;1:19

Sfenoid sinüs komşulukları önemlidir. Sinüs yan duvarlarında ön üstte optik foramen ve fissura orbitalis superior yer alır. Optik foramen optik sinir ve oftalmik arteri içerir. Fissura orbitalis içerisinden ise; medialde inferior oftalmik ven, 3. kraniyal sinir üst dalı, nazosilier sinir, 3.kraniyel sinir alt dalı ve 6.kraniyel sinir geçmektedir. Daha lateralde ise lakrimal, frontal ve trochlear sinirler orbitaya girmektedirler. Yan duvar ön kısımlarının lnferolateralinde ise, maksiller ve vidian sinir kanalları yer almaktadır. Yan duvar arka üst kısım kavernöz sinüslerle komşudur. Kavernöz sinüs internal karotid arter, 3,4 ve 6.kraniyal sinir ile 5. kraniyal sinirin oftalmik ve maksiller dalları yer almaktadır. Üst duvar ön tarafta ön kafa çukuru arka arka tarafta sella tursika ile komşudur. Alt duvarda nazofarenks önduvarda nazal septum arka duvarda ise klivus ile komşuluğu vardı



Şekil 10: Sfenoid sinüs etrafı önemli yapılar

Stamm AC, Pignatari SS, Timperley D, Balieiro FO, Santos FP. 14 Sphenoid Sinus in Skull Base Surgery. Transnasal Endoscopic Skull Base and Brain Surgery: Tips and Pearls. 2011.

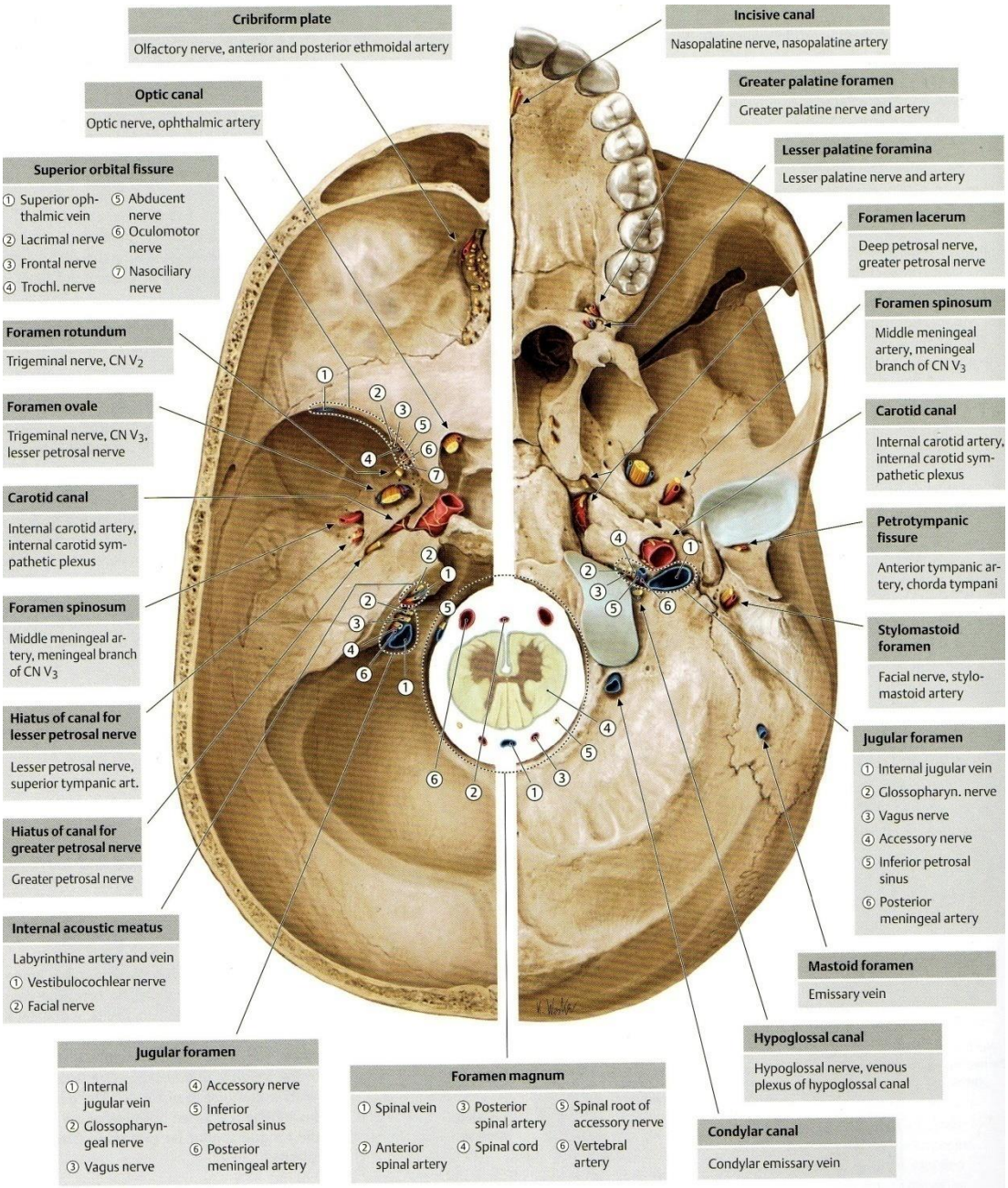
2.2.6 . Kafa tabanı anatomisi

Kafa tabanı nörocranium'u fasial viscerocranium'dan ayıran anatomik saha olarak tarif edilmektedir.Bu bölge önemli vasküler ve nöral oluşumlarin giriş ve çıkışına izin vermekte neuro-viscerocranium' un korunması ve stabilizasyonunu sağlamaktadır.

Ön, orta ve arka olmak üzere 3 grupta değerlendirilir. Kafa tabanının beyinle komşuluk gösteren bir endokraniyal yüzü ile nazal kavite, sinüsler, göz, pterygopalatin-infratemporal fossa, parafarengeal ve infrapetrozal alanlarla komşuluk gösteren ekzokraniyal yüzü mevcuttur. Endo ve ekzokraniyal yüzler birbirlerine içlerinden damar ve sinirlerin geçtiği kanallar, foraminalar ve fissürlerle bağlanmaktadır (21).

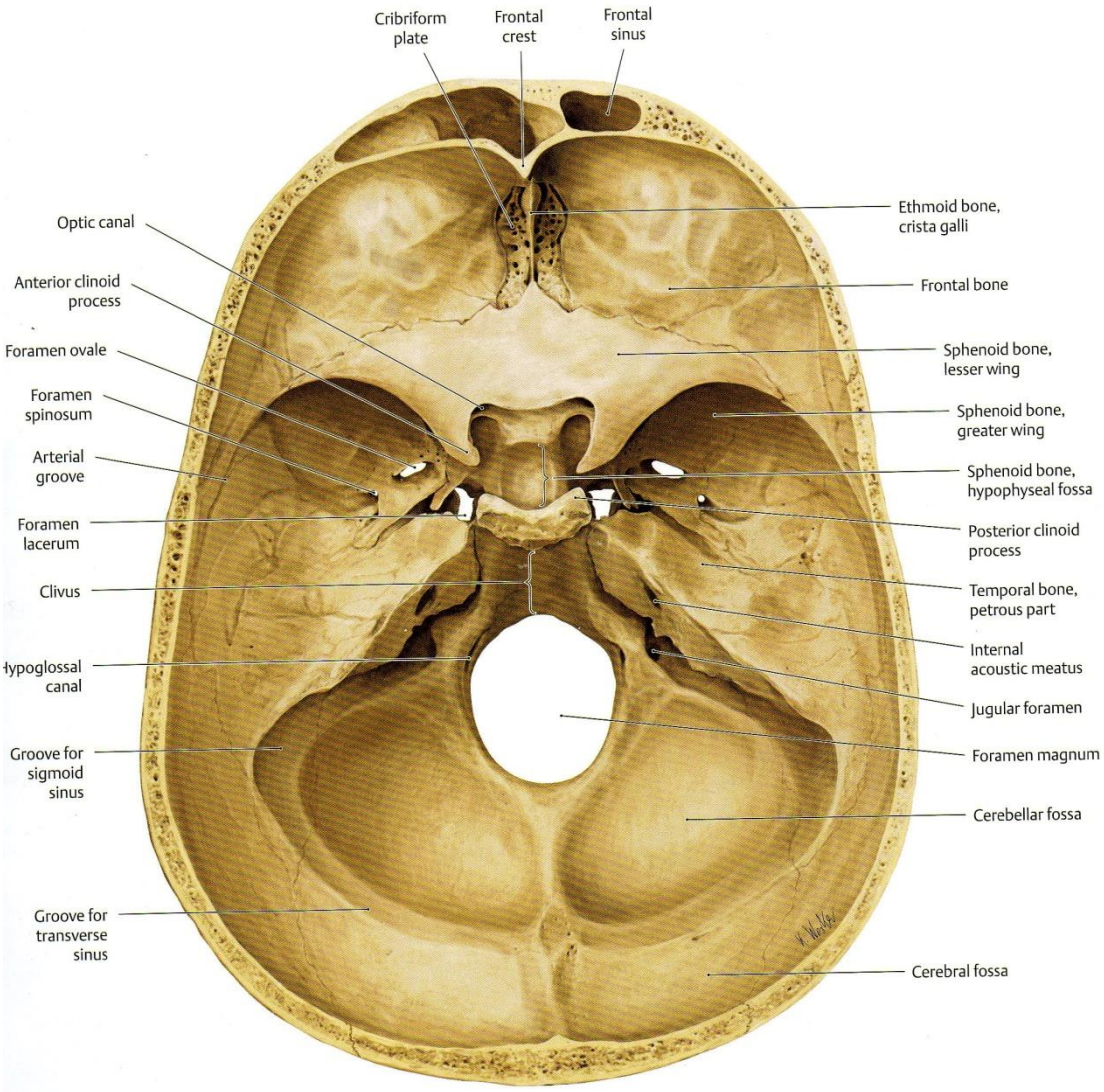
Endokraniyal yüzeyde ön ve orta kafa tabanı arasındaki sınırı sfenoid ridge belirler, orta ve arka kafa tabanı ise petröz ridge ile ayrılmaktadır. Ekzokraniyal yüzden bakıldığında ise; ön ve orta kafa tabanı arasındaki sınır pterigomaksiller fissür, pterigopalatin fossa üst

kısmından ve maksilla alveolar proses alt kısmından geçen transvers bir çizgidir. Orta ve arka kafa tabanı arasındaki sınır ise vomerosfenoid bileşke, foramen lacerum, karotid kanal, juguler foramen, styloid process ve mastoid tipten geçen transvers bir çizgi belirler (21).



Şekil 11: Kafa tabanında yerleşen nörovasküler yollar

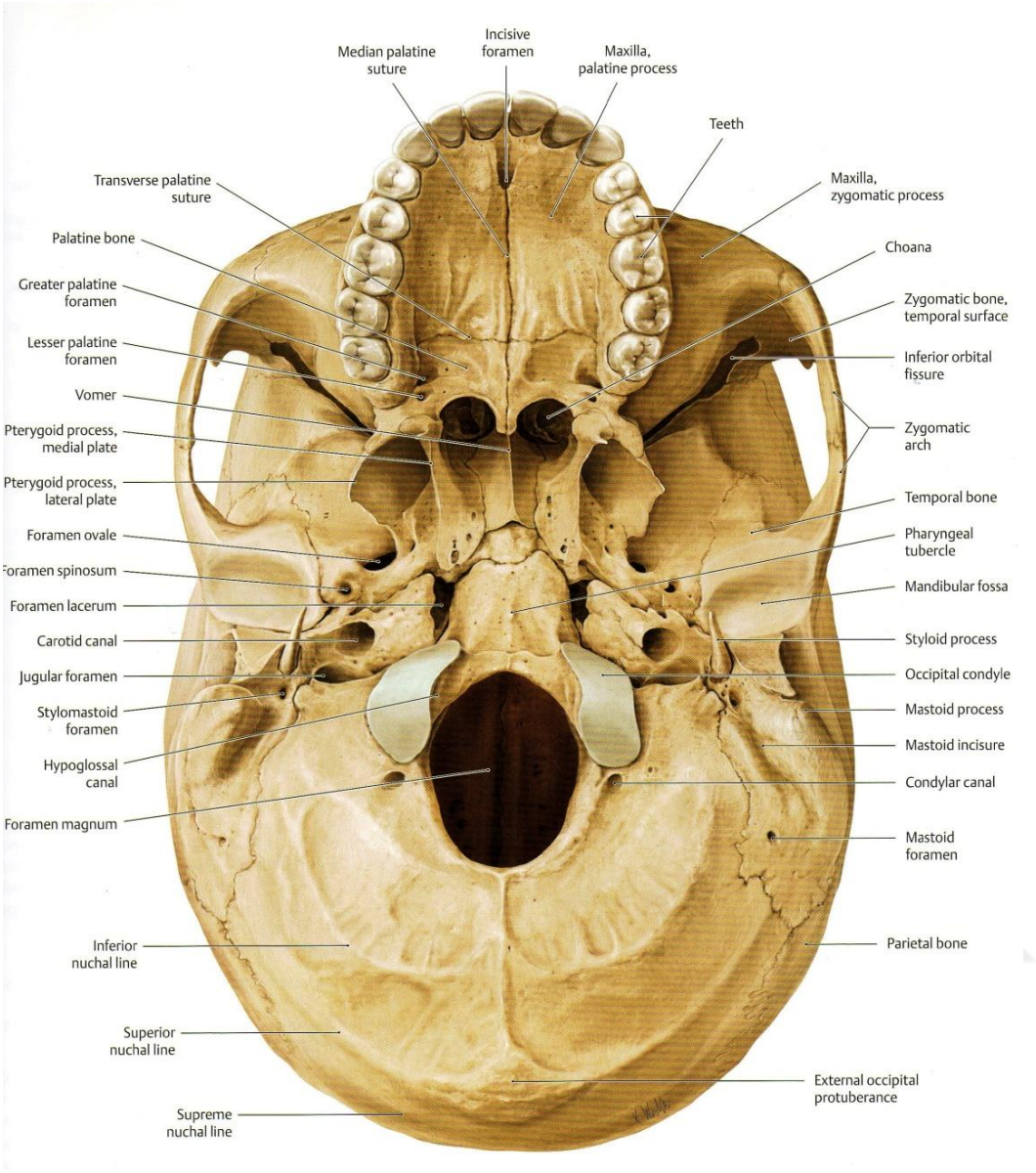
Shuenke M, Schule E, Schumacher U,Rude J. Ed. Ross EM, Lamperti ED, Taub E. Head and Neuroanatomy Atlas of Anatomy.1st edition Stuttgart, Thieme,2010;4:90



Şekil 12: Kafa tabanın superiordan görünümü

Shuenke M, Schule E, Schumacher U,Rude J. Ed. Ross EM, Lamperti ED, Taub E. Head and Neuroanatomy Atlas of Anatomy.1st edition Stuttgart, Thirme,2010;1:13

Ön kafa tabanı; endokraniyal yüzden bakıldığında etmoid, sfenoid, frontal kemik tarafından oluşturulur. Medial kısmını nazal kavite, sfenoid sinüs, anterior kısmını crista galli ve etmoid kemik cribriform plate'i posterior kısmını ise planum sfenoidale oluşturur. Lateral bölgede orbita ve optik sinir yer almaktadır. Ön kafa tabanında orta hatta yer alanforamen çekum emisser venlerin geçişi için yol sağlar, yine kribriform tabakada yer alan delikler de olfaktör liflerin geçişini sağlamaktadır. Lateralde yer alan optik kanal içinden optik sinir ile oftalmik arter geçmektedir. Orbitanın ana arteriyal beslenmesini oftalmik arter sağlamaktadır. Venöz damarları ise superior ve inferior oftalmik venlerdir ve süperior orbital fissürden geçerler (21, 22).



Şekil 13: Kafa tabanının inferiordan görünümü

Shuenke M, Schule E, Schumacher U,Rude J. Ed. Ross EM, Lamperti ED, Taub E. Head and Neuroanatomy Atlas of Anatomy.1st edition Stuttgart, Thirme,2010;1:11

Ekzokraniyal yüzden bakıldığında medial kısım etmoid ve sfenoid kemik, lateral kısım ise orbita ve maksilla ile ilişkilidir. Ön kafa tabanında yerleşen ana foraminalar anterior ve posterior etmoid foramenlerdir. Bunlar orbital duvar superomedialde yerleşirler; anterior ve posterior etmoid arterler ile venlerin geçişine yardımcı olurlar. Supraorbital ve supratrochlear çentik ve foraminalar ise aynı isimli damar ve sinirlerin geçişini sağlar. Supraorbital fissürbüyük ve küçük sfenoid kanatların arasında optik kanal lateralinde yer alır**.** İnferior orbital fissür ise büyük sfenoid kanat önünde maksilla ve palatin kemik arkasında yer alır ve

içerisi fibröz ve muskuler doku ile doludur. Okulomotor foramen annuler tendon içinde lateral rectus kasının alt ve üst yapışma noktaları arasında yer alır (23).

Okulomotor sinir; superior orbital fissür ve oculomotor kanala girmeden dallar verir. Üst dal superior rectus kasına ve levator kasına, alt dal ise medial ve inferior rectus kası ile inferior oblik kasa ulaşır. Ardından oculumotor sinir parasempatik ganglionu olan ve optik sinir lateralinde yerleşen cilier gangliona ulaşır. Oftalmik sinirler annuler tendona ulaşmadan lakrimal, frontal, nasociliar sinir dallarına ayrılır. Lakrimal ve frontal dallar annular tendon dış kısmından, nazociliar sinir ise annuler tendondan geçer ve sempatik pupillomotor ile korneal duysal reflekslere katılır.

Trochlear sinir; annuler tendonun yukarısından ve dışından geçmektedir. Lakrimal glandlar parasempatik ve sempatik innervasyonlarını, büyük ve derin petrosal sinirlerden almaktadır. Derin petrozal sinirler vidian siniri oluşturmak üzere birleşir ve vidian sinir olarak pterigopalatin gangliona ulaşır. Buradan lakrimal glanda ilerleyip ayrılarak innervasyonunu sağlar (21).

Orta Kafa Tabanı; endokraniyal yüze orta kafa tabanı sfenoid ve temporal kemikler tarafından oluşturuşur. Medial ve lateral parçası mevcuttur. Medialinde sfenoid kemik korpusu, tuberculum sella, hipofiz, orta ve arka klinoid proses, karotis arter ile dorsum sella yer alır. Lateral alanda büyük ve küçük sfenoid kanatlar ile aralarında yer alan superior orbital fissür vardır. Sfenoid kemik küçük kanadı sfenoid korpus ve anterior kök ile bağlantı yapar. Posterior kök (optik strut) ise optik kanalın tabanını oluşturur ve optik kanalı superior orbital fissüden ayırmaktadır. Superior orbital fissür içinden okulomotor sinir (3. kraniyal sinir), trochlear sinir (4. kraniyal sinir), oftalmik sinir, abdusens siniri (6.kraniyal sinir) ile rekürren menengial arter, superior ve inferior oftalmik venler geçmektedir. 5. kraniyal sinirin (trigeminal sinir) ikinci dalı olan maksiller sinir foramen rotundum, üçüncü dalı olan mandibuler sinir ise sfenoid sinüs büyük kanadında yer alan foramen ovaleden geçmektedir (21, 23).

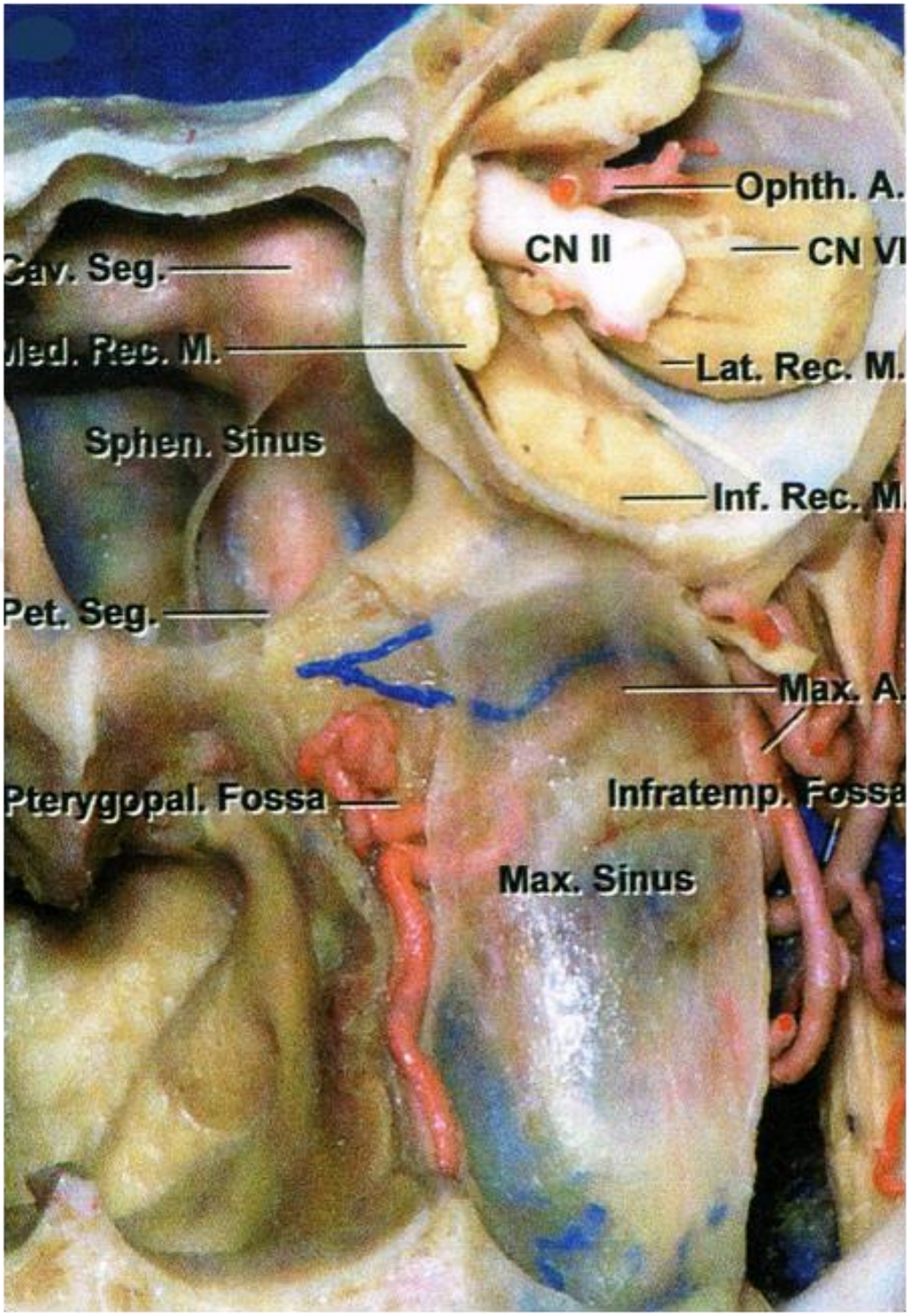
Kavernöz sinüs iki dura yaprağı arasında yer alan bir boşluktur. Dış yaprak beyin ile komşudur, periostal yaprak ise orta kafa çukuru kemik yüzeyini kaplar. İç yaprak kavernöz sinüs içinde 2'ye ayrılır. Bir parça lateral duvarı iç yaprağını yapar ve burada yerleşen sinirlerin (3,4, 6. kraniyal sinirler) üzerini kaplar. Medial yaprak ise sfenoid korpus ile

komşudur ve kavernöz sinüs medial duvarı oluşumuna katılır. İnternal karotid arter kavernöz sinüs içinden geçer (24). Meningohipofizyal dal ve onun tentoriyal, inferior hipofizyal, dorsal meningeal ve inferolateral dallları internal karotid arter kavernöz segmentinden köken alır. Kavernöz sinüste yer alan abdusens siniri (6. kraniyel sinir) proksimal kısmı petrosfenoid ligamentin altında yer alan dorello kanalından geçer ve internal karotid sinir sempatik dallarını da alarak orbitaya girer (21).

Ekzokraniyal alandan bakıldığında ise; santral ve lateral parça olmak üzere tekrar ikiye ayrılır. Santral parça sfenoid kemik, oksipital kemik klival parçası, sfenoid sinüs ve nazofarenksten oluşur. Lateral parça ise; büyük sfenoid kanat, temporal kemik petröz, timpanik ve skuamöz parçaları, styloid proses, zigomatik, palatin ve maksiller kemikten meydana gelir. Alt kısımda komşulukta yerleşen boşluklar infratemporal fossa, parafarengeal boşluk, infratemporal boşluk ve pterigopalatin fossadır.

Pterigopalatin fossa önde maksiller sinüs, arkada pterigoid çıkıntı, medialde palatin kemik ve üstte sfenoid kemik ile sınırlı alana verilen addır. Bu fossa lateralde pterygomaksiller fissür yoluyla infratemporal fossaya açılır. Maksiller sinirin geçtiği foramen rotundum ve vidian sinirin geçtiği pterygoid kanal bu fossaya açılmaktadır. Pterigopalatin fossa içinde maksiller sinir dalları, vidian sinir, pterigopalatin ganglion, maksillar arter dalları yer almaktadır (21).

İnfratemporal fossa; medialde medial pterigoid kas ve pterigoid çıkıntı, lateralde mandibula, anteriorda maksiller sinüs posterior duvarı, superiorda sfenoid kemik ile sınırlıdır. İçinde mandibuler sinir dalları,maksillar arter, pterigoid kas ve venöz pleksus yer alır (21). Foramen ovale bu alanda yer almaktadır.



Şekil 14: Pterigopalatin ve infratemporal fossa

Rhoton Jr AL. The anterior and middle cranial base. Neurosurgery. 2002;51(4):S1-273.

Parafarengeal boşluk;medialde farenks duvarı, lateralde medial pterigoid kas ve parotis fasyası, posteriorda ise styloid fasya tarafından oluşturulur. Aslından yağ dokusu dolu olan bir boşluktur; ancak fasial arter ve farengeal arterlerin assendan dalları ve glossofarengeal sinir (9. kraniyal sinir) dallarını içerir.

İnfrapetrozal boşluk ise; parafarengeal boşluğun poststiloid kısmıdır. Juguler foramen dışında: assenden farengeal arter dalları, glossofarengeal sinir, vagus siniri ve karotis kanal açıklığını içerir (21).

Arka kafa tabanı;sfenoid,temporal ve oksipital kemik tarafından oluşturulur. Oksipital kemik ana yapıdır; bazal, kondilar skuamöz parçaları vardır. Bazal parçası sfenoid kemik ile birleşir ve klivusu oluşturur. Lateralde ise bu parça temporal kemik ile birleşir. Skuamöz parça fossanın posterior sınırını oluşturur. Kondilar parça ise skuamöz ve bazal parça arasında köprü işlemi görür.

Endokraniayal yüzden bakıldığında medial ve lateral parçalara ayrılabilir. Medial parça oksipital kemik bazal parçası ile sfenoid kemik birleşmesinden meydana gelir. Lateral parça ise mastoid, temporal kemik petröz parçası ile oksipital kemik kondilar ve bazal parçasından oluşur. Bu alanda internal akustik kanal, subarcuate fossa, vestibuler aquaduct yer alır ve sigmoid sinüsten ince bir kemik ile ayrılır.

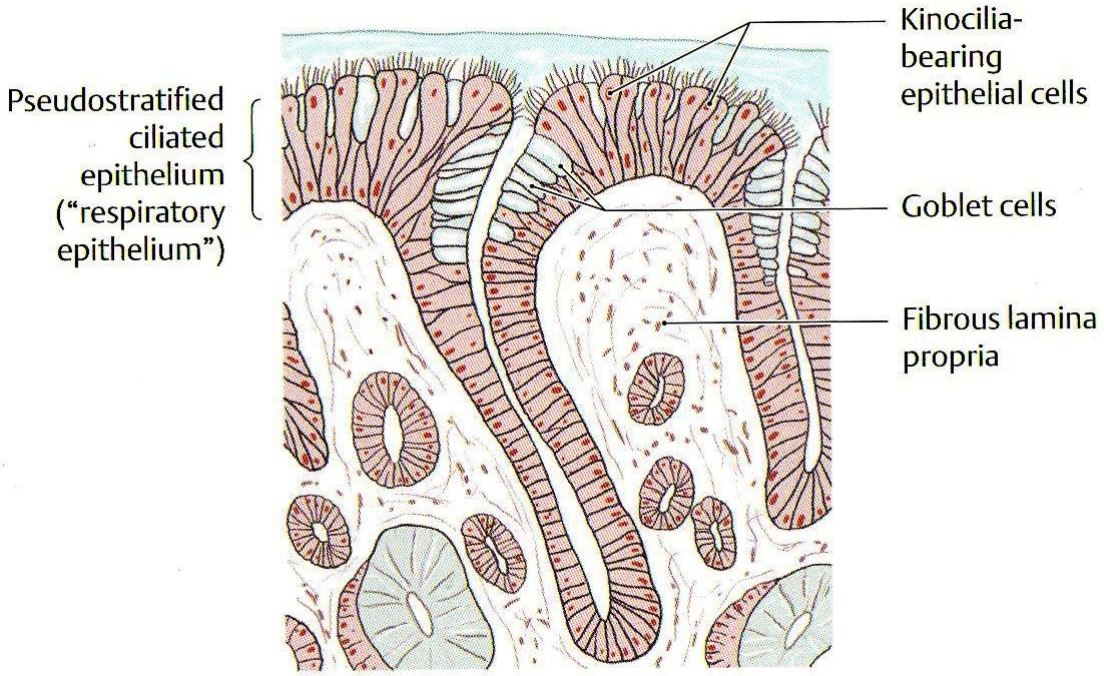
Arka fossa sınırları: anteriorda clivus, temporalkemikve oksipital kemik kondilar parçasından oluşur. Endonazal endoskopik olarak bu alana sfenoid sinüs, nazofarenks ve komşu alanlardan ulaşılabilir.

2.3. BURUN VE SİNÜSLERİN HİSTOLOJİSİ

Burun boşluğu ve paranazal sinüslerin histolojisi benzer olmasına rağmen aralarında belirgin farklılıklar vardır. Nazal kavite; vestibül, atrium, olfaktör bölge ve respiratör bölge olmak üzere dört bölgede değerlendirilir. Burun ve sinüsler üzeri mukus ile kaplı mukoza ile örtülüdür. Mukozası psödostratiye kolumnar epitel ile döşelidir. Bu mukozal tabaka koruyucu bir engeldir. Ayrıca havanın ısıtılmasında da rol oynar.

Vestibül kısmı; nazal kavite girişidir. Yağ ve ter bezleri içeren keratinize yassı epitelle döşelidir. Atrium **v**estibül ile orta konka başlangıcı arasındaki bölümdür; transizyonel epitel içerir. Olfaktör bölge ise, süperior konkanın üst bölümü ile septum tavanına yerleşen 1 cm^2 lik alanı kapsamaktadır (25). Bu bölge siliasız psödostratifiye kolumnar epiteli, bipolar olfaktör sinir hücreleri ve destek hücrelerini içerir. Lamina propria üzerine yerleşmiştir ve submukozası bulunmaz. Olfaktör bölge ile atrium arası alana da respiratuvar bölge adı verilir.

Silialı kübik hücreler, siliasız kübik hücreler, goblet hücreleri ve bazal hücreleri içeren psödostratifiye silialı kolumnar epitel ile döşelidir (26).



Şekil 15: Nazal mukoza histolojisi

Shuenke M, Schule E, Schumacher U,Rude J. Ed. Ross EM, Lamperti ED, Taub E. Head and Neuroanatomy Atlas of Anatomy.1st edition Stuttgart, Thirme,2010;7:118

Sinüs mukozası nazal mukozadan daha incedir. Bazal membran oldukça incedir. Lamina propria neredeyse yoktur ve mukoza periostiuma sıkıca tutunur. Bu şekildede mukoperiostiumu oluşturur.

2.4. BURUN VE SİNÜSLERİN FİZYOLOJİSİ

Burun solunum sisteminin başlangıcı ve koku duyusunun perifer organıdır. Burun boşluğu 2 tip mukoza içerir: solunum mukozası ve olfaktör mukoza. Burnun işlevlerini yerine getirebilmesi için bu iki mukozanın varlığı ve sağlıklı olması şarttır. Mukozada yer alan silialaın ileri geri hareketine mitokondrik hareket adı verilmektedir. Bu hareket üst solumun yollarında graviter etki ile koanalara, alt solunum yollarında ise graviteye terstir. Amaç burun kıllarının tutamadığı partikülleri yakalayarak bunları nazofarenkse yönlendirmektir.

Burun mukozası nemli, ısı 16-30 ^{o}C arasında, ph 7 ise aktiftir. Özellikle konkalar kapiller damarlardan zengindir ve otonom sistem tarafından kontrolü sağlanır. Çevre şartlarına bağlı olarak parasempatik sistem aktive olduğunda konkalarda kan akımında artma ve buna bağlı şişme ortaya çıkar; nazal obstrüksiyon gelişir, sekresyon artar. Sempatik sistem aktivasyonunda ise; konkal damarlarda vazokonstrüksiyon sonrası konka boyutlarında küçülme izlenir (27). Anlaşıldığı gibi buruna gelen hava aktif bir denetimden geçerek alt solunum yollarına iletilir. Tabi tüm bunlar olurken az bir miktar havada olfaktör alana ulaşarak koku duyusunu sağlar.

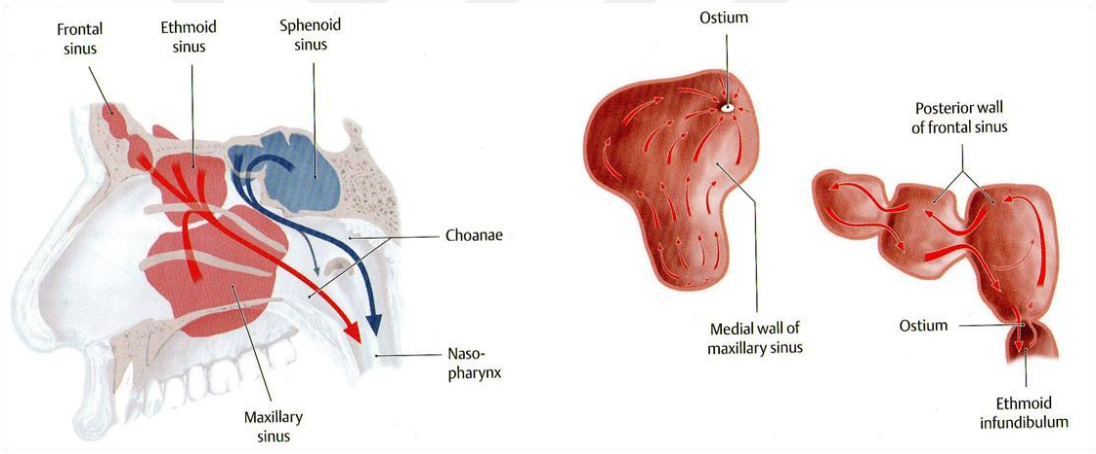
Paranazal sinüslerin fonksiyonları ise tam olarak ortaya konulmamış olmakla birlikte havayolu sağlamak, solunum havasının akciğerlere uygun basınçta ve hacimde ulaşmasını sağlamak, içeri giren havanın ısıtılması nemlendirilmesi, kafatası ağırlığıın azaltılması, travma sırasında önemli yapıların korunması, ses rezonansı, yüz gelişimi gibi önemli görevleri olduğu bilinmektedir

Goblet hücreleri ile submukozal bezler sekretuvar mukozal örtüyü (jel tabakası) oluşturur ve partiküllerin tutulmasına yardımcı olur. Yine repiratuvar epitel üzerindeki silialar partiküllerin ve bakterilerin taşınması için yaklaşık 3-25 mm/dakika hızla hareket ederler ve böylece sinüslerin temizliği sağlanır. Respiratuar silialar; mukus, hapsolmuş inhale partikül ve bakterilerin transportunda etkindir. Silialar, senkronize (transvers) ile metakronize (longitudinal) olmak üzere iki fazda aktif olarak hareket eden oluşumlardır ve hareketleri birbirini izleyen uyumlu dalgalar halinde yayılır. Silialar yalnızca sıvı ortam içerisinde canlılık gösterirler. Bu nedenle solunum yolundaki yüzeyel sıvı tabakası çok önem taşır ve mukosilier transport sisteminin vazgeçilmez bir parçasıdır. Mukus, aslında iki tabakadan oluşan heterojenbir sıvıdır. Dışta hava ile temas eden ve epitel içindeki goblet hücrelerinden salgılandığı kabul edilen jel tabakası yer alır. Jel tabakası koyu, yapışkan ve hareket eden bir tabakadır. Bu tabakanın altında submukozal bezler tarafından salgılanan ince, akıcı ve su kıvamındaki sol tabakası yer alır (28). Sol tabakası pek çok immunglobulin ve bağışıklık elemanı içermekte lokal antimikrobiyal savunmada önem taşımaktadır.

Yine sol tabakası maksiller sinüsten nitrik oksit (NO) salınımı ile silier vuruş hızını artırır ve bakteriostatik etki oluşur. Mukosilier klirens daima sinüsün doğal ostiumuna doğrudur. Cerrahi olarak yan yol açılsa ya da aksesuar ostium olsa dahi bu kural geçerlidir.

Maksiller sinüste klirens sinüs tabanından başlamakta anterior, medial, posterior duvarlar boyunca doğal ostiuma doğru devam etmektedir.

Frontal sinüsteki mukus transportu ise biraz farklılık gösterir. Aktif olarak içeriye mukus transportu olan tek sinüstür. Frontal sinüste mukus interfrontal septum boyunca yukarı, frontal tavan boyunca laterale, oradan da frontal sinüs tabanı boyunca mediale transporte olur ve frontal sinüsü ostiumun lateral yüzü boyunca terk eder. Ancak bir siklusta tüm sinüsün drenajı tamamlanmaz (28, 29). Frontal sinüsten kaynaklanan sekresyonlar, maksiller sinüsten drene olan sekresyonlar ile birleşir ve nazofarinkse taşınırlar. Frontal reses aynı zamanda lateral sinüs, agger nazi, konka bülloza, ve öndeki etmoid hücrelerin sekresyonlarını da toplamaktadır. Normal mukosilier klirens için sinüs ağızları açık olmalıdır. Mukozal temas olması durumunda mukosilier klirens durmaktadır ve bu durum enfeksiyonlara zemin hazırlamaktadır.



Şekil 16: Paranazal sinüs sekresyonlarının normal drenaj yolları

Shuenke M, Schule E, Schumacher U,Rude J. Ed. Ross EM, Lamperti ED, Taub E. Head and Neuroanatomy Atlas of Anatomy.1st edition Stuttgart, Thirme,2010;7:118

Tüm bu sekresyonların nazal kaviteden taşınımı ise maksiller ve etmoid sinüs sekresyonlarında prosesus unsinatus boyunca alt konka üst yüzüne gelir. Buradan tuba östaki orifisinin ön ve altından aşağı doğru geçer. Ardından yerçekimi ve yutkunma mekanizmaları yardımıyla orofarenkse dökülür. Arka etmoid hücreler ve sfenoid sinüsten gelen sekresyonların taşındığı yol ise farklıdır. Bu iki sinüsten gelen sekresyonlar sfenoetmoid reseste birleşir ve daha sonra tuba östaki orifisinin arka üst duvarı üzerinden transport edilerek nazofarinkse drene olur.

Konkaların ritmik konjesyon-dekonjesyon dönemleri nazal siklus olarak adlandırılır. Nazal kavitede bir tarafta konjesyon mevcut iken diğer yanda dekonjesyon meydana gelir. İki nazal kavite arasındaki bu dönüşümler 2-6 saatte bir yinelenmektedir (29).

2.5. CERRAHİ TEDAVİ

2.5.1. Endoskopik Endonazal Cerrahi

Nazal endoskopların tarihçesi 1901' de Hirschmann'ın nazal kavite muayenesinde modifiye sistoskopları kullanmasına kadar dayanır. 1902'de Reichert ilk endoskopik cerrahiyi oroantral açıklıktan 7mm endoskop sokarak gerçekleştirmiş maksiller sinüse müdahale etmiştir. 1925'te ise endoskopik nazal kavite muayesinin endoskoplar ile yapılabileceği yönünde adımlar atılmış, Maltz 'sinoskopi' kavramını ortaya atmıştır. 1960' da rod optik endoskopik sistemlerin Harold Hopkins tarafından geliştirilmesiyle yeni bir döneme girilmiştir. Ardından bu cerrahinin gelişmesinde büyük emeği olan Messeklinger tarafından yapılan mukosilier kliens üzerine çalışmalar sonrası klinik endoskopi-diagnostik kitabı yayınlanmış ve ardısıra endoskopik nazal girişimler kendisi ve öğrencisi Stammberger tarafından uygulamıştır. Draf, Wigand ve diğerleri de bu gelişmeleri takip etmiş ve endoskopik girişimlere başlamıştır. Birleşik devletlerden Kennedy bu başarılı isimlerin yanına Avusturya'nın Graz kentine yaptığı ziyaretler sonrası endoskopik yöntemlerle ilgili çalışmalarını ülkesinde devam ettirmiş ve fonksiyonel endoskopik sinüs cerrahisi (FESS) kavramını ilk olarak ortaya atmıştır. İlerleyen dönemlerde Stammberger endoskopik cerrahiyi özellikle Avrupa ve dünyanın diğer kıtalarında yaymış ve ilk endoskopik FESS kursunu Amerika'da John Hopkins Üniversitesi'nde düzenlemiştir.

Günümüzde ise endoskopik sinonazal cerrahi tedaviye dirençli kronik sinüzit vakalarında standart tedavi yöntemidir. Zaman içinde tecrübelerin artışı ile otorinolaringologlar ve ardından da beyin-sinir cerrahları kafa tabanı girişimleri, intrakranial ve hatta spinal patolojilerde yöntemi kullanmaya başlamışlardır. Sonucunda teknolojinin de ilerlemesinin etkisiyle endonazal endoskopik teknikler anterior kafa tabanı girişimlerinde, parasellar, paraklival alanlara dahi müdahaleyeolanak sağlamıştır.

Günümüzde endonazal endoskopi frontal sinüs girişimlerinden, epistaksis kontrolüne, orbita dekompresyonundan, optik sinir dekompresyonuna, BOS kaçağı tamirinden hipofiz cerrahisine kadar kendine pek çok sahada kullanım alanı bulmuştur. Bu uygulamalar ileri

endoskopk sinüs cerrahisi uygulamaları olarak tanımlanmıştır. Sinonazal endoskopik tümör cerrahisi de artan tecrübe ile gelişimine başlamış zamanla bu konuda pek çok çalışma yapılmış tecrübeler ortaya konmuştur. Endonazal cerrahi tecrübenin ve ekip çalışmasının bu cerrahinin uygulanmasında olmazsa olmaz olduğu vurgulanmıştır. Endoskopik yaklaşımın öğrenme basamakları olduğu ve gerekli eğitimi almadan bu yöntemin uygulanmasının ölümcül sonuçlar doğurabileceği kaçınılmaz bir gerçektir. Bu basamaklar çeşitli makalelerde tanımlanmış ve avrupa durum raporunda da vurgulanmıştır.

Tablo 3: Endoskopik kafa tabanı cerrahisi öğrenim basamakları (30)

ENDONAZAL KAFA TABANI CERRAHİSİ ÖĞRENİM BASAMAKLARI	
Seviye	İşlemler
Seviye I	Endoskopik sinonazal cerrahi Endoskopik sfenoetmoidektomi Sfenopalatin arter ligasyonu Endoskopik frontal sinüzotomi
Seviye 2	İleri sinüs cerrahisi Serebrospinal sıvı kaçakları Sfenoid sinüs lateral resesi Sella/Hipofiz (intrasellar)
Seviye 3 (Ekstradural)	Medial orbita dekompresyonu Optik sinir dekompresyonu Sella/Hipofiz (ekstrasellar) Petröz apeks (medial yayılım) Transklival yaklaşımlar(ekstradural) Transodontoid yaklaşımlar(ekstradural)
Seviye 4	Kortikal cuff varlığında Transplanar yaklaşım Transkribriform yaklaşım Preinfundibular lezyon Kortikal cuff olsun ya da olmasın (Direk vasküler temas) Transplanar yaklaşım Transkribriform yaklaşım İnfundibular lezyon Retroinfundibular lezyon Transklival yaklaşımlar Foramen magnum yaklaşımı İnternal karotid arter disseksiyonu
Seviye 5	Orta koronal plan (paramedian) Suprapetröz karotid yaklaşımı İnfrapetröz karotid yaklaşımı Transpterigoid yaklaşımlar İnfratemporal yaklaşımlar Posterior koronal plan Vasküler cerrahi (Arteriyovenöz malformasyon,anevizmalar)

Snyderman CH, Carrau RL, Kassam AB, Zanation A, Prevedello D, Gardner P, et al. Endoscopic skull base surgery: principles of endonasal oncological surgery. Journal of surgical oncology. 2008;97(8):658-64.

Endoskopik cerrahi topoğrafik ve radyolojik anatomi bilgisi ile enstrümanlara hakimiyet ve tecrübe isteyen bir yaklaşımdır. Tümör cerrahisi ise aslında tüm ileri endoskopik cerrahilerinin de bir adım ötesinde düşünülmelidir. Zira bu cerrahi sırasında endoskopik kanama kontrolü, optik sinir dekompresyonu, BOS tamirleri gibi diğer yöntemleri tek olarak veya birarada kullanmak gerekli olabilmektedir.

Tümör cerrahisinde hedef sağlam sınırlarda en iyi görüş altında çevre dokulara zarar vermeden tümörü total çıkarabilmektedir (31, 32). Başlangıçtada bahsedildiği gibi cerrahinin temel prensipleri tümörün köken aldığı alanın ve bunun sınırlarının mümkün olduğunca güzel ortaya konması, komşu ve hayati vasküler, nöral ve orbital dokular korunurken tümörün total olarak çıkarılması ile tümör diseksiyonu sırasında mümkün olduğunca az kanamaya sebep verilmesi ve kanama oluştuğu taktirde bunun kontrol altına alınabilmesi ile tümör rezeksiyonunun sonucu olarak oluşabilecek olan dural defektlerin su geçirmez bir şekilde kapatılabilmesidir. Nihai amaç eksternal yaklaşımlara eş sonuçlarla aynı oranda hatta daha az komplikasyon ile tümör dokusunu eksize etmektir.

Tahmin edilebileceği gibi cerrahi küçük boyutlu sınırlı alan yayılımlı tümörlerde daha kolay olmaktadır. Ancak bilindiği gibi sinonazal tümörler nonspesifik semptomları olması nedeniyle erken dönemlerde tanı alamamaktadır ve çoğunlukla hastalar ileri evre tümörlerle müraacat etmektedir. Tümörün nazal kavitede yer alan kısmının parçalı çıkarımı ile görüş alanının arttırılması ve tümörün yapışma alanının tanınması cerrahinin ana aşamalarıdır. Tümörün yapışma alanının eksizyonu kür sağlanması için pekçok tümörde önem teşkil etmektedir. Sinonazal tümörlerin kafa tabanına intrakraniyel alana yayılımı sık rastlanılan bir durumdur. Ancak bu da endonazal endoskopik eksizyon için kontrendikasyon teşkil etmemektedir. Dünyada endoskopik cerrahi yaklaşımlar konusunda önde gelen merkezler zaman içinde multidisipliner ekipler oluşturmuş ve kafa tabanına hatta intrakraniyel alana yapılacak gişimleri sınıflamış ve teknikleri tanımlamışlardır.

Tablo 4: Endoskopik transnazal cerrahi yaklaşımlar (30)

KAFA TABANI ENDONAZAL YAKLAŞIMLARIN SINIFLANDIRILMASI
SAGİTAL PLAN
Transfrontal Transcribriform Transtüberküler/Transplanar Transellar Transklival Superior kısım Transsellar(intradural) Subsellar (ekstradural) Orta kısım Panklival Transodontoid ve foramen magnum/kraniyovertebral yaklaşım
KORONAL PLAN
Ön Koronal Plan Supraorbital Transorbital Orta Koronal Plan Medial petröz apeks Petroklival yaklaşımlar İnferior kavernöz sinüs Süperior kavernöz sinüs İnfratemporal yaklaşım Arka Koronal Plan İnfrapetröz Transkondiler Transhipoglossal Parafarengeal Boşluk Medial (Juguler foramen) Lateral

Snyderman CH, Carrau RL, Kassam AB, Zanation A, Prevedello D, Gardner P, et al. Endoscopic skull base surgery: principles of endonasal oncological surgery. Journal of surgical oncology. 2008;97(8):658-64.

2.5.2. Kafa tabanı endoskopik cerrahi yaklaşımlar

A.SAGİTTAL PLAN

1.Transfrontal yaklaşım: Anterior kranial fossa yaklaşımında kullanılır. Bilateral frontal resesin visualize edilmesi ile başlar ardından posterior süperior septal pencere açılması ile modifiye endoskopik Lothrop ya da Draf 3 uygulanarak tek büyük bir frontal sinüs oluşturulur. Bu teknik kronik sinüzit, fibroosseous tümörler, BOS kaçakları gibi lezyonlarda kullanılabilir (30).

2. Transkribriform yaklaşım: Aslında bu yaklaşım klasik kraniofasiyal yaklaşımın analoğudur. Öncelikle nazal kaviteye uzanan tümör kısmı tanınır ve kafa tabanına yapıştığı noktada bipolar ile koterize edilerek kesilir. Bilateral anterior-posterior etmoidektomi sonrası Draf 3 uygulanarak anterior sınır izlenir. Kribriform plate rezeksiyonu yapılarak bu bölgeye yerleşen tümörlere müdahale edilebilir. Gereğinde olfaktör bulbus da çıkarılır. Olfaktör nöroblastom, menengiom gibi bu bölgeye yerleşen tümör olgularında kullanılabilir (30, 33, 34).

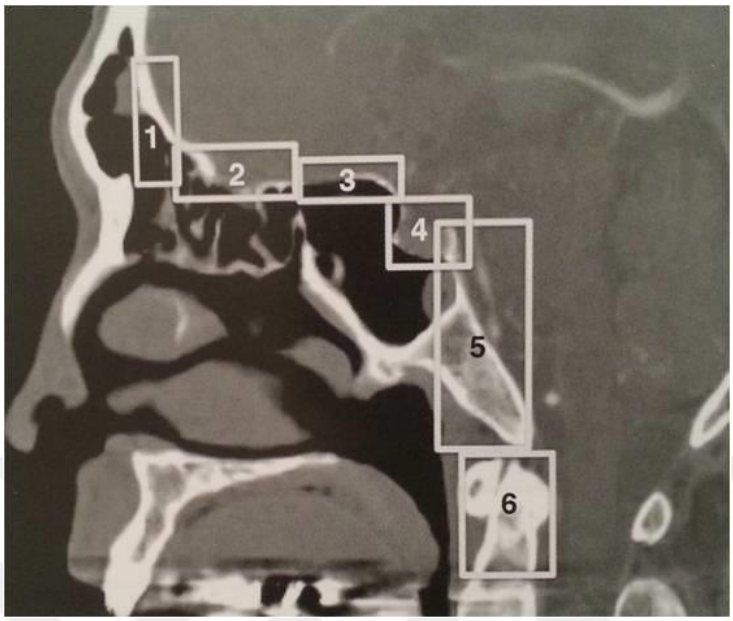
3. Transplanar yaklaşım: Transkribriform ve transsellar yaklaşımın kombinasyonu gibidir. Optik sinir seyri ve optikokarotid reses tanınır ve tur yardımıyla bu yapılar korunarak planum dura izleninceye kadar turlanır. Ön sınırı kribriform tabakadır. Suprasellar alana ulaşım için superior interkavernöz damarlar açılır, hipofiz stalkı ve kiazma tanınır. Suprasellar hipofiz tümörleri, menenjiomalar, orta hat kraniyofarenjiomaları bu yöntemle opere edilebilir (30, 33, 35).

4. Transsellar yaklaşım: Sella anterior yüzü sfenoid sinüs içinde tanınır. Ardından tur yardımıyla kemik duvar alrındaki duraya kadar kavernöz sinüs sınırlarına kadar açılır. Bazı durumlarda kavernöz sinüs üzerindeki kemik internal karotid arter (IKA) mobilizasyonunu sağlamak için açılabilir. Hipofiz adenomları için standart uygulama olmakla beraber diğer alanlara geçiş yolu olarak da kullanılabilir (30, 33, 35).

5. Transklival yaklaşım: Klivus dorsum selladan, foramen magnuma uzanır. Transklival yaklaşımlar üst, orta, alt olarak ayrılmaktadır. Bu yaklaşım vertebrobaziller alana ve beyin sapına direk ulaşım sağlar. Bilateral paraklival IKA tanındıkttan sonra her iki vidian sinir arasından ve sella altından posteriora doğru arka fossa durasına kadar kemik turlanır. Klivus 2/3 alt kısım lezyonları petröz apekse ulaşan tümörler, orada yerleşen kondrom, kondrosarkom gibi patolojilerin tedavisinde kullanılabilen bir yöntemdir (30, 33, 35).

6. Transodontoid yaklaşım: Daha çok beyin sapı dekompresyonu için kullanılır. Kranioservikal bileşke patolojileri foramen magnum menenjiomları yanında basiller invajinasyon vakalarında ya da travma sonrası odontoid rezeksiyonu gereken durumlarda kullanılabilir. C2' nin gövdesinin görülmesi alt sınırdır. Aletlerin rahatça hareketi için posterior septektomi ve IKA seyrini takip için sfenoidotomi yapılması sonrası nazofarengeal flep kaldırılır. Clival kemik turlanır. C1 vertebra tanınır ve turlanmaya devam edilir. Odontoid

izlendikten sonra duraya yakın kısımda ince bir kabuk olana kadar turlanır ardından bu parça C2'den ve ligamanlardan ayrılarak kompresyon sağlanır (30, 33, 35).



Şekil 17: Endonazal endoskopik kafa tabanı yaklaşımları 1: transfrontal 2: transkribriform 3: transplanum 4: transsellar 5: transklival 6: transodontoid (30)

Snyderman CH, Carrau RL, Kassam AB, Zanation A, Prevedello D, Gardner P, et al. Endoscopic skull base surgery: principles of endonasal oncological surgery. Journal of surgical oncology. 2008;97(8):658-64.

B. KORONAL PLAN

1.Anterior koronal plan: Bu yaklaşım optik sinir medialinde yerleşen ekstra- intrakonal orbital patolojilerde kullanılır. Ekstrakonal patolojiler için periorbita intakt bırakılarak yapılan orbita ve optik sinir dekompresyonları bu gruba girer. Ayrıca supraorbital lezyonlarda ve intrakonal patolojilerde de uygulanabilir(30, 33, 35).

1a. Supraorbital Yaklaşım: Supraorbital reses kaynaklı tümörler, meningoensefaloseller, BOS fistüllerinin tedavisi sırasında kullanılmaktadır.

1b. Transorbital yaklaşım: Lamina papyrecea, orbital çatı ya da medial optik canal rezeksiyonu ile karakterizedir. Bu girişim total etmoidektomiyi gerektirir. Bu yaklaşımda dikkat edilmesi gereken en önemli yapılar optik sinir, anterior ve posterior etmoid arterler ile oftalmik arterdir. Ekstrakonal transorbital yaklaşım ise orbita medial duvarını tutan sinonazal kitleler, optik sinir dekompresyonları, optik kılıf menengiomları ve optik gliom cerrahisinde

kullanılmaktadır. İntrakonal transorbital yaklaşımlar ise optik sinir mediali yerleşimli optik schwannom, kavernom ve menenjiom olgularında kullanılır(30, 33, 35).

2. Orta ve arka koronal plan:

***2a. Transpterigoid yaklaşım*:** Tüm orta ve arka koronal plan cerrahisi koridor olarak kullanılmak için transpterigoid yaklaşım gerektirir. Geniş bir antrostomi sonrası maksiller sinüs posterior duvarının kaldırılması ile ulaşılabilir. Bu esnada sfenopalatin arter ve dalları izlenir, ligate edilir(30, 33, 35).

2b. Suprapetröz yaklaşım:Dörtgen şeklinde bir boşluktur. Özellikle Meckel cave ulaşımında kullanılan bir yaklaşımdır. Transpterigoid yaklaşım sonrası vidian sinir tanınır. Vidian sinir takip edilerek froramen lacerum seviyesinde internal karotid artere ulaşılır. Ardından orta fossa kemiği turlanır böylece horizontal petröz IKA, V2 (Trigeminal sinir mandibular dalı) altında paraclival IKA segmenti ile ortaya konur. Dörtgenin kenarı medialde IKA, lateralde V2, inferiorda petröz IKA ile sınırlanır. Bu alanda daha çok adenoid kistik karsinoma, schwannoma, meninjioma ve invaziv hipofiz tümörleri yerleşir. Bu alanda yer alan önemli yapılar IKA, trigeminal sinir ve abdusens siniridir(30, 33, 35).

2c. Kavernöz sinüs yaklaşımı: Anatomik olarak sella tursika yan tarafında kavernöz IKA segmenti etrafındadır. Lateral duvarda 3,4, 6. kraniyel sinirler yer alır. Genel yaklaşım bu bölgeye yerleşen benign tümörlerde öncelikle takiptir. Bu alanda cerrahi esnasında IKA,3,4,5,6. kraniyel sinirlere dikkat edilmelidir(30, 33, 35).

2d. Infratemporal yaklaşım: Transpterigoid yaklaşım gibi açıldıktan sonra sfenopalatin arter takip edilerek maksiller artere ulaşılır. Bu esnada pterigopalatin fossada foramen rotundum tanınır ve vidian sinir takip edilerek foramen lacerum seviyesinde IKA tanınır. Maksiller arter ve dalları ligate edilir, lateral pterigoid plağa ulaşılır ve turlanarak orta fossa durası ile foramen ovale tanınır. Bu alanda daha çok invaziv tümörler, schwannomlar, ensefaloseller, menenjiomalar yerleşir. Dikkat edilmesi gereken yapılar maksiller arter, vidian sinir, trigeminal sinirdir(30, 33, 35).

3. Posterior koronal plan:

3a. Petröz apeks yaklaşımı: Temelde transklival yaklaşım ile benzerdir. IKA'nın foramen lacerumda tanınmasının ardından arter lateralize edilerek arkasındaki petröz apekse ulaşılabilir. Bu yaklaşım ile internal akustik kanal orta ön sınırına kadar ulaşım mümkündür. Kondrosarkomlar ve kolestrol granülomları bu alanda yerleşimi tipik olan patolojilerdir. Bu bölge ile ilişkili yapılar IKA, dorello kanalında abdusens siniridir(30, 33, 35).

3b. Infrapetröz yaklaşım: Petroklival bileşkenin çıkarılması şeklindedir. Foramen lacerumda IKA tanındıktan sonra petröz segment ve paraklival segment IKA üzeri kemik tur yardımıyla kaldırılır. Petroklival bileşkede lateral klivus turlanır ve petröz IKA segmenti altında yerleşen kemik doku çıkarılır ve posterior fossa durası izlenir. Kondrosarkomlar bu bölgenin en sık görülen lezyonlarıdır. Bu alanla ilişkili yapılar 7, 8, 12. kraniyel sinirler, petröz IKA'dır (30, 33, 35).

3c. Transkondiler/ Hipoglossal kanal yaklaşımı: Östaki tüpü IKA'nın parafarengeal segmentinin belirlenmesinde önemli bir landmarktır. Nazofarengeal flep kaldırılır, ardından orta hat kasları tanınır östaki tüpü posterior siniri torus tubarius seviyesinde kesilir ve IKA' ya direk ulaşım sağlanır. IKA moblize edilerek altında yerleşen C1 oksipital kondil bileşkesi tanınır. Oksipital kondil medial %20' si turlanarak eksize edilebilir ve böylece hipoglossal kanal ve vertebral artere ulaşılır. Bu bölgede invaziv tümörler, paragangliomlar, schwannomlar ve meninjiomlar izlenir. Önemli yapılar ise internal maksiller arter, IKA, hipoglossal sinirdir(30, 33, 35).

3d. Jugular Foramen yaklaşımı: Transpterigoid yaklaşımla foramen ovale ve V3'e ulaşılır. Ardından transkondiler yaklaşım gibi parafaengeal IKA tanınır ve mobilize edilir. Mobilize edilen IKA'nın öncelikle lateraline yerleşimli juguler fossaya yayılan tümör çıkarılır. Juguler ven IKA lateralinde tanınır. Juguler fossaya direk ulaşım sağlar. Bu bölgede invaziv tümörler, paragangliomlar, schwannomlar ve menenjiomlar izlenir(30, 33, 35).

2.6. BİLGİSAYAR DESTEKLİ NAVİGASYON SİSTEMİ

Son otuz yılda ESC (endoskopik sinüs cerrahisi), en sık uygulanan KBB cerrahisi prosedürlerinden biri haline gelmiştir. ESC ameliyatında kullanılan rijit endoskoplar, bir monitöre büyütülmüş görüntünün projeksiyonunu sağlayarak, cerrahın mükemmel görüntüye sahip olmasını sağlarken, minimal invaziv cerrahi olanak sağlamaktadır. Böylece cerrahların giderek hastalığa yönelik, fonksiyonel operasyonlar gerçekleştirmesine ve mukoza sıyırma ve obliteratif uygulamalarından uzaklaşmasına olanak sağlamıştır. Rijit endoskoplarla sinüs cerrahisinde yaşanan bu belirgin ilerlemeyle birlikte; paranazal sinüslerin karmaşık anatomisi nedeniyle ESC ameliyatı,komplikasyonları nedeniyle halen tartışma konusu olmaya devam etmiştir (36).

Paranazal sinüslerin orbita ve intrakraniyal yapılara yakınlığı göz önüne alındığında olası komplikasyonları: nazolakrimal kanal yaralanması, orbital hematom, körlük, ekstraoküler kas hasarı ve diplopi, beyinomurilik sıvısı (BOS) kaçağı, menenjit, karotis arter yaralanması, intrakranial yaralanma ve ölüm şeklinde sayılabilir (37, 38). Bu komplikasyonların insidansının%1'den az olduğu rapor edilmekle birlikte, önemli potansiyel morbiditeleri cerrahların bu komplikasyonları azaltmaarayış içinde olmasına neden olmuştur (38).



Şekil 18: Kliniğimizde kullanılan navigasyon sistemi

Görüntü kılavuzluğunda cerrahi olarak da bilinen bilgisayar destekli cerrahi (CAS), cerrah güvenini arttırmak, daha fazla cerrahi diseksiyona izin vermek ve komplikasyonları azaltmak için giderek artan oranda kullanılan teknolojilerden biridir. Bu teknoloji, cerrahi alanda aletlerin gerçek zamanlı lokalizasyonunu sağlamak için preoperatif görüntüleme yöntemini kullanır. Preoperatif görüntüler, multiplanar rekonstrüksiyonlara izin veren özel görüntüleme protokolleri ile elde edilen tipik bilgisayarlı tomografi (BT) taramaları veya manyetik resonans görüntüleme (MR) görüntüleridir.Bu görüntüleme protokolleri, görüntü rehberliği izleme sistemlerini çalıştıran yazılımla uyumlu olacak şekilde tasarlanmıştır.

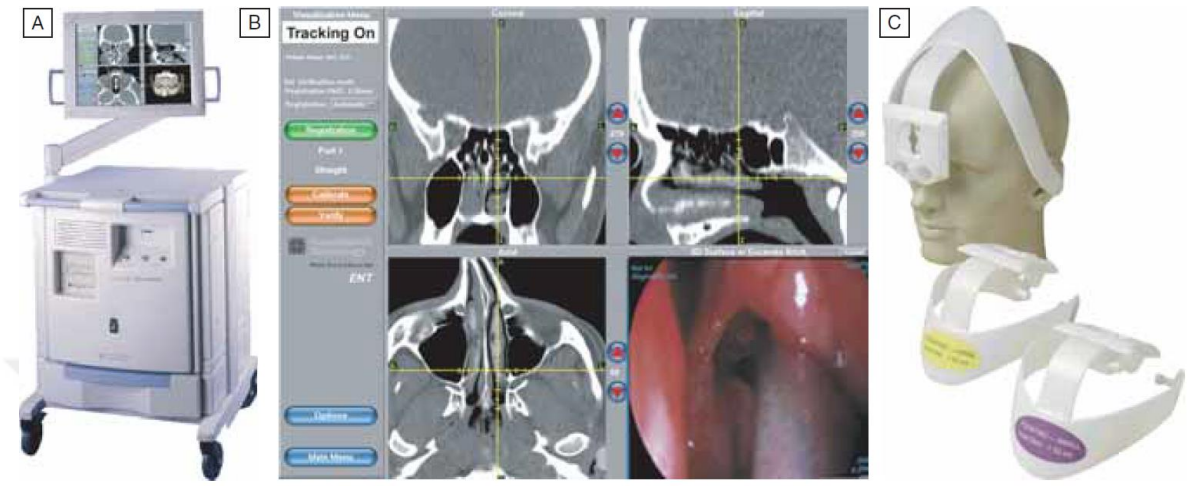
2.6.1.Bilgisayar destekli navigasyon sistemlerinin tarihçesi:

CAS'ın temeli, tedaviye dirençli tremorları iyileştirmek veya ağrıyı tedavi etmek için farklı serebral alanların tıkandığı nöroşirurji prosedürlerinden kaynaklanmaktadır (39). Erken stereotaktik cerrahide düz grafilerden yararlanılmış ve hasta hareketini önlemek için sert baş çerçeveleri kullanmıştır (39, 40). Bu sert çerçeveler hastanın kafasını sabitlemeyi sağlasa da tasarımdaki kabalık nedeniyle cerrahi prosedürlerin performansını olumsuz etkilemekteydi. Buna ek olarak; anatomik lokalizasyon için düzgrafilerin kullanımı, özellikle kafa tabanı cerrahisinde kafatasının sadece 2D görüntüsünü sağlayıp ve anatomik lokalizyon için yeterli bilgi vermiyordu. BT tarayıcıların 1970'lerde ortaya çıkması ve yaygın kullanımı, tıpta tanısal görüntüleme yeteneklerini belirgin şekilde artırdı ve kısa bir süre sonra BT teknolojisi cerrahi görüntü rehberlik sistemlerine uygulandı. BT görüntülerini 3D olarak yeniden yapılandırma özelliği, 1980'lerde bilgisayar yazılımı ilerlemeleriyle sağlanmıştır (41).

1986'da Roberts ve arkadaşları; çerçevesiz, stereotaktik cerrahi navigasyon sisteminin ilk kullanımı yaptılar. Operasyon mikroskobu aracılığıyla nöroşirürji uygulamaları için kullanılan bu sistem, BT taraması yapmadan önce hastanın kafasına sabitlenmiş üç adet cam boncuk referans işareti kullanıldı (42).Bu referans işaretleri, akustik lokalizörler tarafından mikroskobik fiksasyon için kullanıldı. Operasyon mikroskobunda bir ultrason sayısallaştırıcısı tarafından, referans işaretlerinin konumunu kaydedildi. Hastanın pozisyonunun mikroskopun pozisyonuna göre hesaplanmasını sağladı. Yeniden biçimlendirilmiş BT tarama görüntüleri daha sonra çalışma alanına eklendi. Bu sistemin ortalama lokalizasyon doğruluğu 2,0 mm idi.

Watanabe ve arkadaşları ilk olarak nöroşirurji hastalarında el tipi problar aracılığıyla intraoperatif anatomik lokalizasyon kullanımını bildirmişlerdir (43, 44). Bu el probu tekniği, otolaringolojide en yaygın olarak kullanılan cerrahi navigasyon yöntemidir. Neuronavigator (Tokyo, Japonya), altı eklemli bir mobil kol ve bir 3D sayısallaştırıcıdan oluşuyordu. Mobil

koldaki her bir eklemin açısı, intraoperatif bir mikrobilgisayar tarafından trigonometrik olarak hesaplanıp ve prob ucunun konumu, 2.5 mm'de doğru bir şekilde belirleniyordu(44). Prob ucunun pozisyonu daha sonra referans işaretleri ile elde edilen preoperatif BT taramaları üzerine yansıtıldı.



Şekil 19: 20. yüzyılda kullanılan navigasyon sistemi örneği

CAS'ın beyin cerrahisindeki kullanım amacı; tipik olarak ağrı veya titremeyi hafifletmek için bir lezyonun oluşturulacağı veya tümörün çıkarılması için tümör sınırlarının belirleneceği beynin belirli bir bölgesini lokalize etmektir. Ancak;KBB uzmanları benzer görüntü kılavuz teknolojisinin, komplikasyonları önlemek için paranazal sinüsleri çevreleyen orbital veya intrakraniyal yapıları tespit etmekte kullanılabileceklerini fark ettiler.

Rinolojide kullanılan ilk CAS sistemi, 1980 yılında Klimak ve arkadaşları tarafından Aachen, Almanya'da geliştirilmiştir (45). Bu ilk sistemin, kullanımı zor ve KBB cerrahi prosedürlerde kullanım için yetersiz olduğu bildirilmiştir (39). Önümüzdeki on yıl boyunca, Klimak ve arkadaşları CAS'ı araştırmaya ve teknolojilerini güncellemeye devam etti. 1993'te bu grup, görüntü kılavuzluğu kullanan 212 vakalık bir seri bildirmiştir. Bu vakalardan 103'ü ESC' yi içermektedir (46). Klimak ve arkadaşları özellikle tümör nedeniyle anatomik landmarkerların kaybolduğu hastalarda, geçirilmiş cerrahi varlığında ve masif kanama olan vakalarda CAS'ın yararlı olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca Klimak ve arkadaşları, CAS teknolojisinin kullanılmasıyla komplikasyon oranlarında %2'lik bir azalma olduğunu bildirmişlerdir (46).

1994 yılında, Anon ve arkadaşları ABD'de ESC için ilk CAS serisini bildirmişlerdir. Bildirilen herhangi bir komplikasyon olmaksızın toplam 70 hastaopere edilmiş ve Viewing

Wand system (ISG Technologies, Inc, Ontario, Kanada) kullanılmıştır (47). Prob ucu aksiyal, koronal ve sagittal BT görüntülerinde veya 3D görüntüde bir artı işareti olarak görüntüledi. Bu sistemin keskinliği 1–2 mm olarak belirlendi ve cerrahlar operasyonları daha hızlı gerçekleştirebildiler. Çünkü anatomi konusunda daha bilinçli ve kendilerine daha fazla güveniyorlardı. Bununla birlikte, bu sistem operasyon sırasında hastanın kafasının sert fiksasyonunu gerekliydi. Ayrıca belirli bir tarama protokolünü içeren ve yeniden biçimlendirilmiş görüntüler için yazılıma veri transferine izin veren ikinci bir preoperatif BT taraması ameliyattan önce gerekliydi. Bu da preoperatif radyasyon dozunu ikiye katlamaktaydı.

CAS'ın Aachen grubu tarafından KBB prosedürlerine uygulanması (45, 46) ve bu teknolojinin ABD'de Anon ve arkadaşları (47) tarafından kullanılması umut vericiydi. 1995'te Roth ve arkadaşları (48) ve 1999'da Casiano (49), KBB cerrahi prosedürlerinde kullanılması amacıyla CAS sisteminin bazı istenen özelliklerini ortaya koymuşlardır. Bu özellikler şunları içerir:

- Doğruluk 2–3 mm veya daha az olmalı
- Kafa hareketi ile hiçbir hassasiyet kaybı olmamalı
- İkinci bir BT taraması gereksinimi ortadan kaldırılmalı
- Görüntü rehberliği takibi için endoskopik araçlar kullanma becerisi olmalı
- Cerrah ve ameliyathane personeli tarafından çalışma kolaylığı olmalı
- Ameliyat ilerledikçe anatomi gerçek zamanlı güncellenmeli
- Maliyet etkinliği olmalı

Bu özelliklerin çoğu, günümüzde kullanılan CAS sistemlerinde rutin olarak bulunmaktadır.

2.6.2. KBB’ de CAS kullanımı için güncel tekneloji:

Bir CAS sistemi için beş temel bileşen vardır. Bunlar: bir bilgisayar çalışma modülü, yazılım, görüntü ekranı için bir monitör, bir izleme sistemi ve izlenecek bir araç probudur (41).Bilgisayar çalışma modülü ameliyathanede kullanım kolaylığı için hareketli olmalıdır. Monitör görüntüleri aksiyal, koronal ve sagittal düzlemlerde görüntüler. Ekran monitörünün dördüncü çeyreği endoskopik görüntüyü içerir. Günümüzde endoskopik aletler cerrahi navigasyon sistemleri tarafından takip edilebilir durumdadır. Bunlar arasında düz ve kavisli aspiratörler, forsepsler, debriderlar ve turlar bulunur. Bazı sistemlerde, farklı enstrümanlara yerleştirilebilen tracking ekleri de bulunur.



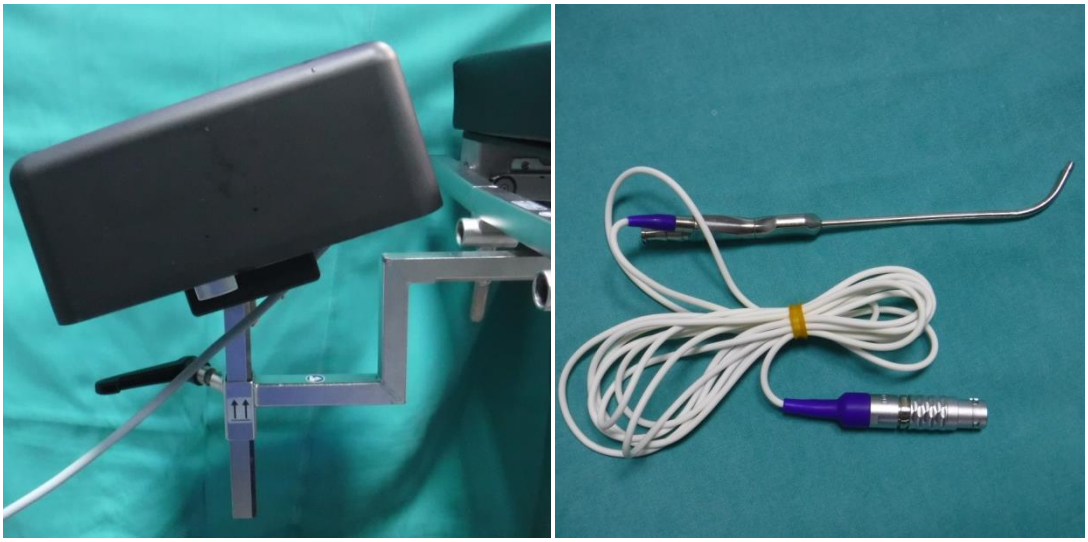
Şekil 20: Son dönemde kullanılan navigasyon sistemi uyumlu ekipmanlar

Hastanın yüzüne ya da kafatasına ait referans anatomik işaretlerle, hastanın preoperatif görüntüsünde radyolojik olarak belirlenen işaretler uzayda eşleştirerek; radyolojik görüntü, cerrahın endoskopik enstrümantasyonuyla gezinebildiği anatomik bir harita haline gelir. Mevcut kullanımda elektromanyetik, optik, elektromekanik ve sonar teknik kullanan 4 adet navigasyon sistemi mevcuttur. Elektromanyetik ve optik sistem yaygın olarak kullanılmakta olup elektromekanik ve sonar teknikle çalışan sistemler günümüzde tercih edilmemektedir.

2.6.3. Elektromanyetik sistem:

Bu sistemde, hastanın preoperatif BT taraması ve ameliyat sırasında hastaya sabitlenen başlık ile eksternal referans işaretleri kullanır. Cerrahi alanın yakınında bir verici ve cerrahi alet içinde bir alıcı vardır. Elektromanyetik alandaki değişikliklere dayanarak, cerrahi enstrümanın ucunun konumu başlık referanslarına göre hesaplanabilir.

Elektromanyetik sistem KBB' de yaygın olarak kullanılan bir cerrahi navigasyon tekniğidir. Bu teknolojinin savunucuları, otoregistirasyonu başlıca avantajlardan biri olarak görmektedir (50). Yerleştirilen referans işaretleri ile eksternal başlık sayesinde, hastanın daha önceden sisteme yüklenmiş preoperatif BT veya MR tarama referansları ile senkronize edebilir ve hastanın haritalanması yapılmış olur. Elektromanyetik sistem başlığı, ameliyat sırasında kafa hareketlerinden de etkilenmez (50). Üretici firmaların başlığın tek kullanımlık olduğunu söylemelerine rağmen araştırmacılar başlığın birden fazla kullanımının doğruluk kaybına neden olmadığını göstermiştir (50, 51).



Şekil 21: Elektromanyetik navigasyon sisteminde kullanılan ekipmanlar

Ancak elektromanyetik izleme sistemlerinin bazı dezavantajları vardır. Elektromanyetik alandaki bozukluklar, sonuçları olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu nedenle, büyük metal nesneler elektromanyetik alandan uzak tutulmalıdır (50). Sistem, metalik nesnelerin neden olduğu hatayı algılayınca bunu ekranda bir mesaj ile bildirir. Ayrıca tracking için kullanılan aspiratörler yumuşaktır. Güç uygulanması bu araçları bozabilir ve doğru cerrahi lokalizasyona engel olabilir (52). Başlık kullanımıyla ilgili olarak yüzün orta kısmında duyusal ve motor nöropatiler bildirilmiştir (53). Elektromanyetik izleme sistemleri, kalp pili ve koklear implantlı hastalarda kullanım için nispeten kontrendikedir.

2.6.4. Optik sistem:

Paranazal sinüslerin ve kafa tabanı cerrahisinin kullanımına yönelik mevcut sistemlerin çoğu optik teknolojiyi kullanır. Optik sistemler, hastanın yalnızca ameliyat sırasında kafasına bir referans aparatı takmasını gerektirir. Çoğu sistem için, preoperatif görüntüleme sırasında herhangi bir başlığa gerek yoktur. Ancak Vector Vision sistemi, bir başlıkla preoperatif görüntüleme gerektiren bir alternatif otoregistration seçeneğine sahiptir.

Optik sistemler, referans aparatından 2 metre uzakta duran bir kamera ile kızılötesi ışık izlemeyi temel alır (50). Optik sensörler, referans aparatında ve cerrahi aletler üzerinde bulunurlar (41). Cihazlar aktif olarak takip edilebilmekte olup, burada referans aparatı ve cihazlar üzerindeki ışık yayan diyotlar (LED'ler) kamera tarafından algılanan kızılötesi ışık yayarlar. Alternatif olarak, pasif izleme ile kamera referans aparatı ve cerrahi aletler üzerindeki reflektörlerle yansıyan kızılötesi ışığı algılar.



Şekil 22: Optik navigasyon sisteminde kullanılan ekipmanlar

Optik sistemlerinin başlıca avantajlarından biri, preoperatif görüntüleme sırasında başlık ihtiyacının olmamasıdır. Bu, hastaya bir başlık satın alma masrafını ve başlık ile ilgili oluşabilecek problemleri ortadan kaldırır. Optik sistemlerin ana dezavantajı ise, kameradan hastaya ve enstrümanlara doğrudan bir görüş hattı gerekliliğidir (50). Navigasyon sisteminin düzgün çalışması için ekipman ve ameliyathane personeli bu görüş hattından uzak tutulmalıdır. Ek olarak, kamera hastadan ortalama 2 metre uzakta olmalıdır. Küçük ameliyat odalarında bu mesafeyi elde etmek zor olabilir.

2.6.5. Bilgisayar destekli cerrahide doğruluk:

Birçok faktör, görüntü yakalama protokolleri ve izleme teknolojileri gibi CAS sistemlerinindoğruluğunu etkileyebilir. KBB uzamanları, 2 mm'lik bir hatanın rinolojik ve

kafa tabanı cerrahisi için kabul edilebilir olduğunu kabul eder. 1997'de Fried ve arkadaşları, elektromanyetik bir izleme sistemi olan IstraTrak sistemi ile CAS geçiren çok merkezli 55 vakalık bir seriyi sundular (54). Bu çalışmada hastalar, entegre edilmiş referans işaretleri ile InstaTrak sistemi için gerekli başlığı takmışlardı. Preoperatif BT taraması yapılmadan önce hastanın cildine altı ek referans işareti konuldu. Görüntü rehberliği cihazının doğruluğunu ölçmek için deri referans işaretlerinden ikisi kullanıldı. Cilt referans kaydı için ortalama doğruluk 1.97 mm idi. Otomatik başlık kaydı, 2.28 mm'lik bir ortalama doğrulukla sonuçlandı. Bu iki kayıt yöntemi istatistiksel olarak benzerdi.

Albritton vearkadaşları, optik LandmarX sistemi için kayıt hatalarının değerlendirildiği benzer bir çalışma yapmışlardır (55). Bu çalışma, hastanın BT taraması sırasında ve yine ameliyat sırasında giydiği, şekillendirilebilir bir maske kullanılarak yapılan kayıt ile anatomik kaydı karşılaştırdı. Anatomik kayıt, ortalama 1.53 mm'lik bir hata ile sonuçlandı. Maskenin ortalama hatası ise 0.96 mm idi. Aynı zamanda maske registrasyon süresini önemli ölçüde azaltmıştı.Diğer çalışmalar da benzer kayıt hatalarını rapor ettiler. Metson ve arkadaşları, 754 olguda kullanılan LandmarX optik takip sistemi ile 1,69 mm'lik ortalama bir doğruluk kaydettiler (56).

Snyderman ve arkadaşları, minimal invaziv anterior kafa tabanı cerrahisi uygulanan 50 hastada optik tabanlı Stryker navigasyon sistemi üzerinde hem BT hem de MR görüntülemenin doğruluğunu değerlendirmiş; son ortalama kayıt hatalarının BT görüntüleme ile 1.58 mm ve MR ile 1.64 mm olarak bulunmuştur (57). Zheng ve arkadaşları, mikroskobik anterior ve lateral kafa tabanı cerrahisi için kayıt hatasını değerlendirmek amacıyla optik SurgiGATE ORL kullandılar (58). Bu grup anterior kafa tabanı kaydı için 2.07 mm ve lateral kafa tabanı kaydı için 2.27 mm'lik bir doğruluk saptandı(58). Reittner ve arkadaşları,ESC yapılan 82 hastada elektromanyetik Istratrak sistemi kullanılarak 0.70 mm'lik ortalama bir doğruluk elde etmişlerdir (59).

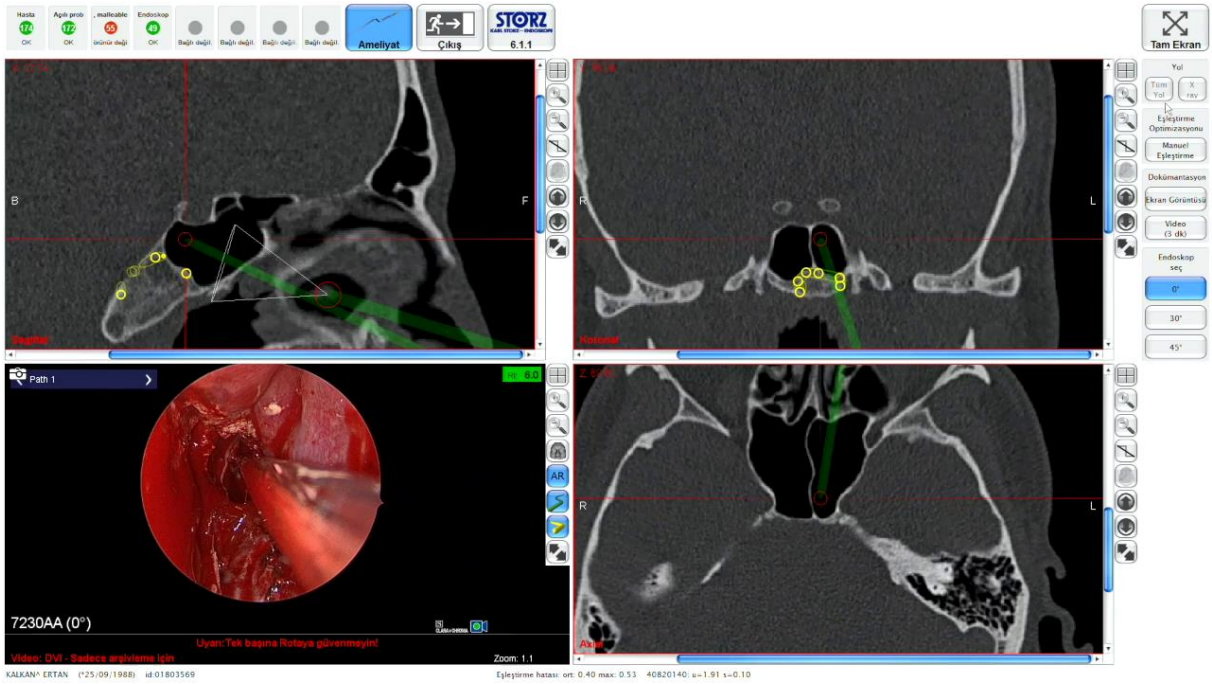
Claes ve arkadaşları, optik sistem kullanarak 6 kadavra üzerinde yaptıkları bir çalışmada dört anatomik referans noktası uygulananlarda doğruluk oranının, 6 anatomik referans noktası uygulananlara göre doğruluk bakımından üstün bulunmuştur. Ek olarak, periferal yerleştirilmiş referans noktalarının, santral olarak yerleştirilmiş referans noktalarından daha fazla hata oranlarına sahipti (60).

Eksternal uygulanan referanslar, hasta için rahatsız edici olduğundan başlık kaydı kullanmayan çoğu KBB uzmanı anatomik referansları tercih etmektedir. Ek anatomik referans

noktalarının doğruluk oranını artıracağı bazı çalışmalarda gösterilmiş (61). Bununla birlikte, optik Stryker seyir sistemini kullanan Snyderman ve arkadaşları, 10 anatomik referansla başlayan bir eşleştirme protokolünde, nihai doğruluk hatalarının, dışlanmış referans noktalarının sayısı ile negatif korelasyon gösterdiğini göstermiştir. Dışlanan maksimum referans sayısı beş idi. Bu noktaların en çok deri gevşekliği olan yerler ve periferik seçilen bölgeler (postauriküler ve lateral) olduğu görüldü. Altı adet merkezi yerleştirilmiş referans noktasının optimal lokalizasyon sağladıkları sonucuna varmışlardır (57).

Berry ve arkadaşları, 2003 yılında yaptıkları 14 referans işareti olan yapay bir başın kullanıldığı bir çalışmada, yerleştirme meselesini ele almıştır. Kayıt için optik Stryker seyir sistemi kullanıldı. 0.4 ila 1.0 mm arasında bir ortalama hata aralığı bulundu. Gerçek anatomik doğruluk, kayıtlı alanın merkezinde en iyisiydi (62).

Bu çalışmalar, hem optik hem de elektromanyetik izleme sistemlerinin, çoğu KBB uzmanı tarafından kabul edilen bir standart olan 2 mm'de doğruluğunu sağlama yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir. Referanslar doğrusal olmayan bir dağılımda düzenlenmelidir. Cerrah, ameliyat sırasında daima hasta hareketinin veya başlık yer değiştirmediğinin farkında olmalıdır. Ayrıca, herhangi bir kaymanın meydana gelmediğinden emin olmak için radyolojik görüntülerde belirtilen konum ile bilinen anatomik yer işaretleri üzerindeki görselleştirilmiş endoskopik prob ucu konumunu rutin olarak doğrulamalıdır.



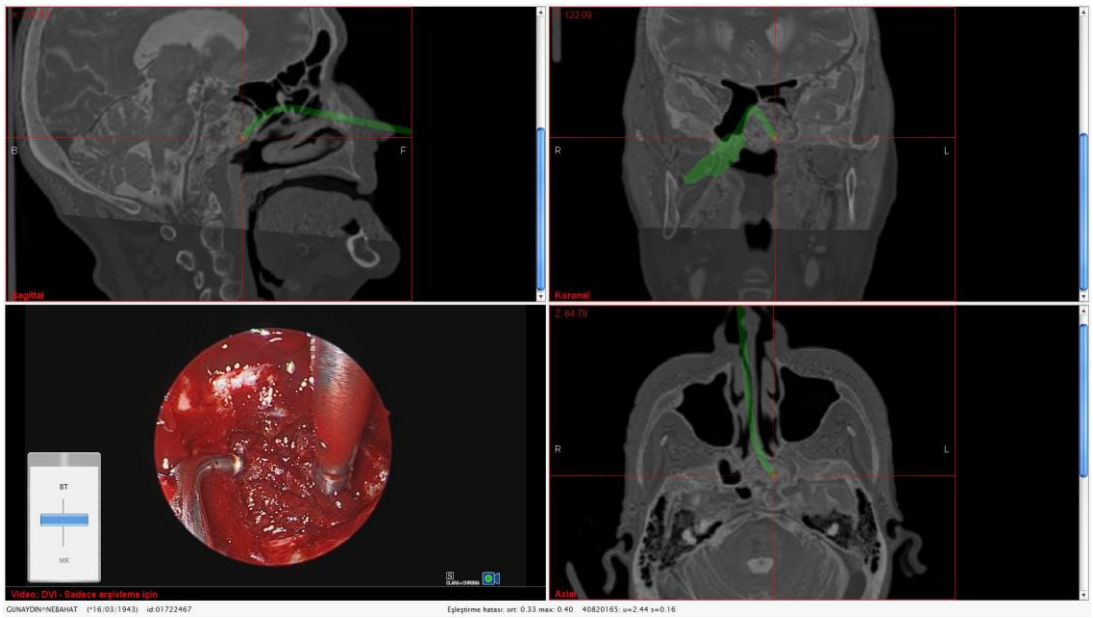
Şekil 23: Navigasyon sisteminde tracker kullanılan bir vaka

2.6.6. Bilgisayar destekli cerrahinin kullanımının endikasyonları:

Daha önce belirtildiği gibi ESC; KBB' de en sık uygulanan cerrahi prosedürlerden biridir. Satın alma masrafları ve CAS sisteminin korunması göz önünde bulundurulduğunda, her ESC için CAS sistemlerinin kullanılması gerektiği ne ideal ne de pratiktir. Bu yüzden, görüntü kılavuzunun kullanımı için bazı preoperatif endikasyonlar yayınlanmıştır. 2002 yılında Amerikan KBB ve Baş Boyun Cerrahisi Akademisi, yedi endikasyon için CAS sistemlerinin kullanımını onaylamıştır. Bu önerilen göstergeler şunları içerir:

- Revizyon sinüs cerrahisi
- Postoperatif veya travmaya sekonder bozulmuş sinüs anatomisi
- Masif nazal polipozis
- Frontal, posterior etmoid ve sfenoid sinüs hastalıkları
- Kafa tabanı, orbita, optik sinir veya IKA' ya yakın yerleşimli lezyonlar
- BOS rinore veya kafa tabanı defekti
- Benign veya malign sinonazal kitleler

Bununla birlikte Anon, CAS kullanımını anatomik varyant durumlarında da önermektedir (39). Bunlar; optik sinire ve IKA'ya olan posterior etmoid ve sfenoid sinüslerin kesişme noktasında bulunan onodi hücresi, maksiller sinüs ostiumda inferomedial orbital duvar boyunca oturan haller hücresi mevcudiyetidir. Ayrıca mukosel drenajı da CAS kullanımı için endikasyon olabileceğini öne sürmüştür (39).



Şekil 24: Navigasyon sistemi kullanılan bir vakada BT-MR uyumu

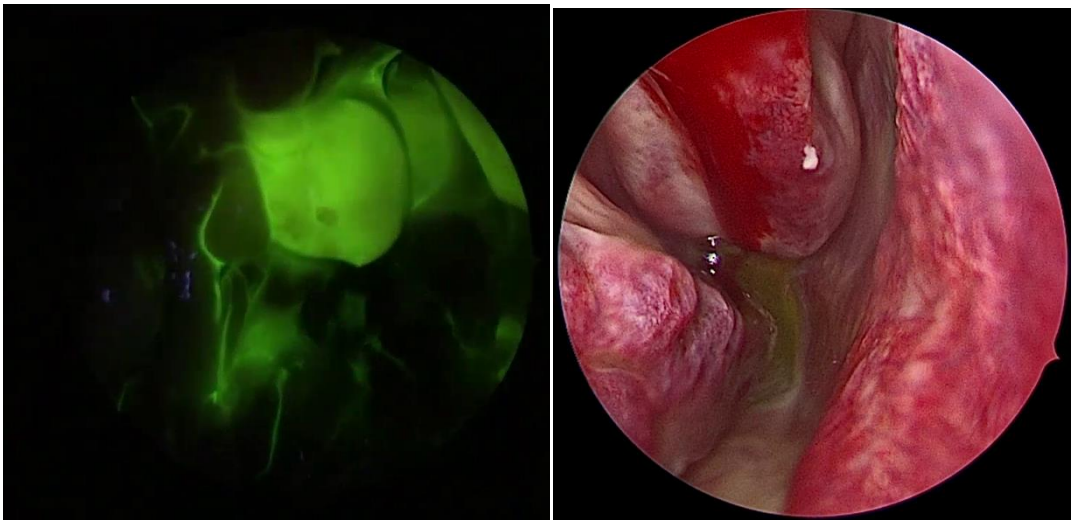
Paranazal sinüslerin anatomisinin bozulmadığı primer ESC vakaları için navigasyon kullanılması önerilmemektedir. Metson (56) ve Anon (39), paranazal sinüslerin ve kafa tabanının cerrahisi için CAS kullanımının belirgin bir yararı olarak cerrah güvenini arttırdığını kaydetmiştir. Bu belirtilen endikasyonlar bağlamında CAS kullanımı; cerrahgüveni ve cerrahın çevredeki hayati yapıları bilmesini sağlarken daha kapsamlı operasyon diseksiyonuna izin verebilir. Ancak, bu teknolojiye uygun bir perspektiften bakılmalıdır. CAS, daha önce paranazal sinüs anatomisi ve ESC teknikleri konusunda eğitimli bir cerrahın anatomik doğrulamasını sağlayabilen bir araçtır. CAS, cerrahın bilmediği anatomik yapıları araştırmak için kullanılan bir araç olmamalıdır.

3. MATERYAL VE METOD

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi (İbn-i Sina Hastanesi) KBB kliniği ile Beyin ve Sinir Cerrahisi (NRŞ) kliniğinde Ocak 2014 – Haziran 2018 yılları arasında endonazal endoskopik kafa tabanı cerrahisi yapılan hastaların dosyaları retrospektif olarak incelendi. Tüm verilerine ulaşılamayan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Verilerindeki ve takiplerindeki tüm verilerine ulaşılan; endonazal endoskopik hipofiz adenom eksizyonu yapılan ve endonazal endoskopik BOS rinore onarımı yapılan toplam 249 hasta çalışmaya dahil edildi. Tüm hastaların 112' sinde (%45) CAS sistemi kullanılırken, 137'sinde (%55) CAS sistemi kullanılmadı.

Kayıtlarda polikliniğe başvuran hastaların detaylı anamnezleri, genel fizik muayenelerinden sonra rutin KBB muayeneleri ve nazal endoskopileri değerlendirildi. Hastalara operasyon öncesi yapılan radyolojik tetkikler değerlendirildi. Ayrıca cerrahinin salt endoskopik yapılmış olması nedeniyle hastaların operasyon esnasında alınan video kayıtlarından da yararlanıldı.

BOS rinore onarımı yapılan hastalarda, hastanın epikrizinden yararlanılarak;demografik veriler, hastanın geçirilmiş rinolojik operasyonları ve travma öyküsü kaydedildi. Preoperatif her iki nazal kaviteye merosel tampon konularak elde edilen nazal sekresyondan β- 2 transferin çalışıldı ve sonuçları kaydedildi. Bu hastalarda preoperatif BT ve MR tetkikleri yapılması sonucu kafa tabanı fraktürü bölgesi, empty sella olup olmadığı ve meningosel mevcudiyeti tayin edildi. Hastalara operasyondan 12 saat önce NRŞ kliniği tarafından lomber ponksiyon (LP) yapılarak intratekal %5'lik Na-fluorescein verildi. Böylece perioperatif fluorescein filtresi yardımıyla BOS rinore bölgesi belirlenmesi amaçlandı.



Şekil 25: İntraoperatif BOS filtresi ile Na-fluorescein görüntülenmesi

Bu hastaların operasyon görüntüleri ve operasyon raporlarından yararlanılarak CAS kullanım durumu, operasyon süresi, intraoperatif gelişen komplikasyonlar kaydedildi.

BOS' un kafa tabanı alt bölgeleri olan;

- frontal bölge,
- kribriform bölge,
- fovea etmoidalis,
- sfenoid bölgesinden hangisi veya hangilerinden kaynaklandığı üzerinde duruldu.

Rekonstrüksiyon için;

- fasia lata,
- yağ dokusu,
- nazoseptal flep (Hadad flep),
- sentetik dura,
- kartilaj materyallerinin hangisi veya hangilerinin kullanıldığı kaydedildi.

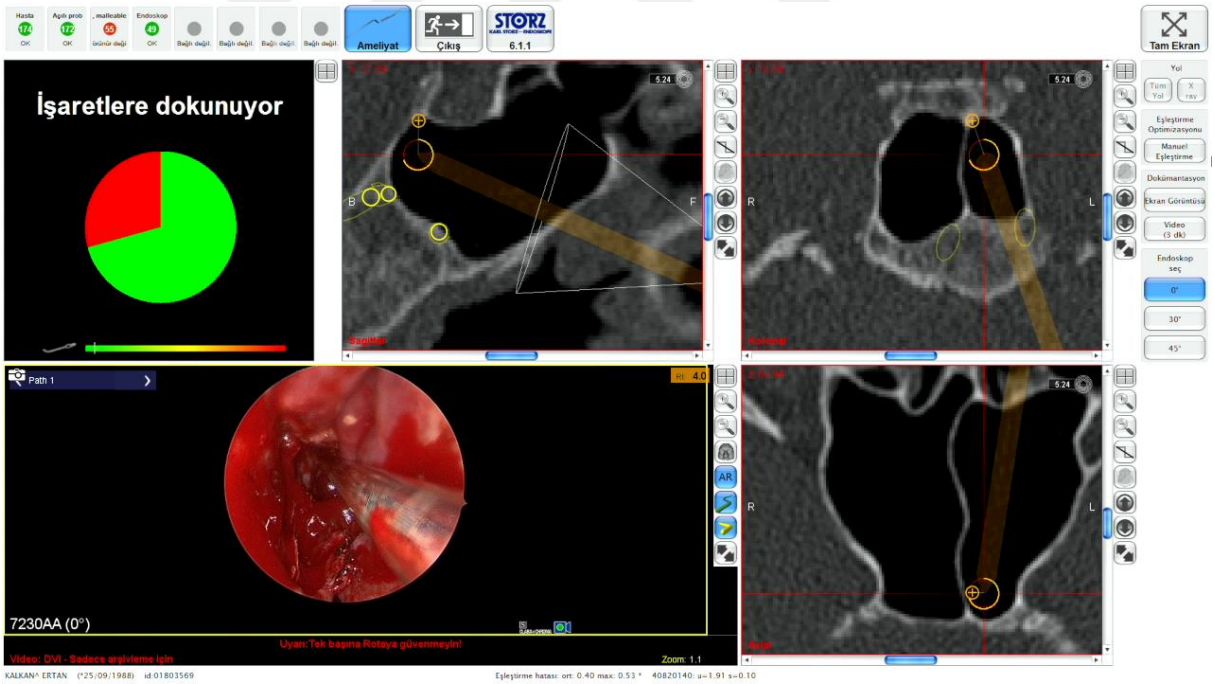
Hastalarda meningosel olup olmadığı ve operasyon sonrası hastaya lomber drenaj yapılıp yapılmadığı ve bunların nedenleri üzerinde duruldu.

Hipofizektomi yapılan hastalarda ise hasta epikrizlerinden demografik veriler, preoperatif şikayetler, postoperatif menenjit gelişimi ve hastaların takiplerinde revizyon cerrahi gereksinimi kaydedildi.

Hastaların ameliyat raporlarından ve operasyon videolarından operasyon süresine, CAS kullanım durumu, intraoperatif beyin omurilik sıvısı (BOS) gelişinin olup olmadığı, sella tabanı rekonstrüksiyon gereksinimi olup olmadığı, rekonstrüksiyon yapılmışsa rekonstrüksiyon için

- fasia lata,
- yağ dokusu,
- nazoseptal flep (Hadad flep),
- sentetik dura,
- kartilaj materyallerinden hangisi veya hangilerinin kullanıldığı bilgilerine ulaşıldı.

Ameliyat sonrası nazal tamponlar; hipofizektomi yapılan ve BOS gelmeyen vakalarda 2 gün, BOS gelişi olan ve rekonstrüksiyon gereksinimi olan vakalarda 5 gün sonra çekildi. Hastalar genel literatür bilgisi ile takip edilerek operasyon sonrası takip kriterleri uygulandı. Nazal tamponlar çekildikten sonra herhangi bir takipte nüks saptanmamış ise 2. hafta, 1. ay ,3. ay, 6.ay., 12.ayda; sonraki dönemlerde de yılda bir takipler yapıldı. Kontrollerde burun akıntısı, BOS rinore şüphesi olan hastalara endoskopik muayene, paranazal sinüs tomografisi ve intranazal tampon konularak β-2 transferrin çalışıldı. Gerekli durumlarda revizyon cerrahiler uygulandı.



Şekil 26: Navigasyon sisteminde manuel eşleştirme yapılan bir vaka

Hastaların takiplerinde postoperatif komplikasyon gelişip gelişmediği, gelişti ise tedavi yaklaşımı, hastaların revizyon cerrahi ihtiyacı ve takip süreleri kaydedildi.

Çalışmamız için Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu' ndan 13.08.2018 tarih 13-861-18 numaralı kararı ile onay alınmıştır.

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 15.0 programı kullanıldı. Tanımlayıcı istatistikler dağılımı normal olmayan değişkenler için ortanca (minimum – maksimum), nominal değişkenler ise vaka sayısı ve yüzde (%) olarak gösterildi. Grup sayısı iki olduğunda gruplar arasında ortalamalar yönünden farkın önemliliği T testi ile ortanca değerler yönünden farkın önemliliği Mann Whitney testi ile araştırıldı. Grup sayısı ikiden fazla olduğunda gruplar arasında ortalamalar yönünden farkın önemliliği ANOVA varyans analizi testi ile ortanca değerler yönünden farkın önemliliği Kruskal Wallis testi ile araştırıldı. Nominal değişkenler Pearson Ki-Kare veya Fisher exact testi ile değerlendirildi. Sürekli değişkenler arasındaki ilişki araştırılırken dağılım normal olmadığında Spearman korelasyon testi ile normal olduğunda Pearson korelasyon testi ile değerlendirildi ve $p<0.05$ olduğunda sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmada; endoskopik endonazal kafa tabanı cerrahisinde CAS sisteminin kullanımını değerlendirmek amacıyla Ocak 2014 - Haziran 2018 tarihleri arasında Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde KBB ve NRŞ tarafından 151 hastaya endoskopik endonazal hipofizektomi ve 98 hastaya BOS rinore onarımı cerrahisiyapılmış olupçalışma kriterlerini karşılayantoplam 249 hasta verisi incelenmiştir.

Çalışmaya dahil olma kriterini sağlayan 249 hastanın 122' si (%48,9) erkek, 127' si (%51,1) kadındı. Tüm hastaların yaşları 7 ile 83 arasında değişmekte olup; ortalama yaş 47,27 ± 14,64'tür. Hastaların ortalama takip süresi ise 26,88 ay idi.

Tablo 5: Hastaların Cinsiyetlerine Göre Dağılımları

Cinsiyet	**Hasta Sayısı**	**(%)**
Kadın	127	51,1
Erkek	109	48,9
Toplam	165	100

Hastalar BOS rinore grubu ve hipofizektomi grubu olmak üzere iki grupta incelendi.

BOS Rinore Grubu

BOS rinore onarımı yapılan 98 hastanın 50' si (%51) kadın, 48' i (%49) erkek idi. Hastaların yaşları 7 ile 75 arasında değişmekte olup; ortalama yaş 39,27 ± 15,06'dır. Ortalama takip süresi 29,17 ay idi.

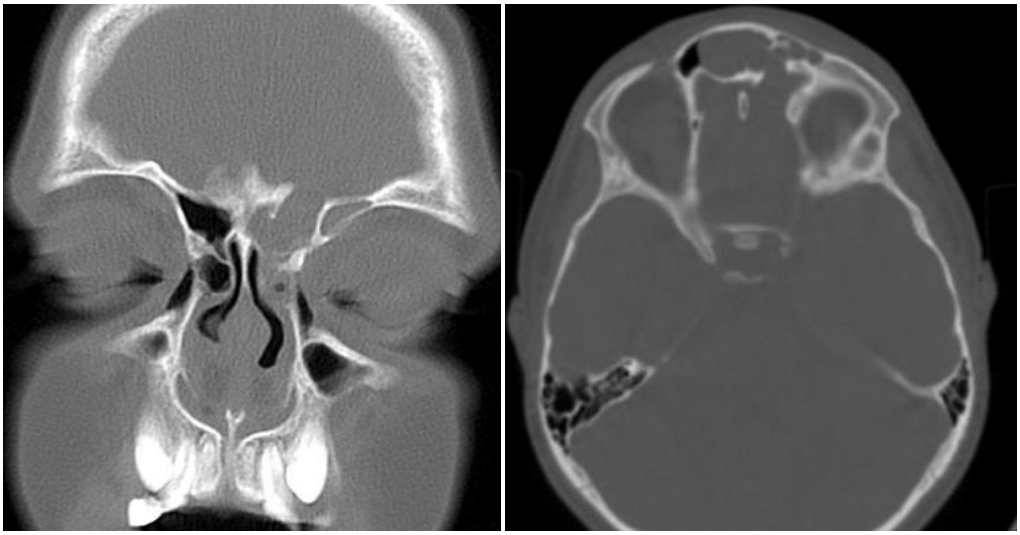
BOS rinore ön tanısıyla operasyon kararı verilen 98 hastanın 90' ında (%91,8) kafa tabanı rekonstrüksiyonu yapıldı.

BOS rinoresi bulunan hastalar etyolojiye göre sınıflandırıldığında; 30' u (%33,3) travmatik olup en sık, 28' i (%31,1) hiç bir öyküsü olmayan spontan BOS rinore ise ikici sıklıkta görülen BOS rinore nedenini olarak görülmektedir. Ayrıca 5' i (%5,6) intranazal kitle eksizyonu sonrası, 9' u (%10) intrakranial kitle eksizyonu sonrası, 11' i (%12,2) ESC sırasında meydana gelen iyatrojenik ve 7' sinin (%7,8) ise sternberg kanalı kaynaklı olduğu görüldü.

Tablo 6: Etyolojiye Göre Dağılımları

	Hasta Sayısı	**(%)**
Spontan	28	31,1
Travmatik	30	33,3
İyatrojenik	11	12,2
İntranazal kitle	5	5,6
İntrakranial kitle	9	10
Sternberg	7	7,8
Toplam	90	100

Hastaların BOS geliş yerleri değerlendirilirken; 12 hastada multiple fraktür saptandı. Total fraktür sayısı 102 idi. 90 hastadan 9 tanesi intrakranial kitle eksizyonuna bağlı sellar tabanda defekt mevcut idi. Bu hastalar hariç tutularak yapılan incelemede 33 (%35,4) hasta ile kribriform plate en sık BOS rinorenin görüldüğü yer idi. 15 (%16,1) hastada frontal, 25 (%26,9) hastada fovea etmoidalis ve 20 (%21,6) hastada sfenoid kaynaklı BOS rinore olduğu görüldü.



Şekil 27: Travmatik BOS rinore olan pediatrik bir vaka

BOS geliş yeri etyolojiye göre değerlendirildiğinde; spontan BOS rinore grubunda 3'ü multiple olmak üzere 3 (%9,7) frontal, 18 (%58) kribriform plate, 4 (%13) fovea etmoidalis ve 6 (%19,3) sfenoid kaynaklı BOS rinore olduğu görüldü. Travmatik BOS rinore grubunda 5 multiple olmak üzere 11 (%31,4) frontal, 7 (%20) kribriform plate, 11 (%31,4) fovea

etmoidalis ve 6 (%17,1) sfenoid kaynaklı BOS rinore olduğu görüldü. İyatrojenik BOS rinore grubunda ise 2 multiple olmak üzere 1 (%7,7) frontal, 3 (%23) kribriform plate, 8 (%61,6) fovea etmoidalis ve 1 (%7,7) sfenoid kaynaklı BOS rinore olduğu görüldü. Bizim çalışmamıza göre spontan BOS rinore ile gelen bir hastada kribriform plateden kaçak beklerken; iyatrojenik BOS rinore öyküsü olan bir hastada ise fovea etmoidelisden kaynaklı BOS rinoreyi düşünmek gerekir.

Tablo 7: Etyoloji ve BOS Yerine Göre Dağılımlar

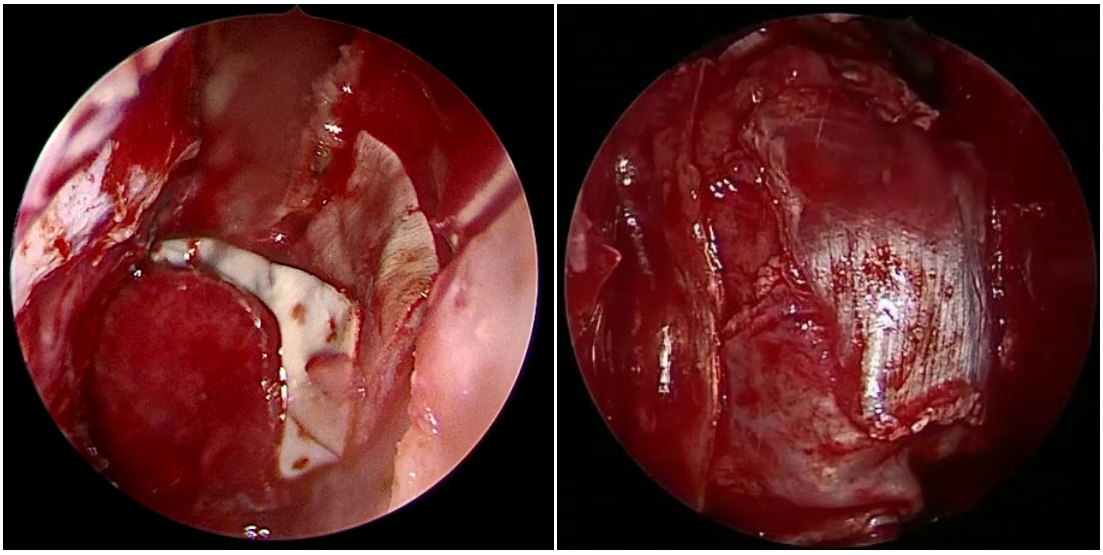
	Spontan	**Travmatik**	**İyatrojenik**	**Toplam**
Frontal	3 (%9,7)	11 (%31,4)	1 (%7,7)	15(%16,1)
Kribrifom	18 (%58	7 (%20)	3 (%23)	33(%35,4)
Fovea	4 (%13)	11 (%31,4)	8 (%61,6)	25 (%26,9)
Sfenoid	6 (19,3)	6 (17,1)	1 (%7,7)	20 (%21,6)

Hastalarda kullanılan kafa tabanı rekonstrüksiyon materyali incelendiğinde sayı ve yüzdeleri aşağıda belirtilen tablodaki gibidir.

Tablo 8: Kafa Tabanı Rekonstrüksyon Materyali

	Hasta Sayısı	**(%)**
Sentetik	22	24,4
Fasia lata	8	8,9
Fasia lata+Yağ	30	33,3
Sentetik+Orta konka	17	18,9
Kartilaj	13	14,5
Hadad	47	52,2
Toplam	90	100

BOS rinore tespit edilen 90 hastanın 41’ inde (%45,5) navigasyon sistemi kullanılırken, 49 (%54,5) hastada navigasyonsistemi kullanılmadı.



Şekil 28: Kafa tabanı rekonstrüksiyonunda intraoperatif görüntü

Navigasyon sistemi kullanılmayan grupta operasyon süresinin medyan değeri 134 dk (33-316), navigasyon sistemi kullanılan grupta ise operasyon süresinin medyan değeri 135 dk (47-438) olarak belirlendi. Navigasyon sistemi kullanımı ile operasyon süresi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

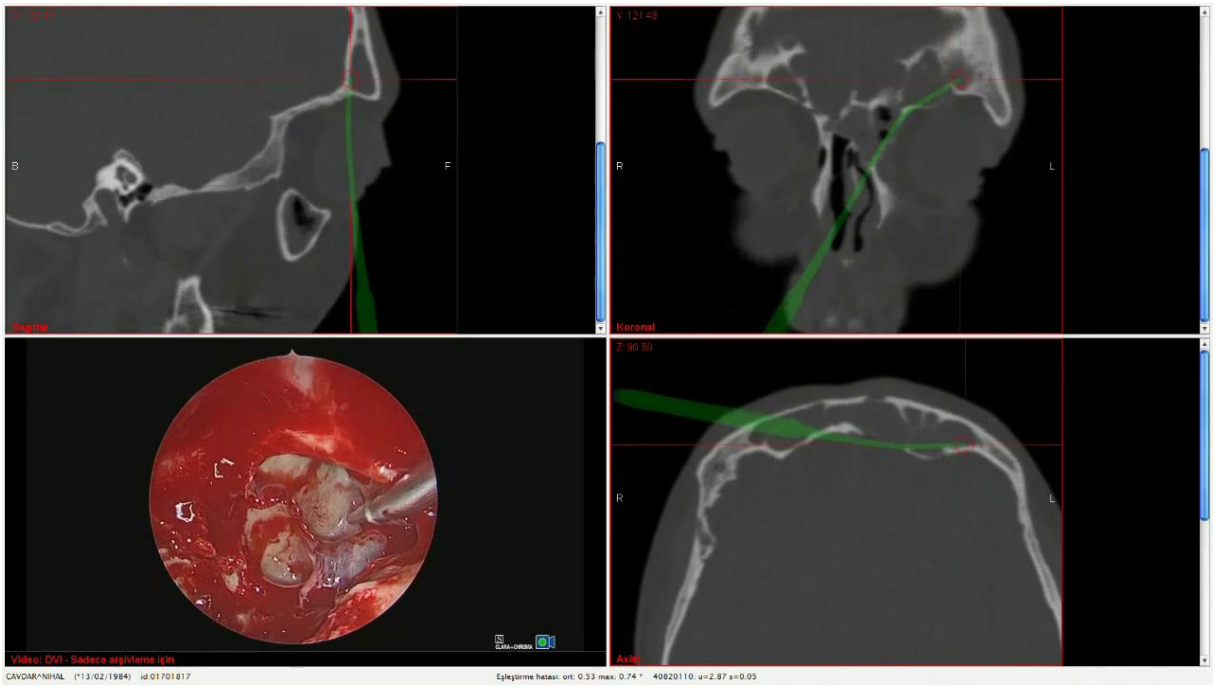
BOS rinore yeri ile operasyon süresi arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Ayrıca BOS rinore etyolojisi ile operasyon süresi arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0.05$).

BOS rinore nedeniyle opere edilen hastalarda eş zamanlı lomber drenaj takılmasına bakıldığında; Tablo 9' da görüldüğü üzere intrakranial kitle eksizyonu yapılan ve bu nedenle büyük defekt oluşan durumlarda lomber drenaj kullanım oranının daha yüksek olduğu görülüyor. Yine spontan BOS rinorede de intrakranial basınç yüksekliğinden dolayı diğer gruplara göre daha yüksek oranda lomber drenaj uygulaması yapıldığını görüyoruz.

Tablo 9: Lomber Drenaj Kullanım Oranı

	Lomber drenaj +	**Lomber drenaj -**	**(%)**
Spontan	10	18	35,7
Travmatik	6	24	20
İyatrojenik	2	9	18,2
İntranazal kitle	0	5	0
İntrakranial kitle	6	3	66,7
Sternberg	1	6	14,2
Toplam	25	65	38,4

Hastaya preoperatif yapılan BT ve MR' larında empty sella bulunması değerlendirildi. 90 hastanın 10' unda (%11) empty sella tespit edildi. Bu hastaların etyolojisi değerlendirildiğinde 7 hastanın sponton BOS rinoresi olan intrakranial basıncı daha yüksek olan hastalar; 3 hastanın ise travma öyküsü olan BOS rinore hastası olduğu tespit edildi. Spontan BOS rinoresi ile empty sella bulunması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü ($p<0.05$).



Şekil 29: BOS rinore vakasında navigasyon sistemi kullanılan bir vaka

Empty sella tespit edilmesi ile lomber drenaj takılması arasındaki ilişki aşağıdaki tablodaki gibidir. Empty sella ile lomber drenaj takılması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı görüldü ($p>0.05$).

Tablo 10: Empty sella ile lomber drenaj ilişkisi

		Lomber Drenaj		**Toplam**
		Yok	Var	80
Empty sella	Yok	59	21	10
	Var	6	4	27
Toplam		65	25	100

Hastanın yapılan radyolojik tetkikleri ve operasyon video kayıtları incelendiğinde 27 (%30) hastada meningosel saptandı.

Meningosel tespit edilmesi ile lomber drenaj takılması arasındaki ilişki aşağıdaki tablodaki gibidir. Meningosel olması ile lomber drenaj takılması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı görüldü ($p>0.05$). Meningosel olmasının tek başına lomber drenaj uygulamasına karar vermede bağımsız bir etken olmadığı görüldü.

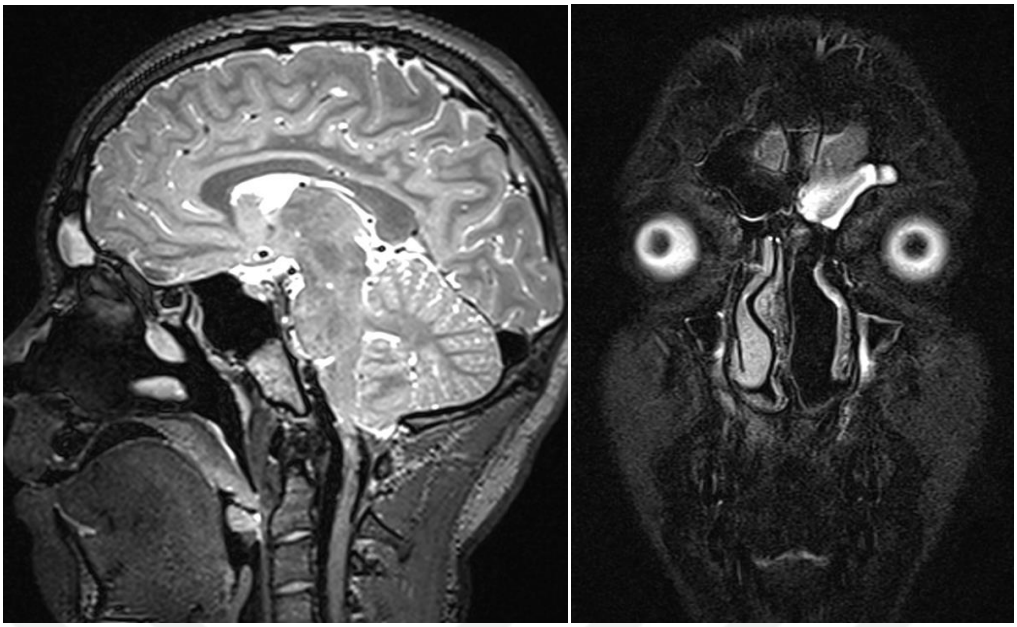
Tablo 11: Meningosel ile lomber drenaj ilişkisi

		Lomber Drenaj		**Toplam**
		Yok	Var	35,7
Meningosel	Yok	48	15	63
	Var	17	10	27
Toplam		65	25	100

Hastaların operasyon öncesi değerlendirilmesinde kliniğimizde rutin olarak β-2 transferrin çalışması ile birlikte, ince kesit navigasyon uyumlu BT ve BOS akım MR tetkikeri yapılmaktadır. Bu tetkikler sonucunda şüphe dahilinde olan durumlarda da (özellikle menenjit geçirme öyküsü bulunan hastalarda) hastalara LP ile verilen intratekal %5' lik Na flourecein yardımıyla endonazal endoskopik olarak kafa tabanı tümüyle görünür hale getirilerek tanı doğrulanmakta ve BOS gelişi görülen hastalara aynı zamanda kafa tabanı rekonstrüksiyonu yapılmaktadır.



Şekil 30: Meningoensofalosel olgusu, preoperatif MR



Şekil 31: Meningoensofalosel olgusu, postoperatif MR

Yapılan bu tetkikler göz önüne alındığında operasyon kararı verilen 98 hastanın 90' ında (%91,8) kafa tabanı rekonstrüksiyonu yapılmıştır. 98 hastanın 8' inde (%8,2) BOS gelişi saptanmazken, 9' unda (%9,1) aşikar bir BOS gelişi görülmemekle birlikte şüpheli görülen veya geçirilmiş travmaya sekonder izlenen fraktür hattı olan kişilerde menenjit geçirme öyküsü nedeniyle kafa tabanı rekonstrüksiyon yapılırken, 81 (%82,7) hastada ise belirgin BOS gelişi tespit edilerek kafa tabanı rekonstrüksiyonu yapıldı.

Preoperatif β-2 transferrin testi ile BOS rinore olduğu belirlenen 76 hastanın 65 tanesi intraoperatif BOS rinore olarak doğrulandı. Preoperatif β-2 transferrin testi ile BOS rinore olmadığı düşünülen; ancak anamnez, fizik muayene ve radyolojik tetkiklerle şüphe olan 22 hasta opere edilmiş ve bu hastaların 6 tanesinde intraoperatif aşikar BOS rinore olmadığı görüldü.β-2 transferrin testinin BOS rinore tanısında duyarlılığı %80,2; özgüllüğü %35,3; pozitif prediktif değeri %85,5 ve negatif prediktif değeri %27,3 olarak bulundu.

Tablo 12: β-2 transferrin testi güvenilirliği

		BOS gelişi		
		+	-	**Toplam**
β-2 transferrin	+	65	11	76
	-	16	6	22
Toplam		81	17	98

Preoperatif ince kesitli BT ile BOS rinore olduğu belirlenen 73 hastanın 61 tanesi intraoperatif BOS rinore olarak doğrulandı. Preoperatif ince kesitli BT ile BOS rinore olmadığı düşünülen; ancak anamnez, fizik muayene, β-2 transferrin testi ve BOS akım MR ile şüphe olan 25 hasta opere edilmiş ve bu hastaların 5 tanesinde intraoperatif aşikar BOS rinore olmadığı görüldü.İnce kesitli BT' nin BOS rinore tanısında duyarlılığı %75,3; özgüllüğü %29,4; pozitif prediktif değeri %83,6 ve negatif prediktif değeri %20 olarak bulundu.

Tablo 13: İnce kesitli BT güvenilirliği

		BOS gelişi		
		+	-	**Toplam**
BT	+	61	12	73
	-	20	5	25
Toplam		81	17	98

Preoperatif BOS akım MR ile BOS rinore olduğu belirlenen 89 hastanın 75 tanesi intraoperatif BOS rinore olarak doğrulandı. Preoperatif BOS akım MR ile BOS rinore olmadığı düşünülen; ancak anamnez, fizik muayene, β-2 transferrin testi ve BT ile şüphe olan 9 hasta opere edilmiş ve bu hastaların 3 tanesinde intraoperatif aşikar BOS rinore olmadığı görüldü.BOS akım MR' nin BOS rinore tanısında duyarlılığı %92,6; özgüllüğü %17,6; pozitif prediktif değeri %84,3 ve negatif prediktif değeri %33,3 olarak bulundu.

Tablo 14: BOS akım MR güvenilirliği

		BOS gelişi		
		+	-	**Toplam**
MR	+	75	14	89
	-	6	3	9
Toplam		81	17	98

Opere olan 4 hastada intraoperatif lamina papiresea hasarı olup bu hastaların 1 tanesinde postoperatif takiplerinde preseptal selülit geliştiği görüldü. Bu hasta da uygun antibiyoterapi ile tedavi edildi. Bunun dışında majör kanama, orbital komplikasyonlar, sinir

hasarı gibi majör komplikasyonlar görülmedi. İntraoperatif komplikasyon gelişmesiyle navigasyon sistemi kullanılması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$).

Hastaların takiplerinde görülen erken dönem ve geç dönem komplikasyonlar ile bu komplikasyonlara yönelik tedavi yöntemleri kaydedildi. 9 hastada (%9,1) postoperatif komplikasyon gelişti. Bunların 2 tanesi lomber drenaja bağlı komplikasyonlardı. 1 hastada lomber drenaj bölgesinde hematom gelişti ve yakın takip ile baskılı pansumanla gerilediği görüldü. 1 hastada ise, lomber drenaj çekilmesi sırasında drenin bir parçası koparak subdural bölgede kaldı. Bu hasta NRŞ tarafından ikinci bir ameliyatla müdale edilerek kalan dren parçası çıkarıldı, hastanın takiplerinde ek bir komplikasyon görülmedi. Diğer 7 hastanın 4' ünde navigasyon sistemi kullanılmamışken; 3 hastada navigasyon sistemi kullanıldığı görüldü. Postperatif komplikasyon gelişmesiyle navigasyon sistemi kullanılması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$).

1 hastada generalize konvülzyon sonrası solunum arresti gelişti. Entübasyon sonrası yoğun bakımda takip edilen hastanın, daha sonrasında klinikte takiplerine devam edildi. 1 hastada sepsis gelişirken, 1 hastada preseptal selülit, 1 hastada ise menenjit gelişti. Bu hastalar enfeksiyon bölümü ile birlikte takip edilerek uygun intravenöz antibiyoterapi sonrasında sekelsiz olarak tedavi edildi. 2 hastada pnömosefali gelişti. Bunların 1' inde ek olarak optik nöropatiye bağlı görme kaybı mevcuttu. Hastanın semptomları gerilese de görme kaybı sekeli kalıcı oldu. 1 hasta ise taburculuk sonrası bilinç bulanıklığı sonrası kliniğe tekrar kabul edildi. Hastanın yapılan radyolojik tetkiklerinde beyin apsesi tespit edilmesi üzerine NRŞ tarafından opere edilerek apse drenajı yapıldı ve kombine intravenöz antibiyoterapi tedavisi uygulandı. Hasta takiplerde sekelsiz olarak tedavi edildi ve taburculuğu yapıldı.

BOS rinore onarımı yapılan 90 hastanın nazal tamponu çekildikten sonra yapılan takiplerinde 5 (%5,5) tanesinde tekrar BOS rinoresi olması üzerine revizyon cerrahi yapıldı. Bu hastaların 1 (%2,4) tanesinde navigasyon sistemi kullanılmışken; 4 (%8,1) hastada navigasyon sistemi kullanılmamıştı. Navigasyon sistemi kullanımında revizyon cerrahi oranı 3,37 kat daha az olsa da istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$).

Tablo 15: Navigasyon kullanımı ile revizyon cerrahi gereksenimi arasındaki ilişki

		Revizyon cerrahi		
		Yok	**Var**	**Toplam**
Navigasyon kullanımı	**Yok**	45 (%91,9)	4 (%8,1)	49
	Var	40 (%97,6)	1 (%2,4)	41
Toplam		85	5	90

Hipofizektomi Grubu

Endonazal endoskopik hipofiz adenom eksizyonu yapılan 151 hastanın 77' si (%51) kadın, 74' ü (%49) erkek idi. Hastaların yaşları 12 ile 83 arasında değişmekte olup; ortalaması 52,47 ± 14,22 'dir. Ortalama takip süresi 25,4 ay idi.

Hipofizektomi yapılan 151 hastanın 69' inde (%45,7) navigasyon sistemi kullanılırken, 82 (%54,3) hastada navigasyon sistemi kullanılmadı.

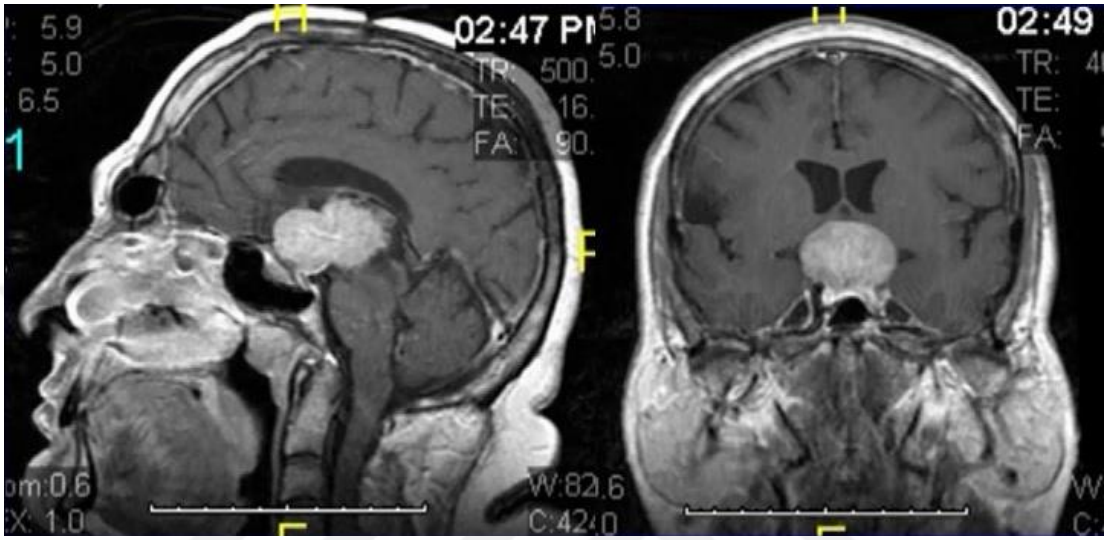
BOS gelişi olmayan küçük defekti olan 47 hastaya (%31,1) sadece gelfoam ve fibrin doku yapıştırıcı kullanılarak bırakılmıştır. Tüm hastaların 104' üne (%68,9) BOS gelişi veya BOS gelişi olmadan geniş defekti olan, karotis ve optik kanal dehissansı olan hastalarda farklı doku materyalleri kullanılarak rekonstruksiyon uygulanmıştır. Hastaların sella taban rekonstrüksiyonu için kullanılan materyaller aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 16: Sella tabanı rekonstrüksiyonu için kullanılan materyaller

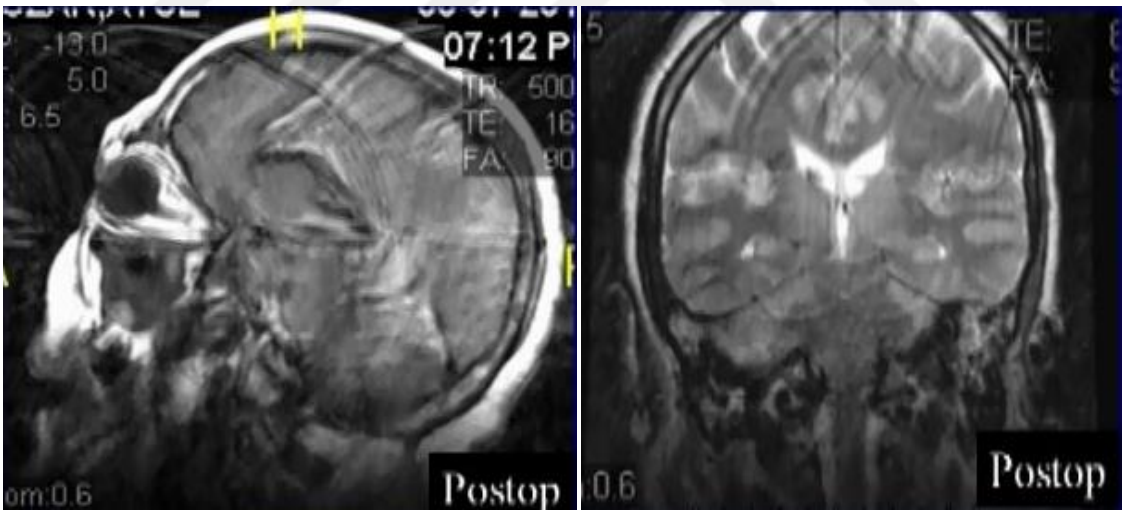
	Hasta Sayısı	**(%)**
Fasia lata +yağ dokusu	35	33,6
Nazoseptal flep (Hadad flep)	21	20,2
Kombine	37	35,6
Diğer	11	10,6
Toplam	104	100

Navigasyon sistemi kullanılmayan grupta operasyon süresinin medyan değeri 103,5 dk (32-183), navigasyon sistemi kullanılan grupta ise operasyon süresinin medyan değeri 94 dk (35-192) olarak belirlendi. Navigasyon sistemi kullanımının operasyon süresine etkisi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ($p<0.05$). Navigasyon sistemi kullanımının operasyon süresini kısalttığı görüldü.

Navigasyon sistemi kullanılan 69 hastanın 24'ünde (%34,8) rekonstrüsiyon ihtiyacı olmazken; 45 hastada (%65,2) rekontrüksiyon yapılmıştır. Navigasyon sistemi kullanılanmayan 82 hastanın 23'ünde (%28) rekonstrüsiyon ihtiyacı olmazken; 59 hastada (%72) rekontrüksiyon yapılmıştır. Navigasyon sistemi kullanımı ile rekonstrüksiyon ihtiyacı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (p>0.05).



Şekil 32: 3.Ventriküle Uzanan Nüks Hipofiz Adenomu Preoperatif MR



Şekil 33: 3.Ventriküle Uzanan Nüks Hipofiz Adenomu Postoperatif MR

Tablo 17: Navigasyon kullanımı ile rekonstrüksiyon arasındaki ilişki

		Rekonstrüksiyon		
		Yok (%)	**Var (%)**	**Toplam**
Navigasyon kullanımı	**Yok**	23 (%28)	59 (%72)	82
	Var	24 (%34,8)	45 (%65,2)	69
Toplam		47 (%31,1)	104 (%68,9)	151

Hastaların takiplerinde görülen erken dönem ve geç dönem komplikasyonlar ile bu komplikasyonlara yönelik tedavi yöntemleri kaydedildi. 13 hastada (%8,6) postoperatif komplikasyon gelişti. 13 hastanın 7' ünde navigasyon sistemi kullanılmamışken; 6 hastada navigasyon sistemi kullanıldığı görüldü. Postperatif komplikasyon gelişmesiyle navigasyon sistemi kullanılması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$).

Faktör 5 eksikliği (leiden mutasyonu) bulunan 1 hastada operasyon sonrası 4 kez pulmoner emboli gelişti ve sonrasında başlanan tedavi sonrası sekelsiz olarak iyileşti. Kardiyak yetmezliği bulunan 1 hasta operasyon sonrasında miyokard enfarktüsü geçirerek eksitus oldu. 1 hasta postoperatif erken dönemde bilinç bulanıklığı, pnömosefali sonrası eksitus oldu. 1 hastada gelişen bilinç bulanıklığı nedeniyle yapılan radyolojik tetkiklede talamik hemotom saptandı. Hasta tedavi sonrası hemiparezik olarak iyileşti. 3 hastada görme kaybı gelişti. Bunların 2 tanesinde kavernöz sinüs kanaması nedeniyle tekrar opere edilerek kanama kontrolü sağlandı. Ancak 1 hastada görme kaybı oldu ve sekelli iyileşti. 2 hastada pmönosefali, 2 hastada konvülzyon ve 1 hastada menenjit görüldü. Bu hastalar enfeksiyon bölümü ile birlikte takip edilerek uygun intravenöz antibiyoterapi sonrasında sekelsiz olarak tedavi edildi. 1 hastada ise intraoperatif IKA' dan kanama oldu. Girişimsel radyoloji tarafından müdale edilen hasta sonrasında yoğun bakımda takip edildi. Hasta takiplerde sekelsiz olarak tedavi edildi ve taburculuğu yapıldı.

Hastaların nazal tampon çekildikten sonra yapılan takiplerinde BOS rinore veya uzun dönem takiplerinde rezidü / nüks hipofiz adenomu nedeniyle 151 hastanın 16' sında (%10,6) revizyon cerrahi ihtiyacı oldu. Navigasyon sistemi kullanılan 69 hastanın 7' sinde (%10,1) revizyon cerrahi ihtiyacı olurken; navigasyon sistemi kullanılanmayan 82 hastanın 9'unde (%11) revizyon cerrahi ihtiyacı oldu. Navigasyon sistemi kullanımı ile revizyon cerrahi ihtiyacı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$).



Şekil 34: Hipofizer apopleksi vakası

Tablo 18: Navigasyon kullanımı ile hipofizektomide revizyon cerrahi ihtiyacı arasındaki ilişki

		Rekonstrüksiyon			
		Yok	**Nüks**	**BOS**	**Toplam**
Navigasyon kullanımı	**Yok**	73	6	3	82
	Var	62	4	3	69
Toplam		135	10	6	151

5. TARTIŞMA

Son otuz yılda, paranazal sinüs cerrahisinde büyük ilerlemeler oldu. Kronik sinüzit tedavisinde endoskopik sinüs cerrahisi artık rutin olarak kullanılmaktadır (1).Navigasyon sistemi destekli endoskopik sinüs cerrahisinin başarısı; klinik sonuçlar, operasyon süresi, revizyon cerrahisi, komplikasyon oranları ve eğitimdeki payı gibi objektif kriterlerin değerlendirilmesi ile ortaya konabilir (63, 64). Navigasyon sistemi, endoskopik sinüs cerrahisinde kullanıldığında 1-2 mm' lik hata payı bildirilmiştir (65). Gelişmiş navigasyon sistemi; komplike cerrahi yaklaşımlar, paranazal sinüslerin revizyoncerrahileri, direk biyopsiler, anterior ve lateral kafa tabanı cerrahisinde standart haline gelmiş, ayrıca güvenlik hedefini artırarak önemli olduğunu göstermiştir (1, 66). Özellikle orbita, kafa tabanı ve beyinde ileri cerrahi işlemlerin uygulanması sırasındaönemlidir ve operasyon sahasının çevresindeki hayati yapılar hakkında önemli bilgiler verir (63).

ABD'de KBB alanında ilk bildirilen navigasyon sistemi kullanımı Anon ve arkadaşları tarafından yayınlandı . Toplam 70 hastaya komplikasyon olmaksızın görüntü kılavuzluğunda ESC yapıldı (47). Tabaee ve arkadaşları, navigasyon sistemi olmaksızın ESC yapılan 37 hastadan oluşan bir kontrol grubu ile navigasyon sistemi kullanılarak ameliyat edilen 110 vakayı karşılaştırdılar.Navigasyon sistemi kullanılan hiç bir hastada komplikasyon gelişmediğini savundular. Bu hastaların takiplerinde, kontrol grubunda % 43.2' lik revizyon cerrahi ihtiyacı oluşurken, navigasyon sistemi kullanılan hasta grubundaki revizyon cerrahi ihtiyacı % 16.5 idi. Bu durumun navigasyon sisteminin daha kapsamlı bir cerrahi diseksiyona izin verdiği ve bu nedenle revizyon cerrahi ihtiyacını azalttığını öne sürmüşlerdir (67). Bizim çalışmamızda ise; endoskopik endonazal BOS rinore onarmı yapılan 98 hastanın 7' sinde postoperatif komplikasyon gelişti. Bu hastaların 4' ünde navigasyon sistemi kullanılmamışken; 3 hastada navigasyon sistemi kullanıldığı görüldü. Endonazal endoskopik hipofizektomi yapılan 151 hastanın ise 13' ünde postoperatif komplikasyon gelişti.Bu 13 hastanın 7' ünde navigasyon sistemi kullanılmamışken; 6 hastada navigasyon sistemi kullanıldığı görüldü. Postperatif komplikasyon gelişmesiyle navigasyon sistemi kullanılması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Metson, 1000 vakadan oluşan geniş bir seri yayınladı. Bu çalışma toplam 42 KBB uzmanı, navigasyon sistemlerini kullandı. İlk iki yılda navigasyon sisteminin kullanım oranında % 70,6 artış görülmüş, bir platoya ulaşmış ve daha sonraki 2 yıl boyunca yılda% 9,2 azalmıştır. Bu 1000 olguda üç(% 0.3) büyük komplikasyonu vardı. 2 hastada BOS gelişi görülürken, 1 hastada intrakranialpenetrasyon

görüldü. Bu kurumsal deneyin sonucunda Metson, navigasyon sistemi kullanımı için 10 maddelik bir sonuç ortaya koydu. Bunlar (68):

- Cerrahlar ilk önce navigasyon sistemi kullanmaya başladığında nispeten kolay vakalarla başlamalıdır.
- Navigasyon sistemleri nispeten doğru ve güvenilirdir.
- Navigasyon sistemleri artmış operasyon süresi ve masrafına neden olabilir.
- Navigasyon sistemleri cerrahın güvenini arttırır.
- Navigasyon sistemleri her cerrah için uygun değildir.
- Navigasyon sistemleri her hasta için uygun değildir.
- Navigasyon sistemleri, ameliyat sırasında nasıl ilerleyeceğine dair milimetrelik kararlar vermek için kullanılmamalıdır.
- Navigasyon sistemleri, cerrahi kararınızla çeliştiği zaman, kararınıza güvenin.
- Navigasyon sistemleri kullanımında ESC' de klinik sonuç üzerindeki etkisi bilinmemektedir.
- Teknoloji tekniğin yerini tutmaz.

Paranazal sinüslerin cerrahisinde navigasyon sistemi ile olumlu deneyimlerin sonucunda, navigasyon sistemi ileri sinüs cerrahisinde kullanılmaya başlanmıştır. 2002 yılında, Lam ve arkadaşları, sfenoid sinüs kafa tabanı defekti olan ve meningoensefaloseli olan altı zor sfenoid sinüs vakasında navigasyon sisteminin özellikle yararlı olduğunu bildirmişlerdir. Bu vakaların hiçbirinde intraoperatif komplikasyon görülmedi (69). Sfenoid sinüs sınırlarının biraz ötesine geçen Landsberg ve arkadaşları, bir sphenoclinoid mukoselinin rezeksiyonu için navigasyon sistemi kullandılar (70).

Hipofiz bezinin cerrahisi geleneksel olarak beyin cerrahları tarafından gerçekleştirilmiştir. En yaygın yaklaşım transseptal yaklaşım ve ameliyat mikroskobu yardımıyla hipofiz tümörü çıkarılmasıydı. Nazal septumun geniş submukozal diseksiyonu nedeniyle, hastalar genellikle birkaç gün boyunca rahatsız edici burun tıkanıklığına ihtiyaç duyar ve revizyon cerrahisi, belirgin skar oluşumu nedeniyle zordu. Endoskopik optik teknolojideki son gelişmelerle, hipofizdeki transnazal endoskopik yaklaşımların daha yaygın hale geldi. 2002 yılında, Thomas ve arkadaşları navigasyon sistemi kullanarak 11 transnazal endoskopik hipofiz cerrahisi vakası bildirdiler. Bu seride postoperatif BOS kaçakları olmadı ve ameliyat süresinin azaldığı bildirildi (71). Ohhashi ve arkadaşları, navigasyon sisteminin kullanıldığı transnazal endoskopik hipofiz cerrahisi yapılan 31 hastayı içeren bir çalışma yaptılar. Bu çalışmada daha hızlı anatomik doğrulamaya bağlı olarak ameliyat süresinin

kısaldığı, bununla birlikte cerrah güveninin de arttığına dikkat çekmişlerdir (72). Bizim çalışmamızda ise 151 vakanın bulunduğu transnazal endoskopik hipofizektomi serisinde, navigasyon sistemi kullanımının operasyon süresini kısalttığı görüldü. Ancak navigasyon sistemi kullanılan hastaların %65,2' üne çeşitli nedenlerle sella tabanı rekonstrüksiyonu yapılması gerekdi.

Giovanni ve arkadaşlarının yaptığı 19 vakalık çalışmada; transnazal endoskopik hipofizektomi hastalarında navigasyon kullanımının cerrahinin süresi, postoperatif seyir ve komplikasyonlar üzerine etkisi araştırmışlar. Her iki grupta da, morbidite veya mortalite açısından hiçbir fark bulunmamıştır. Operasyon süresi navigasyon sistemi kullanılan grupta daha kısa olarak bulunmuş (73). Bizim çalışmamızda da benzer bir şekilde navigasyon kullanımının; komplikasyonlar, intraoperatif BOS gelişi, postoperatif revizyon cerrahi ihtiyacı üzerinde etkisi olmadığı görüldü.

En sık rastlanan başvuru semptomu Ebersold' un çalışmasında % 72, Comtois'in serisinde % 74 ile görme bozukluğudur. Bizim serimizde ise en sık semptom %71,6 ile başağrısıdır, bunu % 58 ile görme bozukluğu takip ettiği görüldü (74, 75). Şirvani ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada transfenoidal cerrahi uygulanan hastaların %76'sı kadın, %24'ü erkek olduğu gösterilmiştir (76). Valassi ve arkadaşları tarafından yapılan 602 vaka serili çalışmada transfenoidal cerrahi uygulanan hastaların 512 (%82,5)'i kadın, 108 (%17,5)'i erkek olduğu bildirilmiştir (77). Bizim çalışmamızda literatürden farklı olarak 151 hastanın 77' si (%51) kadın, 74' ü (%49) erkek olduğu gösterilmiştir.

Shimon ve arkadaşları 82 Cushing olgusunda bir operasyonla % 78 remisyon, ikinci operasyonu geçiren olguların % 62'sinde remisyon elde ettiklerini bildirmişlerdir(78). Bizim serimizde 151 hastanın 16' sında (%10,6) revizyon cerrahi ihtiyacı oldu. Revizyon cerrahide navigasyon sistemi kullanımının etkisi olmadığı görüldü. Revizyon cerrahi sonrası kür sağlanmıştır.

Park ve arkadaşları tarafından yapılan 197 vakalık çalışmada hastaların %27,4'ünde intraoperatif BOS gelişi gözlenmiştir (79). Nişioka ve arkadaşları tarafından bu oran %19 (80), Giyangu ve arkadaşları tarafından ise bu oran %17,5 olarak gösterilmiştir (81). Bizim çalışmada 151 hastanın 48' inde (%31,7) intraoperatif BOS gelişi gözlenmiştir.

Endoskopik endonazal transsfenoidal cerrahiler tümör cerrahisi olarak bilinse de bu cerrahiler zamanı tümör eksiyonu kadar sella tabanı rekonstruksiyonu önem taşımaktadır. Park ve arkadaşları tarafından 147'si hipofiz adenomu olmakla toplam 188 hastada sella tabanı rekonstruksyonu yapılmış. Septal kemik, kartilaj, pediküllü nazoseptal flep kullanılarak dereceli rekonstruksiyon şekilleri gösterilmiştir. Rolf ve arkadaşları tarafından yapılan 376

vakalık bir çalışmada fibrin yapıştırıcı, gelfoam ve sintetik vicryl kullanılarak 10 yıllık takiplerinde güvenli ve etkili olduğunu göstermişler (82). Bizim çalışmada tümör eksizyonu sonrası BOS gelişi izlenen, yüksek BOS basıncı görülen, geniş defektlerde fasia lata, yağ dokusu, pediküllü nazoseptal (Hadad) flep, allogreft (Tutopatch) dura, septal kartilaj ve septal kemik, gelfoam ve fibrin doku yapıştırıcı (Tisseel) kullanılmıştır. Seçilmiş vakalarda kombine ve çok katmanlı teknikle bir çok malzeme aynı hastada kullanılmıştır. BOS gelişi veya şüphesi olmayan hastalarda sadece gelfoam ve fibrin doku yapıştırıcı kullanılarak bırakılmıştır. Çalışmaya dahil edilen 151 hastanın 47 (%31,3)' inde sadece sponjel ve fibrin doku yapıştırıcı, 37 (%24,5)' ünde kombine (nazoseptal flep, yağ dokusu, fasia lata) teknik, 35 (%23,2)' inde fasia lata ve yağ dokusu, 21 (%14)'unda sadece nazoseptal (Hadad) flep, 11 (%7,2)'inde ise diğer (kemik, kartial, allogreft) yöntemler kullanılmıştır.

Literatürde, BOS rinore onarımında navigasyon sistemlerinin kullanımı için yeterli çalışma olmamakla birlikte Caversaccio ve arkadaşlarının 2007'de yaptığı bir çalışmada kafa tabanı cerrahisinde navigasyon sistemi kullanımının yararlılığını araştırmışlar ve çalışmada 7 BOS rinore hastasına da yer vermişlerdir. Navigasyon sistemi kullanımında önemli bir komplikasyon olmaksızın cerrahi süreyi azalttığını bildirmişlerdir (83). Bizim çalışmamızda 98 BOS rinore onarımı yapılan hastaya yer verildi. Navigasyon sistemi kullanımın operasyon süresine ve postoperatif komplikasyonlara etkisinin olmadığı görülürken; navigasyon sistemi kullanılan grubun revizyon cerrahi ihtiyacının kontrol grubuna göre 3,37 kat azalttığı görüldü.

Son 20 yılda BOS rinore onanırımında açık teknikler; kozmetik nedenler, kokunun korunması, morbiditenin azalması nedeniyle yerini endoskopik tekniklere bırakmıştır. 2000 yılında Hegazy ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada endoskopik BOS rinore onarımının % 90.6' sında ilk ameliyatda başarı sağlanırken, revizyon cerrahi ile bu aran %96,6' ya çıkmaktadır (84). Bizim çalışmamızda ilk ameliyatda başarı oranı %94,5 iken; revizyon cerrahi ile bu oran %98,9' a yükselmektedir.

McMains ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada ise BOS rinore onarımında komplikasyon oranı %0,3 olarak belirlemiş ve bu ameliyatın oldukça güvenli bir prosedür olduğunu ileri sürmüşlerdir (85). Bizim çalışmamızda ise 3 (%3) intraoperatif lamina papirasea defekti olup sadece minör komplikasyon gözükmüştür. Ancak takiplerde 7 (%7,1) hastada enfeksiyöz nedenler başta olmak üzere postoperatif komplikasyonlar görülmüştür.

Açıklanamayan baş ağrıları ve nörolojik bulgulardan şüphelenilerek saptanan kafa tabanı defektleri ve bunların erken dönemde onarılması, olası menenjitlerin önüne geçerek mobiditeyi ve mortaliteyi azaltmaktadır (86, 87).

BOS rinore yeri genellikle altta yatan etyolojiye bağlıdır. İyatrojenik olgularda en yaygın olarak fovea etmoidalis ve sfenoid bölgeyi ilgilendirirken (88, 89), travmatik BOS rinorelerde frontal sinüs ve kribriform plate daha çok etkilenir (90, 91). Spontan BOS rinorelerinde ise kaçak sfenoid bölge ve etmoid çatının lateralinden kaynaklıdır (92). Bizim çalışmamızda ise spontan BOS rinoresi; kribriform plate ve olfaktör liflerde, iyatrojenik BOS rinoresi; fovea etmoidalisten kaynaklandığı görüldü. Travmatik BOS rinoresinde spesifik bir bölge saptanmadı. Nedenden bağımsız olarak tüm BOS rinorelerinde kribriform plate, BOS kaçaklarının en sık görüldüğü bölgeydi.

Lomber drenaj kullanımında literatüre bakıldığında net bir kullanım nedeni görülmese de büyük defektler, eşlik eden meningosellerde ve yüksek kafa içi basınçları durumunda kullanımı bazı yazarlar tarafından önerilmektedir (93, 94). Bizim çalışmada ise lomber drenaj kullanımı intrakranial basıncın yüksek olduğu spontan BOS rinorede ve geniş kafa tabanı defektlerinde akımı azaltmak amacıyla kullanılırken, eşlik eden meningoselde lomber drenaj kullanımı ön plana çıkmamaktadır.

6. SONUÇ

Bilgisayar destekli navigasyon sistemleri kullanılarak endoskopik endonazal hipofizektomi ve endoskopik endonazal BOS rinore onarımı üzerine yaptığımız toplam 249 hastadan oluşan retrospektif araştırma, literatür eşliğinde incelenmiştir. Çalışmamızda 122 erkek ve 127 kadın hasta yer almıştır. Çalışmada bilgisayar destekli navigasyon sistemlerinin kullanımının operasyon süresine, intraoperatif ve postoperatif komplikasyonlara, revizyon cerrahi ihtiyacına etkisi araştırılmıştır. Endoskopik endonazal hipofizektomi yapılan hastalarda navigasyon sisteminin operasyon süresinin azalttığı görülürken; endoskopik endonazal BOS rinore onarımı yapılan hastalarda da revizyon cerrahi ihtiyacı üzerine olumlu etki yapıtığı görülmüştür. Navigasyon sistemi kullanımının diğer faktörlerle ilişkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.

BOS rinore hastalarında; etyolojiye, BOS kaçağının lokalizasyonuna, lomber drenaj kullanımına, postoperatif oluşan komplikasyonlar ile bu komplikasyonlarda izlenen tedavi yöntemleri, kafa tabanı rekonstrüksiyonunda kullanılan materyaller ve başarı oranları literatür eşliğinde incelenmiş, sonuçlar çalışma sonuçlarımızla karşılaştırılmıştır. Çalışmamızdaki kafa tabanı rekonstrüksiyon başarı oranları, literatürdeki oranlardan daha yüksek bulunurken; komplikasyon oranlarının da daha fazla olduğu görülmüştür.

Bilgisayar destekli navigasyon sistemi kullanımının uzun dönem sonuçlarını ortaya koymak için daha fazla vaka serisi ve daha uzun dönem takipli çalışmalara ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak; endonazal endoskopik kafa tabanı cerrahisi kozmetik sonuçlar, koku fonksiyonunun korunması, hospitalizasyonun azaltılması, cerrahi başarı, morbidite ve mortalitenin azaltılması yönünden etkin bir tedavi yöntemidir. Buna ek olarak; endonazal endoskopik kafa tabanı cerrahisinin, bilgisayar destekli navigasyon sistemi ile birlikte yapılması cerrahın güvenini artırmasının yanında, anatomik oryantasyonu artırarak komplikasyonları ve operasyon süresini azaltabilir. Ancak navigasyon sistemleri, paranazal sinüs anatomisi ve ESC teknikleri konusunda eğitimli bir cerrahın anatomik doğrulamasını sağlayabilen bir araçtır. Cerrahın bilmediği anatomik yapıları araştırmak için kullanılan bir araç olmamalıdır.

7. ÖZET

Amaç: Çalışmanın amacı, gelişen teknoloji ile birlikte ESC' de yaygın kullanılan bilgisayar destekli navigasyon sistemleri kafa tabanı cerrahisinde kullanım etkinliğini değerlendirmektir. Anatomik oryantasyonu ve lokalizasyonu arttırarak oluşabilecek komplikasyonlar, operasyon süresi, intrakranial tümörlerde cerrahi sonrası rezidü nedeniyle yapılan revizyon cerrahisine etkisini tayin etmektir.

Materyal Metot: Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB ile NRŞ kliniğinde Ocak 2014 – Haziran 2018 yılları arasında endonazal endoskopik kafa tabanı cerrahisi yapılan hastaların dosyaları retrospektif olarak incelendi. Tüm verilerine ulaşılamayan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Verilerindeki ve takiplerindeki tüm verilerine ulaşılan; endonazal endoskopik hipofiz adenom eksizyonu veya endonazal endoskopik BOS rinore onarımı yapılan toplam 249 hasta çalışmaya dahil edildi. Hastaların epikrizleri, nazal endoskopileri, operasyon öncesi yapılan radyolojik tetkikleri, operasyon sırasında alınan video kayıtları ve hasta takip formları retrospektif olarak incelendi. Elde edilenverilerinin analizi için SPPP 15.0 programı kullanıldı ve istatistiksel anlamlılık sınırı olarak $p<0,05$ kabul edildi.

Bulgular: BOS rinore nedeniyle opere edilen hastalarda, navigasyon sistemi kullanımı ile operasyon süresi vepostoperatif komplikasyonlar arasında ilişki kurulamadı. Navigasyon sistemi kullanımının revizyon cerrahiyi oransal olarak azalttığı görüldü. Hipofiz adenomu nedeniyle opere edilen hastalarda ise; navigasyon sistemi kullanımının operasyon süresini azalttığı görüldü. Ancak revizyon cerrahi ihtiyacı ve komplikasyonlar ile navigasyon sistemi kullanımı arasında ilişki kurulamadı.

Sonuç: Kafa tabanı cerrahisinde navigasyon sistemi kullanımının intraoperatif parametrelere belirgin bir etki yapmamakla birlikte; anatomik markerların bozulduğu vakalarda cerrahın daha güvenli çalışmasını sağlamaktadır. Ancak navigasyon sistemi cerrahın bilmediği anatomik yapıları araştırmak için kullanılan bir araç olmamalıdır. Bu konuda daha geniş vaka serileri ve daha uzun takip süreleri ile yeni çalışmalara gereksinim olduğu kanaatindeyiz.

Anahtar Sözcükler: Bilgisayar destekli navigasyon sistemi, BOS rinoresi, kafa tabanı rekonstüriksiyonu, hipofizektomi

8. SUMMARY

Objective: The aim of this study is to evaluate the effectiveness, anatomical orientation, localization, complications, operation time, and the complete removal of the intracranial tumors of computer aided navigation systems used in ESS in skull base surgery.

Materials and methods: The files of patients who underwent trasnnasal endoscopic skull base surgery between January 2014 - June 2018 at Ankara University facılty of medicine ENT and neurosurgery departments were examined retrospectively. Patients whose data were not available were excluded from the study. A total of 249 patient underwent transnasal endoscopic pituitary adenoma excision and CSF rhinorrhea repair were stuided. The files of the patients, nasal endoscopy examinations, preoperative radiological studies, operations video and patient follow-up forms were evaluated retrospectively. SPPP 15.0 program was used for the analysis of the obtained data and $p < 0.05$ was accepted as the statistical significance limit.

Results: In patient gruop who were operated because of CSF rhinorrhea, there was no correlation between the use of navigation system and the operation time or the complete removal of the tumor, However it showed a decrease in postoperative complications. In patient group who were operated because of pituitary adenoma; it showed a decrese in the operation time. However, there was no correlation between the incidince of re-operasion or complications.

Conclusion: Although the use of navigation system in skull base surgery does not have a significant effect on intraoperative parameters, it makes the surgeon work more safely in cases of disrupted anatomical markers. However, the navigation system should not be a tool for identifiying intraoprative structures. We believe that there is a need for new studies with larger case series and longer follow-up periods.

Key Words: Computer aided navigation system, CSF rhinorrhea, skull base, hypophysectomy

9. KAYNAKLAR

1. Bumm K, Wurm J, Bohr C, Zenk J, Iro H. New endoscopic instruments for paranasal sinus surgery. Otolaryngol Head Neck Surg 2005;133(3):444-9.

2. Eliashar R, Sichel JY, Gross M, Hocwald E, Dano I, Biron A. Image guided navigation system-a new technology for complex endoscopic endonasal surgery. Postgrad Med J 2003; 79(938):686-90.

3. Chu ST. Endoscopic sinus surgery under navigation system--analysis report of 79 cases. J Chin Med Assoc 2006;69(11):529-33.

4. Gunkel AR, Freysinger W, Thumfart WF. Experience with various 3-dimensional navigation systems in head and neck surgery. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 2000;126(3):390-5.

5. Postec F, Bossard D, Disant F, Froehlich P. Computer-assisted navigation system in pediatric intranasal surgery. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2002;128(7):797-800.

6. Joe JK, Ho SY, Yanagisawa E. Documentation of variations in sinonasal anatomy by intraoperative nasal endoscopy. The Laryngoscope. 2000;110(2):229-35.

7. Aksungur EH, Bıçakçı K, İnal M, Akgül E, Binokay F, Aydoğan B, et al. CT demonstration of accessory nasal turbinates: secondary middle turbinate and bifid inferior turbinate. European journal of radiology. 1999;31(3):174-6.

8. Lin Y-L, Lin Y-S, Su W-F, Wang DC-H. A secondary middle turbinate co-existing with an accessory middle turbinate: an unusual combination of two anatomic variations. Acta oto-laryngologica. 2006;126(4):429-31.

9. Loury MC. Nasal and sinus anatomy. Current opinion in otolaryngology & head and neck surgery. 1994;2:4-9.

10. Lang J. Clinical anatomy of the nose, nasal cavity and paranasal sinuses: Thieme; 1989.

11. Bayram M, Sirikci A, Bayazıt YA. Important anatomic variations of the sinonasal anatomy in light of endoscopic surgery: a pictorial review. European Radiology. 2001;11(10):1991-7.

12. Walsh W, Kern RC. Sinonasal anatomy, function, and evaluation. Head & Neck Surgery—Otolaryngology. 2006:307-18.

13. Isobe M, Murakami G, Kataura A. Variations of the uncinate process of the lateral nasal wall with clinical implications. Clinical Anatomy. 1998;11(5):295-303.

14. Chanavaz M. Maxillary sinus: anatomy, physiology, surgery, and bone grafting related to implantology--eleven years of surgical experience (1979-1990). The Journal of oral implantology. 1989;16(3):199-209.

15. Kwak H, Park H, Yoon H, Kang M, Koh K, Kim H. Topographic anatomy of the inferior wall of the maxillary sinus in Koreans. International journal of oral and maxillofacial surgery. 2004;33(4):382-8.

16. Myerson MC. The natural orifice of the maxillary sinus: I. Anatomic studies. Archives of Otolaryngology—Head & Neck Surgery. 1932;15(1):80.

17. Stackpole SA, Edelstein DR. The anatomic relevance of the Haller cell in sinusitis. American journal of rhinology. 1997;11(3):219-23.

18. Jimenez-Chobillon A, Jankowski R. Chirurgie du sinus frontal (tumeurs et traumatismes exclus). EMC-Oto-rhino-laryngologie. 2005;2(4):490-509.

19. Lee D, Brody R, Har-El G. Frontal sinus outflow anatomy. American journal of rhinology. 1997;11(4):283-5.

20. McLaughlin Jr RB, Rehl RM, Lanza DC. Clinically relevant frontal sinus anatomy and physiology. Otolaryngologic clinics of North America. 2001;34(1):1-22.

21. Rhoton Jr AL. The anterior and middle cranial base. Neurosurgery. 2002;51(4):S1-273.

22. Seeger W. Endoscopic and microsurgical anatomy of the upper basal cisterns: Springer; 2008.

23. ME. W. Endoscopic Surgery of The Paranasal Sinuses and Anterior Skuli Base. Stuttgart Georg Thieme Verlay 1990.

24. Yasuda A, Campero A, Martins C, Rhoton Jr AL, de Oliveira E, Ribas GC. Microsurgical anatomy and approaches to the cavernous sinus. Neurosurgery. 2008;62(6):SHC1240-SHC63.

25. B.Karcı. Endoskopik sinüs Cerrahisi. 1 ed. İzmir: Özen Ofset; 1999.

26. Mafee MF. Preoperative imaging anatomy of nasal-ethmoid complex for functional endoscopic sinus surgery. Radiologic clinics of North America. 1993;31(1):1.

27. Kennedy D W. ZSJ. Endoscopic Sinüs Surgery. 3th ed. ed1991. 1861 -72 p.

28. DW Kennedy WB, JS Zinreich. Diseases of the Sinuses Diagnosis and Management. 1 st ed. Ontorio: Decker; 2001.

29. Dishoeck Hv. Inspiratory nasal resistance. Acta oto-laryngologica. 1942;30(5):431-9.

30. Snyderman CH, Carrau RL, Kassam AB, Zanation A, Prevedello D, Gardner P, et al. Endoscopic skull base surgery: principles of endonasal oncological surgery. Journal of surgical oncology. 2008;97(8):658-64.

31. Baradaranfar MH, Dabirmoghaddam P. Endoscopic endonasal surgery for resection of benign sinonasal tumors: experience with 105 patients. Arch Iran Med. 2006;9(3):244-9.

32. Mirza S, Bradley P, Acharya A, Stacey M, Jones N. Sinonasal inverted papillomas: recurrence, and synchronous and metachronous malignancy. The Journal of Laryngology & Otology. 2007;121(09):857-64.

33. Gardner PA, Kassam AB, Thomas A, Snyderman CH, Carrau RL, Mintz AH, et al. Endoscopic endonasal resection of anterior cranial base meningiomas. Neurosurgery. 2008;63(1):36-54.

34. Snyderman CH, Pant H, Carrau RL, Prevedello D, Gardner P, Kassam AB. What are the limits of endoscopic sinus surgery?: the expanded endonasal approach to the skull base. The Keio journal of medicine. 2009;58(3):152-60.

35. Snyderman C, Kassam A, Carrau R, Mintz A, Gardner P, Prevedello DM. Acquisition of surgical skills for endonasal skull base surgery: a training program. The Laryngoscope. 2007;117(4):699-705.

36. Lynn-Macrae AG, Lynn-Macrae RA, Emani J, Kern RC, Conley DB. Medicolegal analysis of injury during endoscopic sinus surgery. Laryngoscope 114(8), 1492–1495 (2004).

37. Hudgins PA. Complications of endoscopic sinus surgery: the role of the radiologist in prevention. Radiol. Clin. N. Am. 31(1), 21–32 (1993).

38. Kennedy DW, Shaman P, Han W, Selman H, Deems DA, Lanza DC. Complications of ethmoidectomy: a survey of fellows of the American Academy of Otolaryngology – Head and Neck Surgery. Otolaryngol. Head Neck Surg. 111(5), 589–599 (1994).

39. Anon JB. Computer-aided endoscopic sinus surgery. Laryngoscope 108(7), 949–961 (1998).

40. Reardon EJ. Navigational risks associated with sinus surgery and the clinical effects of implementing a navigational system for sinus surgery. Laryngoscope 112(7), 1–19 (2002).

41. Kingdom TT, Orlandi RR. Image-guided surgery of the sinuses: current technology and applications. Otolaryngol. Clin. N. Am. 37(2), 381–400 (2004).

42. Roberts DW, Strohbehn JW, Hatch JF, Murray W, Ketternberger H. A frameless stereotaxic integration of computerized tomographic imaging and the operating microscope. J. Neurosurg. 65(4), 545–549 (1986).

43. Watanabe E, Watanabe T, Manaka S, Mayanagi Y, Takakura K. Three-dimensional digitizer (Neuronavigator): new equipment for computed tomography-guided stereotaxic surgery. Surg. Neurol. 27(6), 543–547 (1987).

44. Watanabe E, Mayanagi Y, Kosugi Y, Manaka S, Takakura K. Open surgery assisted by the Neuronavigator, a stereotactic articulated, sensitive arm. Neurosurgery 28(6), 792–800 (1991).

45. Klimek L, Mosges R, Schondorff G, Mann W. Development of computer-aided surgery for otorhinolaryngology. Comput. Aided Surg. 3(4), 194–201 (1998).

46. Mosges R, Klimek L. Computer-assisted surgery of the paranasal sinuses. J. Otolaryngol. 22(2), 69–71 (1993).

47. Anon JB, Lipman SP, Oppenheim D, Halt RA. Computer-assisted endoscopic sinus surgery. Laryngoscope 104(7), 901–905 (1994).

48. Roth M, Lanza DC, Zinreich J, Yousem D, Scanlan KA, Kennedy DW. Advantages and disadvantages of three-dimensionalcomputed tomography intraoperative localization for functional endoscopic sinus surgery. Laryngoscope 105(12), 1279–1286 (1995).

49. Casiano RR. Intraoperative image-guidance technology. Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg. 125(11), 1275–1278 (1999).

50. Javer AR, Kuhn FA. Stereotactic computer assisted navigational sinus surgery: historical perspective and review of available systems. J. Otolaryngol. 30(1), 60–64 (2001).

51. Javer AR, Kuhn FA, Smith D. Stereotactic computer-assisted navigational sinus surgery: accuracy of an electromagnetic tracking system with the tissue debrider and when utilizing different headsets for the same patient. Am. J. Rhinol. 14(6), 361–365 (2000).

52. Koele W, Stammberger H, Lackner A, Reittner P. Image guided surgery of the paranasal sinuses and skull base: 5 years experience with the InstaTrak system. Rhinology 40(1), 1–9 (2002).

53. Hwang PH, Maccabee M, Lindgren JA. Headset-related sensory and motor neuropathies in image-guided sinus surgery. Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg. 128(5), 589–591 (2002).

54. Fried MP, Kleefield J, Gopal H, Reardon E, Ho BT, Kuhn FA. Image-guided endoscopic surgery: results of accuracy and performance in a multicenter clinical study using an electromagnetic tracking system. Laryngoscope 107(5), 594–601 (1997).

55. Albritton FD, Kingdom TT, DelGaudio JM. Malleable registration mask for image-guided surgery. Am. J. Rhinol. 15(4), 219–224 (2001).

56. Metson RB, Cosenza MJ, Cunningham MJ, Randolph GW. Physician experience with an optical based image guided system for sinus surgery. Laryngoscope 110(6), 972–976 (2000).

57. Snyderman C, Zimmer LA, Kassam A. Sources of registration error with image guidance systems during endoscopic anterior cranial base surgery. Otolaryngol. Head Neck Surg. 131(3), 145–149 (2004).

58. Zheng G, Caversaccio M, Bachler R, Langlotz F, Nolte LP, Hausler R. Frameless optical computer-aided tracking of a microscope for otorhinology and skull base surgery. Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg. 127(10), 1233–1238 (2001).

59. Reittner P, Tillich M, Luxenberger W et al. Multislice CT-image-guided endoscopic sinus surgery using an electromagnetic tracking system. Eur. Radiol. 12(3), 592–596 (2002).

60. Claes J, Koekelkoren E, Wuyts FL, Claes GME, Van den Hauwe L, Van den Heyning PH. Accuracy of computer navigation in ear, nose, throat surgery. Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg. 126(12), 1462–1466 (2000).

61. Knott PD, Maurer CR, Gallivan R, Roh HJ, Citardi MJ. The impact of fiducial distribution on headset based registration in image-guided sinus surgery. Otolaryngol. Head Neck Surg. 131(5), 666–672 (2004).

62. Berry J, O'Malley BW, Humphries S, Staecker H. Making image guidance work: understanding control of accuracy. Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 112(8), 689–692 (2003).

63. Casino RR, Numa WA Jr. Efficacy of computed tomographic image-guided endoscopic sinus surgery in residency training programs.Laryngoscope 2000;110:1277-82.

64. Fried MP, Kleefield J, Taylor R. New armless image-guidance system for endoscopic sinus surgery. Otolaryngol Head Neck Surg1998;119(5):528-32.

65. Gunkel AR, Freysinger W, Martin A, Völklein C, Bale RJ, Vogele M, Thumfart WF. Threedimensional image-guided endonasal surgery with a microdebrider. Laryngoscope1997; 107(6):834-8.

66. Caversaccio M, Bächler R, Lädrach K, Schroth G, Nolte LP, Häusler R. The "Bernese" frameless optical computer aided surgery system. Comput Aided Surg1999;4(6):328-34.

67. Tabaee A, Kackler A, Kassenoff TL, Anand V. Outcome of computer-assisted sinus surgery: a 5-year study. *Am. J.Rhinol.* 17(5), 291–297 (2003).

68. Metson R. Image-guided sinus surgery: lessons learned from the first 1000 cases. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 128(1),8–13 (2003).

69. Lam SM, Huang C, Newman J, Anand VK. Computer-aided image-guided endoscopic sinus surgery in unusual cases of sphenoid disease. *Rhinology* 40(4), 179–184 (2002).

70. Landsberg R, Segev Y, DeRowe A, Fliss DM. Imaging case study ofthe month: magnetic resonance imaging-aided navigation in endoscopic sinus surgery of a bone-destructive sphenoclinoid mucocele. *Ann. Otol.Rhinol. Laryngol.* 112(8), 740–744(2003).

71. Thomas RF, Monacci WT, Mair EA. Endoscopic image-guided transethmoid pituitary surgery. *Otolaryngol. Head NeckSurg.* 127(5), 409–416 (2002).

72. Ohhashi G, Kamio M, Abe T, Otori N, Haruna S. Endoscopic transnasal approach to the pituitary lesions using a navigation system (InstaTrak system): technical note. *Minim. InvasiveNeurosurg.* 45(2), 120–123 (2002).

73. Lasio G, Ferroli P,Felisati G, Broggi G. Image-guided Endoscopic Transnasal Removal of Recurrent Pituitary Adenomas. *Neurosurgery*, 51(1), 132–137 (2002).

74. Ebersold MJ, Quast LM, Laes ERJ, et al: Long-term results in transsphenoidal removal of nonfunctioning pituitary adenomas. J Neurosurg 64: 713-719, 1986.

75. Comtois R, Beauregard H, Somma M, et al: The Clinical and Endocrine Outcome to Transsphenoidal Microsurgery of Nonsecreting Pituitary Adenomas. Cancer 68: 860-866, 1991.

76. Shirvani Met al. Outcome of Microscopic Transsphenoidal Surgery in Cushing Disease: A Case Series of 96 Patients.World Neurosurg. 2016 Mar;87:170-5.

77. Valassi E, Biller BM, Swearingen B, et al. Delayed remission after transsphenoidal surgery in patients with Cushing's disease.J Clin Endocrinol Metab. 2010 Feb;95(2):601-10.

78. Shimon I, Ram Z, Cohen Z et al: Transsphenoidal Surgery for Cushing's Disease: Endocrinological Follow-up Monitoring of 82 Patients. Neurosurgery Vol. 51, No. 1, 2002.

79. Park JH, Choi JH, Kim YI, Kim SW, Hong YK. Modified Graded Repair of erebrospinal Fluid Leaks in Endoscopic Endonasal Transsphenoidal Surgery. J Korean Neurosurg oc. 2015 Jul;58(1):36-42. doi: 10.3340/jkns.2015.58.1.36. Epub 2015 Jul 31.

80. Nishioka H1, Haraoka J, Ikeda Y. Risk factors of cerebrospinal fluid rhinorrhea following transsphenoidal surgery. Acta Neurochir (Wien). 2005 Nov;147(11):1163-6; discussion 1166. Epub 2005 Aug 1.

81. Qiangyi Zhou, Zhijun Yang, Xingchao Wang, Zhenmin Wang, Chi Zhao, Shun Zhang, Peng Li, Shiwei Li. Risk Factors and Management of Intraoperative Cerebrospinal Fluid Leaks in Endoscopic Treatment of Pituitary Adenoma: Analysis of 492 Patients. World Neurosurg. 2017 May;101:390-395. doi: 10.1016/j.wneu.2017.01.119. Epub 2017 Feb 10.

82. Rolf W. Seiler, Luigi Mariani, Sellar reconstruction with resorbable vicryl patches, gelatin foam, and fibrin glue in transsphenoidal surgery: a 10-year experience with 376 patients. Journal of Neurosurgery November 2000 / Vol. 93 / No. 5 / Pages 762-765

83. Caversaccio M, Langlotz F, Nolte LP, Hausler R. Impact of a self-developed planning and self-constructed navigation system on skull base surgery: 10 years experience. Acta Oto-Laryngologica, 2007; 127: 403-407

84. Hegazy HM, Carrau RL, Snyderman CH, et al. Transnasalendoscopic repair of cerebrospinal fluid rhinorrhea: a systematicreview. Laryngoscope. 2000;110:1166-1172.

85. McMains KC, Gross CW, Kountakis SE. Endoscopic managementof cerebrospinal fluid rhinorrhea. Laryngoscope. 2004;114:1833-1837.

86. Bernal-Sprekelsen M, Alobid I, Mullol J, et al. Closure of cerebrospinalfluid leaks prevents ascending bacterial meningitis.Rhinology. 2005;43:277-281.

87. Harvey RJ, Smith JE, Wise SK, et al. Intracranial complicationsbefore and after endoscopic skull base reconstruction.Am J Rhinol. 2008;22:516-521.

88. Lanza DC, O'Brien DA, Kennedy DW. Endoscopic repair ofcerebrospinal fluid fistulae and encephaloceles. Laryngoscope.1996;106:1119-1125.

89. Castelnuovo P, Mauri S, Locatelli D, et al. Endoscopic repairof cerebrospinal fluid rhinorrhea: learning from our failures.Am J Rhinol. 2001;15:333-342.

90. Park JI, Strelzow VV, Friedman WH. Current management of cerebrospinalfluid rhinorrhea. Laryngoscope. 1983;93:1294-1300.

91. Choi D, Spann R. Traumatic cerebrospinal fluid leakage: riskfactors and the use of prophylactic antibiotics. Br J Neurosurg.1996;10:571-575.

92. Wise SK, Schlosser RJ. Evaluation of spontaneous nasal cerebrospinalfluid leaks. Curr Opin Otol Head Neck. 2007;15:28-34.

93. Wise SK, Harvey RJ, Neal JG, et al. Factors contributing tofailure in endoscopic skull base defect repair. Am J RhinolAllergy. 2009;23:185-191.

94. Harvey RJ, Parmar P, Sacks R, et al. Endoscopic skull basereconstruction of large dural defects: a systematic review ofpublished evidence. Laryngoscope. 2012;122:452-459.