

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**GÜVENLİ FRONTAL RESES DİSEKSİYONU İÇİN
ENDOSKOPIK CERRAHİ ANATOMİ**

Dr.Togay MÜDERRİS

KULAK BURUN BOĞAZ ANABİLİM DALI

TIPTA UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Babür KÜÇÜK

ANKARA

2007

GİRİŞ

Kronik inflamatuvar frontal sinüs hastalığının cerrahi tedavisi paranazal sinüs anatomisinin aydınlanmaya başlayıp intranazal ve eksternal cerrahi yaklaşımların ilk olarak tanımlandığı 19. yy. sonlarından beri tartışılan bir konudur. Frontal sinüse yönelik ilk cerrahiler genellikle radikaldi ve ön tabulanın bir kısmının alınmasını da içeriyordu, böylece sinüs başarılı bir şekilde oblitere oluyor fakat belirgin kozmetik deformite oluşuyordu. Bunu endonazal yöntemlerin oluşturduğu bir konservatizm dönemi izledi fakat bu dönemde kullanılan yöntemlerde sinüs drenajı tam olarak sağlanamıyordu ve belirgin morbidite ve mortalite mevcuttu. 1921 yılında Lynch'in (1) tanımından sonra frontoethmoid komplekse yönelik ikinci bir eksternal yaklaşım dönemi ortaya çıktı. Fakat postoperatif nazofrontal kanal tıkanıklığına bağlı %20-33'lük bir başarısızlık oranı bildirildi. (2,3,4) Sonrasında eksternal frontoethmoidektomi sonrası nazofrontal kanal fonksiyonunun devamına yönelik teknikleri tanımlayan çok sayıda çalışma yayınlandı. (5,6,7,8) Osteoplastik flep yaklaşımı ve yağ ile obliterasyon frontoethmoidektomiye iyi bir alternatif olarak gündeme geldi, fakat bu teknikte de belirgin morbidite vardır ve nüks sık karşılaşılan bir durumdur. (9)

1970'lerde tekrar popüler hale gelen endonazal ethmoidektomi, şu anda kronik frontal sinüzit tedavisinde primer yaklaşım yoludur. Cerrahi teknikler, endoskopik cihazlar ve görüntüleme yöntemlerindeki gelişmeler sinüs hastalıklarının cerrahi tedavisinde önemli ilerlemeler görülmesine neden olmuştur. Kulak burun boğaz hekimleri ön kafa tabanına müdahale edebilecek teknikler geliştirmişlerdir, böylece eskiden açık cerrahi yaklaşım gerektiren müdahaleler endoskopik olarak yapılabilmektedir. Bu ilerlemelere rağmen, frontal resesin karmaşık anatomisi ve lokalizasyonu, frontal sinüs hastalıklarının cerrahi tedavisini rinologların en çok zorlandığı konuların başında gelmesine neden olmaktadır. Frontal resesin huni şeklindeki dar anatomisi ve beyin ve göz gibi önemli yapılarla olan yakın komşuluğu endoskopik sinüs cerrahisi ile ilgilenen tüm hekimlerin korktuğu önemli komplikasyonların ortaya çıkmasına yol açabilir. Endoskopik sinüs cerrahisi sırasında görülebilecek komplikasyonların önemli bir kısmı frontal sinüs ostiumunun belirlenmesindeki zorluklar nedeniyle ortaya çıkar.

Nazofrontal kanal yerine frontal reses teriminin kullanılması yeni değildir. (10) Bu terimi ilk kez Killian 1903 yılında kullanmıştır (11), ardından Van Alyea'nın çalışmaları frontal resesteki pnömatizasyon paternlerini ayrıntılı şekilde ortaya koymuştur. (12,13,14) Bugün endoskopik frontal sinuzotomide frontal resesin anahtar rol oynadığı kabul edilmektedir. (15)

Tüm cerrahi girişimlerde komplikasyonları en aza indirerek cerrahi başarıyı mümkün olduğunca arttırabilmek için geniş bir anatomi bilgisi en önemli etkenlerden biridir. Bu durum endoskopik sinüs cerrahisi ile ilgilenen hekimlerin için özellikle önemlidir çünkü tüm paranazal sinüsler önemli orbital ve kafa tabanı yapıları ile yakın ilişki içindedir. İyi bir anatomi bilgisi, cerrahın normalin varyantlarını anormal veya patolojik durumlardan ayırt edebilme yeteneğini arttırarak güven içinde ameliyat yapmasına ve sinüsün mukosilyer akımını tekrar oluşturacak cerrahi tedavi planını uygulamasına olanak verir. Bu, özellikle geçirilmiş cerrahi hikayesi veya tümör cerrahisi gibi bozulmuş anatomilerde daha önemlidir. Cerrahi girişimlerden önce yapılan bilgisayarlı tomografik (BT) inceleme anatomi hakkında bilgi verse de sinüs anatomisinin yeterince bilinmemesi veya radyolojik incelemelerde kritik yapıların tam belirlenememesi çok kötü sonuçlara yol açabilir.

Bu çalışmada endoskopik sinüs cerrahisi sırasında oluşabilecek komplikasyonları mümkün olan en alt seviyeye indirmek için cerrahi anatomik bilgilerin arttırılması amacıyla taze kadavrada frontal resesin anatomik ayrıntıları endoskopik olarak incelendi. 10 kadavranın toplam 18 tarafı endoskopik olarak diseke edilerek frontal reses ve çevresindeki yapılar incelendi.

GENEL BİLGİLER

2.1 Frontal Sinüs Cerrahisi Tarihçesi

Kronik frontal sinüzit cerrahi tedavisine yönelik çalışma sayısı oldukça fazla, tartışmalı ve kafa karıştırıcıdır. Eksternal ve intranazal yaklaşımları içeren çeşitli yayınlar vardır ve ideal bir teknik henüz belirlenmemiştir. Kronik frontal sinüzit tedavisi günümüzde rinolojideki en az tatminkar sonuçlar veren öge olmayı sürdürmektedir.

Eksternal prosedürler çeşitli cilt insizyonları ile yapılabilir ve bazı fizyolojik ve cerrahi prensiplere dayanırlar. Eksternal teknikler şunlardır:

1. Frontal sinüs tabanından sekonder bir drenaj yolu açan trefin yaklaşımı
2. Anterior duvar ve/veya frontal reses bölgesinin greft, stent veya flepler ile rekonstrüksiyonu ile beraber eksternal frontoethmoidektomi
3. Frontal sinüs kemik yapısının rezeksiyonu ile frontal ciltte kollaps oluşturularak yapılan obliteratif işlemler
4. Anterior duvarı koruyan osteoplastik işlemler (tek başına veya sinüs kavitesinin obliterasyonu ve frontal resesin kapatılmasıyla birlikte yapılabilir)

İntranazal işlemler ise septum cerrahisi, anterior-posterior ethmoidektomi ve frontoethmoid kompleksin endoskopik cerrahisini içerir. Bu yaklaşımlar hastalığın eradikasyonu, nazoethmoid kompleksteki anatomik obstrüksiyonun kaldırılması, nazofrontal bağlantının sağlanması ve kalıcı drenaj ve ventilasyon amacıyla yapılırlar.

Frontal sinüse yönelik ilk cerrahi girişim 1870 yılında Wells tarafından yayınlanmıştır. (16) Bu yayında frontal pyoselli bir hasta eksternal ve intranazal drenaj ile tedavi edilmiştir. 20 yıl sonra intranazal yöntemler J. Parsons Schaeffer tarafından başlatılmıştır. (17) Schaeffer nazofrontal kanal yoluyla frontal sinüs içerisine ulaşmak için puncture tekniği kullanmıştır. Bu yaklaşım resesin anterior orta mea ile farklı ilişkilerini ortaya koyan anatomik diseksiyonlara dayanır. Schaeffer çalışmasında kronik süpürasyonun tedavisi amacıyla frontal sinüsün intranazal yoldan açılmasının olanaklı olduğunu ve bu yöntemin eksternal yaklaşımdan daha riskli olmadığını bildirmiştir. Oluşturduğu anatomik ve cerrahi

kılavuzlar frontal sinüs ve sinüsün anterior ethmoid bölgeye olan drenaj yolunun embriyolojik ilişkilerine dayanır ve drenaj ve ventilasyonun tekrar sağlanmasına yöneliktir. Ayrıca kronik frontal sinüzitin nazofrontal kanal disfonksiyonuna bağlı olduğunu ve sağlıklı bir frontal sinüs için nazofrontal kanalın yeterli derecede işlev görmesi gerektiğini belirtmiştir. Nazofrontal kanalın genişletilmesine yönelik intranazal yöntemler 1900 ve 1910 yılları arasında Ingals, Halle, Good ve Wells tarafından da savunulmuştur. (18) Fakat bu teknikler, kranial kaviteye giriş sonucu belirgin mortalite ve morbidite ile ilişkili olduklarına dair çok sayıda yayın olduğundan itibarlarını kaybetmişlerdir. (19)

1884 yılında Alexander Ogston (20) eksternal frontal sinüs cerrahisi ile ilgili ilk detaylı yazıyı yayınlamıştır. Alın ortasından vertikal bir insizyon ile subperiosteal flep kaldırarak ön tabulayı ortaya koymuştur. Ön tabulaya ufak bir trefin açılarak infektif materyal aspire edilmiştir. Nazofrontal kanal genişletilerek frontal sinüs ile burun arasına drenaj tüpü yerleştirilmiştir. Ogston sadece drenaja güvenilmeyeceğini düşündüğünden frontonazal kanal bölgesindeki mukozayı da küretleyerek, frontal sinüs, nazofrontal kanal ve ön ethmoid hücreler arasındaki anatomik ilişkinin önemini belirtmiştir. 1896'da Luc (21) benzer bir yaklaşımı Fransız literatüründe yayınlamıştır.

Ogston-Luc prosedürü frontonazal bağlantının kapanmasına bağlı olarak oldukça yüksek oranda başarısızlık ile sonuçlanmıştır. (22,23) Ayrıca anterior trefinin küçük çaplı olması görece büyük sinüslerde periferik bölgelerin görünmesini zorlaştırmaktadır.

1895 yılında Kuhnt (24) tüm ön tabulanın çıkartılarak nazofrontal kanal üst bölüm mukozasının soyulduğu bir eksternal yaklaşım tanımlamıştır. Sonrasında geçici drenaj sağlamak için nazal kaviteye uzanan bir stent yerleştirmiştir. Sinüs, ön taraftaki cilt arka tabulaya doğru yatırılarak oblitere edilmiştir. Coakley (22) sinüs kavitesine tampon koyup tamponu yavaş yavaş çekerek granülasyon dokusuyla sekonder obliterasyon sağlamak amacıyla bu yöntemi modifiye etmiştir.

Coakley frontal sinüs süpürasyonunu tedavi etmek amacıyla varolan yöntemleri özetlemiştir. (22) İlk olarak kokain yardımı ile intranazal dekonjesyon sağlanmıştır. Nazofrontal kanalı ortaya koymak için orta konkanın ön kısmı rezeke edilmiş, sonrasında drenajı arttırmak için irrigasyon ve dilatasyon yapılmıştır. Bu

yaklaşım enfeksiyonu kontrol etmekte başarısız olduğunda ön ve alt duvarlardan açık yaklaşım gerekli hale gelmektedir. Bu çalışmasında Coakley komşu sinüslerdeki hastalığın tedavisinin önemini vurgulamış, frontal sinüs ve ethmoid hücrelere doğru olan drenaj yolunun anatomik ilişkilerinin önemli olduğunu göstermiştir. İntranazal tedavi uyguladığı 79 hastayı içeren çalışmasında 11 hastanın tamamen düzeldiği, 24'ünde rekürren enfeksiyon olduğunu, 17'sinin eksternal cerrahiye ihtiyaç duyduğunu ve 27'sinin takipten çıktığını belirtmiştir.

Lack (25), Kuhnt veya Coakley yöntemleri ile nadiren başarılı sonuçlar alındığını fakat hastalarda belirgin kozmetik defekt oluştuğunu bildirdi. Ek olarak büyük sinüslerde başarısızlık oranı superior ve orbital uzantılar tamamen oblitere edilemediğinden daha yüksekti.

Logan-Turner (23), Ogston-Luc operasyonunun %50'den fazla oranda başarısız olduğunu gösterdi. Kuhnt tekniği çok daha başarılı olsa da kozmetik problemlerden dolayı hastalar tarafından genellikle kabul edilmiyordu.

Riedel-Schenke 1898 yılında (26) ilk komplet radikal obliteratif yöntemi tanımladılar. Ön tabula ve taban kemiği rezeke edilerek frontal sinüs mukozası tamamen çıkarılıyor, sonrasında alın derisi arka tabulaya doğru yatırılıyordu. Her ne kadar hastalıklı mukozanın tamamen çıkarılarak sinüsün oblitere edilmesi tedaviye dirençli frontal sinüs enfeksiyonunu tedavi etse de, elde edilen başarı oranı oluşan ağır kozmetik deformiteyi kabul edilebilir hale getirmiyordu. Tedavisiz kalmanın oluşturduğu hayati tehlike bile hastaların sadece bir kısmının bu destrüktif operasyonu kabul etmesine neden oluyordu.

1903'te Killian (11) Riedel operasyonunun supraorbital rimin korunduğu formunu ortaya koydu, böylece oluşan kozmetik deformite daha azdı. Bu yaklaşımla ethmoid labirint kolayca açılıyordu. Burundan köken alan bir mukozal flep oluşturularak frontonazal kanala çevriliyordu. Sinüsten burna doğru ve eksternal drenaj amacıyla da cilt insizyonunun lateralinde dışarı doğru iki stent yerleştiriliyordu. Stentler bir hafta içinde çekiliyordu. Bu yöntem Ogston-Luc ve Kuhnt tekniklerinin dezavantajlarını kapatan bir teknikti, fakat bu yöntemin de kusurları vardı. Frontal sinüs kavitesinin distal bölümlerinin obliterasyonu genellikle tam olmuyordu, supraorbital rimde belirgin kozmetik deformite ile sonuçlanan nekroz ortaya çıkıyor ve çoğu vakada postoperatif dönemde nazofrontal kanal

kapanıyordu. Ayrıca Killian bu çalışmada ilk kez “frontal reses” terimini kullandı. Geleneksel eğitimde Mosher (10) ve Van Alyea'nın çalışmalarına (1934-1943) rağmen frontal sinüsün ön ethmoid bölgeye tübüler, kanal benzeri bir yapı olan nazofrontal kanal yoluyla bağlandığı düşünülüyordu. Mosher çalışmasında frontal sinüs ve ön ethmoidler arasındaki bağlantıyı bir reses olarak tarif etti: ters çevrilmiş huni şeklinde, dar ucu internal frontal ostium seviyesinde, aşağıdaki çan şeklindeki ucu ise ön ethmoid duvarlar ile karışan potansiyel bir boşluk. 1939 yılında Van Alyea'nın geniş kadavra çalışmaları bu bağlantının bir reses olduğunu belirgin bir biçimde ortaya koydu.

1913 yılında Skillern (27) Killian yöntemiyle yapılan vakaların morbidite ve mortalitesini içeren bir gözden geçirme yayınladığında Killian yöntemi bir tedavi yöntemi olarak kullanımdan kalktı.

1903'te Hajek (28) osteoplastik frontal sinüs operasyonunun temel fikirlerini ortaya koydu. Eksternal yöntemler ile ortaya çıkan kozmetik deformite, hastalıklı mukoza temizlendikten sonra yerine yerleştirilen ön duvar kemik flebi oluşturularak engelleniyordu. İntranazal drenaj ön ethmoid hücreler alınıp burna bir tüp yerleştirilerek sağlanıyordu. Tüp 6-12 hafta yerinde kalıyordu. Başarı için nazofrontal bağlantının açıklığının tam olarak sağlanması gerekiyordu. Bu bağlantının sekonder obstrüksiyonuna bağlı rekürren enfeksiyonlar drenaj tüpü çekildikten sonra sık görülen bir durumdu.

1905 yılında Logan-Turner (23) rekürren frontal sinüs enfeksiyonunda ve nazofrontal kanal tıkanıklığında enfekte ethmoid hücrelerin rolünü vurguladı.

1915 ve 1917 yılları arasında Lothrop (29,30) daha önceki vakalarda ortaya çıkan tıkanıklıkların aşırı derece dar oluşturulan nazofrontal bağlantıya bağlı olduğunu düşünerek daha geniş bir nazofrontal bağlantı sağlayan yöntemi yayınladı. Lothrop eğer serbest drenaj sağlanırsa, tüm subjektif semptomları düzeleceği ve akıntının sona ereceğine inanıyordu. Her iki ön ethmoid kompleksle birlikte anterior frontal sinüs tabanı, interfrontal septum ve nazal septumun üst bölümünün alınmasını savunuyordu. Bu yöntem teknik olarak zordu ve yine de nazofrontal bağlantıda tıkanıklığa yol açarak rekürren enfeksiyona neden oluyordu. Bu nedenle bu yöntem fazla kullanılmadı.

1921 yılında Lynch (1) takip süresi en az 30 ay olan 15 vakalık bir seri yayınladı. Bu sürenin kalıcı sonuçlara ulaşmak için yeterli olduğunu düşünüyordu. Lynch medial periorbital insizyon ile ethmoid labirinti, lamina papirasea ve maksillanın frontal prosesini çıkardı. Frontal sinüs mukozasının küretlenebilmesi için frontal sinüs tabanını da çıkardı. 5 gün boyunca burna drenaj için tüp yerleştirdi ve nazofrontal kanalı postoperatif 10 gün boyunca dilate etti. Lynch yönteminin ilk başarısı bu yöntemle opere edilen vaka sayısında artışa yol açmıştır. Fakat kısa sürede nazofrontal kanal tıkanıklığına bağlı rekürren enfeksiyonlar bildirilmeye başlanmıştır. (2,3,4) Eksternal ethmoidektominin orbital tarafındaki granülasyon dokusunun frontal reses bölgesindeki travmatize olmuş medial bölgeye yapıştığı, bunun da stenoza yol açtığı gösterilmiştir. Ayrıca, frontal resesin bir kısmının rezeksiyonu yeni kemik oluşumuna yol açmış ve orbital dokunun mediale herniasyonuna neden olmuştur.

Bu arada literatürde intranasal yöntemlerle ilgili sporadik yazılar da yayınlanmaya devam ediyordu. H.P.Mosher (31) nazofrontal kanalı açarak drenajı sağlamak amacıyla ön ethmoidler ve agger nasi hücrelerinin küretlenmesini içeren bir yaklaşım tanımladı. 1927 yılında Lillie ve Anderson (32) agger nasi hücrelerini alıp ostiumu küretleyerek nazofrontal bağlantıyı genişleten iki aşamalı bir operasyonu yayınladılar. Eğer semptomlar devam ediyorsa, Killian veya Lynch prosedürü uygulandı. Primer intranasal yaklaşımın 60 hastanın 19'unda başarılı olduğunu bildirdiler. 1935'de Good (33) intranasal frontal sinüs operasyonu geçiren 300'den fazla hastanın sonuçlarını yayınlarak hastaların çoğunun semptomlarını düzelttiğini bildirdi. 1940 yılında Williams ve Mousel (34) anatomi güvenli diseksiyona izin veriyorsa frontoethmoid hastalığa intranasal yolla yaklaşılması gerektiğini savundular. Fakat intranasal yaklaşımın eksternal yaklaşımlardan daha zor ve daha tehlikeli olduğunu bildirdiler.

Dixon (35) kronik frontal sinüzit tedavisinde intranasal yaklaşımın semptomların gerilemesinde %96 gibi bir başarı oranı ve hasta memnuniyeti sağladığını ileri sürdü. 125 hastanın 34'ünde rekürren ethmoid hastalık mevcuttu fakat bunların çoğu asemptomatikti. Alerjisi olan hastaların tedavisinin zor olduğunu belirledi. Ayrıca frontal, maksiller veya sfenoid sinüs mukozasındaki değişiklikler irreversibl hale gelmeden ventilasyon sağlanırsa spontan düzelmenin olabileceğini

tespit etti. Bunu takiben nazofrontal kanal tıkanıklığına bağlı olarak intranasal yöntemlerin başarısızlığını ortaya koyan çeşitli yazılar yayınlandı. (36,37)

1942 yılında Goodale, (3) Lynch prosedürünün cerrahi başarısızlıklarını özetledi. Bu operasyonu geçiren 106 hastanın en az 30'u ek cerrahiye ihtiyaç duydu. Genellikle ikinci bir Lynch prosedürü gerekiyordu. Cerrahi başarısızlığın ana nedenleri nazofrontal kanalda skar dokusu oluşumu ve ethmoid artıklarıydı. Goodale ayrıca çeşitli farklı tedavilerin başarısızlıklarını inceledi. Lynch prosedürü gibi nazofrontal kanal rezeksiyonu yapılan eksternal prosedürlerde orbital yumuşak dokuların mediale hernie olarak yeni yapılan kanalı tıkayıp rekürren enfeksiyonlara neden olduğunu saptadı.

Nonobliteratif cerrahilerde nazofrontal bağlantının sekonder olarak kapanması başarısızlığın ana sebebi olduğu için, açık kalma oranını arttırabilmek amacıyla çeşitli yöntemler tasarlandı. Bunlar tüpler, stentler, greftler ve fleplerdi. (2,38,39,40,41) Geçici tüpler kauçuk, tantal folyolar ve akrilikti. Kalıcı tüpler ise altın ve Dacron'dan yapılıyordu. Örneğin Barton (42) 34 hastalık serisinde vasküler greftlerde kullanılan Dacron'dan faydalanmıştır. 6 yıl boyunca takip edilen hastaların 20'sinde ek cerrahiye gerek kalmamıştır. Fakat bu hastaların bir kısmında aşikar sinüzit atakları saptanmıştır.

Frontal reses bölgesini döşemek için mukoperiosteal flep kullanımını tanımlayan çok sayıda makale mevcuttur. (43) Örneğin Sewall (44) ve McNaught (45) opere edilmiş frontal reses bölgesi epitelize olursa açık kaldığını gösterdiler. Bu flepler nazal kavitede ya lateral ya da medial kökenliydi ve Lynch, Killian veya Lothrop operasyonları sırasında oluşturuluyordu. Flebi yerinde tutmak için bir nazal stent veya tüp yaklaşık 1 hafta boyunca kanala yerleştirildi. Boyden (46) ve Ogura ve ark. (47) mukoperisosteal flep sonrası nazofrontal bağlantının açıklığının sağlanmasında %90'a yakın bir başarı elde ettiler.

1976 ve 1987'de Neel ve ark. (48,49) Lynch prosedürü sonrası nazofrontal bağlantının sağlanması için Silikon tabaka veya Silikon tüp kullanımının sonuçlarını yayınlamıştır. Yumuşak Silikon tabaka ile mukozanın hızla rejenere olduğunu, Silastik tüple ise epitelizeasyonun gerçekleşmediğini ve skar dokusu oluştuğunu saptadılar. Bu bulgular köpeklerle yapılan çalışmalar ile de doğrulandı.

Lynch prosedürü ile en az %30 olarak bildirilen başarısızlık oranları ve büyük frontal sinüslerde distal bölümlerin görüntülenmesindeki zorluklardan dolayı osteoplastik yaklaşım giderek önem kazandı. (50,51,52,53) Bu teknikle sinüs tabanı net olarak ortaya konabiliyor ve gerektiğinde frontal resese direk ulaşım sağlanabiliyordu. Bu yaklaşım osteomlar, frontal resesi tıkayan frontoethmoid hücreler, mukopyoseller ve irreversibl kronik inflamatuvar hastalığın tedavisinde idealdi. Ek olarak, lokalize bir problem, obliterasyona gerek kalmaksızın parsiyel mukoza eksizyonu ile kontrol altına alınabiliyordu. Osteoplastik teknik her iki frontal sinüsteki hastalığın direk olarak görülmesine olanak sağlar ve eğer obliterasyon da yapılırsa nazofrontal bağlantının açıklığının devamının sağlanmasına gerek kalmaz.

Osteoplastik cerrahi Alman literatüründe ilk olarak Schonborn (1894) ve Brieger (1895) tarafından yayınlandı. (54) Daha sonra Hoffman (51) ve Beck (52) tarafından modifiye edildi. Beck frontal sinüs sınırlarını belirlemek için direkt grafilerden yararlandı. ABD’de osteoplastik cerrahi ilk kez 1958 yılında Goodale ve Montgomery (55) tarafından uygulandı.

Osteoplastik prosedür ön ethmoid ve frontal bölgedeki kronik inflamatuvar hastalığın tedavisi amacıyla kullanıldığında, postoperatif frontal reses tıkanıklığı persistan enfeksiyona neden olacağından, sinüs obliterasyonu ve kanalın cerrahi olarak kapatılması gereklidir. Fakat sinüs obliterasyonu için kullanılacak materyaller hakkında bir tartışma bulunmaktadır.

MacBeth (56) mukoza soyulduktan sonra osteoneogenesis ile obliterasyon olduğunu belirtse de, obliterasyon amacıyla en sık kullanılan madde yağ dokusuydu. 1930’lu yıllarda Hilding (57) ve Walsh (58) hayvan çalışmalarında mukozası soyulmuş sinüsün kemik ve fibröz doku ile dolduğunu gösterdi. Fakat Bosley (50) bu prosedürü 100 hastaya uyguladı ve %15 vakada rekürren baş ağrısı ve inkomplet obliterasyon olduğunu gösterdi. Bu vakalar ek cerrahi gerektirdi.

Sinüs obliterasyonu için kullanılan yağ dokusunun kalıcı olduğuna dair çok sayıda çalışma vardır. Fakat epitelin tekrar büyümesini önlemek için sinüs mukozası tamamen alınmalıdır. 1972’de Sessions ve ark. (59) kedilerin enfekte frontal sinüslerini mukozayı alarak başarılı bir şekilde tedavi ettiler.

Osteoplastik yaklaşım ile elde edilen mükemmel ekspozisyona rağmen bu yöntemde de belirgin morbidite, skar formasyonu ve kozmetik deformite vardı.

Örneğin, Neel ve ark. (49) osteoplastik flep sonrası görülen komplikasyonların oran ve şiddetinin eksternal fronthoethmoidektomiden daha fazla olduğunu göstermiştir. Hardy ve Montgomery (9) %19'luk bir intraoperatif BOS kaçağı oranı bildirmiştir. 208 hastanın takibi sonucu, 3 yıl sonunda %35 hasta persistan frontal parestezi veya anestezi şikayetçi olmuştur ve 20 hastaya cerrahi revizyon gerekmiştir. Hastaların %6'sında hastalık belirtisi olmamasına rağmen baş ağrısı mevcuttur. Bu prosedürün diğer bir zayıf tarafı, genellikle hastalığa eşlik eden ethmoid sinüs bölgesinin direk ekspozisyonunu sağlayamamasıdır.

19. yüzyılın sonlarında endoskopun geliştirilmesiyle beraber paranazal sinüs hastalıklarına yönelik yaklaşım oldukça değişmiştir. 1879 yılında Nitze sistoskopi icat etmiş, 1901 yılında Hirschman ilk kez genişletilmiş dış soketi yoluyla maksiller sinüsü incelemiştir. (18) 1970'lerde endoskopik teknikler tüm Avrupa'ya yayılmıştır. Messeklinger (60) lateral nazal duvarın oldukça karışık olan anatomi ve patolojisini detaylı bir şekilde endoskopik olarak ortaya koymuştur. O tarihten sonra yapılan çok sayıda çalışmada endoskopik sinüs cerrahisi yöntemlerini tanımlanmış, kısa ve uzun dönem cerrahi sonuçlar bildirilmiştir. (61,62,63,64,65) Frontal sinüs hastalığında, gerek primer, gerek revizyon vakalarda endoskopik cerrahi yöntemlerin oldukça başarılı sonuçlar verdiği gösterilmiştir. (66,67,68,69)

Frontal sinüse yönelik cerrahi müdahalelerin başladığı 19. yy. sonlarından beri, frontal sinüs hastalığının eradikasyonunu sağlayacak ideal bir yöntem geliştirilmeye çalışılmaktadır. Endoskopik tekniklerdeki gelişmeler, anatomi bilgisindeki artış ve özellikle son 30 yılda geliştirilen özel cerrahi aletler minimal invaziv tekniklerin medikal tedaviye dirençli kronik frontal sinüzit tedavisinde primer tedavi seçeneği haline gelmesine olanak vermiştir. Endoskopik frontal reses yaklaşımı kronik frontal sinüzit tedavisinin primer yöntemidir ve bu yöntemle başarılı sonuçlar alınabilmesi için frontal resesteki anatomik ilişkiler çok iyi bir biçimde bilinmelidir.

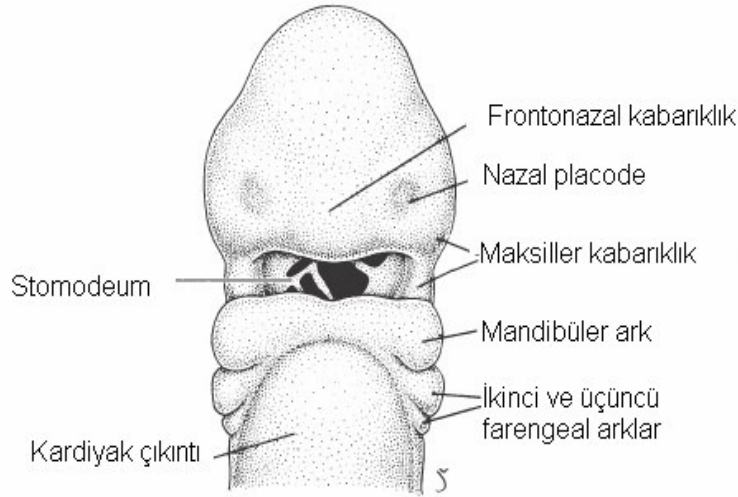
2.2 Frontal Sinüs Embriyolojisi

Frontal sinüs, ön kranial bölgede iki kalın kortikal kemik tabakası arasında yerleşmiştir. Doğal ostiumu, veya frontal infundibulum, ethmoid hücreler ve

tanınması kolay olmayan diğer anatomik yapılar arasında karmaşık bir bölgede yer alır. Anatominin daha iyi anlaşılabilmesi için öncelikle embriyolojik gelişim bilinmelidir.

Tüm baş ve boyun yapılarının gelişimi yüz, burun ve paranasal sinüs gelişimi ile birlikte kısa bir zaman aralığında eşzamanlı olarak gerçekleşir. Frontal sinüs gelişimi gebeliğin dört veya beşinci haftasında başlar, intrauterin hayat boyunca sürdüğü gibi doğumdan sonra puberte ve hatta erken erişkinlik dönemine kadar devam eder.

Gelişimin dördüncü haftasının sonunda embriyoda brankial arklar, brankial keseler ve primitif barsak izlenmeye başlar. Bu yapılar embriyoya tanımlanabilir ilk baş ve yüz görünümünü verir. Embriyo orta kısmında stomodeum adı verilen bir delik bulunur, bu yapının iki tarafında mandibuler ve maksiller kabarıklıklar yerleşmiştir. (Şekil 2.1) Bu kabarıklıkların ikisi de birinci brankial arktan köken alır. Bu alanı besleyecek tüm vasküler ve nöral yapılar birinci brankial arktan kaynaklanır. Yeni oluşan stomodeum yukarıda frontonazal kabarıklık, aşağıda mandibüler ark tarafından sınırlanır. (70,71,72)



Şekil 2.1 5 haftalık embriyonun ventral görüntüsü

Frontonazal kabarıklık büyüyen ektoderm ve mezenşim ile kaplanacak olan iki nazal projeksiyon (nazal placode) ile birlikte aşağıya doğru farklılaşır. Bu yapılar daha sonra birleşerek nazal kavite ve koanayı oluşturur ve stomodeumdan oronazal

membran ile ayrılır. Primitif koana ileride posterior farengeal duvarla birlikte paranasal sinüslerin de gelişeceği alandır. Ornazal membran gelişimin beşinci haftasının sonunda burun tabanını (damak) oluşturacak şekilde tam olarak ortaya çıkmış olur. Embriyo büyüdükçe, maksiller proses ve nazal çıkıntılar maksiller kemik ve burun dış yapılarını oluşturmak üzere orta hatta birleşir. Frontozal kabarıklık da posteriora doğru nazal kaviteyi iki odacık halinde bölen ve ileride nazal septumu oluşturacak mezodermik bir uzanım gösterir. (71,72,73)

Bu değişikliklerin ortaya çıkmaya başlaması ile birlikte, kranial kemikler ve yüz kemikleri de oluşmaya başlar. İskelet sistemi ileride burun ve paranasal sinüslerin çeşitli destek yapılarına farklılaşacak bağ dokusu elemanlarını (fibroblastlar, kondroblastlar, osteoblastlar) oluşturacak mezenşimin de geliştiği mezodermden köken alır. Nöral krest hücreleri ve mezenşim oksipital bölgeye ve ileride kranial boşluğu oluşturacak alana göç eder ve daha sonra osifiye olacak hyalin kartilaj matriksini oluşturmak üzere dağılır. Her kranial kemik santralden periferine doğru büyüyen bir dizi kemik spikülden oluşur. Doğumda kranial kemikler bağ dokusu tabakaları tarafından birbirlerinden ayrılırlar, bu tabakalar postnatal dönemde birleşip osifiye olurlar. Tüm bu kranial yapılar kartilajdan yapılmış ve sonradan osifiye olacak olsalar da hala komşu epitelyal hücreler (nazal kaviteden köken alan) tarafından invaze edilebilirler, bu da ileride paranasal sinüslerin gelişimine olanak verir. (72,73)

Gelişimin 25 ile 28. haftalarında, burun lateral duvarında mediale uzanım gösteren üç çıkıntı ortaya çıkar. Bu olay, paranasal sinusların anatomik yapılarının belirlenme sürecini başlatır. Bu çıkıntılar arasında primitif koananın lateral duvarına invajine olan küçük düvertiküller bulunur, bu yapılar ileride nazal meatusları oluşturur. (Şekil 2.2)

Ektodermal dokunun medial uzantılarından şu yapılar gelişir:

- Anterior uzantı agger nasiyi oluşturur
- İnférieur uzantı (maksillo-turbinat) alt konka ve maksiller sinüsü oluşturur (72,73)
- Ethmoido-turbinat olarak da bilinen superior uzantı orta ve üst konka ile birlikte küçük ethmoid hücreleri ve onların septum ve lateral duvar arasındaki drenaj meatuslarını oluşturur. Alt ve orta konkalar arasından orta mea gelişir. (71,72)



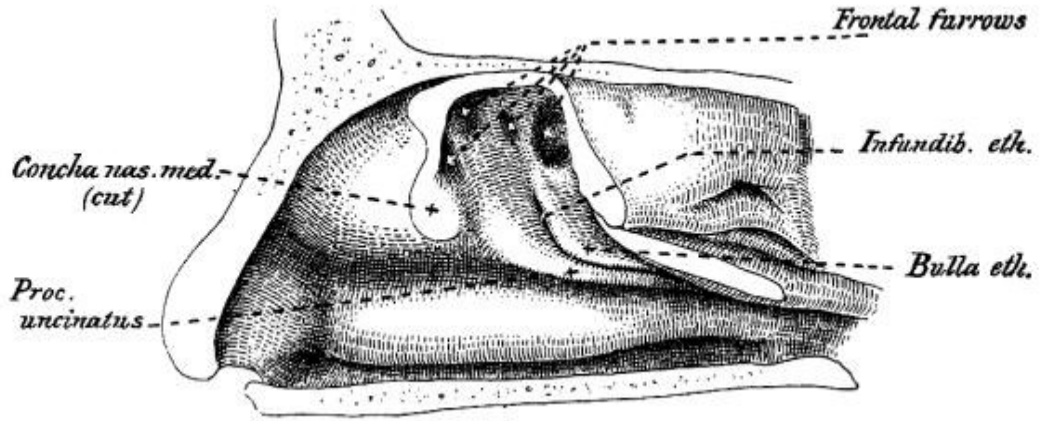
Şekil 2.2 Gebeliğin 25 ila 28. haftalarında lateral divertiküller primitif koananın lateral duvarına invajine olarak meatusları oluşturmaya başlarlar. Bu invajinasyonlar arasında daha sonra orta konka (MT), alt konka (IT) ve unsinat prosesi (U) oluşturacak çıkıntılar bulunur. İfundibulum (I), maksiller sinus (M) ve frontal reses (FR) orta mea (MM) içerisindeki küçük kör keseler olarak görülmektedir.

Orta mea unsiform prosesle birlikte embriyonik infundibulumu şekil verecek şekilde laterale invajine olur. Gelişimin 13. haftası boyunca infundibulum superiora doğru gelişmeye devam ederek frontonazal resesi oluşturur. Frontal sinüs üç alandan gelişebilir:

1. 16. haftada frontal resesin direk elongasyonu,
2. Frontal yarıklardan köken alan ön ethmoid hücrelerin frontal kemiği iki tabulası arasından inferior bölümde penetre ederek yukarı doğru migrasyonu sonucu,
3. Ethmoid infundibulumun anterosuperior cebi veya infundibulumdan köken alan bir hücre frontal sinüsü oluşturabilir. (74,75)

Bu kompleks embriyolojik paternden dolayı frontal kemiği genellikle birden fazla hücre pnömatize eder. Her hücre köken aldığı orta mea ile bir bağlantı gösterir. (70) Basit olarak ifade etmek gerekirse, embriyolojik olarak frontal sinüs, frontal bölgede pnömatize olan bir veya daha fazla sayıdaki ön ethmoid hücredir. (18)

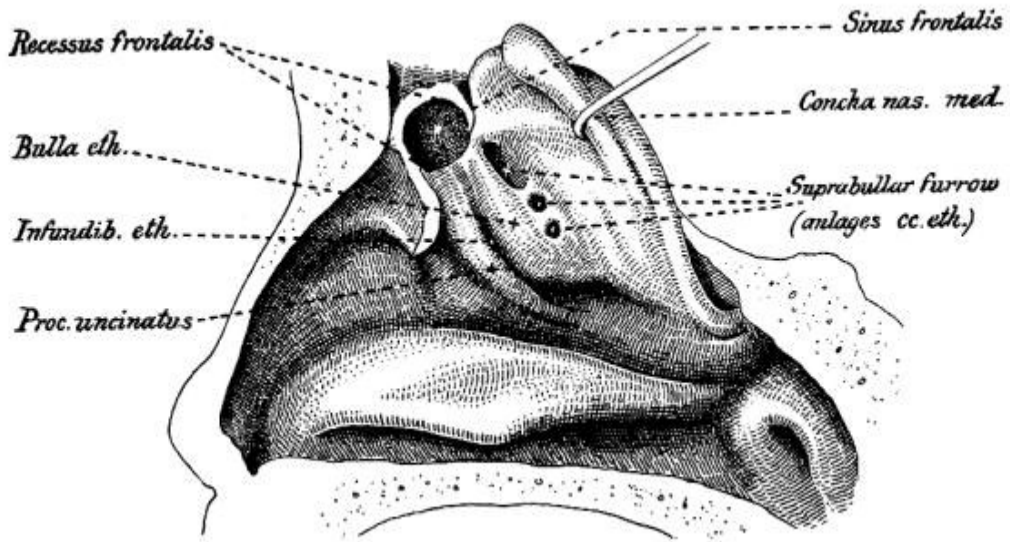
Frontal reses ilk olarak gebeliğin üçüncü ve dördüncü aylarında orta meanın anterosuperior kısmında yerleşmiş düzgün bir mukozal cep şeklinde ortaya çıkar. Geç fetal dönemde, reses bölgesinde sayıları sıfırla dört veya beş arasında değişen mukoza ile kaplı girinti ve katlantılar belirir. (Şekil 2-3)



Şekil 2.3 Term fetüsün frontal reses bölgesi; ön ethmoid hücreler veya muhtemel frontal sinüsün gelişeceği bölgeler olan frontal yarıklar görülüyor.

Schaeffer JP. The Nose, Paranasal Sinuses, Nasolacrimal Passageways, and Olfactory Organ in Man. Philadelphia: Blakiston; 1920)

Gelişim sırasında kortikal kemiği absorbe ederek kemik içine ilerleyen mukoza ile kaplı hücreler ortaya çıkar. Ethmoid sinüsler, alan için kavga eden bir grup hücre olarak tanımlanır. Frontal sinüs genellikle bu girintiler veya herhangi bir farklılaşma oluşmazsa frontal resesin kendisinden gelişir. (Şekil 2.4)



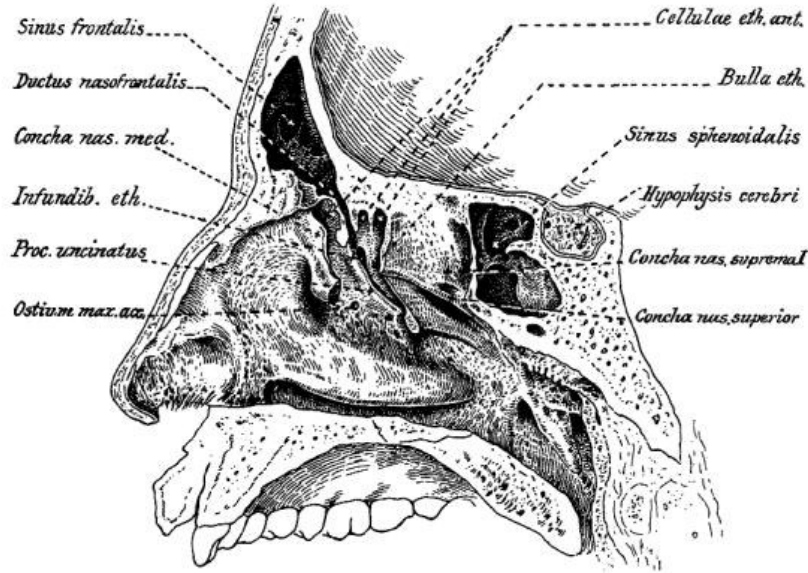
Şekil 2.4 Frontal reses orta meza ile geniş bir bağlantı oluşturarak frontal sinüse uzanıyor.

Schaeffer JP. The Nose, Paranasal Sinuses, Nasolacrimal Passageways, and Olfactory Organ in Man. Philadelphia: Blakiston; 1920)

Bunlara ek olarak, erişkinde frontal resesi çevreleyen ön ethmoid hücreler de embriyonik frontal reses girintilerinden gelişir. J. Parsons Schaeffer, koronal kadavra örneklerinde bu hücrelerin erişkinde de reses ile bağlantılı halde kaldıklarını ortaya koymuştur. (73)

Ethmoid infundibulum anterosuperiorda frontal reses lateralinde genellikle bir veya daha fazla infundibular (ön ethmoid) hücre oluşturacak şekilde sonlanır. Eğer frontal sinüs infundibular bölgeden köken alırsa, erişkinde infundibulum ile direk devamlılık gösterebilir. Fakat frontal resesten sinüs gelişimi çeşitli varyasyonlar gösterebildiği için erişkinde infundibulum ve nazofrontal bağlantı arasındaki ilişki de farklılıklar gösterebilir.

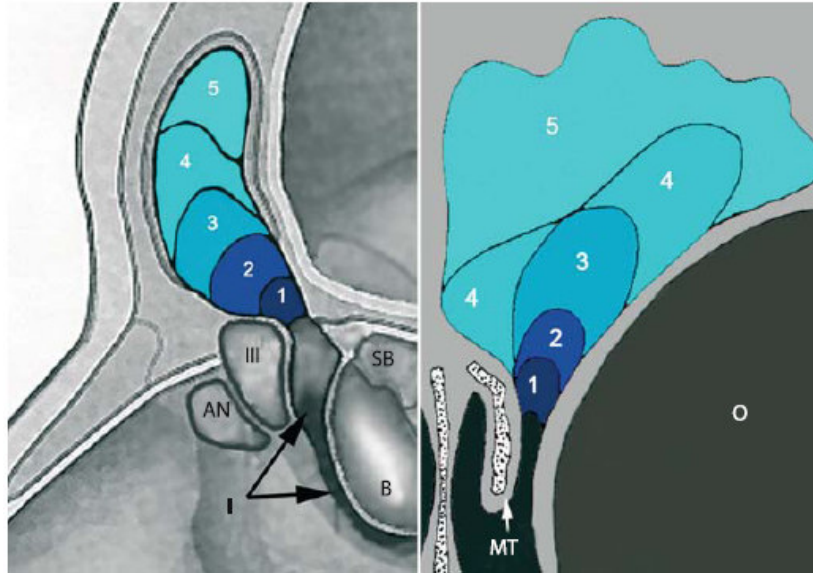
Frontal sinüs ve orta mea arasındaki mukozal bağlantı embriyonik frontal reses bölgesinden bir hücrenin frontal sinüsü oluşturmak üzere migrasyonu sırasında oluşur. Bu bağlantının uzunluğu, pozisyonu ve şekli sinüsün köken aldığı alan ve bu yapıyı çevreleyen ön ethmoid hücrelerin gelişimi ile ilişkilidir. (Şekil 2.5) Frontal resesin frontal kemiğe direk uzanımı gerçek bir nazofrontal kanal oluşmaksızın geniş bir bağlantı oluşmasına neden olur.



Şekil 2.5 Erişkinde frontal reses ve nazofrontal bağlantılar. Nazofrontal kanal ve infundibulumun devamlılık halinde olduğu görülmektedir.

Schaeffer JP. *The Nose, Paranasal Sinuses, Nasolacrimal Passageways, and Olfactory Organ in Man*. Philadelphia: Blakiston; 1920)

Yenidoğanda frontal sinüs hala ethmoid bölgede lokalizedir. Frontal kemiğin primer pnömatizasyonu yaşamın birinci yılı sonuna kadar devam eden yavaş ilerleyen bir süreçtir. Bu zamana kadar, frontal sinüs küçük, düzgün, kör bir kese şeklindedir ve sekonder pnömatizasyonun başladığı iki yaşa kadar bu şekilde kalır. 2 yaşından adolesan çağa kadar frontal sinüs progresif olarak büyür ve tamamen pnömatize hale gelir. (Şekil 2.6) (70,71,72)



Şekil 2.6 3-18 yaşları arasında progresif sekonder pnömatizasyon gösteren frontal sinusun sagittal ve koronal görüntüleri. 1-4 yaş arasında (1), frontal sinüs sekonder pnömatizasyonu başlar. 4 yaşından sonra frontal sinüs küçük fakat fark edilebilir bir kavite haline gelir (2). 8 yaşında (3) frontal sinüs daha pnömatize olur. Erken adolesan döneme kadar genellikle belirgin pnömatizasyon olmaz (4), pnömatizasyon çocuk 18 yaşına gelene kadar devam eder (5)

Bir ile dört yaşları arasında frontal sinüsün ikinci pnömatizasyonu başlar ve derinliği 4-8 mm., yüksekliği 6-12 mm. ve genişliği 11-19 mm. olan bir kavite haline gelir. 3 yaşından sonra, frontal sinüs BT incelemelerinde görünür hale gelir. Çocuk 8 yaşına geldiğinde frontal sinüs daha fazla pnömatize hale gelir ve direk radyografik incelemeler ile tanınabilir. Erken adolesan döneme kadar belirgin pnömatizasyon genelde görülmez ve pnömatizasyon çocuk 18 yaşına gelene kadar devam eder. Erişkinde sinüs boyutları yaklaşık olarak 28*24*20 (yükseklik*genişlik*derinlik) mm.yi bulur. İki kavitenin toplam hacmi 1 ila 45 cc. arasında değişir. Erişkinde iki

frontal sinüs aynı bireyde şekil, büyüklük ve hatta embriyolojik köken bakımından belirgin farklılıklar gösterebilir. (76,77,78)

1914 yılında Davis (79) çeşitli gelişim aşamalarında olan 101 kadavrada frontal sinüs kökenini tanımlayan bir çalışma yaparak şu bulguları yayınladı:

1. %41 bir frontal reses girintisinden,
2. %18.4 frontal resesin direk uzanımı ile,
3. %15.6 ethmoid infundibulumun direk uzanımı ile,
4. %24 bir infundibular hücrenin uzanımı ile ve
5. %1 suprabullar katlantıdan geliştiğini ileri sürdü.

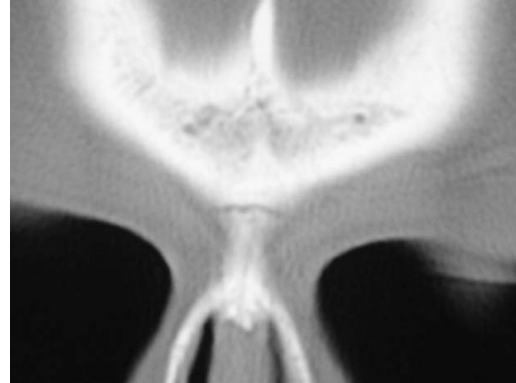
1936'da Kasper (80) 100 erişkin nazofrontal kanal üzerinde yaptığı gözlemleri yayınladı. %38 vakada infundibulumu direk bağlantı vardı; %4'ünde direk anatomik bir bağlantı varken %34 vakada bu bağlantıdan infundibular bir hücre sorumluydu. Bağlantının infundibulum dışına olduğu %62 vakadan %57'sinde bağlantı bir frontal girintiyeyken, %3 direk frontal reses uzantısı, %2'si infundibulum dışındaki diğer bölgelereydi. %8 vakada multipl frontal sinüs olduğu bulundu, fakat frontal reses yerleşimli ön ethmoid hücreler ayrı ayrı tanımlanmamıştı.

1946'da van Alyea (14) 112 kadavrayı incelemiş, vakaların %12.5'inde frontal sinüs ve infundibulum arasında kesintisiz bir kanal bulmuş, %29'unda ise yakın bir ilişki olduğunu göstermiştir. %56 vakada bağlantı direk frontal reses ve orta meaya, geri kalan %2.5'te ise suprabullar bölgeye doğruydu. 1898'de H.A. Lothrop (70) 250 frontal sinüsü incelemiş ve %47 vakada infundibulumu direk bağlantı olduğunu göstermiştir.

Frontal sinüs gelişimi değişkenlik gösterebilir. Kadavra üzerinde yapılan ve radyolojik çalışmalarda (BT) frontal sinüs bir yaş altındaki infantların sadece %1.5'inde izlenmiştir. (81,82,83) Bu dönem süresince frontal sinüs potansiyel bir cep olarak kalır ve çalışmalar sonucu elde edilen bulgular frontal sinüsün ön ethmoid hücrelerle olan yakın embriyolojik ve anatomik ilişkilerini net bir şekilde gösterdiği için frontal sinüs ethmoid hücrelerin bir bölümü olarak kabul edilir.

Frontal sinüsler frontal kemik içerisinde gelişir. Kemikler birbirinden daha sonra osifiye olacak vertikal (sagittal) bir sutür hattı ile ayrılır. Bu yapı ileride frontal sinüs intersinüs septumu oluşturacaktır. Frontal sinüslerin gelişimini hangi

faktörlerin tetiklediği bilinmemektedir. Bazı yazarlar adolesan çağda olan gelişme döneminin farklı hormonal değişiklikler veya çığneme etkisiyle uyarılabileceğini öne sürmüşlerdir. (10,84,85,86) Sağ ve sol frontal sinüsler birbirlerinden bağımsız olarak gelişir. İki tarafta ayrı ayrı kemik rezorbsiyonu gelişir ve çeşitli septal yapılarla birbirinden ayrılan bir veya daha fazla hücre oluşur. Bazen frontal sinüsler asimetrik gelişebilir veya hiç gelişmeyebilir. Bir sinüsün büyük, diğerinin hipoplazik veya aplazik olması sık rastlanılan bir durumdur. (Şekil 2.7 ve Şekil 2.8)



Şekil 2.7 Sağ hipoplastik, sol aplastik frontal sinüs **Şekil 2.8** Bilateral aplastik frontal sinüs

Bilateral frontal sinüs aplazisi %3-5 oranında bildirilmiştir. Bir tarafta iyi gelişmiş, karşıda aplazik sinüs varlığı %1-7 oranında görülür. Nadiren sfenoid kanatlar, orbital rim ve temporal kemiğe uzanan belirgin pnömatisasyon görülebilir. Irk, coğrafi özellikler ve hava şartları frontal sinüs gelişimini etkileyebilecek faktörlerdir. (12,81,84,87) Örneğin, Alaska ve Kanada yerlilerinde frontal sinüste %43 oranında bilateral aplazi görülür. Frontal sinüs içerisinde orta meaya birbirinden bağımsız farklı yollarla drene olan frontal sinüs hücreleri gibi gelişim farklılıkları da görülebilir. (81,85)

Frontoethmoid bölgenin kompleks embriyolojik gelişimi nazofrontal bağlantının anatomi ve fonksiyonunda oldukça etkilidir. Osteomeatal kompleksteki mukozal hastalığın lokalizasyonu infundibulum ile frontal reses ve nazofrontal bağlantının anatomik ilişkisine bağlı olarak drenajı direk olarak etkileyebilir. Ayrıca, frontal reses bölgesindeki değişken hücre pnömatisasyon paterni drenaj ve ventilasyonda önemli bir faktördür.

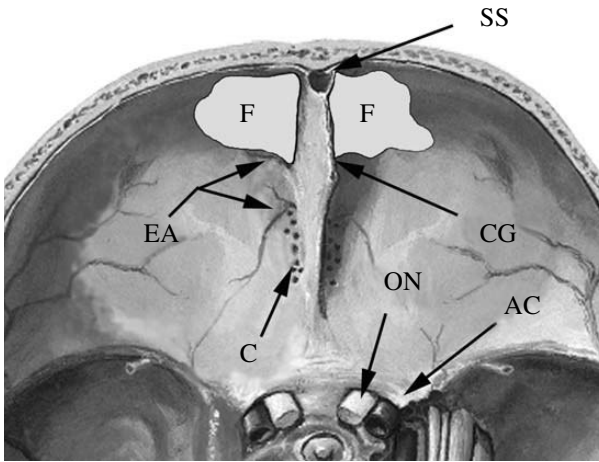
2.3 Frontal Sinüslerin Cerrahi Anatomisi

Görüldüğü gibi frontal sinüsler ethmoid sinüsler ile ortak anatomik ve embriyolojik ilişkilere sahiptirler, bu nedenle bazı yazarlar frontal sinüsü geniş bir ethmoid hücre veya ethmoid labirintin üst sınırı olarak tanımlarlar. (71,73)

Erişkinde genellikle iki frontal sinüs bulunur. Her bir frontal sinüs ön duvarı kalın, arka duvarı ince bir piramid şeklindedir.

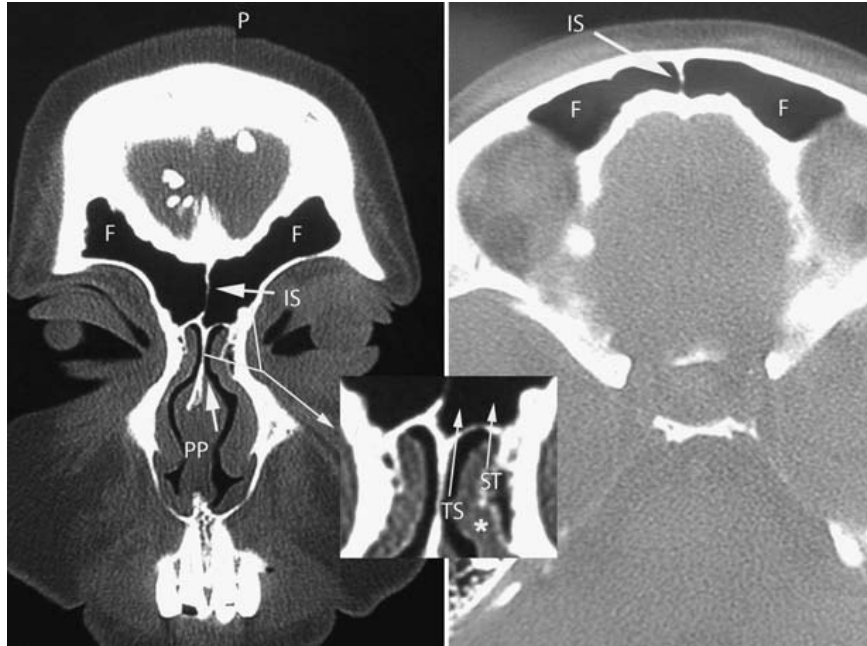
Frontal sinüs ön duvarı nazofrontal sutür hattında başlar ve frontal kemik çıkıntısında sonlanır. Ön duvarın yüksekliği pnömatizasyon derecesine bağlı olarak 1-6 cm. arasında değişir. (10) 4-12 mm. kalınlığındaki geniş kortikal kemikten oluşur. Kalın ön duvar perikranium ile örtülüdür (kalın eksternal periosteal tabaka), daha yüzeyde frontal kas, subkutan yağ dokusu ve cilt bulunur. Oldukça vaskülerize olan perikranium geniş ön kafa tabanı defektlerinin rekonstrüksiyonu veya frontal sinüs obliterasyonu amacıyla kullanılabilir. (85)

Frontal sinüs arka duvarı ön kranial fossanın ön sınırını oluşturur ve frontal loblar ile yakın ilişki içerisindedir. Üstte vertikal ve altta daha küçük olan horizontal kısmı mevcuttur. Horizontal kısım orbita tavanının bir kısmını oluşturur. Posterior duvarlar inferiorda internal frontal krestini oluşturmak üzere birleşirler, bu bölgeye falx cerebri bağlanır. (Şekil 2.9) Frontal sinüs arka duvarı oldukça ince olabilir (bazı bölgelerde 1 mm.den az), ve bu bölgeler kronik inflamatuvar olaylar sonrası aşınma ve mukosel oluşumuna eğilimlidirler. (81)



Şekil 2.9 Ön kranial fossa ve orbita tavanının görüntüsü. Arka tabula ve frontal sinüsler (F) görülmektedir. Crista galli (CG) ve superior sagittal sinüs (SS) sağ ve sol frontal sinüsleri ayıran intersinüs septumun yaklaşık yerini belirliyor. Crista galli inferiorda ethmoid kemiğin perpendiküler laminası ile de devamlılık gösterir. Anterior ethmoid arterin (EA) dalları cribriform plate (C) anteriorunda intrakranial mesafeye girerken görülüyor. Optik sinir (ON) anterior klinoid proses (AC) medialinden optik kanala giriyor.

Üçgen şekilli intersinüs septum, frontal sinüsleri drenajları farklı olan iki kaviteye ayırır. Septum, birleşmiş ve osifiye olmuş embriyolojik sagittal sutür hattının devamıdır. İntersinüs septum yönü ve kalınlığı superiora doğru ilerledikçe değişiklikler gösterebilir de, septum tabanı hemen her zaman infundibulum seviyesinde orta hatta yakındır. Bu seviyede intersinüs septum posteriorda crista galli, inferiorda ethmoid kemiğin perpendiküler laminası ve anteriorda frontal kemiğin nazal spini ile devamlılık gösterir. (Şekil 2.10) Falx cerebri frontal sinus arka duvarına, intersinüs septumun arka sınırına denk gelen bölgeye yapışır. İntersinüs septum içerisinde hücreler bulunabilir. Bu hücrelerin pnömatizasyonu crista galliye kadar uzanım gösterebilir. Bu hücreler nazal kaviteye genellikle frontal sinus drenaj yollarına paralel olan kendi drenaj yolları ile unilateral veya bilateral olarak infundibulum seviyesine drene olurlar.

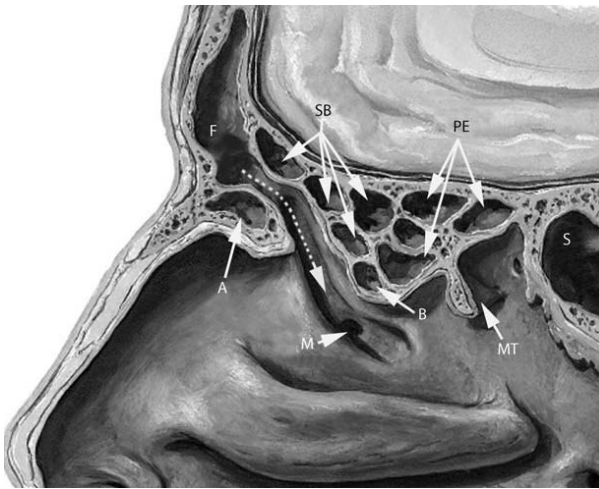


Şekil 2.10 Erişkinde iyi pnömatize frontal sinüs. İntersinüs septum (IS) posteriorda crista galli, inferiorda ethmoidin perpendiküler laminası (PP) ve anteriorda frontal kemik nazal spini ile devamlılık halinde. İyi pnömatize frontal sinüslerde, frontal sinüsün inferomedial bölümüne transseptal (TS) veya transturbinal (ST) yolla ulaşılabilir.

Frontal sinüsü inferiorda supraorbital rim sınırlar. Supraorbital nörovasküler pedikülü alın cildine bu bölgedeki supraorbital forameninden geçerek ulaşır. Bu seviyede, frontal sinüs huni şeklindedir ve piramidin tabanını oluşturur. Orbitanın tavanını oluşturduğundan superior oblik kasın da yapışma noktasıdır. Supraorbital pnömatizasyon sfenoid kemiğin küçük kanadına kadar uzanım gösterebilir. Ethmoid hücrelerdeki ince septasyonlar dışında frontal sinüs alt duvarı sinüs kavitelerindeki en ince kemik duvarlardan birisidir. Frontal sinüs arka duvarında olduğu gibi, bu alan da kronik inflamasyon sonrası erozyona meyillidir, bu da mukosellere ve proptozis ve orbital komplikasyonlara neden olabilir. Neyseki orbital periosteum (periorbita) çoğu vakada böyle ciddi durumlara karşı bariyer oluşturur.

Kavite lateralde frontal kemiğin angüler çıkıntısına kadar uzanır. Frontal sinüs superior sınırı frontal kemiğin pnömatize olmamış kemik kısmıdır.

Frontal sinüs drenaj yolu veya frontal reses, frontal sinüse ulaşım şekline göre çeşitli şekillerde tanımlanmıştır ve farklı isimlerle anılmaktadır. (83,88,89) Fakat çoğu yazar frontal resesin kum saati şeklinde ve en dar yerinin de frontal sinüs infundibulumu olduğu konusunda hemfikirdirler. (Şekil 2.11) Frontal sinüs infundibulumunu frontal sinüsün en alt kısmı oluşturur. Ethmoide doğru posteromedial yönde uzanım gösteren huni şeklindedir. Posteromediale doğru olan açılanması ve huninin maksimum çapı kişiden kişiye hatta aynı insanda iki taraf arasında büyük farklılıklar gösterebilir. (85)

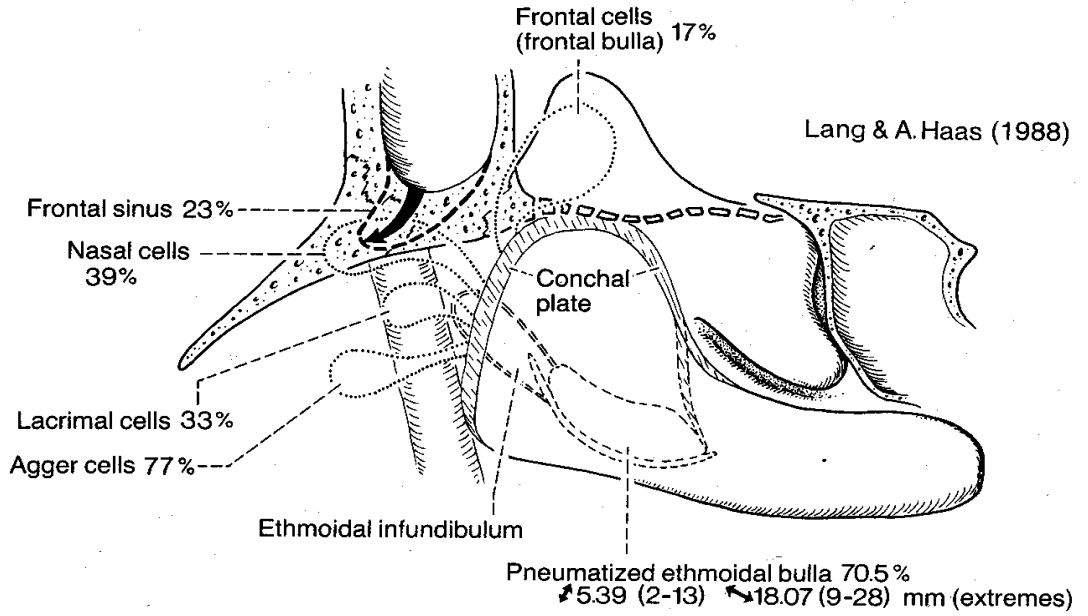


Şekil 2.11 Agger nasi (A), ethmoid bulla (E), suprabullar hücreler (SB), posterior ethmoid (PE) ve lateral sfenoidi (S) gösteren sagittal görüntü. Frontal reses frontal infundibulumdan (kum saati şeklindeki bu yolun en dar bölümü) ethmoid infundibulum ve orta meaya kadar kesikli çizgilerle belirlenmiştir. Unsinnat proses maksiller ostiumun daha iyi görülebilmesi amacıyla eksiz edilmiştir.

Frontal sinus infundibulumu şu yapılar tarafından çevrelenmiştir.

- Lateralde superiorda lamina papirasea
- Anteriorda orta konka
- Medialde vertikal lamel
- Anteroinferiorda agger nazi
- Posteriorıda ethmoid suprabullar hücreler

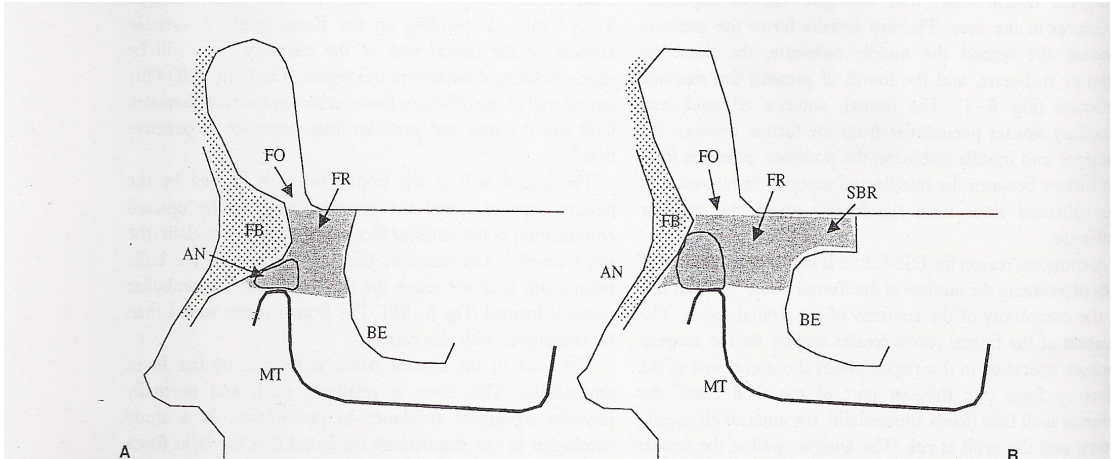
Frontal reses beş farklı kemiğin pnömatize boşlukları ile çevrilidir; nazal kemik, frontal kemik, maksiller kemik, lakrimal kemik ve ethmoid kemik. Reses anteriorıda nazal hücre, lateralde frontal bulla, agger nazi hücresi ve lakrimal hücreler ve posteriorıda suprabullar reses ile sınırlandırılmıştır. Reses medialde genellikle orta konkanın perpendiküler laminası ile sınırlandırılmıştır. (Şekil 2.12) (83)



Şekil 2.12 Frontal resesi çevreleyen kemik yapıların pnömatizasyon paternleri ve görülme oranları
Lang J. Clinical anatomy of the nose, nasal cavity & paranasal sinuses. NewYork, G Thieme Verlag, 1989.

Frontal reses lokalizasyonu cerrahya sıkıntıya yol açabilir çünkü bu bölgede gerçekleştirilen bir operasyon sırasında olfaktör fossa lateral duvarı (kafa tabanının en ince bölümü), ön kafa tabanı (fovea ethmoidalis), anterior ethmoid arter ve orbita risk altındadır. Frontal reses ön duvarını frontal beak adı da verilen maksillanın frontal prosesi oluşturur. Bu çıkıntının büyüklüğü agger nasi hücresinin pnömatizasyon derecesine bağlıdır. Eğer agger nasi hücresi büyük olursa çıkıntı küçük olur. Eğer agger nasi hücresi yoksa veya az pnömatize ise çıkıntı frontal resese doğru belirgin şekilde uzanım gösterir ve ön kafa tabanına doğru yaklaşarak frontal ostiumu daraltır. Bu nedenle kafa tabanından frontal çıkıntıya olan anteroposterior uzaklık agger nasi hücresinin pnömatizasyon derecesi ile ilişkilidir. (90) (Şekil 2.13)

Frontal reses medial duvarı olfaktör fossanın lateral duvarı tarafından oluşturulur. Bu duvarın yüksekliği kribriform plate seviyesi ile belirlenir. Keros (91) üç farklı yükseklik tanımlamış ve olfaktör fossa derinliğini Keros tip 1 (<3 mm), tip 2 (3-7 mm) ve tip 3 (>7 mm) olarak sınıflamıştır. Keros sınıflamasına göre, bu bölgenin diseksiyonu sırasında olfaktör fossa lateral duvarı çeşitli derecelerde ekspozite olacaktır. Olfaktör fossa lateral duvarının kemik duvarı kalınlığı 0.05-0.2 mm. arasında değişir ve penetrasyona çok az direnç gösterir. (90)



Şekil 2.13 (A) Küçük, az pnömatize agger nasi (AN) hücresinin etkisi. Frontal beak (FB) geniş ve frontal ostium (FO) anteroposterior çapı dardır. Frontal reses (FR) taranmıştır ve beakten bulla ethmoidalise kadar uzanır (BE). (B) İyi pnömatize agger nasi hücresinin etkisi (AN); frontal beak küçük ve frontal ostium (FO) geniş. Eğer BE kafa tabanına tutunmazsa suprabullar reses oluşur (SBR). MT; orta konka

Wormald PJ, Endoscopic Sinus Surgery, Thieme, New York, 2005

Frontal reses lateral duvarı lamina papirasea, arka duvarı ise bulla ethmoidalisin ön yüzü tarafından oluşturulur. Bulla ethmoidalisin kafa tabanına ulaşmadığı durumlarda suprabullar reses oluşur. (Şekil 2-13) Bu durumda frontal reses suprabullar reses ile devamlılık gösterir.

Frontal reses tavanını fovea ethmoidalis oluşturur. Bu kemik görece kalındır ve normalde penetrasyona direnç gösterir. Yapılan çalışmalarda hastaların % 59'unda sağ foveanın soldan daha yüksek yerleşimli olduğu bulunmuştur. Ayrıca fovea ethmoidalisin medial kısmı lateralden daha aşağı seviyede olacak şekilde eğim gösterebileceği de akıldan çıkarılmamalıdır. Anterior ethmoid arter fovea ethmoidalisten anteromedial doğrultuda 45 derece açı yaparak geçer. Arter çoğu vakada bulla ethmoidalisin üst kısmının arkasında bulunabilir. Fakat, bulla ethmoidalis kafa tabanına kadar uzanmayıp suprabullar reses formasyonu oluşmuşsa arter frontal reseste yerleşir. Anterior ethmoid arter %14-43 vakada kafa tabanına asılı bir mezenter içinde yer alabilir. (90) Operasyon öncesi BT'lerin ayrıntılı şekilde incelenip arterin kafa tabanında mı yoksa mezenter içinde mi seyrettiğinin belirlenmesi ve suprabullar reses varlığının araştırılması operasyon sırasında oluşabilecek olası komplikasyonların engellenmesi açısından faydalı olabilir.

Eğer operasyon sırasında anterior ethmoid arter zedelenirse (ki bu durum eğer arter mezenter içinde seyrediyorsa gerçekleşir) arter orbita içine kaçır ve orbita içerisinde de kanamaya yol açar. Bu intraorbital volümde artışa yol açarak propitozise neden olur. Artan basınç optik sinire baskı uygulayarak retinal arteriyel kan akımında azalma ve görme kaybına neden olabilir. Frontal reseste güvenli cerrahinin anahtarı anatomisinin iyi anlaşılmasıdır.

Bir takım aksesuar ethmoid hücre frontal reses ve infundibulum boyunca yerleşebilir. Bu hücreler frontal resesteki lokalizasyonları ve kökenlerine göre farklı şekilde isimlendirilirler. En sık kullanılan sınıflandırmaya göre hücreler altı kategoriye ayrılırlar: (Tablo 2.1) (92)

- Agger nasi hücresi
- Frontal intersinus septal hücre
- Suprabullar hücre
- Frontal veya infundibular hücreler (Tip 1-4)

- Supraorbital ethmoid hücre
- Frontal bullar hücre

Tablo 2.1 Frontal pnömatizasyon paternleri ve BT tanımlama kriterleri

Frontal Reses Hücresi	Tanım
Agger nazi hücresi	<ul style="list-style-type: none"> • En öndeki ön ethmoid hücre • Orta konka vertikal bağlantısının anteriorunda lateral nazal duvarda kabarıklık • Agger nazi bölgesinin pnömatizasyonu • Sagittal ve koronal planda iyi görülüyor
Frontal hücre tip 1	<ul style="list-style-type: none"> • Agger nazi hücresi üzerinde tek ön ethmoid hücre • Arka duvar kafa tabanı değil, arka duvarı frontal resesin serbest kısmı oluşturur • Koronal ve sagittal planda iyi görülüyor
Frontal hücre tip 2	<ul style="list-style-type: none"> • Agger nazi hücresi üzerinde pnömatize olmuş iki veya daha fazla sayıda ön ethmoid hücre • Arka duvar kafa tabanı değil, arka duvarı frontal resesin serbest kısmı oluşturur • Koronal ve sagittal planda iyi görülüyor
Frontal hücre tip 3	<ul style="list-style-type: none"> • Agger nazi hücresi üzerinde tek büyük ön ethmoid hücre • Anterior frontal reesten frontal sinüs ön duvarına doğru pnömatize olur • Frontal sinüs içerisine doğru uzanır, üst duvar frontal sinüs ön duvarına yapışır (sagittal BT'de görülür) • Arka duvar kafa tabanı değil, arka duvarı frontal resesin serbest kısmı oluşturur • Koronal ve sagittal planda iyi görülüyor
Frontal hücre tip 4	<ul style="list-style-type: none"> • Frontal sinüs içerisinde izole hücre • Koronal BT'de hava kabarcığı görüntüsü verir • Sagittal BT'de ip üzerinde balon

	<p>görüntüsü verir</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ön alt sınır frontal sinüs ön duvarı veya frontal sinüs tabanıdır • Arka sınır hücre duvarıdır, frontal sinüs arka duvarına uzanmaz • Tanınması için sagittal ve koronal planda BT gereklidir
Supraorbital ethmoid hücre	<ul style="list-style-type: none"> • Frontal resesten orbitaya uzanım gösteren ethmoid hücre • Tek veya multipl olabilir • Septalı frontal sinüs izlenimi verebilir • Frontal resesin lateral bölümüne açılır (bu açıklık doğal frontal sinüs ostiumunun lateral ve posteriorundadır) • Tanınması için aksiyel ve koronal planda BT gereklidir
Frontal bullar hücre	<ul style="list-style-type: none"> • Ethmoid bulla üzerindeki ethmoid hücre • Posterior frontal resesten frontal sinüse doğru kafa tabanı boyunca uzanır • Arka duvarı kafa tabanıdır (frontal sinüs arka duvarı) • Ön sınır frontal sinüs içine girmelidir • Gerçek frontal sinüs pnömatizasyon yolunun arkasında yer alır • Ethmoid bulla ön duvarının pnömatizasyonunu gösterebilir • Frontal sinüs tabanında konveksiteye yol açabilir • Sagittal BT’de iyi görülür
Suprabullar hücre	<ul style="list-style-type: none"> • Ethmoid bulla üzerindeki ethmoid hücre • Üst duvar ön kafa tabanı • Ön duvar frontal sinüs içerisine uzanmaz • Ethmoid bulla ön duvarının pnömatizasyonunu gösterebilir • Sagittal BT’de iyi görülür • Suprabullar reses ile oldukça benzerlik gösterir (tek başına BT incelemeleri suprabullar hücre ve reses arasında ayırım yapamaz)

İnterfrontal sinüs septal hücre	<ul style="list-style-type: none"> • Frontal sinüs septumunun pnömatizasyonu • Frontal reseslerden birine drene olur • Crista galli pnömatizasyonun ile ilişkilidir • Aksiyal ve koronal BT’de iyi görülür
Terminal reses	<ul style="list-style-type: none"> • Unsinat proses superior parçası lateralde orbitaya tutunur • Frontal sinüs direk olarak orta meaya drene olur • Genellikle agger nasi hücresi ile birlikte dir • Koronal BT ‘de iyi görünür

Bu hücrelerin bütün hastalarda bulunabileceğini akılda tutmak önemlidir çünkü bu hücreler inflamatuvar durumlarda normal sinus drenajını bozabildikleri gibi operasyon sırasında cerraha frontal sinüse girilmiş izlenimi verebilirler. Bu durum frontal sinüs drenajının yeterince sağlanamaması sonucu cerrahi başarısızlık ve frontal sinüs semptomlarının devamı ile sonuçlanabilir. (10,90,93)

Unsinat Proses

Unsinat proses tüm ethmoid bölgeyi çaprazlayan dört lamelin ilkidir (unsinat proses, bulla, orta konka bazal lamina ve üst konka bazal lamina). Superiorda, ethmoid infundibulumun frontal resesle ilişkisi büyük oranda unsinat proses anatomisine bağlıdır. Unsinat proses üst ucu yapışma noktası frontal sinüs cerrahisinde en önemli anatomik yapılardan birisidir. (89) Unsinat prosesin altı farklı üst yapışma noktası tanımlanmıştır. (94)

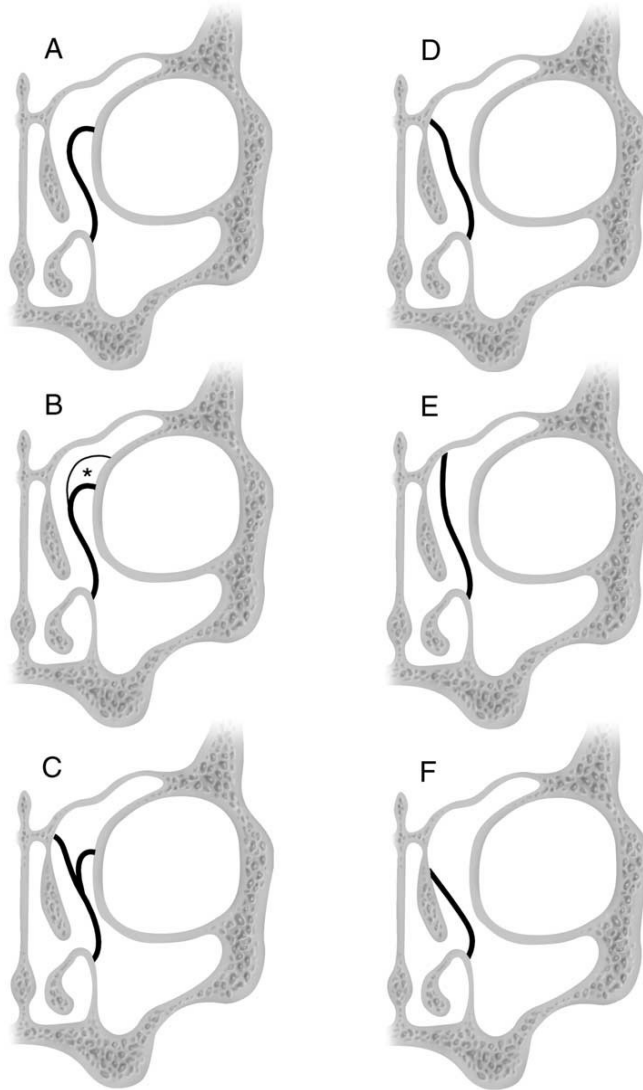
Tip 1 (%52) en sık görülen tiptir. (Şekil 2.14A) Unsinat proses üst noktasında laterale doğru eğim göstererek lamina papiraseaya tutunur. Bu durumda ethmoid infundibulum superiorda terminal reses ile sınırlandırılır. Bu durumda ethmoid infundibulum ve frontal reses birbirinden ayrılır, böylece frontal reses ethmoid infundibulumun medialinde unsinat proses ve orta konka arasından orta meaya açılır.

Tip 2’de (%18.5) unsinat proses agger nasi posteromedial duvarı ile birleşir (Şekil 2.14B). Bu durumda agger nasi tabanı infundibulumu superiordan sınırlar.

Tip 3'te (%17.5) iki bağlantı bulunur, biri terminal resesi oluştururken diğer bağlantı orta konkanın cribriform plate ile birleştiği noktaya uzanır. (Şekil 2.14C)

Bu üç tip vakaların büyük çoğunluğunu oluşturur (%88) ve aynı cerrahi yaklaşım ile frontal resese ulaşılabilir (frontal resese unsinat proses medial veya posteromediali diske edilerek ulaşılabilir) çünkü frontal ostium ağzı unsinat proses üst yapışma noktasının medialine ve direk olarak orta meaya açılır.

Tip 4, 5 ve 6 vakaların sadece %12'sini oluşturur ve farklı bir cerrahi yaklaşımı gerektirir, frontal resese unsinat prosesin laterali diske edilerek ulaşılabilir çünkü frontal sinüs ostiumu unsinat proses üst yapışma noktasının lateraline direk olarak ethmoid infundibulumuna açılır. (Şekil 2.14D,E,F)



Şekil 2.14 Unsinat proses üst yapışma noktalarının şematik çizimi. (A) Lamina papirasea, (B) Agger nasi hücresinin posterior medial duvarı, (C) Hem lamina papirasea hem orta konka, (D) Orta konka ile cribriform plate birleşme noktası, (E) Kafa tabanı, (F) Orta konka.

Agger Nazi Hücresi

Agger nazi hücresi en önde yerleşmiş ethmoid hücredir. Unsinat prosesin superior membranöz yapışma yerinin anteriorunda yerleşmiştir, preoperatif BT'lerde veya operasyon sırasında belirlenmesi zor olabilir. 1900'lerin başlarında %40 ile %60 oranında görüldüğü bildirilmiştir, Van Alyea %89 oranında görüldüğünü saptamıştır. (13) Fakat ayrıntılı BT incelemeleri ile %98 oranına kadar bulunabildiği gösterilmiştir. (83,85) Agger hücresi orta konkanın ön kısmı ve lakrimal kese arka kenarı ile yakın ilişkilidir. Birinci ethmoturbinalin pnömatize superior kalıntısından geliştiğine inanılmaktadır. Lateralde nazal ve lakrimal kemikler, anteriorunda maksillanın frontal prosesi, superiorunda frontal reses ve frontal sinüs, inferior ve medialde unsinat proses ve posteriorunda ethmoid infundibulum tarafından sınırlanır. (95)



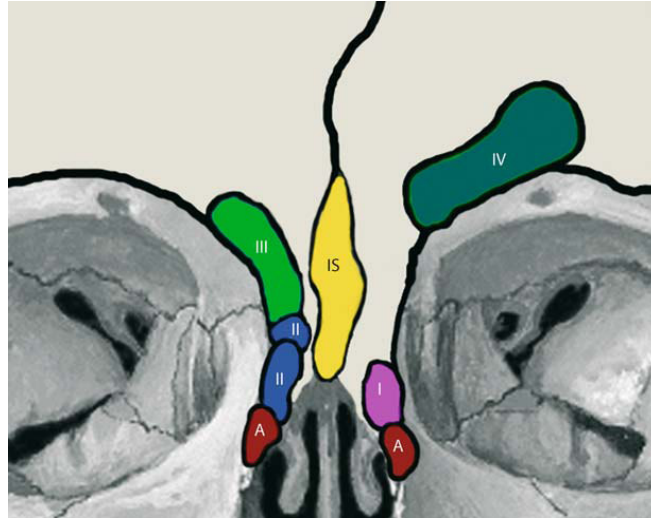
Şekil 2.15 Bilateral agger nazi hücresi

Agger nazi hücresinin aşırı pnömatizasyonu frontal resesi anterolateralden daraltabilir. Frontal reses obstrüksiyonunu açan cerrah agger hücresinin tavanının frontal sinüs olduğunu düşünebilir ve frontal resesi diseke etmeden operasyonu sonlandırabilir. Agger nazi hücresinin arka duvarı unsinat proses ile yakın ilişkide

olduğundan dolayı, uncinatın superior bağlantısının ve agger nazinin posteromedial duvarının alınması frontal ostiumun geniş bir açı ile ortaya konmasını sağlar.

Frontal Hücreler

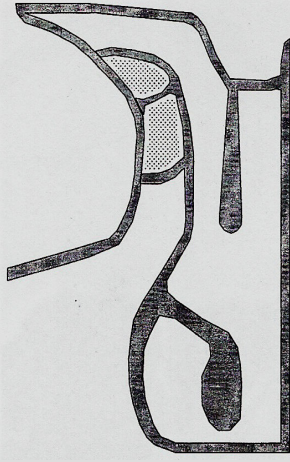
Frontal infundibular hücreler de operasyon sırasında frontal sinus ile karıştırılabilir. Bunlar agger nazi hücresi üzerine yerleşmiş, frontal reses ön duvarı boyunca uzanan ön ethmoid hücrelerdir. Bent ve Kuhn frontal infundibular hücreleri agger nazi ve orbital tavanla olan ilişkilerine göre dört kategoriye ayırır. (Şekil 2.16) (10,83,89,93)



Şekil 2.16 Frontal infundibular hücrelerin Bent ve Kuhn sınıflandırması

- Tip 1 frontal hücre agger nazi üzerindeki tek hücre
- Tip 2 frontal hücre agger nazi üzerinde yerleşmiş fakat orbita tavanını geçmeyen birden fazla hücre
- Tip 3 frontal hücre agger nazi ile temas halinde olan fakat frontal sinüse uzanım gösteren hücre
- Tip 4 hücre frontal sinüs kavitesi içerisinde tamamen izole bir hücre

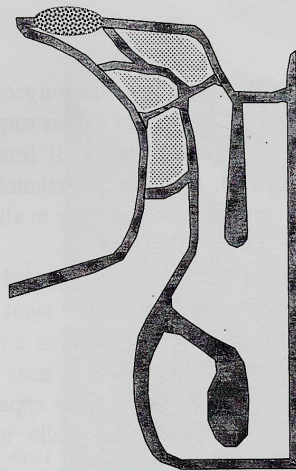
Bu hücreler frontal reses anatomisini çeşitli şekillerde etkileyebilirler. Eğer direk olarak agger nazi hücresi üzerine oturlarsa, unsinat prosesin lamina papiraseaya yapışma noktası yükselebilir. Tip 1 ve 2 frontal hücreler frontal reses içine uzanım göstererek resesi anterolateral yönde daraltan bir kabarıklık oluşturur. (86) Unsinat proses superior bağlantısı ve frontal hücre posteromedial duvarına olan uzantısının alınması frontal ostiumun geniş bir şekilde açılmasını sağlar. Unsinat prosesin kafa tabanı veya orta konkaya yapıştığı durumlarda da frontal hücrelerin arka duvarının kırılıp alınması frontal ostiuma erişimi sağlar.



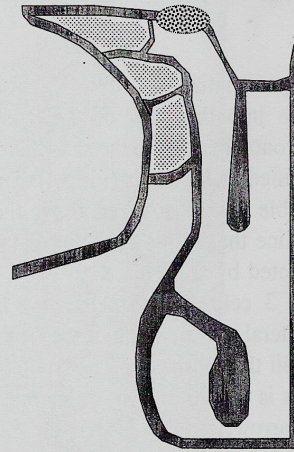
Şekil 2.17 Kuhn tip 1 frontal hücre. Agger naziyle ilişkili tek frontal ethmoid hücre



Şekil 2.18 Kuhn tip 2 frontal hücre. Agger naziyle ilişkili birden fazla sayıda frontal ethmoid hücre

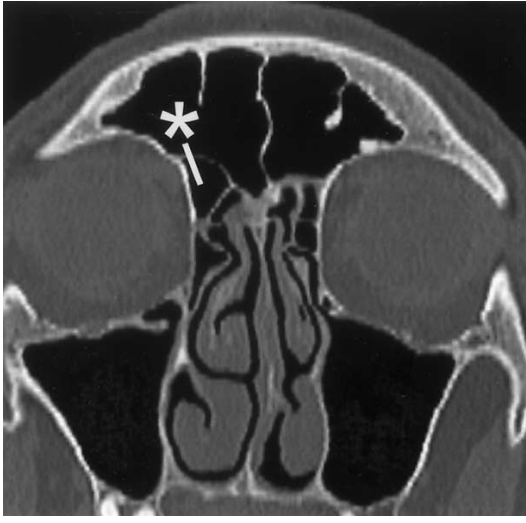


Şekil 2.19 Frontal ostiumu laterale iten fakat frontal sinüse uzanım göstermeyen frontal ethmoid hücre (Tip 2 frontal hücre)

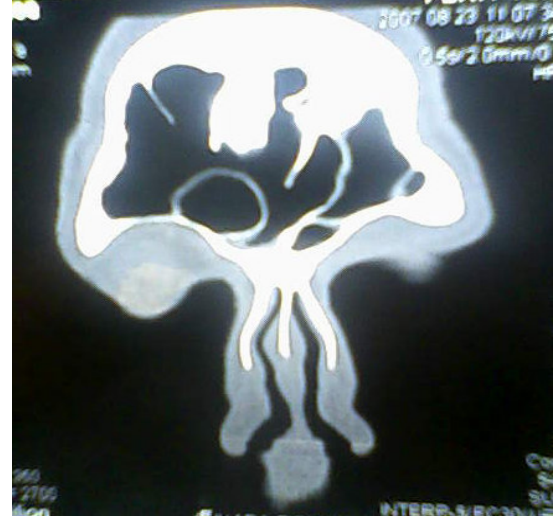


Şekil 2.20 Lateralde kafa tabanına uzanarak frontal ostiumu medialden iten frontal hücre (Tip 2 frontal hücre)

Tip 3 ve tip 4 frontal hücrelerin varlığı daha karışık bir durumun ortaya çıkmasına neden olur. Bu hücreler frontal beak seviyesini geçerek bazı vakalarda lateralde kafa tabanına kadar uzanır ve frontal ostiumu medialden daraltırlar. Eğer bu frontal hücrelerden orta konkaya yapışık olarak kafa tabanına medialden ulaşırsa frontal ostium lateralden daralır. (86,93) Ne olursa olsun, frontal sinüs hücrelerinin frontal reses ve ostiuma göre medial veya lateral pozisyonu kaçınılmaz bir şekilde frontal sinüs akımını daraltır. Eğer frontal sinüzit varsa, frontal ostiumda maksimal açılmayı sağlamak için frontal hücreler alınmalıdır.



Şekil 2.21 Tip 3 frontal hücre



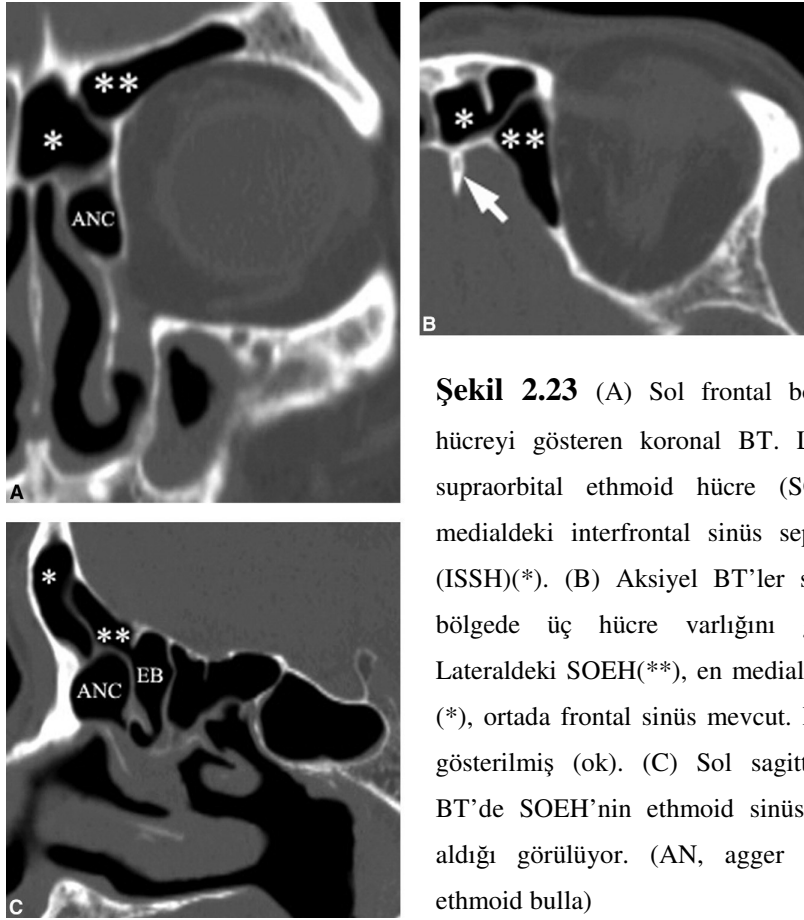
Şekil 2.22 Tip 4 frontal hücre

Supraorbital Ethmoid Hücreler

Supraorbital hücreler de frontal sinüs drenajını etkileyebilirler. BT’de orbita tavanında belirgin pnömatizasyon oluşturan suprabullar hücreler olarak görülürler. (85,95) Çoğunlukla ön ethmoid hücrelerden köken alırlar ve hastalarda %62’ye varan oranlarda görülebilirler. Hücre pnömatizasyon derecesi değişkenlik gösterebilir, nadiren birden fazla sayıda supraorbital ethmoid hücre bulunabilir. Pnömatizasyon sırasında ethmoid hücreler lamina papirasea ve ethmoid tavan arasından superolaterale doğru genişleyerek frontal kemik orbital kısmını pnömatize eder. Supraorbital hücre sadece frontal sinüste bir kabarıklık oluşturabileceği gibi frontal reseste belirgin bir daralmaya da neden olabilir. (96) Bu hücrenin varlığının

belirlenememesi başarılı olduğu düşünülen frontal reses diseksiyonundan sonra frontal sinüs hastalığının devam etmesine neden olabilir. Bu hataların önlenmesi için frontal reseste supraorbital hücrenin frontal sinüs ostiumundan ayırımının yapılması önemlidir.

Koronal ve aksiyel BT'lerde frontal sinüste septasyon varlığı frontal sinüs hücresi (tip 3 ve 4) veya supraorbital hücrelerin varlığını düşündürmelidir. (Şekil 2.23)

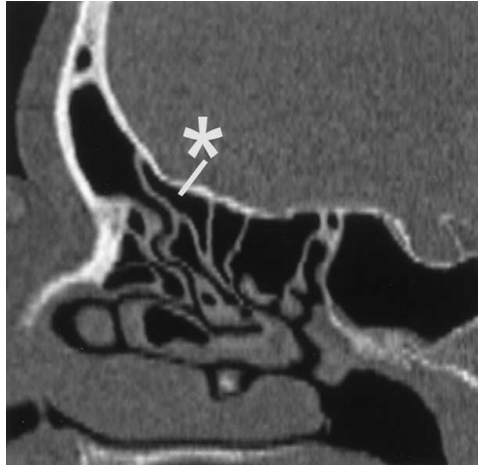


Şekil 2.23 (A) Sol frontal bölgede iki hücreyi gösteren koronal BT. Lateraldeki supraorbital ethmoid hücre (SOEH)(**), medialdeki interfrontal sinüs septal hücre (ISSH)(*). (B) Aksiyel BT'ler sol frontal bölgede üç hücre varlığını gösteriyor. Lateraldeki SOEH(**), en medialdeki İSSH (*), ortada frontal sinüs mevcut. Krista gali gösterilmiş (ok). (C) Sol sagittal planda BT'de SOEH'nin ethmoid sinüsten köken aldığı görülüyor. (AN, agger nazi, EB, ethmoid bulla)

Frontal Bullar Hücre

Bulla ethmoidalis üst kısmından köken alan hücreler kafa tabanı boyunca pnömatize olarak frontal sinüs içine uzanım gösterip koronal incelemelerde frontal sinüs içerisinde izole hücre varlığı görüntüsü verebilirler. Bu hücreler frontal bullar hücreler olarak isimlendirilirler ve tip 4 frontal hücre ile karıştırılabilirler. (Şekil

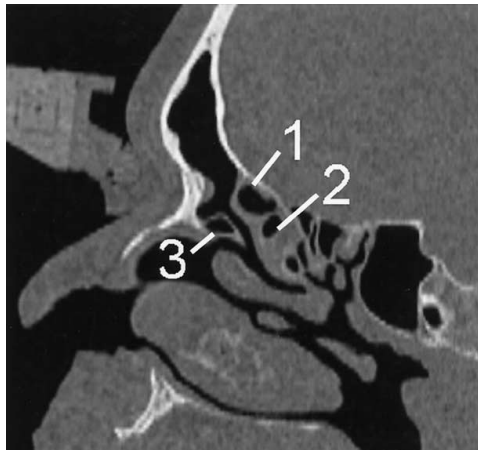
2.24) Embriyolojik kökenleri incelendiğinde izole frontal hücre olarak görülen birçok hücrenin aslında frontal resesten köken aldığı görülmektedir. Van Alyea'nın frontal bullar hücre tanımı oldukça geniştir; ona göre frontal bullar hücreler frontal sinüs tabanına uzanan tüm frontal reses hücrelerini içerir. (12) Van Alyea'ya göre tip 3 ve 4 frontal hücreler ve supraorbital ethmoid hücreler de frontal bullar hücre olarak kabul edilebilir. Günümüzde ise frontal bullar hücreler frontal reses posteriorunda kafa tabanı boyunca pnömatize olup frontal ostiumdan geçerek sinüs içine uzanım gösteren hücreler olarak kabul edilirler. (90,92)



Şekil 2.24 Frontal bullar hücre

Suprabullar Hücre

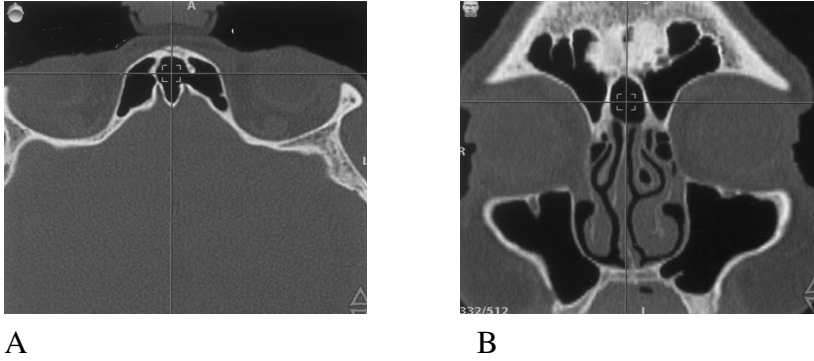
Adından da anlaşılacağı gibi suprabullar hücre frontal reses posterior bölümünde ethmoid bulla üzerinde yerleşmiş hücredir. (92) Suprabullar hücre frontal bullar hücreye benzer, fakat ondan farklı olarak frontal sinüs içine uzanım göstermez.



Şekil 2.25 Suprabullar hücre (1), ethmoid bulla (2) ve agger nazi (3) ilişkisi

İnterfrontal Sinüs Septal Hücre

İki frontal sinüsü birbirinden ayıran septumun pnömatizasyonu sonucu interfrontal sinüs septal hücre (İSSH) oluşur. (80) (Şekil 2.26) Eğer pnömatizasyon fazla olursa crista galliyle uzanarak pnömatize crista galli oluşumuna yol açabilir. Van Alyea yaptığı çalışmada septal hücre oranını sadece %12 olarak bulmuştur. (12) Fakat BT incelemelerin yardımı olmadığı için büyük olasılıkla bir çok küçük hücreyi atlamıştır. Yeni çalışmalarda bu oranın %35 civarında olduğu bildirilmektedir. (97) İSSH üç şekilde sınıflandırılabilir. Tip 1; ince intersinüs septumda sınırlı olan veya tüm septum boyunca uzanan; tip 2, bir kısmı septum içerisinde sınırlı, bir kısmı da nazofrontal kemik tarafından oluşturulan kalın septal taban tarafından sınırlandırılan ve tip 3 genellikle sinüse değil de frontal resese uzanan tamamen nazofrontal kemik içinde sınırlı tip. (97) Özellikle ilk iki tipin drenaj yolları tıklandığında klinik olarak önemli oldukları ileri sürülmektedir.



Şekil 2.26 İnterfrontal sinüs septal hücre (A) Aksiyel, (B) Koronal kesit

GEREÇ VE YÖNTEM

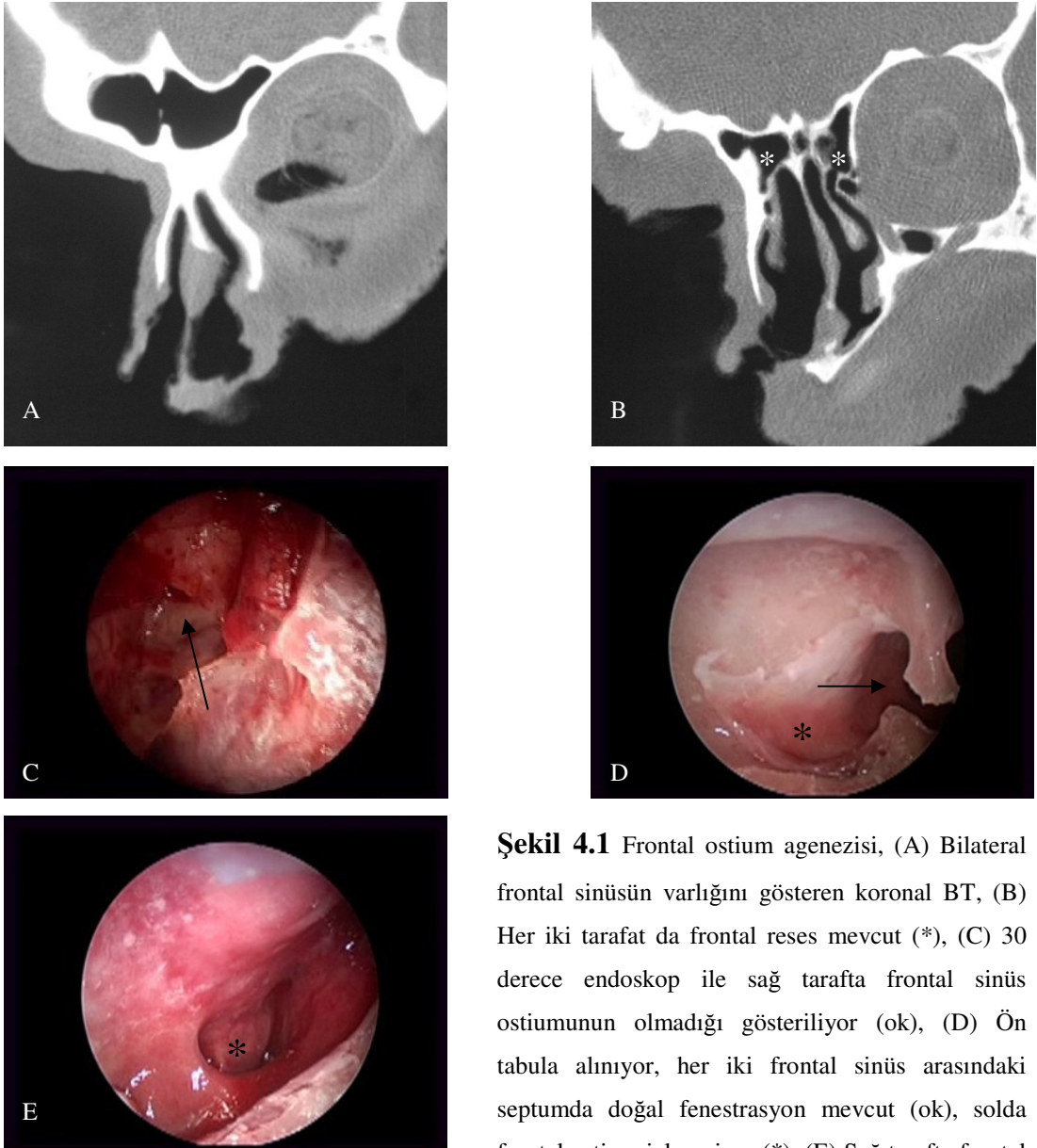
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Ana Bilim Dalı'nda bulunan 10 erişkin taze kadavranın paranazal sinüs tomografileri koronal planda 3 milimetre aralıklarla çekildi. Kadavraların bilgisayarlı tomografik incelemeleri yapılmadan önce hepsinin endoskopik muayenesi yapılarak daha önceden paranazal sinüslere yönelik operasyon geçirmediği ve anatomiyi bozacak herhangi bir patoloji olmadığı kontrol edildi. Ardından 10 kadavranın 20 nazal kavitesine 4 mm.lik 0, 30 ve 45 derece Carl Storz endoskoplar ve rutin endoskopik sinüs cerrahisi aletleri ile endoskopik diseksiyon yapıldı.

Nazal kavitenin endoskopik muayenesini takiben unsinat proses, üst yapışma noktası korunacak şekilde bistüri veya backbite forceps ile eksize edilerek unsinat prosesin yapışma noktaları belirlendi. Ardından maksiller sinüs ostiumu genişletilerek maksiller sinüs içerisi değerlendirildikten sonra ethmoid bulla intakt kalacak şekilde agger nasi ve frontal resesteki hücreler teker teker tanınarak açıldı ve frontal sinüs ostiumu genişletildi. Bu arada frontal resesteki hücrelerin lokalizasyonları, frontal sinüs drenajını ne şekilde etkiledikleri ve frontal ostiuma ulaşmayı ne derece engelledikleri değerlendirildi. Anterior ethmoid arter ve anterior ve posterior fovealar tanındı. Anterior ethmoid arterin kemik kanal içerisinde mi yoksa kafa tabanına tutunan bir mezenter içinde mi seyrettiği incelendi. Sonrasında bulla açılarak tüm vakalara total sfenoethmoidektomi yapıldı. Ayrıca vakalara kanin fossadan trokar yardımı ile girilerek maksiller sinüs incelemesi yapıldı. Tek taraflı frontal ostium agenezisi olan bir kadavranın frontal sinüs ön tabulası çıkartılarak frontal sinüsü incelendi.

BULGULAR

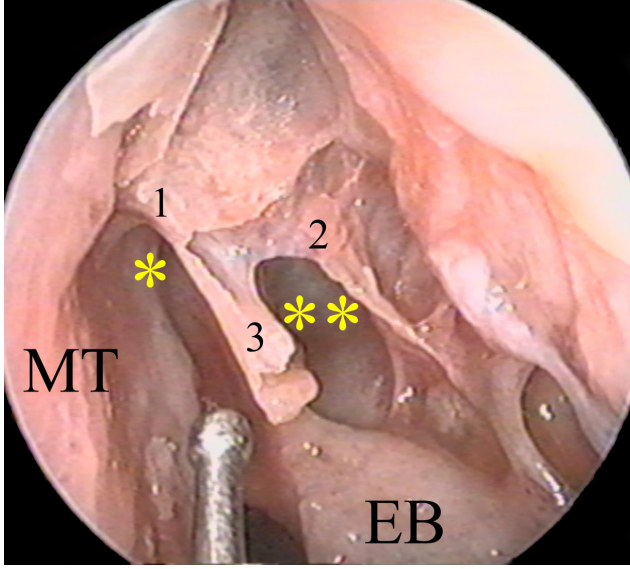
Endoskopik diseksiyon yapılan on kadavranın altısı (%60) erkek, dördü (%40) kadındı, yaşları 42 ile 74 (ortalama 55.5) arasında değişiyordu.

Diseke edilen on kadavranın birinde (%10) tek taraflı frontal sinüs agenezisi mevcuttu, bir kadavrada ise (%10) tek taraflı frontal ostium agenezisi vardı. (Şekil 4.1) Bu nedenle endoskopik frontal reses diseksiyonu toplam 18 nazal kavitede gerçekleştirildi. (10 sol, 8 sağ taraf)



Şekil 4.1 Frontal ostium agenezisi, (A) Bilateral frontal sinüsün varlığını gösteren koronal BT, (B) Her iki taraf da frontal reses mevcut (*), (C) 30 derece endoskop ile sağ tarafta frontal sinüs ostiumunun olmadığı gösteriliyor (ok), (D) Ön tabula alınıyor, her iki frontal sinüs arasındaki septumda doğal fenestrasyon mevcut (ok), solda frontal ostium izlenmiyor (*), (E) Sağ tarafta frontal ostium görülüyor (*).

Diseksiyon yapılan 18 nazal kavitede unsinat proses üst uçlarının yapışma yerleri endoskopik olarak incelendiğinde onbirinin (%61) hem lamina papirasea hem orta konkaya, üçünün (%17) sadece lamina papiraseaya, ikisinin (%11) orta konkaya, lamina papirasea ve kafa tabanına, birinin kafa tabanı ve lamina papiraseaya (%6), birinin de kafa tabanı ve orta konkaya (%6) tutunduğu görüldü. (Şekil 4.2)



Şekil 4.2 Unsinat proses üst ucu yapışma noktaları.

MT: Orta konkaya

EB: Ethmoid bulla

*: Frontal reses

** : Frontal bullaya uzanan açıklık

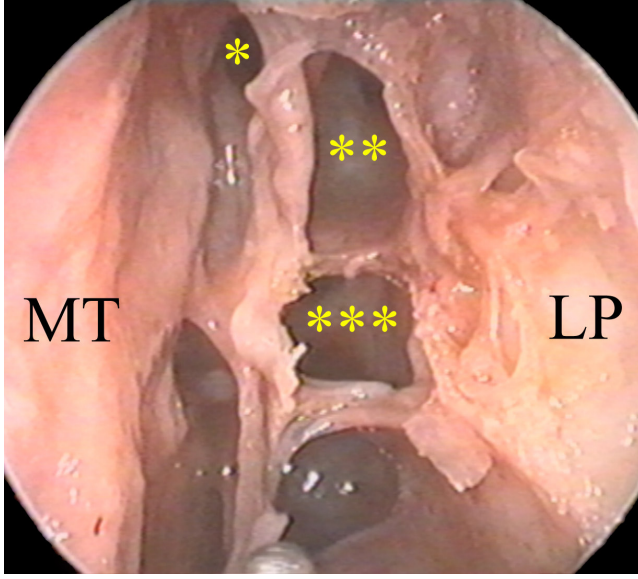
1: UP-orta konkaya yapışma noktası

2: UP-lamina papirasea yapışma noktası

3: UP-bulla ethmoidalis yapışma noktası

18 nazal kavitenin 16'sında (%88) agger nazi hücresi mevcuttu fakat agger nazi hücresi hiçbir vakada frontal resesin 30 derece endoskop ile rahat bir şekilde görülebilmemesini engellemedi. Agger nazi hücresi posteromedialden anterolaterale doğru alınarak frontal ostiuma, eğer mevcutsa frontal reses arka duvarında yerleşmiş frontal bullaya veya agger nazi üzerindeki frontal hücrelere ulaşıldı.

Toplam 18 nazal kavitenin beşinde (%28) frontal bulla mevcuttu. (Şekil 4.3) Bu vakalarda frontal bulla posteromedialden anterolaterale doğru alındığında frontal ostium rahatlıkla ortaya konabiliyordu.



Şekil 4.3 Ethmoid bulla kaldırıldıktan sonra ön ethmoid tavanının görünümü (30 derece endoskop)

MT: Orta konka

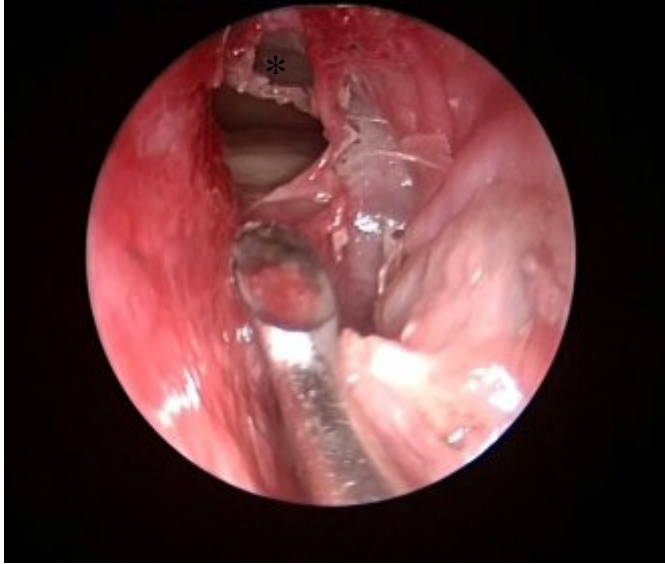
LP: Lamina papirasea

*: Frontal reses

** : Frontal bulla

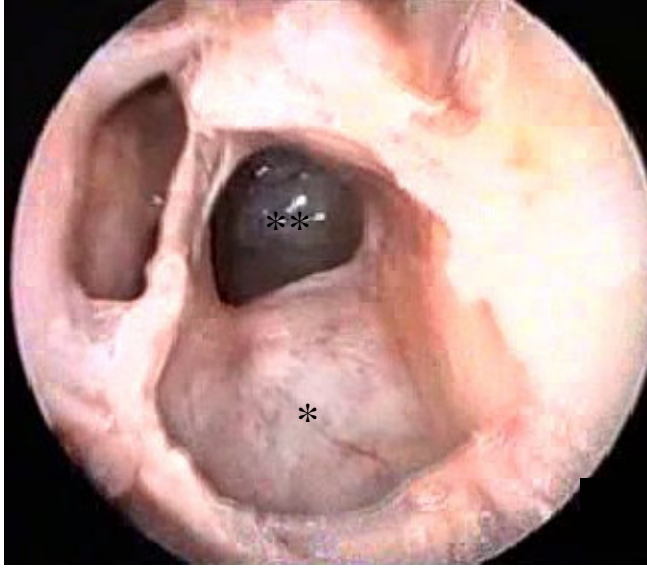
***: Suprabullar resesin tavanı-Fovea ethmoidalis

Vakaların dört tanesinde (%22) agger nasi hücresi üzerinde frontal ostiumu daraltan frontal hücre mevcuttu (üç adet tip 1, bir adet tip 3). (Şekil 4.4) Bu hücreler de agger nasi hücresinde olduğu gibi posteromedialden anterolaterale doğru güvenli bir şekilde alınarak frontal ostiumun genişlemesi sağlandı.



Şekil 4.4 Frontal reses anteriorunda tip 3 frontal hücre (*) (30 derece endoskop)

10 kadavrada (%55) bulla ethmoidalis superiorıda kafa tabanına ulaşmadığından frontal reses posteriorıda suprabullar reses ile devamlılık göstermekteydi. (Şekil 4.5)



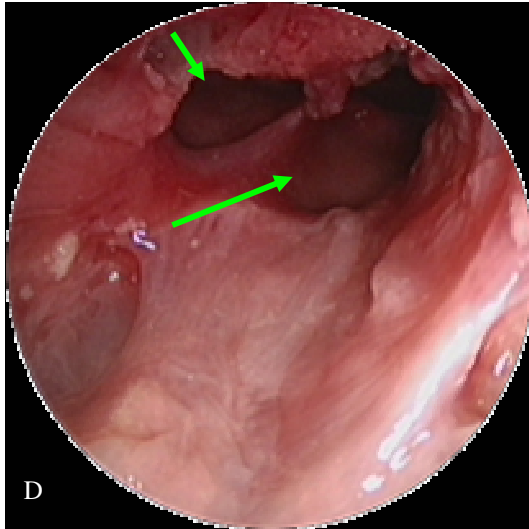
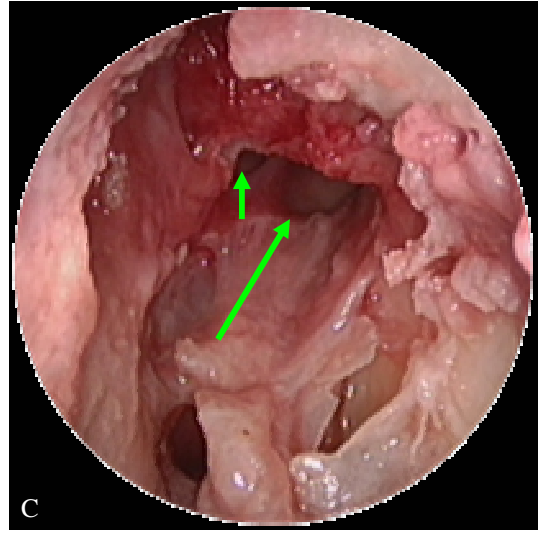
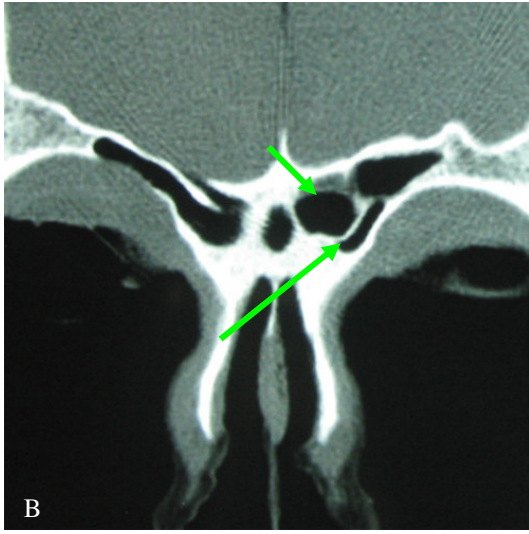
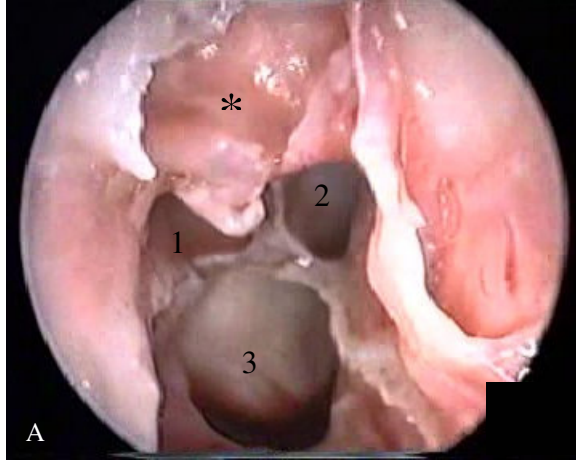
Şekil 4.5 Bulla ethmoidalis superiorunda suprabullar hücre (0 derece endoskop)

*: Bulla ethmoidalis
**: Suprabullar reses

Frontal resesi lateralden sınırlayan ve lakrimal kemiğin pnömatizasyonu sonucu ortaya çıkan lakrimal hücre beş (%28) (Şekil 4.6), resesi anteriordan sınırlayan nazal hücreler ise altı (%33) nazal kavitede saptandı. (Şekil 4.7)



Şekil 4.6 Unsinat proses üst ucunun lateralindeki mukoza eleve edildikten sonraki görünüm. Terminal reses (*) ve lakrimal hücre (**)



Şekil 4.7 (A) Frontal reses anterior ve medialinde yerleşmiş nazal hücre

*: Nazal hücre

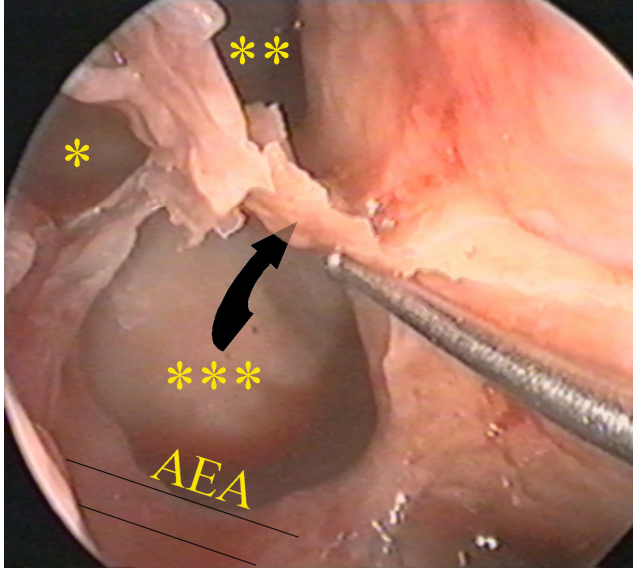
1: Frontal reses

2: Frontal bulla

3: Anterior ethmoid fovea

(B), (C), (D) Kadavra sol tarafında nazal hücre (kısa ok) ve nazofrontal kanal (uzun ok) görüntüsü. Nazal hücre, nazofrontal kanalı orta konkaya göre laterale itecek şekilde posteromediale doğru genişlemiştir. Orta konka mukozası hala frontal mukozası ile devamlılık gösterir ve bu yol cerrahi nazofrontal kanala götürür.

18 nazal kavitenin beşinde (%28) ön ethmoid hücrelerden köken alarak anterior ethmoid foveadan laterale supraorbital bölgeye uzanım gösteren supraorbital hücreye rastlandı. (Şekil 4.8) Tüm vakalarda supraorbital hücre ile frontal sinüs arasında çeşitli derecelerde septasyon mevcuttu.



Şekil 4.8 Supraorbital ethmoid hücre

(30 derece endoskopi)

*: Frontal reses

** : Frontal bulla

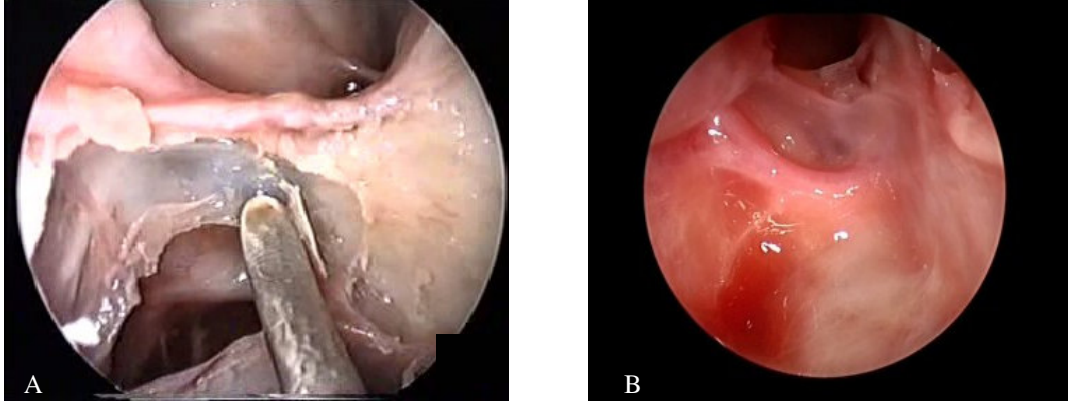
***: Anterior ethmoid fovea

AEA: Anterior ethmoid arter

Ok: supraorbital hücre

Kadavraların çekilen bilgisayarlı tomografilerinde 10 vakanın üçünde (%30) her iki frontal sinüsü birbirinden ayıran interfrontal septumda hücre izlendi. Fakat interfrontal sinüs septal hücrelerin hiçbiri frontal resese uzanım göstermediği için diseksiyon sırasında bu hücreler ile karşılaşılmadı.

Diseksiyon yapılan 18 nazal kavitenin üçünde (%17) anterior foveayı arkadan sınırlayan anterior ethmoid arter kafa tabanında üzerinde kemik bir kanal olmaksızın serbest seyredirken 15 vakada kemik kanal içinde seyrediyordu. (Şekil 4.9)



Şekil 4.9 Anterior ethmoid arter (A) Kemik kanal içerisinde, (B) Serbest seyrediyor

Endoskopik diseksiyon yapılan tüm kadavralarda ethmoid bulla açılmaksızın orta konka lateral yüzü takip edilerek frontal resese ulaşılabilir.

TARTIŞMA

Küçük boyutları, komşuluğundaki hassas yapılar ve görüş açısını sınırlayarak enstrümayonu zorlaştıran uygunsuz yerleşim açısı nedeniyle frontal resese yönelik müdahaleler endoskopik sinüs cerrahisi sırasında sıkıntı yaratabilir. Bu sıkıntıların oluşmasını engelleyerek komplikasyonları en aza indirip cerrahi başarıyı mümkün olduğunca arttırabilmek için geniş bir anatomi bilgisi endoskopik sinüs cerrahisi ile ilgilenen hekimler için oldukça önemlidir.

Yapılan çalışmalarda unsinat proses üst yapışma ucunun frontal sinüs cerrahisinde en önemli anatomik landmarklardan biri olduğu bildirilmiştir. (89) Endoskopik diseksiyon yapılan 18 nazal kavitenin 17'sinde (%94) unsinat proses üst ucunun tek başına veya diğer yapışma bölgeleri ile birlikte lamina papiraseaya tutunduğu, dolayısıyla terminal reses oluşumuna neden olduğu görüldü. Lessa ve ark. yaptığı endoskopik kadavra diseksiyonu çalışmasında unsinat proses alt kısmının rezeksiyonu sonrası frontal sinüs ostiumunun görülmesini engelleyen ana yapının %76.2 oranla terminal reses olduğu gösterilmiştir. (98) Unsinektomi sonrası terminal reses ile karşılaşıldığı zaman reses arka duvarı posteriordan anteriora doğru kırılarak frontal reses ve frontal ostiuma rahat bir şekilde ulaşılabilir. Unsinat prosesinin lamina papiraseaya tutunduğu durumlarda frontal ostium unsinat proses üst yapışma noktasının medialinden direk olarak orta meaya açıldığı için frontal resese unsinat proses medial veya posteromedialinden diseksiyon yapılarak ulaşılabilir. Unsinat proses kafa tabanı veya orta konkaya tutunduğu zaman ise frontal ostium unsinat proses üst yapışma ucu lateralinden direk olarak ethmoid infundibulumuna drene olduğu için frontal resese unsinat proses lateralinden diseksiyon yapılarak ulaşılır. (89)

Frontal reses bölgesinin anatomisinin anlaşılması ve diseksiyonununda agger nazi hücresinin anahtar rol oynadığını bildiren yayınlar mevcuttur. (86) Agger nazi en önde yerleşmiş frontal ethmoid hücredir ve çeşitli yazarlara göre değerlendirme şekline bağlı olarak hastaların %10 ila %98.5'inde bulunabilir. (13,99,100) Eğer mevcutsa BT incelemelerinde orta konk anteriorunda izlenir. (86) Lessa yaptığı çalışmada agger nazi hücrelerinin frontal sinüs ostiumunun tanınmasını engelleyebileceğini bildirmiştir. (98) Ayrıca, revizyon cerrahi gerektiren vakaların

bir çoğunda agger nazi hücrelerinin hastalığın tekrarında önemli rol oynadığını bildiren çalışmalar da mevcuttur. (100,101) Bizim çalışmamızda agger nazi hücresi görülme oranı %88 ile literatür ile uyumluydu ve agger nazi hücresi varlığı unsinektomi sonrası 30 derece endoskop frontal ostiumun görülmesini engelleliyordu. Kadavralarda agger hücresi varlığında hücre arka duvarı posteromedialden anterolaterale doğru alınarak frontal ostiuma, eğer mevcutsa frontal reses arka duvarında yerleşmiş olan frontal bullaya veya agger nazi üzerindeki frontal hücrelere ulaşıldı.

Frontal bullar hücreler hala net olarak anlaşılammıştır, kaynağı ve yerleşim yeri değişken olabilir, bu nedenle literatürdeki tanımlamalar belirsizdir. (82) Van Alyea'nın tanımı oldukça geniştir; ona göre frontal bullar hücreler frontal sinüs tabanına uzanan tüm hücreleri içerir. (12) Günümüzde ise frontal bullar hücreler frontal reses posteriorunda kafa tabanı boyunca pnömatize olup frontal ostiumdan geçerek sinüs içine uzanım gösteren hücreler olarak kabul edilirler. (90,92) Literatürde tomografik incelemelerle %9 oranında bulunduğu bildirilmiştir. (92) Bu çalışmada ise bu oran %28 oranında bulunmuştur. Frontal bulla frontal kemiğin tabanında kör bir cep şeklinde sonlanır ve frontal reses ile karıştırılmamalıdır. Frontal bulla da posteromedialden anterolaterale doğru güvenli bir şekilde alınarak frontal sinüs ostiumu ortaya konabilir. (102)

Van Alyea'ya göre frontal reses ve/veya frontal sinüse uzanım gösteren her hücre frontal hücre olarak adlandırılrsa da (12), Bent ve ark. farklı frontal reses hücrelerini daha kolay ayırt edebilmemize yardımcı olacak daha sınırlı bir tanımlama getirmiştir. (93) Agger nazi hücresi üzerine yerleşmiş olan frontal hücreler çeşitli oranlarda bulunabilirler (%25-%37) ve frontal resesi daraltarak frontal sinüs hastalığına veya ilk operasyonda açılmamışlarsa nüklere yol açabilirler. (90,92,103) Bizim çalışmamızda da frontal hücreler nazal kaviteletin %22'sinde görülmüştür. Frontal hücre varlığında hücre arka duvarı posteromedialden anterolaterale doğru alınarak frontal ostium ortaya konabilir.

Anatomi kitaplarında frontal resesin önünde ve unsinat proses üst yapışma noktasının arkasında, nazal kemiğin pnömatizasyonu sonucu oluşan nazal hücreler bulunabildiği bildirilmiştir. (83,102) Literatürde bu konu hakkında fazla bilgi olmasa da nazal hücrelerin %39 oranında bulunabileceği söylenmiştir. (83) Çalışmamızda

nazal hücreler %33 oranında bulunmuştur. Bu hücreler açılmadığı zaman frontal sinüste enfeksiyonun devamına veya nüksüne neden olabilir. Ayrıca pnömatizasyon derecelerine göre nazal hücreler nazofrontal kanalı orta konkaya göre laterale itecek şekilde posteromediale doğru genişlemiş olabilir. Fakat böyle bir durumda dahi orta konkaya mukozası hala frontal mukozaya ile devamlılık gösterir ve bu yol cerrahi nazofrontal kanala götürür.

Literatürde supraorbital ethmoid hücrelerin erişkinlerde %5-62 oranında görülebileceği bildirilmiştir. (13,80,92,96) Kadavra diseksiyonu ile yapılan çalışmalarda oran %5-15 oranında bulunurken (13,80), %62'lik oran ince kesit üç düzlemde rekonstrükte edilmiş bilgisayarlı tomografilerin dikkatli bir şekilde incelenmesi sonucu bulunmuştur. (92) Aradaki bu büyük farkın kadavra diseksiyonu sırasında supraorbital hücrenin yanlışlıkla septalı frontal sinüs olarak değerlendirilmesine bağlı olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızda supraorbital ethmoid hücre oranının %28 olduğu bulunmuştur. Bu hücre tipik olarak frontal kemiği anterior ethmoid bölgeden invaze eder ve frontal sinüste belli belirsiz bir kabarıklığa neden olabileceği gibi frontal sinüs drenajında ciddi bozulmaya da yol açabilir. Operasyon sırasında bu hücrenin tanınmasında yaşanabilecek zorluk başarılı olduğu düşünülen bir frontal reses diseksiyonundan sonra hastalığın devam etmesine neden olabilir. Bu nedenle preoperatif BT'ler ayrıntılı bir şekilde incelenerek operasyon sırasında bu hücrenin frontal sinüsten ayrımının iyi yapılması gereklidir. Supraorbital ethmoid hücre ile internal frontal ostium arasındaki septalar mümkün olduğu kadar yukardan alınmalıdır. Böylece hastalığın tekrarlama riski en aza indirilmiş olur.

İki frontal sinüsü birbirinden ayıran interfrontal septumun çeşitli derecelerde pnömatizasyonu sonucu ortaya çıkan interfrontal sinüs septal hücrenin BT çalışmaları ile erişkinlerde %35 oranında bulunabileceği bildirilmiştir. (97) Bizim çalışmamızda bu oran BT incelemelerinde %30 olarak bulunmuştur fakat hücrelerin hiçbiri frontal resese uzanmadığı için endoskopik diseksiyon sırasında açılmamıştır. Bu hücrelerin klinik olarak fazla önemli olmadığı, enfekte olarak veya frontal reseste daralmaya yol açarak nadiren frontal sinüs enfeksiyonuna neden oldukları düşünülmektedir. (97)

Suprabullar hücreler bulla ethmoidalis kafa tabanına yapışma noktası üzerine yerleşerek frontal resesi arkadan daraltabilir. (85) Literatürde %15 oranına kadar görülebildikleri bildirilmiştir. (92) Bizim çalışmamızda hiçbir vakada suprabullar hücreye rastlanmamıştır. Erişkinlerin yaklaşık %71'inde ethmoid bullanın kafa tabanına uzanmaması sonucu oluşan suprabullar reses olduğu bildirilmiştir. (105) Bu çalışmada bu oran %55 olarak bulunmuştur. Suprabullar reses frontal reses ile devamlılık gösterdiğinden ve anterior ethmoid arter eğer mevcutsa burada seyrettiğinden suprabullar reses frontal reses cerrahisinde klinik önemi olan bir yapıdır. (62)

Literatürde frontal sinüs aplazisi ile ilgili çok sayıda yayın bulunmaktadır. (85) Yaptığımız çalışmada da bir vakada tek taraflı frontal sinüs aplazisi mevcuttur. Literatürde bu konu ile ilgili bilgi bulunmamakla birlikte frontal reses bölgesinde görülebilecek başka bir varyasyon nazofrontal kanal veya frontal sinüs ostiumunun agenezisidir. İncelediğimiz kadavraların birinde yapılan BT incelemesinde frontal sinüsün her iki tarafta geliştiği görülmüştür. İntersinüs septumda fenestrasyon bulunmaktadır, ayrıca BT incelemeleri iki tarafta da frontal reses varlığını göstermektedir. Fakat diseksiyon sırasında sağ tarafta frontal reseste bir kanal veya ostium bulunamadı. Bu esnada frontal sinüsü bulmak için yapılacak manipülasyonlar ciddi komplikasyonlara yol açabilir. Böyle bir anatomide frontal sinüzit varlığı kontralateral tarafta hastalık varlığını düşündürmelidir. Vakanın frontal kemik ön duvarı çıkartılarak sadece solda bir tane frontal ostiumu olduğu görüldü. Sağ frontal sinüs intersinüs septumdan karşıya drene olmaktadır.

Diseksiyon sırasında ayrıca frontal reses posteriorunda, kafa tabanında seyreden anterior ethmoid arterin kemik kanal içinde mi seyrettiği, yoksa zedelenmeye açık olacak şekilde dehisans mı gösterdiği de incelendi. Yapılan çalışmalarda anterior ethmoid arterin %64 oranında çeşitli derecelerde dehisans gösterebileceği bildirilmiştir. (%24 total, %40 parsiyel) (105) Çalışmamızda kadavraların %17'sinde ethmoid arterde total dehisans olduğu bulunmuştur. Arter üzerinde kemik kanal olmaması arteri frontal reses diseksiyonu sırasında zedelenmeye meyilli hale getirir.

Sonuç olarak, frontal reses lokalizasyonu çoğunlukla ethmoid infundibulumun üst devamında, bullanın önünde ve medialdedir. Bu nedenle bullayı

açmaksızın orta konka lateral yüzünü unsinat proses arkasında takip ederek doğrudan frontal resese ulaşmak çoğu kez mümkündür.

SONUÇLAR

Frontal resesin medial kenarı, orta konkanın lateral duvarının devamındadır. Eğer frontal resesi çevreleyen kemikler iyi pnömatize olmuşsa (nazal kemik, frontal kemik, maksiller kemik, lakrimal kemik ve ethmoid kemik) reses çevresinde ve içerisinde çeşitli hücreler bulunabilir. Fakat frontal reses ile orta konka lateral kenarı arasında hücre bulunmaz ve reses daima bulla ön duvarının üst yapışma noktasının önündedir. Frontal ostiumu bulmanın en iyi yolu orta konkaya olabildiğince yakın olmak ve frontal resesi genişletmek için etmoid hücre duvarlarını posteromedialden anterolaterale doğru diseke etmektir. Çoğu vakada anatomi kendini tekrarlar fakat bazı vakalarda değişik formlar görülebilir. Bizim çalışmamızda frontal reseste en sık görülen varyasyon iyi gelişmiş bir nazal hücredir.

KAYNAKLAR

1. Lynch RC. The technique of a radical frontal sinus operation which has given me the best results. *Laryngoscope* 1921;31:1-5.
2. Harris HE. The use of tantalum tubes in frontal sinus surgery. *Cleve Clin Q* 1948;15:129-133.
3. Goodale RL. Some causes for failure in frontal sinus surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1942;51:648-652.
4. Weille FL. The problem of secondary frontal sinus surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1946;55:372-397.
5. Sewall EC. External operation on the ethmoidal-frontal group of sinuses under local anesthesia: technique for removal of part of optic foramen wall for relief of pressure on optic nerve. *Arch Otolaryngol* 1926;4:377-411.
6. Dokianakis GS, Helidonis E, Karamitsos D, et al. Use of a new mucoperiosteal flap from the upper lateral nasal wall in frontal sinus surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1981;98:912-917.
7. Goodale RL. The use of tantalum in radical frontal sinus surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1945;54:757-762.
8. Sewall EC. External frontoethmoid-ethmoid-sphenoid operation: new mucosal flap for controlling frontonasal drainage and granulation tissue-review of sphenoid technic. *Arch Otolaryngol* 1934;20:57-60.
9. Hardy JM, Montgomery WW. Osteoplastic frontal sinusotomy: an analysis of 250 operations. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1976;85:523-532.
10. Mosher HP. The applied anatomy and the intra-nasal surgery of the ethmoidal labyrinth. *Laryngoscope* 1913;23:881-907.
11. Killian G. Die Killianische Radicaloperation Chronischer Stirnhohleneiterungen. Part II. Weiteres Kasuistisches Material and Zusammenfassung. *Arch Laryngol Rhinol* 1903;13:59-65.
12. van Alyea OE. Frontal cells: an anatomic study of these cells with consideration of their clinical significance. *Arch Otolaryngol* 1941;34:11-23.
13. van Alyea OE. Ethmoid labyrinth. *Arch Otolaryngol* 1939; 29:881-902.
14. van Alyea OE. Frontal sinus drainage. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1946;55:267-277.

15. Kuhn FA, Javer AR. Primary endoscopic management of the frontal sinus. *Otolaryngol Clin North Am* 2001;34:59-75
16. Wells R. Abscess of the frontal sinus. *Lancet* 1870;1:694-695.
17. Schaeffer JP. *The Nose, Paranasal Sinuses, Nasolacrimal Passageways, and Olfactory Organ in Man*. Philadelphia: Blakiston; 1920.
18. Jacobs JB. 100 years of frontal sinus surgery. *Laryngoscope* 1997;107(11 Pt 2):1-36.
19. Pratt JA. The present status of the intranasal ethmoid operation. *Arch Otolaryngol* 1925;1:42-50.
20. Ogston A. Trephining the frontal sinus for catarrhal diseases. *The Medical Chronicle No 3*. 1884;3:235-238.
21. Luc H. *Lecons Sur Le Suppurations de L'Oreille Moyenne et des Cavities Accessoires des Fosses Nsales et leurs Complications Endocraniennes*. Paris: Baillere; 1900.
22. Coakley CG. Frontal sinusitis: diagnosis, treatment, and results. *Trans Am Laryngol Rhinol Otol Soc* 1905;11:101-135.
23. Logan-Turner A. The operative treatment of chronic suppuration of the frontal sinus. *J Am Med Assoc* 1905;44:446-455.
24. Lyman EH. The place of the obliterative operation in frontal sinus surgery. *Laryngoscope* 1950;60:407-441.
25. Lack L. *The Diseases of the Nose and its Accessory Sinuses*. London: Longmans, Green; 1906.
26. Riedel-Schenke H. Cited by Goodale RH. The radical obliterative frontal sinus operation: a consideration of technical factors in difficult cases. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1955; 64:470-485.
27. Skillern RH. Untoward results following the external operation on the frontal sinus: a critical review of twenty cases. *Laryngoscope* 1913;23:1063-1072.
28. Hajek M. *Pathology and treatment of the inflammatory diseases of the nasal accessory sinuses*. St. Louis: CV Mosby, 1903.
29. Lothrop HA. Frontal sinus suppuration with results of new operative procedure. *JAMA* 1915;65:153-160.

30. Lothrop HA. The treatment of frontal sinus suppuration. *Laryngoscope* 1917;27:1-13.
31. Mosher HP. A method of obliterating the naso-frontal duct and catheterizing the frontal sinus. *Laryngoscope* 1911; 21:946-947.
32. Lillie HL, Anderson CM. The two-stage operation for suppurative frontal sinusitis with external manifestations. *Arch Otolaryngol* 1927;5:152-161.
33. Good RH. Frontal sinusitis: conclusions arrived at from over 300 intranasal operations. *Laryngoscope* 1935;45:389-397.
34. Williams HL, Mousel LH. Diagnosis and treatment of chronic disease of the paranasal sinuses. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1940;49:466-489.
35. Dixon FW. Clinical results in patients treated by intranasal ethmoidectomy. *Arch Otolaryngol* 1946;43:59-62.
36. Williams H, Holman CB. The causes and avoidance of failure in surgery for chronic suppuration of the fronto-ethmoid-sphenoid complex of sinuses: with a previously unreported anomaly which produces chronicity and recurrence, and the description of a surgical technique usually producing a cure of the disease. *Laryngoscope* 1962;72:1179-1227.
37. Mosher HP. My milestones. *Laryngoscope* 1946;56:639-652.
38. Goodale RL. Ten years' experience in the use of tantalum in frontal sinus surgery. *Laryngoscope* 1954;64:65-72.
39. Anthony DH. Use of Ingals gold tube in frontal sinus operations. *South Med J* 1940;33:949-55.
40. Scharfe ED. The use of tantalum in otolaryngology. *Arch Otolaryngol* 1953;58:133-140.
41. Erich JB, New GB. An acrylic obturator employed in The repair of an obstructed frontonasal duct. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 1947;51:628-640.
42. Barton RT. Dacron prosthesis in frontal sinus surgery. *Laryngoscope* 1972;82:1799-1805.
43. Baron SH, Dedo HH, Henry CR. The mucoperiosteal flap in frontal sinus surgery. *Laryngoscope* 1973;83:1266-1280.

44. Sewall EC. The operative treatment of nasal sinus disease. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1935;44:307-316.
45. McNaught RC. A refinement of the external frontoethmoid-sphenoid operation: a new nasofrontal pedicle flap. *Arch Otolaryngol* 1936;23:544-549.
46. Boyden GL. Chronic frontal sinusitis: end results of surgical treatment. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 1957; 61:588-591.
47. Ogura JH, Watson RK, Jurema AA. Frontal sinus surgery: the use of a mucoperiosteal flap for reconstruction of a nasofrontal duct. *Laryngoscope* 1960;70:1229-1243.
48. Neel HB, Whicker JH, Lake CF. Thin rubber sheeting in frontal sinus surgery animal and clinical studies. *Laryngoscope* 1976;86:524-536.
49. Neel HB, McDonald TJ, Facer GW. Modified Lynch procedure for chronic frontal sinus diseases: rationale, technique, and long-term results. *Laryngoscope* 1987;97:1274-1279.
50. Bosley WR. Osteoplastic obliteration of the frontal sinuses: a review of 100 patients. *Laryngoscope* 1972;82:1463-1476.
51. Hoffman S. Osteoplastic operation on the frontal sinus for chronic suppuration. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1904;13:594-598.
52. Beck JC. A new method of external frontal operation without deformity. *JAMA* 1908;51:451-455.
53. Bergara AR, Bergara C. Chronic frontoethmoidal sinusitis: osteoplastic method according to author's technique. *Ann Otorhinolaryngol (Uruguay)* 1995;5:192-200.
54. Schonborn and Brieger. Cited by Donald PJ. Surgical management of frontal sinus infections. In: Donald PJ, Gluckman JR, Rice DH, eds. *The Sinuses*. New York: Raven; 1994:201-233.
55. Goodale RL, Montgomery WW. Experiences with osteoplastic anterior wall approach to frontal sinus. *Arch Otolaryngol* 1958;68:271-283.
56. MacBeth R. The osteoplastic operation for chronic infection of the frontal sinus. *J Laryngol Otol* 1954;68:465-477.

57. Hilding A. Experimental surgery of the nose and sinuses. Part III. Results following partial and complete removal of the mucous membrane lining from the frontal sinus of the dog. *Arch Otolaryngol* 1933;17:760-768.
58. Walsh TE. Experimental surgery of the frontal sinus: the role of the ostium and nasofrontal duct in postoperative healing. *Laryngoscope* 1943;53:75-92.
59. Sessions RB, Alford BR, Stratton C. Current concepts of frontal sinus surgery: an appraisal of the osteoplastic flap-fat obliteration operation. *Laryngoscope* 1972;82:918-921.
60. Messerklinger W. *Endoscopy of the Nose*. Baltimore: Urban and Schwarzenberg; 1978.
61. Friedman M, Bliznikas D, Ramakrishnan V, Joseph NJ, Landsberg R. Long-term results after endoscopic sinus surgery involving frontal recess dissection. *Laryngoscope* 2006;116:573-579.
62. Stammberger H. Endoscopic endonasal surgery-new concepts in treatment of recurring sinusitis. Part II. Surgical technique. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1985;94:147-156.
63. Kennedy DW, Zinreich SJ, Rosenbaum AE, Johns ME. Functional endoscopic sinus surgery. Theory and diagnostic evaluation. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1985;11:576-582.
64. Senior BA, Kennedy DW, Tanabodee J, Kroger H, Hassab M, Lanza DC. Long-term results of functional endoscopic sinus surgery. *Laryngoscope* 1998;108:108-157.
65. Levine HL. Functional endoscopic sinus surgery: evaluation, surgery, and follow-up of 250 patients. *Laryngoscope*. 1990;100(1):79-84.
66. Rainer W, Draf W, Kratzsch B, Hosemann W, Schaefer SD. Modern concepts of frontal sinus surgery. *Laryngoscope* 2001;111:137-146.
67. Draf W. Endonasal micro-endoscopic frontal sinus surgery, the Fulda concept. *Operative Techniques in Otolaryngology—Head and Neck Surgery* 199;2:234–240.
68. Draf W, Weber R, Keerl R, Constantinidis J. Aspects of frontal sinus surgery. Part I: Endonasal frontal sinus drainage for inflammatory sinus disease. *HNO* 1995;43:352–357.

69. Har-El G, Lucente FE. Endoscopic intranasal frontal sinusotomy. *Laryngoscope* 1995;105:440–443.
70. Lothrop HA. The anatomy and surgery of the frontal sinus and anterior ethmoidal cells. *Annals of Surg* 1898;28:611-638.
71. Peynegre R, Rouvier P. Anatomy and anatomical variations of the paranasal sinuses. Influence on sinus dysfunction. In *Diseases of the Sinuses: A Comprehensive Textbook of Diagnosis and Treatment*, Gershwin ME, Incaudo GA, Humana Pres, New Jersey 1996:3-32.
72. Sadler TW. *Langman's Medical Embryology*, Ninth Ed Lippincott Williams&Wilkins, Philadelphia 2004:363-401.
73. Schaefer JP. The genesis, development and adult anatomy of the nasofrontal region in man. *Am J Anatomy* 1916;20(1):125-145.
74. Coffin LA. The development of the accessory sinuses of the nose. *Am J Med Sci* 1905;129:297-311.
75. van Alyea OE. *Nasal sinuses: an anatomic and clinical consideration*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1951.
76. Ritter FN. *The Paranasal Sinuses: Anatomy and Surgical Technique*. edn 2. St. Louis: CV Mosby; 1978.
77. Skillern RH. *The Accessory Sinuses of the Nose*. Philadelphia: JB Lippincott; 1923.
78. Turner AL. *The Accessory Sinuses of the Nose*. New York: Longmans Green; 1902.
79. Davis WB. *Development and Anatomy of the Nasal Accessory Sinuses in Man*. Philadelphia: WB Saunders; 1914.
80. Kasper KA. Nasofrontal connections: a study based on one hundred consecutive dissections. *Arch Otolaryngol* 1936;32:322-343.
81. Cryer MH. Some variations in the frontal sinus. *JAMA* 1907;44:284-289.
82. Kuhn FA. Surgery of the frontal sinus in diseases of the sinuses diagnosis and management. In *Diseases of the Sinuses*, Kennedy DW et al B.C.Decker, Hamilton.London 2001;281-301.
83. Lang J. *Clinical Anatomy of the Nose Nasal Cavity and Paranasal Sinuses*. New York: Thieme; 1989.

84. Spaeth J, Krugelstein U, Schlondorff G, The paranasal sinuses in CT imaging: development from birth to age 25. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1997;39(1):25-40.
85. Duque CS, Casiano RR. Surgical anatomy and embryology of the frontal sinus. In *The Frontal Sinus*, eds. Kountakis S, Senior B, Draf W Springer Verlag, Berlin 2005;21-31.
86. Wormald PJ. The agger nasi cell: the key to understanding the anatomy of the frontal recess. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003;129(5):497-507.
87. Aydınoğlu A, Kavaklı A, Erdem S. Absence of frontal sinus in Turkish individuals. *Yonsei Medical Jnl* 2003;44(2):215-218.
88. Loury MC. Endoscopic frontal recess and frontal sinus ostium dissection. *Laryngoscope* 1993;103:455-458.
89. Friedman M, Bliznikas D, Vidyasagar R, Landsberg R. Frontal sinus surgery 2004: update of clinical anatomy and surgical techniques. *Oper Tech Otolaryngol Head Neck Surg* 2004;15(1):23-34.
90. Wormald PJ. *Endoscopic Sinus Surgery*, Thieme, New York 2005;35-53.
91. Keros P. Über die praktische Bedeutung der Niveauunterschiede der Lamina cribrosa des Ethmoides. *Laryngol Rhinol Otol (Stuttg)* 1965;41:808-813.
92. Lee WT, Kuhn FA, Citardi MJ. 3D computed tomographic analysis of frontal recess anatomy in patients without frontal sinusitis. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2004;131:164-173.
93. Bent JP III, Cuijly-Siller C, Kuhn FA. The frontal cell as a cause of frontal sinus obstruction. *Am J Rhinol* 1994; 8:185-92.
94. Landsberg R, Friedman M. A computer assisted anatomical study of nasofrontal region. *Laryngoscope* 2001;111:2125-2130.
95. McLaughlin RB Jr, Rehl RM, Lanza DC. Clinically relevant frontal sinus anatomy and physiology. *Otolaryngol Clin North Am* 2001;34:1-22.
96. Owen GR, Kuhn FA. Supraorbital ethmoid cell. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1997;116:2540-2561.
97. Merritt RM, Bent JP III, Kuhn FA. The intersinus septal cell: anatomic, radiologic and clinical correlation. *Am J Rhinol* 1996;10:299-302.

98. Lessa MM, Voegels RL, Filho BC, Sakae F, Butugan O, Wolf G. Frontal recess anatomy study by endoscopic dissection in cadavers. *Rev Bras Otorhinolaringol* 2007;73(2):204-209.
99. Bolger WE, Butzin CA, Parsons DS. Paranasal sinus bony anatomic variations and mucosal abnormalities: CT analysis for endoscopic sinus surgery. *Laryngoscope* 1991;101:56-64.
100. Messerklinger W. On the drainage of the normal frontal sinuses of man. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1976;63:176-181.
101. Bradley DT, Kountakis SE. The role of agger nasi air cells in patients requiring revision endoscopic frontal sinus surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2004;131(4):525-527.
102. Yorulmaz İ, Küçük B, Elhan A, Tekdemir İ. Endoskopik sfenoetmoidektomi için cerrahi anatomi Endo-Press, Tuttlingen, 2003.
103. DelGaudio JM, Hudgins PA, Venkatraman G, Beningfield A. Multiplanar computed tomographic analysis of frontal recess cells. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2005;131:230-235
104. Bolger WE, Mawn CB. Analysis of the suprabullar and retrobullar recesses for endoscopic sinus surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl.* 2001;186:3-14.
105. Araujo Filho BC, Weber R, Pinheiro Neto CD, Lessa MM, Voegels RL, Butugan O. Endoscopic anatomy of the anterior ethmoidal artery: a cadaveric dissection study. *Rev Bras Otorhinolaringol* 2006;72(3):303-308.