

T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
İSTANBUL OKMEYDANI EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
KULAK BURUN BOĞAZ KLİNİĞİ
Şef: Doç.Dr.İlhan Topaloğlu

**KRONİK OTİTİS MEDIA CERRAHİSİNDE
İNTRAOPERATİF FASİYAL SİNİR
MONİTORİZASYONU**
(Uzmanlık Tezi)

DR.BELGİN TUTAR

İSTANBUL 2005

ÖNSÖZ

Uzmalık eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, her konuda yakın ilgi ve desteğini gördüğüm değerli hocam, Sayın Doç.Dr. İlhan Topaloğlu' na en içten teşekkürlerimi sunarım.

Hastanemiz Başhekimi Sayın Dr. Fehmi Baran' a eğitime olan katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Klinikte sevgi ve saygı çemberi içinde çalıştığım bana destek olan değerli uzmanlarım Op.Dr. Levent Eker'e, Op.Dr. Mustafa Kuzdere'ye, Op.Dr. Mustafa Baltaoğlu'na, Op.Dr.Tamer Haliloğlu'na, Op.Dr.Güven Yıldırım'a, Op.Dr.Volkan Işıksaçan'a, Op.Dr.Yalçın Varnalı'ya, Op.Dr.Şenel Beysel'e, Op.Dr.Bennur Çetindağ'a, Op.Dr.Güler Berkiten'e, Op.Dr.Ayşe Hatipoğlu'na teşekkür ederim.

Beraber asistan olarak çalıştığım değerli arkadaşlarım Op.Dr.Fethi Eskin'e, Op.Dr.Abdülkadir Bucak'a, Op.Dr.Seçkin Ulusoy'a, Op.Dr.Hüseyin Kadehçi'ye, Op.Dr. Bülent Karapınar'a , Dr.Halil Akgün'e, Dr.Onur Göksel'e, Dr.Şenol Baş'a, Dr.Hasan Yılmaz'a, Dr.Mahmut Babalık'a, Dr.Yavuz Atar'a, Dr.Bünyamin Turhan'a, Dr.Enise Tekin'e, Dr.Perihan Taşkale'ye, Dr.Serhat Yaslıkaya'ya teşekkür ederim.

Uyum içinde çalıştığım KBB Kliniği ve ameliyathane hemşire ve personeline ayrıca teşekkür ederim.

Her zaman olduğu gibi ihtisas süresince de bana destek olan sevgili eşim, Uzm.Dr.İlyas Tutar'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1 FASİYAL SİNİRİN EMBRİYOLOJİK GELİŞİMİ.....	2
2.2 FASİYAL SİNİRİN KLİNİK VE CERRAHİ ANATOMİSİ.....	3
2.3 FASİYAL KANALIN ANOMALİLERİ VE ANATOMİK.....	15
VARYASYONLARI	
2.4 İNTRAOPERATİF FASİYAL SİNİR	27
MONİTORİZASYONU TARİHÇESİ	
2.5 İNTRAOPERATİF FASİYAL SİNİR	28
MONİTORİZASYONU TEORİSİ	
2.6 FASİYAL SİNİR MONİTORİZASYONUNDA.....	31
KULLANILAN CİHAZLAR	
2.7 FASİYAL SİNİR MONİTORİZASYONUNUN.....	34
FAYDALARI	
2.8 FASİYAL SİNİR MONİTORİZASYONU.....	34
UYGULAMALARI	
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	37
4. BULGULAR.....	39
5. TARTIŞMA.....	40
6. SONUÇ.....	47
7. ÖZET.....	48
8. KAYNAKLAR.....	49

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Nörootolojik ve kafa tabanına yönelik cerrahi prosedürlerde (özellikle akustik nörinoma ve diğer serebellopontin köşe tümörleri) intraoperatif fasiyal sinir monitorizasyonunu kullanmak uzun yıllardır değerli bir metod olarak kabul edilmiştir. Oysa kronik otit cerrahisinde elektriksel veya mekanik stimülasyonun değeri çok daha az tanımlanmıştır. Orta kulak ve mastoid cerrahisinde fasiyal sinir; koklea, oval pencere, stapes, lateral semisirküler kanal, inkus, vestibüle yakınlığından dolayı kolayca yaralanabilir. Fasiyal sinirin dehisansları, anormal anatomisi, iyatrojenik yaralanmaları arttırır. Monitorizasyon kemik ya da yumuşak doku içerisinde fasiyal sinirin lokalizasyonu ve sinirin üzerindeki kemiğin derinliği hakkında bize bilgi verecektir.

Bu çalışma, SSK Okmeydanı Eğitim Hastanesinde 2003 Aralık ve 2004 Aralık tarihleri arasında tedavi gören 28 kronik otitli hastayı kapsamaktadır. Hastaların operasyonunda Xomed- Treace Nerve Integrity Monitor, NIM-2 sistem kullanılmıştır. Elektrofizyolojik monitorizasyon hakkındaki bilgiler ve cerrahi sonuçlar analiz edilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 FASİYAL SİNİRİN EMBRİYOLOJİK GELİŞİMİ

Fasiyal sinirin normal seyri, dallanması, kendi içinde ve diğer sinirlerle olan bağlantısı; doğumdan önce, embriyonel hayatın ilk 3 ayında gerçekleşmektedir. Bununla birlikte fasiyal sinirin gelişmesi doğumdan sonraki ilk dört yılın sonunda tamamlanır.

Fasiyal sinire ilişkin ilk doku gebeliğin ilk üç haftasında ortaya çıkar. Bu haftada embriyo henüz 3 mm büyüklüğündedir. Bu devrede nöral krest rombensefalonun arka ve yanında hücre topluluğu olarak belirmiştir ve otik kapsülün ön kısmında yer almaktadır. Bu hücrelerden aynı zamanda, VIII. kranyal sinir (vestibülokoklear sinir) de kaynak alır; bu hücre grubu bu nedenle akustikofasiyal primordiyum olarak adlandırılmaktadır (1, 14). Bu primordiyum 4. hafta sonunda daha belirgin hale gelmektedir; bu haftada embriyo 13.4 mm büyüklüğündedir. Fasiyal sinir primordiyumun dış tarafında yer almıştır ve ektodermin kalınlaşmış kısmı ile ilişkidir. Bu kalınlaşmış ektoderme 'placode' adı verilmektedir (1, 14). Otuz iki günlük embriyoda genikulat ganglion ve korda timpani de belirir ve sinirler ikinci farengeal arkın mezenşiminde sonlanırlar. Mezenşim bu noktada kalınlaşarak fasiyal sinirin ana gövdesini yapacaktır. Bunun önünde ise korda timpani gelişmektedir.

Akustikofasiyal primordiyuma yakın kısmında, fasiyal ve akustik parçalar olmak üzere iki ayrı parçaya ayrılır. Bu bölge 5. hafta sonunda belirginleşir. Bu zamanda fasiyal sinirin motor nükleusu da tanınmaya başlar: Nükleus ikiye ayrılır; küçük ve arkada kalan parça, aksesuar sinir nükleusunu meydana getirirken; önde kalan büyük parça ise esas çekirdeği oluşturacaktır. VI. ve VII. sinir nükleusları birbiri ile çok yakın ilişkidir ve ponsa yerleşmişlerdir. Pons mezensefalonun bir alt parçası olarak ortaya çıkar. Mezensefalonun gelişmesi ile VI. sinir çekirdeği yukarı doğru yer değiştirir ve fasiyal sinir çekirdeğinden ayrılır. Fasiyal sinir lifleri VI. sinir çekirdeğinin etrafından dolaşırlar; buna fasiyal sinirin *internal genu*'su yani iç dirseği denir (1).

Gebeliğin 7. haftasında fasiyal sinir kökleri belirgin hale geçer. Aynı zaman diliminde genikulat ganglionda belirgin hale gelmiştir. N. Intermedius fasiyal sinirin duysal parçasını oluşturur. Beyin sapını fasiyal sinir ve VIII. sinir arasından terk eder.

37 günlük bir embriyoda VII. ve VIII. sinir birbirlerinden tamamen ayrılmışlardır. Fasiyal sinir genikulat ganglionun dışında dolaşırken koklea ile yakın ilişkide bulunmaktadır. Embriyo 44 günlük olduğunda ise genikulat ganglionun alt tarafından koklea spiralleri belirlemeye başlar (1). Stapes kası ve Reichert kıkırdağı da ortaya çıkar. Bunlara bağlı olarak korda timpaninin de yeri değişir ve konkav gidişe döner. Embryo 48 günlük olduğunda ise koklear kanal spiralleri fasiyal sinirin önüne geçer. Stapes ve stapes kası fasiyal sinirin derinine

doğru bombeleşir. Fasiyal sinirin horizontal parçasının ön ve altına doğru yer değiştirir. Fasiyal sinirin en ön tarafında petrozal siniri verir ve posterior aurikular dal da ortaya çıkar.

Fasiyal sinirin temporal kemik içinde seyri, beyinden vertikal bir şekilde ikinci brankial arka ulaşır. Fakat 6. haftadan itibaren sinir genikulat gangliondan arkaya doğru kıvrılır. Kısa bir horizontal yoldan sonra yeniden vertikal duruma gelir ve ikinci brankial arka ulaşır. Bu şekilde dış dirsek belirgin hale gelmiş olur. Fasiyal sinirin seyri 8. hafta sonunda membranöz labirent çevresinde kıkırdak otik kapsül oluştuktan sonra son halini alır. İki hafta sonra kıkırdak kemikleşmeye başlar ve fasiyal sinir çevresindeki kemik duvar ancak 5. aydan sonra oluşur (bazı olgularda doğumda bile tam olarak oluşmaz).

Temporal kemik içinde fasiyal sinirin ilk verdiği dal korda timpanidir (14). Bunu majör petrozal sinir izler. Korda timpani gebeliğin 5. haftasında birinci farengeal cebin önünde belirir ve V. kranyal sinirin mandibular dalı yakınında sonlanır. Bir hafta sonra submandibular bez ortaya çıkar. V. kranyal sinirin de lingual dalı da belirgin olur. Lingual sinir ve korda timpani 7. haftanın sonunda birbirleri ile birleşirler (1,14).

FASİYAL SİNİRİN DOĞUMDAN SONRAKİ GELİŞİMİ

Doğumda mastoid henüz gelişmemiştir ve timpanik halka dardır. Fasiyal sinir mastoidden çıkışında hemen deri altında bulunur. Bu durum 2-4 yaşına kadar devam eder (14).

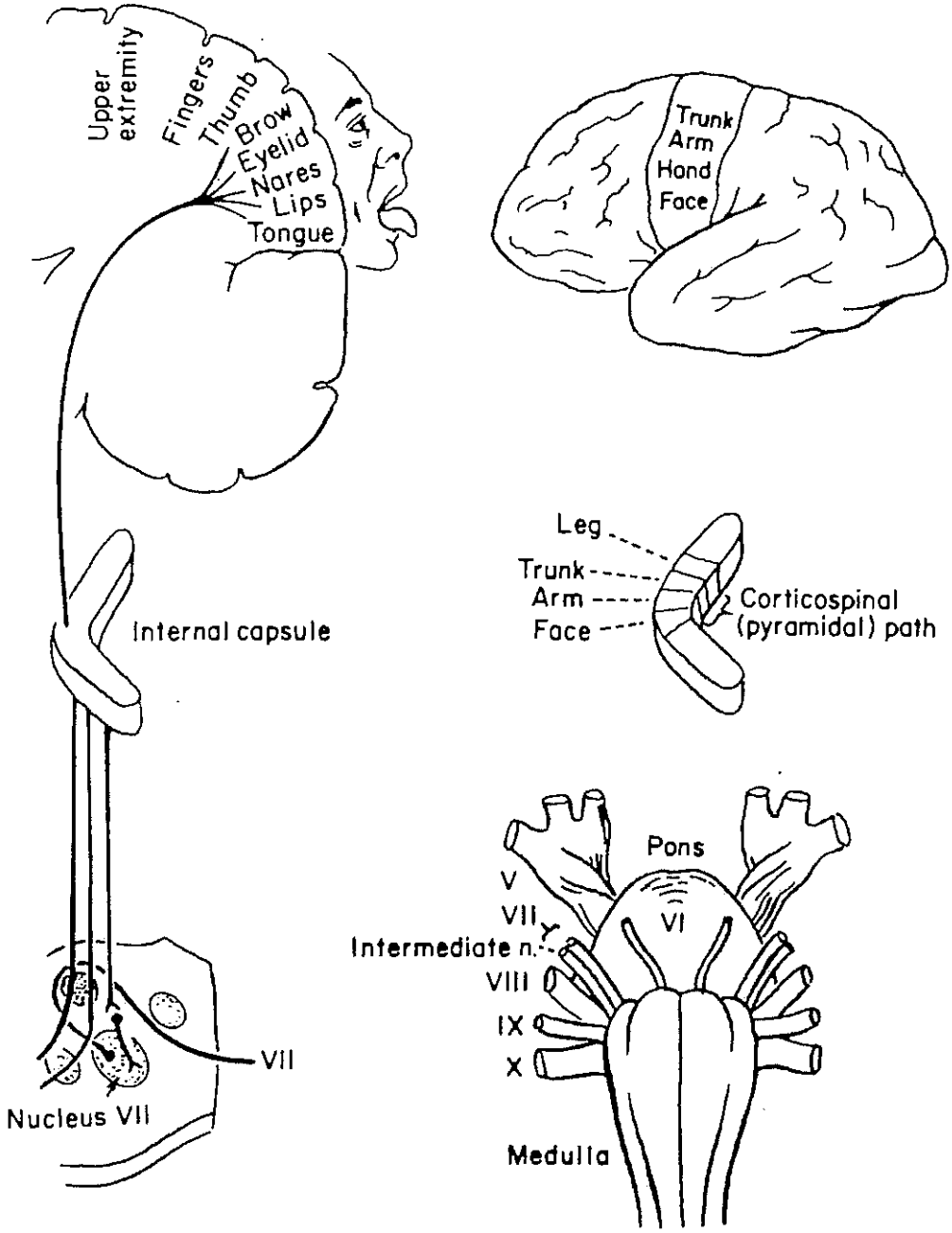
2.2 FASİYAL SİNİRİN KLİNİK VE CERRAHİ ANATOMİSİ

Fasiyal sinir, VII. kranyal sinir olup motor, parasempatik ve sensitif lifleri birlikte taşıyan karma bir sinirdir.

2.2.1. İNTRAKRANYAL BÖLÜM

Fasiyal sinirin intrakranyal bölümü: istemli motor kompleks, internal kapsülün dirseği, ekstrapiramidal sistem, üst orta beyin, aşağı beyin sapı, ponstaki fasiyal sinir nükleusları ve serebellopontin kısımlarından oluşur (1,14,20).

Fasiyal kasların istemli cevapları serebral korteksin uygun bölgelerinden kaynaklanan elektriksel boşalma ile sağlanır (motor yüz alanı presentral ve postsentral gyruslarda yer alır). Motor yüz alanında bu elektriksel akım internal kapsüle kortikobulber trakt ile taşınır. Buradan üst orta beyin ve aşağı beyin sapına gelir. Aşağı beyin sapı ponstaki fasiyal sinir nükleusları ile sinaps yapar. (Resim 1)



Resim 1: Pontin nükleustan kortekse kadar piramidal sistem anatomisi

Fasiyal sinir, ponsun alt bölgesinde olive ve retriform body arasındaki reseste ortaya çıkan iki kökten oluşur. Motor kök orta kalınlıkta, duysal kök veya Wrisberg (nervus intermedius) zayıf bir daldır (14). N. Intermedius, motor kökün posteriorunda uzanır. Fasiyal nükleus beşinci sinirin spinal nükleusunun medial tarafında, abduzens nükleusunun ventrolateralinde uzanır.

Fasiyal sinir ponsa uzun ve komplike bir yol izler. İlk önce fibriller fasiyal nükleusun dorsalinden meydana çıkarlar ve dorsomediale ilerleyerek altıncı sinir nükleusunun medialine gelir. Daha sonra altıncı sinir nükleusunun superior ve dorsal yüzünden laterale kıvrılır ve fasiyal kollikulusu örten epandimanın altına girer. Fibriller ventrolateral ve aşağı ilerler ve beşinci sinirin spinal nükleusu ve

fasiyal nükleus arasından geçerler. Bu rotada devam edip basiler bölümden geçerek ponsun alt sınırından çıkarlar (1,20).

Motor kök ponsun tegmental parçasındaki fasiyal nükleustan doğar. İkinci farengial arktan gelişen kaslara giden (yüz kasları, aurikula, skalp, platisma, diğastrik kasın arka karnı, stlohyoid kas ve stapedius kası) lifleri içerir.

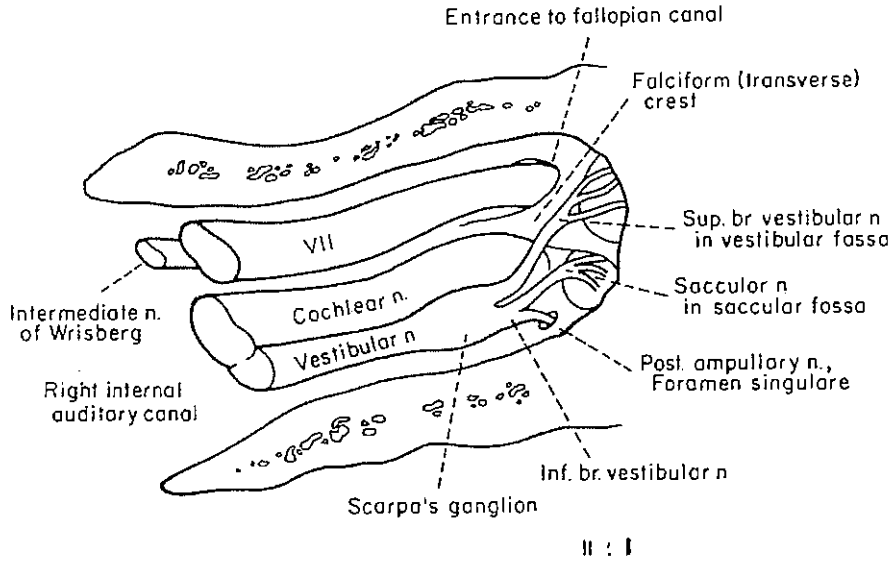
Fasiyal sinir, daha küçük bir sinir olan N. İntermedius (Wrisberg) ile birlikte beyin sapından çıkar. Wrisberg, fasiyal sinir ve vestibüloakustik sinirin arasından serebellopontin köşe bölgesinden geçer. Sinirler çevresinde epineurium bulunmaz, piameter ile kaplıdır ve serebrospinal sıvı içinde bulunur (1,14,20). Fasiyal sinir ve intermedius sinirinin beyin sapından çıktığı yerden internal akustik kanala girdiği yer arasında 23-24 mm vardır. Fasiyal ve intermedius sinirleri vestibüloakustik sinirin yukarı ve önünde yer alırlar.

2.2.II. İNTRATEMPORAL BÖLÜM

Fasiyal sinir, internal akustik kanaldan Wrisberg siniri ve vestibüloakustik sinir ile birlikte geçer. Fasiyal sinir meatusun anterosuperior segmentini işgal eder ve sığ bir olukta uzanır. Burada internal akustik kanal periostunun komşuluğundadır. Periost iç taraftan başlayarak kalınlaşmakta ve internal kanalın dibinde kemik çıkıntı haline gelmektedir. *Transvers krest* adı verilen bu çıkıntı internal kanalı üst ve alt olmak üzere ikiye ayırır. Ayrıca fasiyal sinirin arkasında da periostun kalınlaşması ile vertikal bir krest (*Bill's bar*) oluşur ve fasiyal siniri arkadan iter (1, 4, 20, 32). Fasiyal sinir ve intermedius siniri fasiyal kanala (Fallop kanalı) oblik olarak girerler .

Fasiyal kanal petrozadan kıvrımlı bir yol izleyerek geçer. Bu yol çeşitli bölümlere ayrılır:

- A. İnternal akustik kanaldan genikulat gangliona uzanan ilk yol: Labirentin segment.
- B. Keskin açı ile ilk dönüş .
- C. Timpanumun tepesinden geçen ikinci düz yol: Timpanik segment.
- D. İkinci dönüş .
- E. Üçüncü ve son düz parça: İnterior ve az miktarda posteriora gider ve stylomastoid foramende sonlanır : Mastoid segment.



Resim 2: İnternal akustik kanalın sağ önden görünüşünün şematik şekli

II.A. FASİYAL KANALIN İLK PARÇASI: LABİRENTİN SEGMENT

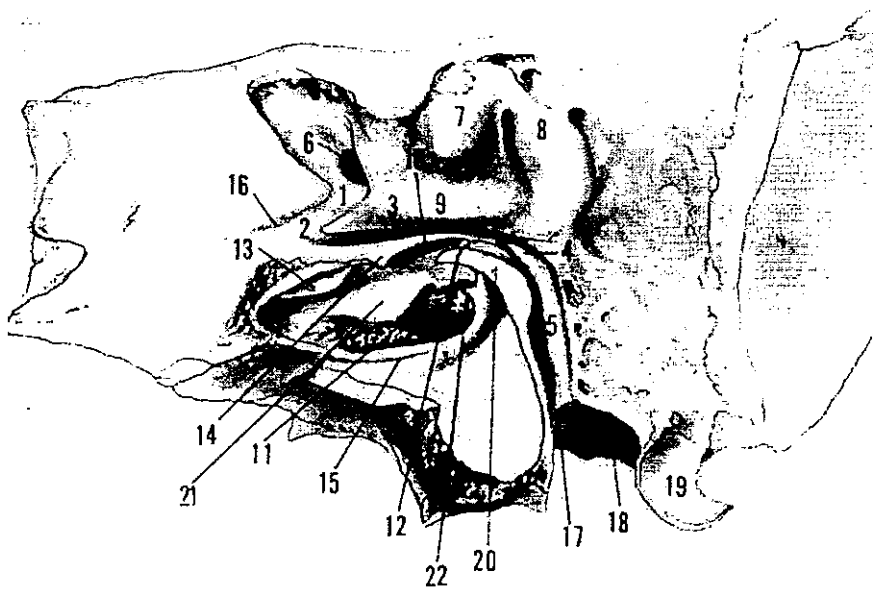
Fasiyal kanalın internal akustik kanaldaki ağzı 0.68 mm çapındadır (1, 12, 16). Kanalın anterosuperior duvarına açılır. Yukarda fasiyal kanal internal akustik kanalın tavanını oluşturur. Fasiyal kanal anterior yönde petrozadan geçer ve petrozal aksa neredeyse diktir. Genikulat fossaya gelir.

Fasiyal kanalın ilk horizontal parçası fasiyal sinir ve intermedius sinirini içerir. Uzunluğu 3-5 mm'dir (14). Fasiyal kanalın ilk parçasının başlangıcında vertikal krestin olduğu yerde bir darlık vardır. Burada internal meatusun periostu daha kalındır ve kanalın diğer bölümlerine göre fasiyal sinir daha dar bir alanda yer alır. Bell's paralizi nedeni ile dekompresyon yapılacaksa bu dar alanın periostu mutlaka kesilmelidir (14, 20).

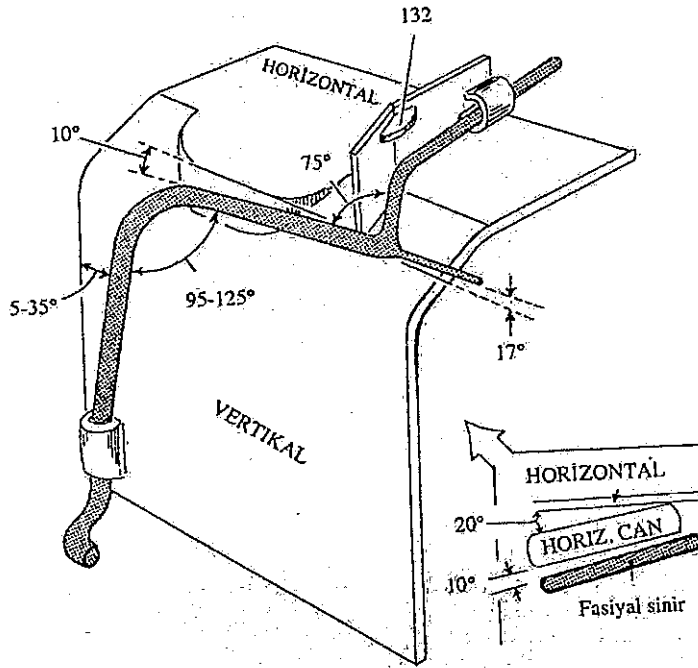
Fasiyal sinir fasiyal kanala girince üç morfolojik özellik gösterir:

1. Sinirlerin internal akustik kanalda piameterden oluşan kılıfları olsada fasiyal kanala girince kılıfları kalkar ve sinir arachnoid ile devam eder. Bu arachnoidal piameter/ durameter birleşme yeri kanalın fundusunda yer alır ama foramenin yakınında da olabilir.
2. Sinirin 0.68 mm'lik dar bir alanı vardır. Bu normal bir yapıdır.
3. Sinir 132 derecelik açı ile anteromedial yöne doğru ilerler.

Fasiyal kanal vestibül bölgesinden genikulat fossaya gelir. Fasiyal kanalın ilk parçası ilk dönüşün internal kolunu oluşturur. Eksternal kolu fasiyal kanalın timpanik parçası oluşturur. Dönüşün iki kolu arasında horizontal planla 74 derecelik açı vardır.



Resim 3: Fasiyal kanal. 1: Fasiyal kanalın ilk parçası (interkockleavestibüler), 2: genikulat fossa, 3: fasiyal kanalın ikinci parçası, 4: fasiyal kanalın ikinci dönüşü, 5: fasiyal kanalın üçüncü parçası, 6: internal akustik kanal, 7: superior semisirküler kanallar, 8: posterior semisirküler kanal, 9: lateral semisirküler kanal, 10: oval pencere, 11: yuvarlak pencere nişi, 12: piramidal eminens, 13: tensör timpani kanalı, 14: kokleariform proses, 15: timpanik sulkus, 16: fasiyal hiatus, 17: stylomastoid foramen, 18: digastrik ridge, 19: mastoid hücreler, 20: eksternal kulak kanalının posterior duvarı, 21: promontoryum, 22: korda timpani siniri.



Resim 4: Fasiyal kanalın şematik görünümü

II.B. FASIYAL KANALIN İLK DÖNÜŞÜ VE GENİKULAT FOSSA

Genikulat fossa, dört sinir kanalı için geçiş bölgesidir: fasiyal kanalın santral ve periferik kısımları, major superfisiyel petrozal sinir kanalikuli, minör superfisiyel petrozal sinir kanalikuli. Sıklıkla genikulat fossa tamamen kemik ile kaplıdır ama bazen major superfisiyel sinirin kanalikuli oluşmaz ve fasiyal hiatus genikulat fossaya direk gelir ve durameter ile kaplıdır (20).

Eksternal olarak genikulat fossa kokleariform prosesin önünde, timpanumun superior ve anterior açısı ile kontakt kurar. Küçük hücre yatakları bunun görünmesini engeller, gizler. İnferiorda, genikulat fossa koklea kupulasında yerleşir. İnternal olarak ön petrozal duvarın korteksinde koklea kupulasının oluşturduğu kompakt dokuya komşudur. Superiorda genikulat fossa, petrozanın anterior duvarının korteksi ile ilişkilidir ama bazı vakalarda 3mm'lik geniş bir açıklık bulunur ve burada superior labirentin trakta ait hava hücreleri yer alır. Posteriorda genikulat fossa aralarında 2-3 mm'lik kompakt kemik bulunan vestibülün anterior duvarına komşudur.

Genikulat fossa, genikulat ganglionu (fasiyal kanalın genişleme gösterdiği yer) içerir. Wrisberg'in intermedius siniri ganglionda sonlanır ve superfisiyel petrozal sinir olarak fasiyal hiatustan geçer. Bir parçasıda 1 mm sonra minör superfisiyel petrozal sinir olarak devam eder. Major superfisiyel petrozal sinire paralel seyrederek ve aksesuar fasiyal hiatustan geçer.

Fasiyal kanalın ilk parçası anterior yönde seyrederek ama genikulat fossada ansızın yönünü değiştirir, 75 derecelik açı ile posterior ve hafif laterale ilerler (1,4,20).

Bu dönüşten önce fasiyal kanal vestibülün anteriorunda iken, dönüşten sonra vestibülün yanından geçer. Fasiyal kanalın iki koluda vestibülün anterior kısmını çevreler. Bu noktada fasiyal kanal kranyal kaviteyi tek ettikten sonra labirentin bariyeri de geçmiştir olur.

Genikulat fossanın eksternal komşulukları son zamanlarda araştırma konusu olmuştur. *Anterior epitimpanik sinüs (supratubal resess)* Wygand ve Trillsch (1973) tarafından incelenmiştir (20,32). Sinüs, tensor timpani kası ile orta kafa çukuru tabanı arasında uzanır. Boşluğun uzunluğu, yüksekliği ve genişliği 1.8-5 mm arasında değişir. Bunun medial duvarı genikulat ganglion ile bağlantılıdır ve dehisans gösterebilir. Terminolojik olarak yerinden dolayı sinüse *genikulat sinüs* de denir. Bu alan Hawke ve arkadaşları (1975) tarafından da incelenmiştir. Burada sıklıkla nonlamellar yeni kemik formasyonu saptanmıştır (kulak veya sistemik enfeksiyon olmadan) (20).

İnce bir kemik plate (1.5-3 mm) malleus başının ön tarafındaki epitimpanumdan skutuma uzanır 'COG' (1,20,32). Hoshino ve Suzuki (1978) tarafından tanımlanmıştır (20). Attığın ön kemik duvarını gösterir. Anteriorda (supratubal resess), protimpanum ile bu plate'in bulunduğu alan ile ilişkilidir (12). Aynı yapı Gacek (1980) tarafından da rapor edilmiştir (20). Genikulat

ganglion seviyesinde fasiyal siniri saptamak için cerrahi landmark olarak kullanılmıştır. Gacek, dört aylık fetusun temporal kemiğinde bu yapının fasiyal kanalın timpanik parçasının dış duvarını oluşturduğunu göstermiştir.

II.C. FASIYAL KANALIN İKİNCİ PARÇASI: TİMPANİK SEGMENT

Fasiyal kanalın timpanik segmenti yaklaşık 10-12 mm uzunluğundadır. Genikulat gangliondan timpanumun posterior duvarına uzanır. Bazen izlediği yol horizontal semisirküler kanala paraleldir ama sıklıkla inferiora doğru eğilir ve horizontal kanalla en az 10 derece açı oluşturur.

Petröz piramidin longitudinal aksı sagittal plan ile 50-53 derecelik açı yapar. Fasiyal kanalın timpanik parçası aynı sagittal plan ile 35-40 derecelik açı yapar (20). Fasiyal kanalın timpanik parçasının anteriorunda genikulat fossaya doğru bir çizgi uzatılırsa bu çizgi superfisiyel petrozal sinirin trasesini gösterir. Major superfisiyel sinir ile birlikte genikulat ganglion venleri aynı fibröz kılıf içinden geçerler .

Fasiyal kanalın timpanik segmenti horizontal plan ile 37 derecelik açı yapar. Ön parçası daha derinde posterior parçası daha yüzeyselde bulunur (1).

Fasiyal kanalın timpanik parçası eksternal olarak timpanum, internal olarak ise vestibül ile komşuluk gösterir.

Eksternal yüz: Timpanuma bakar.İki uç dışında açık bir yüzeydir. Bu uçlar:

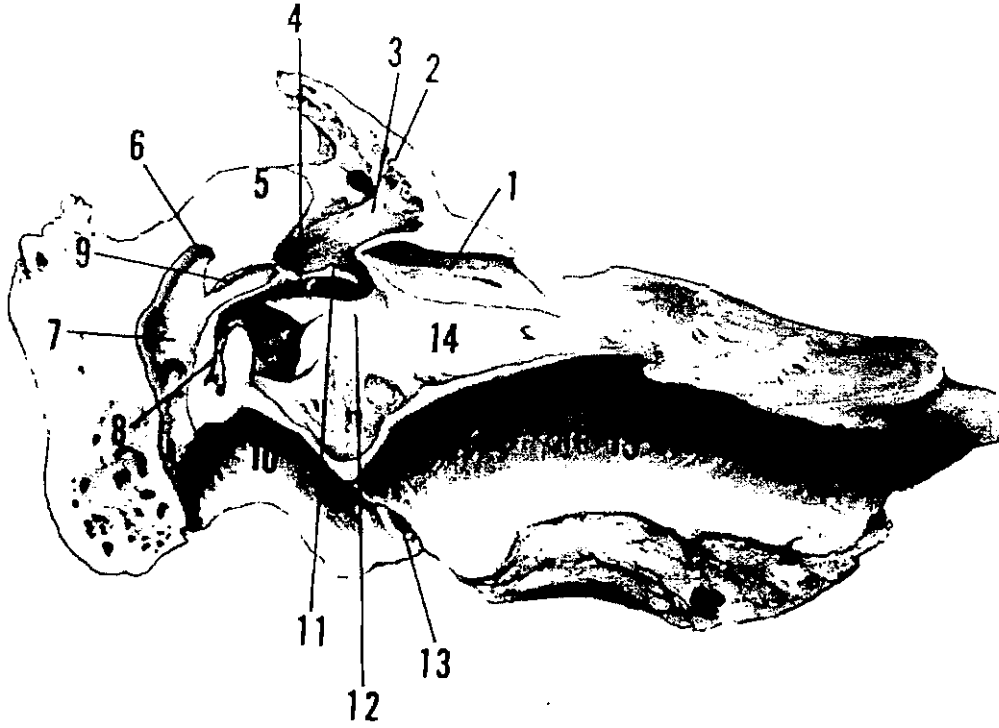
1. Genikulat fossadan çıkar ve küçük hava hücrelerini barındırır.
2. Piramid seviyesinde, styloid kompleksin kemik kısmına uzanır (Reichert kırırdağı).

İki uç arasında fasiyal kanalın eksternal duvarı ince kemik lamel ile kaplıdır. Cerrahi sırasında uygun teknik kullanılmazsa kolayca kırılabilir. Aditus seviyesinde, fasiyal kanalın semisilendirik izdüşümünün aditus tabanında önden arkaya uzandığı görülür. Aşağıda timpanum, yukarda aditus ad antrum bulunur . Kanalın bu parçası 3 mm uzunluğundadır ve cerrahi sırasında net olarak genellikle görülebilir. Burada önden arkaya sırasıyla kokleariform proses, inkudomalleolar eklem, inkus gövdesi ve inkus kısa kolu ile komşudur. Eğer kemikçikler yoksa kokleariform çıkıntıdan sonra oval pencere üstüne gelir ve burada kalın bir bir kaş yaparak arkaya doğru seyrine devam eder (1,14,20) İnkusun kısa çıkıntısının posterior bacağı fasiyal kanalın ikinci dönüşünün başlangıç noktasıdır.

İnferior yüz: Fasiyal kanalın timpanik segmentinin inferior yüzü üç bölüme ayrılır. Anterior, middle ve posterior.

Anterior parça genikulat fossadan oval pencere nişinin anterior sınırından ilerleyen kokleariform prosesin bacağına uzanır. 3-4 mm uzunluğundadır . Bunun iç sınırı koklear koninin eksternal ve superior kısmındadır. Dış sınırı ise

promontoriumun üzerine sarkar ve kokleariform prosesin superior kısmına komşudur .



Resim 5: Medial timpanik duvarın görünüşü. 1: tensör timpani kanalı, 2: genikulat hücreler, 3: fasiyal kanalın ikinci parçası, 4: pontikulus, 5: lateral semisirküler kanal , 6: fasiyal kanalın ikinci dönüşü, 7: fasiyal kanalın üçüncü dönüşü, 8: lateral timpanik sinüs, 9: piramidal kas kanalı, 10: juguler dome, 11: stapes, 12: promontoryum, 13: koklear akuadukt, 14: protimpanum, 15: karotid kanal

Middle parça kokleariform prostenen piramidal çıkıntıya uzanır ve 3-4 mm uzunluğundadır (14). İnce kemik lamel ile kaplıdır ve sıklıkla dehisans gösterir. Bu kemik lamella ince frajildir. Oval penceresinin üzerine sarkar ve oval penceresinin tepesini gizleyebilir. Stapesin hemen arkasında yer alır.

Posterior parça yaklaşık 2 mm uzunluğundadır. Piramide komşudur. Posterior timpanik sinüse sarkar, tavanını yapar.Yani timpanik sinüs orta kulak boşluğunun kemik duvarı ile fasiyal kanal arasına yerleşmiştir. Fasiyal reses ise fasiyal sinir ile eksternal akustik kanal arasındadır (1).

*Superior yüz:*Semisirküler kanal izdüşümünün önündeki perilabirentin hava hücreleri ile ilişkilidir (1, 14, 20). Oval penceresinin anterior komissürünün üstünden geçtiği noktada horizontal semisirküler kanalın ampullasının altına temas eder. Bu temas bölgesi 2 mm uzunluğundadır . Kemik plak horizontal ampullanın kavitesinden fasiyal kanalı ayırır ve 1mm'den daha az kalınlıktadır . Daha posteriorda fasiyal kanal, kanal kavsinin orta noktasına dek horizontal kanal altından geçer. Bundan sonra ikinci dönüş başlar ve vertikal yöne döner. Fasiyal kanal aşağıya doğru eğim yaparak horizontal kanal seviyesine gelir.

Horizontal kanal, fasiyal kanalın superior yüzünü çeşitli derecelerde örter. Fasiyal kanal daha transvers bir yönde giderse semisirküler kanalın derininde ilerler (Fig 9).

İnternal yüz: Vestibülün önünde fasiyal kanalın ilk dönüşünün iki kolları arasındaki triangüler alan internal yüzü oluşturur. Daha sonra oval pencere anterior komissürünün hemen yukarısındaki ve eksternal kanal ampullasının hemen aşağısındaki vestibülün anteroeksternal açısına uzanır . Burası fasiyal kanal ile vestibülün en yakın olduğu yerdir (20). Sadece 1 mm'lik kemikten oluşan labirent kapsülü kavitetlerini ayırır.

Bu seviyede fasiyal kanal, horizontal kanalın ampullası tarafından oluşturulan kısa bir yarıktan geçer. Medialde ampulladan oval pencerenin superior sınırına uzanan vestibül duvarı bulunur. Duvarın bu parçası pencerenin orta noktasında nadiren 1mm'den kalındır. Ampullanın yuvarlak şeklinden ve pencerenin konveksitesinden dolayı komissür seviyesinde biraz daha geniştir. Bu yüzden içinde bulunan yarığı tam dolduramaz ve oval pencerenin üzerinde sarkar. Bu oval pencerenin fasiyal kanal tarafından sıklıkla gizlenme nedenidir (1,20) .

Fasiyal kanal; horizontal kanal ampullası, vestibülün eksternal duvarı ve oval pencere anterior komissürü düzeyinde de oval pencereye çok yakındır. Bu noktada fasiyal kanal yukarıda ampulladan, medialde vestibülden, aşağıda oval pencereden eşit uzaklıktadır. Mesafa 1mm'den daha azdır.

Bu noktanın posteriorunda fasiyal kanal aniden vestibülün eksternal duvarından eğim yaparak içe döner . Burada oval pencereden ve vestibülden 2 mm uzaklıktadır (20).Oval pencerenin posterior komissüründen sonra fasiyal kanalın eksternale döndüğü nokta olan vestibülün eksternal duvarı mediale döner. Vestibülün posterior sınır seviyesinde bu yapılar arasında 3-4 mm mevcuttur .

II.D. FASİYAL KANALIN İKİNCİ DÖNÜŞÜ

Fasiyal kanalın ikinci dönüşü horizontal planda başlayan geniş bir yarıçapa sahip bir eğridir. Daha sonra vertikale döner. Bazen bu eğrilik çift olur ama sadece inferiora kıvrılmaz, posterior ve mediale de döner.

Fasiyal kanalın ikinci ve üçüncü parçaları arasında açı 95-125 derece arasındadır. Bu eğrilik çeşitli şekillerde olabilir (20). Bazen kısadır bazen ise geniştir.

Yenidoğan ve çocuklarda ikinci dönüş ilmik gibi geriye döner. Bu pozisyon erişkinlerde de görülebilir. Fasiyal kanalın timpanomastoid rotası değişkenlik gösterebilir (1, 14, 20).

İkinci dönüşün konkavitesi timpanumun posterosuperior bölgesine uyar. Dirseğin alt noktasında görülen piramidal eminens bölünür. Oval ve yuvarlak pencereleri piramidal çıkıntı ayırır ve içinde stapes kasını barındırır. Fasiyal kanalın dirseği oval pencere posterior komissüründen 3-4 mm, timpanik

sulkustan 3mm uzaklıktadır. İkinci mesafe genelde sabittir. Reichert kıkırdağından oluşan styloid kompleksin kompakt kemik dokusu ile doludur.

Fasiyal kanal ikinci dönüşünün konveksitesi posterior kranyal fossa ve posterior semisirküler kanalın posteriorunda yer alır. Geniş pnömatize petrozalarda dirsekten posterior fossaya 10-12 mm mesafe vardır. Küçük dar petrozalarda mesafe 4 mm kadardır (1, 20). Horizontal semisirküler kanal ve posterior semisirküler kanal tarafından oluşturulan açı ile fasiyal kanal arasındaki mesafe en fazla 3-4 mm'dir.

Yukarıda fasiyal kanalın ikinci dirseği horizontal semisirküler kanalın kavisine uzanır. Daha sonra buradan posteroinferior yönde ayrılır.

Medialde fasiyal kanalın ikinci dirseği geniş petrozalı kişilerde posterior semisirküler kanal ampullasından 4-5 mm'lik kompakt bir kemik veya hücreler tarafından ayrılır. Kontrakte petrozalarda ise bu kompakt kemik 2 mm kadardır. Geniş petrozalarda timpanik sinüs sıklıkla kanalı posterior ampulladan ayırır. Kontrakte petrozalarda bu görülmez.

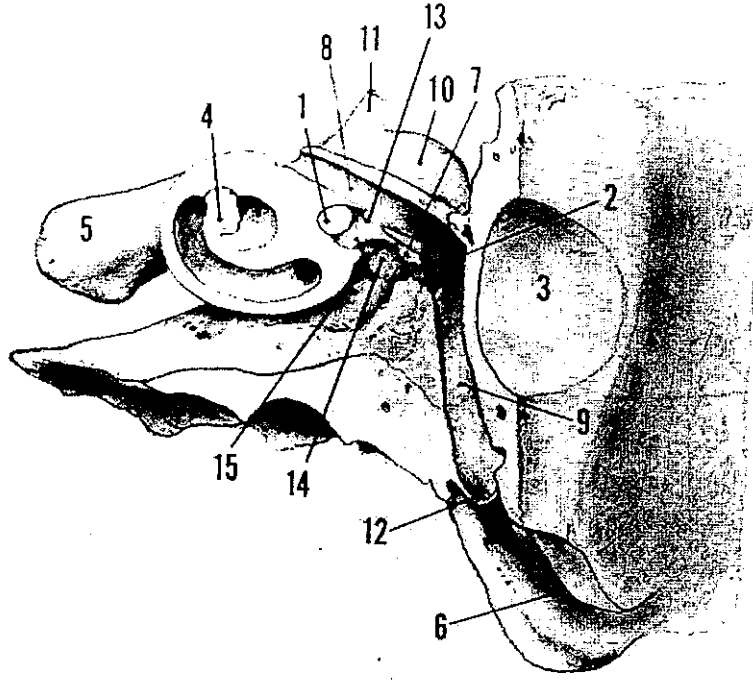
Timpanik parçanın posterior üçüncü kısmının eksternal ve superior yüzeyi kalın kemik ile karşı karşıya gelir. Bu kemik posterior timpanumu mastoid antrum tabanındaki fossa inkudis seviyesinde mastoid hücrelerden ayırır. 'Posterior buttress' olarak tanımlanır (20). İkinci brankiyal ark orijinlidir (Reichert kıkırdağı). Fasiyal sinir ikinci brankial ark siniridir ve styloid kompleksten posterior timpanum kompleksine uzanır. *Styloid kompleks* terimi; styloid proses, fossa inkudise uzanan timpanumun posterior duvarı, piramidal proses, pontikulus, subikulum ve kordal eminensi içerir (14). Fasiyal kanal stylomastoid forameninden çıkıncaya kadar bu ilişkileri korur.

Cerrahin gözüyle, fasiyal kanal ve horizontal kanalın posterior kısmı bu styloid kompleks ile sarılmış olabilir. Eğer diseksiyon bu kemikten dikkatle yapılırsa, fasiyal sinüs (fasiyal kanalın eksternal yüzünden korda timpani sinirinin kanalına uzanır açığa çıkar. Sinüs lateralde açık ise fasiyal kanalın inen kısmı görülebilir.

II.E. FASİYAL KANALIN ÜÇÜNCÜ (VERTİKAL) PARÇASI: MASTOİD SEGMENT

Fasiyal kanalın vertikal parçası ikinci dirsekten stylomastoid foramene (13 mm) uzanır. Fasiyal kanalın timpanik parçası ile 95-125 derece açı yapar ve vertikal posterior yöne gider. Mastoid prosese girerek mastoid segment ismini alır.

Fasiyal kanalın vertikal kısmı laterale döner ve stylomastoid foramen seviyesinde daha eksternal bir hal alır (1). Bu lateral dönüş 2-3 mm'i bulabilir. Bazı insanlarda kanal lateral yerine mediale dönebilir.



Resim 6: Fasiyal kanalın ikinci dönüğü seviyesinde medial timpanik duvar. 1: oval pencere, 2: ikinci dönüşte fasiyal kanal, 3: eksternal kulak kanalı, 4: kokeanın helikotreması, 5: internal kulak kanalı, 6: digastrik ridge, 7: piramidal eminens, 8: fasiyal kanalın ikinci kısmı, 9: fasiyal kanalın üçüncü kısmı, 10: lateral semisirküler kanal, 11: vertikal semisirküler kanal, 12: stylomastoid foramen, 13: fasiyal kanaldaki dehisans, 14: timpanik sinüs pontikulus, 15: subikulum.

Posteriorda, vertikal parça ile posterior fossa arasında 4-12 mm mesafe vardır. Bu retrofasiyal alan retrofasiyal hava hücrelerini içerir. Lateral sinüsün inen mastoid kısmının inferior üçte birlik bölümü ile fasiyal kanal arkası arası 3-10 mm kadardır. Fasiyal kanalın mastoid kısmı vertikal plan ile 3-35 derece açı yapacak şekilde posteriora döner .

Medialde, fasiyal kanalın vertikal parçası juguler bulb ile ilişkilidir . Bu ilişki değişkenlikler gösterir. Juguler bulb yüksek ise fasiyal kanala posteriora retrofasiyal alandan ve anterior timpanumdan ulaşılabilir. Fasiyal kanal juguler kubbeye 8 mm uzaklıkta olabilir ve nadiren ince kemik kabuk kubbeye komşu olabilir. Fasiyal kanal juguler fossada dehisans gösterebilir . Juguler fossa mevcut değilse fasiyal kanal juguler bulbın (stylomastoid foramen seviyesinin altında bulunur) hemen yanındadır (20).

Fasiyal kanal juguler kubbe ile temasta değilse (nadiren görülür), oksipitojuguler bölgeden timpanumu ayıran kompakt kemik ile dolu bir alan aralarını doldurur. Bu endofasiyal bölge bazen hava hücreleri ile dolu olabilir. Sublabirentin alan pnömatize saptanabilir. Timpanum, oksipitojuguler hücreler ve sublabirentin alanlar büyük pnömatik bir bölge oluşturarak infeksiyonun

eradikasyonunu güçleştirebilir. Timpanik sinüs sıklıkla posterior kanalın inferior koluna göre fasiyal kanalın medialinden geçer.

Fasiyal kanalın üçüncü parçası anteriorda dış kulak yolu ve timpanum ile yakın komşuluktur. Superior bölgesi styloid kompleks tarafından oluşturulan timpanum posterior duvarına yakındır. Burası 2-4 mm kalınlığındadır (14). Yuvarlak pencere seviyesinde timpanik kemiği 'X' şeklinde geçer ve bundan sonra dış kulak kanalının arkasında görülür. Bu çaprazlaşma timpanik membranın yukarıdan, aşağından ve dıştan içe güçlü ve zayıf desteklenmesinin bir sonucudur. Timpanik halka fasiyal kanal için iyi bir landmarktır. Arada 3 mm 'lik bir mesafe vardır.

Ayrıca dış kulak kanalının posterior duvarı ve fasiyal kanal arasındaki mesafe daha fazladır. Çünkü dış kulak yolu horizontal, fasiyal kanal ise vertikaldir. Aralarındaki ilişki dış kulak kanalının yüksekliği ile orta ve inferior üçte birlik fasiyal kanalın birleşim yerine bağlı olan eksternal taban seviyesinin ölçülmesine bağlıdır.

II.F. STYLOMASTOİD FORAMEN

Fasiyal sinir stylomastoid foramenden temporal kemiği terk eder. Foramen petröz kemiğin tabanı ile mastoidin apeksi arasındadır., mastoid segment ile styloid çıkıntı arasında petrozanın tabanına açılır (1, 20). Styloid çıkıntıya her zaman komşudur ve sıklıkla tabanı ile devam eder ve posteroeksternal yüzeyine uzanır. Başın profilden görünüşünde izdüşümü, timpanik kemiğin sutürü ile mastoid (timpanopetrozal sutür) sutür arasındadır. Mastoid cerrahisinde stylomastoid foramen, styloid çıkıntının tabanının önündeki digastrik yarığın ortası takip edilerek lokalize edilebilir. Foramen styloid çıkıntının posteriorunda uzanır. Stylomastoid foramende fasiyal sinir yaralanmasını önlemek için cerrah digastrik yarığın anterior bacağında veya mastoid proses tabanının anterior sınırında cerrahiye sınırlanmalıdır.

Yenidoğanlarda stylomastoid foramen ve fasiyal sinir mastoid antrum seviyesinde daha yüksek seviyede bulunur. Mastoidin skuamöz parçasının büyümesi ile fasiyal kanal styloid prosese komşu olurken aşağı doğru yer değiştirir. Yenidoğanlarda fasiyal sinirin pozisyonu bu alanda cerrahi yapılacaksa akılda mutlaka tutulmalıdır (20).

2.2.III. EKSTRATEMPORAL FASİYAL SİNİR

Stylomastoid foramenden çıktıktan sonra, ekstraportal fasiyal sinir parotis glanda doğru ilerler, eksternal karotis arteri geçer ve mandibula ramusunun posterior sınırında iki ana dala ayrılır: superior (temporofasiyal) ve inferior (servikofasiyal). Bezi terk ettikten sonrada bu dallar yüz kaslarına giderler (1,14,20).

Parotis alanındaki fasiyal sinir dalları: Haller'in ansası, Posterior auriküler dal, Stylohyoid dal, Digastrik kas arka karnı dalı, Lingual dal.

Fasiyal sinir kıvrımlı bir rota izler, inferioanterior seyrederek yüzeye çıkar.

2.3 FASİYAL KANALIN ANOMALİLERİ VE ANATOMİK

VARYASYONLARI

Temporal kemiğin tüm komponentleri varyasyon gösterebilir. Bu varyasyonlar; kemik kısımları, pnömatizasyonu, orta kulak kavitesinin ölçüleri ve konfigürasyonu, orta kulaktaki yapıların diferansiyasyonları , otik ve vestibüler kapsülün gelişimini içerebilir. Ayrıca fasiyal kanalın lokalizasyon ve anatomisini, internal ve eksternal akustik kanalın mimarisini, endolenfatik kese pozisyonunu, major kan damarlarının lokalizasyonunu ve embriyolojik vasküler yapıların devamlılığını da içerebilir (17).

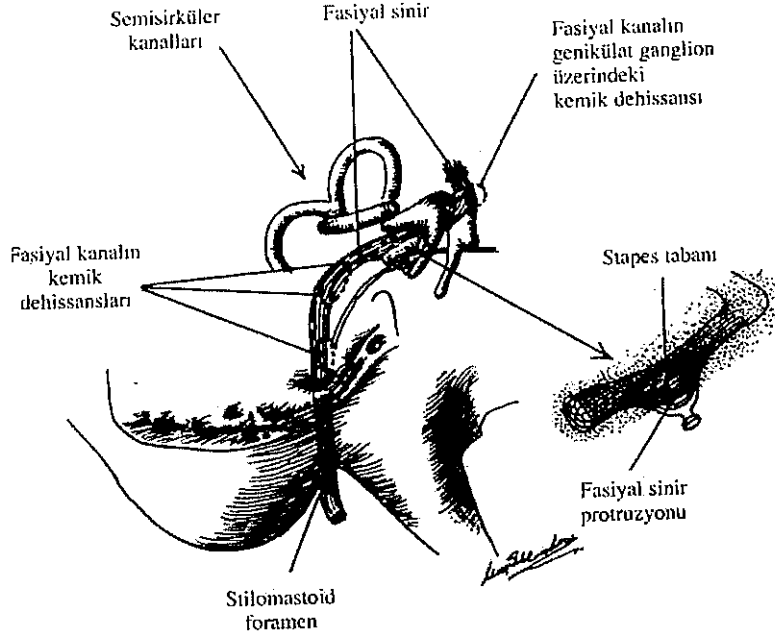
Fasiyal kanal, temporal kemikten geçerken konjenital kemik dehisansları, varyasyonlar ve rotasında anomaliler gösterebilir. Bütün bunlar klinik ve cerrahi önem taşırlar.

Kulak cerrahları, fasiyal siniri yaralamamak için bu varyasyonları ve anomalileri iyi bilmek zorundadırlar.

2.3.I.FASİYAL KANALIN KONJENİTAL KEMİK DEHİSANSLARI

Fasiyal kanalda defekt saptanması şaşırtıcı değildir. Çünkü iki embriyolojik yapıdan oluşur: primordiyal otik kapsül ve Reichert kartilajı (ikinci brankiyal arkten oluşur) (1,14,17). 10 haftalık fetusta fasiyal kanal, primordiyal otik kapsülün kanaliküler kısmında derin bir sulkustur. Otik kapsül kartilajenözdür. Reichert kartilajı otik kapsüle temas eder ve kalıntı kartilaj yapıların labirenti ve fasiyal kanalın timpanik segmentini çevrelemesini önler. Kemikleşmesi on haftalık embriyoda başlar. Reichert kartilajının bu katkısı, postnatal birinci yıla kadar kolayca histolojik olarak gösterilebilir. Birinci yılın sonunda kemikleşme tamamlanır. Bazen fasiyal kanal tamamen kapanmaz ve lokalize açıklıklarda kanal orta kulak mukoperiosteumuna açık hale gelir (1,17).

Kemik duvarın devamlılığındaki defekt fasiyal kanalın herhangi bir yerinde görülebilse de en sık timpanik segmentte görülür (Resim 7). Bu tür dehisanslar inferior, lateral ve medial duvarları içerebilir. Sıklıkla oval pencerenin üst ve posteriorunda lokalizedirler ve zaman zaman genikulat ganglionun lateralinde kokleariform proseste görülürler. Bu açıklıkların genişliği 0.5-3 mm arasında değişkenlik gösterir. Bir kural olarak iyi pnömatize temporal kemiklerde daha az ve küçüktürler. Genelde bilateral ve aynı lokalizasyonda rastlanırlar (1,17). Birden fazla dehisans olması nadir görülmeyen bir durumdur ve temporal kemik kesitlerinde yapılan histolojik çalışmalar ile lokalizasyonları, büyüklükleri ve insidansları gösterilmiştir.



Resim 7: Fasiyal kanal kemik dehissanslarının lokalizasyonları

Baxter (1971), 332 kişinin 535 temporal kemiğinde yaptığı çalışmada % 55 oranında dehissansa raslamıştır. Bu dehissansların % 91' ini timpanik segmentte, % 59'unu mastoid segmentte bulmuştur. Timpanik segmentteki dehissansların % 83' ü oval pencereye komşu kısmının lateral, inferomedial kısımlarında görülmüştür. % 26' sında fasiyal sinir kanaldan protrüzeydi. Bu açıklık 0.5-3.1 mm arasında bulunmuştur. % 1' den azında timpanik segmentin tamamı açıktaydı. Mastoid segmentteki tüm dehissanslarda % 79 fasiyal resese açılırken; % 21 timpanik sinüse veya retrofasiyal hücrelere açılır. % 12 hastada sinirin kanaldan protrüzyonu ile birlikte dir. Bu açıklık 0.4-2 mm arasında ölçülmüştür (17).

Baxter'in buldukları Dietzel (1961) ile benzerlik gösterir. Dietzel 211 temporal kemiği incelemiş ve % 57 oranında dehissansa raslamıştır. Guild (1949) fasiyal kanal timpanik segment dehissanslarının, sinirin kanaldan protrüzyonuna yol açabileceğini belirtmiştir . Bu protrüzyon sinirin küçük bir açıklıktan bulging yapmasından büyük bir kısmının açıklığına kadar değişkenlik gösterebilir . Zaman zaman fasiyal kanalın lateral ve inferior kısmı stapesin arka bacağı etrafında açık olabilir . Böyle açık bir sinir yüksek risk altındadır . Benzer şekilde orta kafa çukuru durasının elevasyonu sırasında genikülat ganglionun medial ve üstündeki labirentin segmentte kemik dehissans varsa fasiyal sinir yaralanabilir . Oval pencere üstünde, fasiyal sinirin kemik defektten inferiora bükülmesi bu alanda mevcut aberan fasiyal kanal ile karıştırılmamalıdır (Resim 9G).

Moreano ve ark. 1000 temporal kemik üzerine yaptığı çalışmada (1994); 560 kemikte (% 56) en az bir tane fasiyal kanal dehissansına raslanmıştır. En sık dehissans gözlenen bölge oval pencere komşuluğundadır (% 73.5). % 12 kemikte

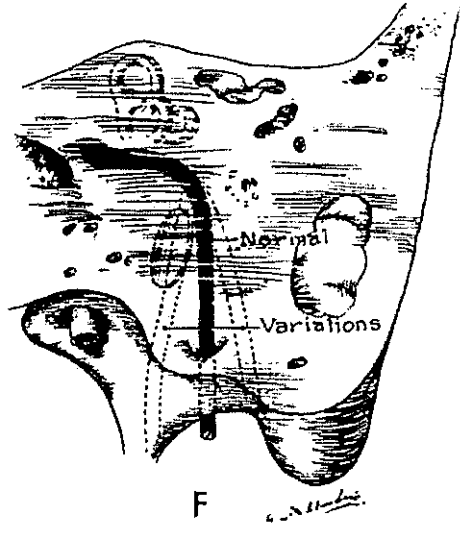
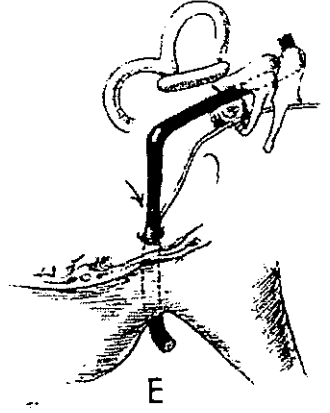
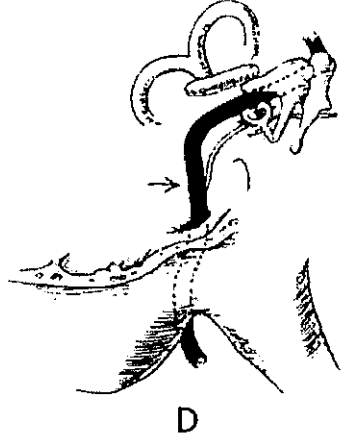
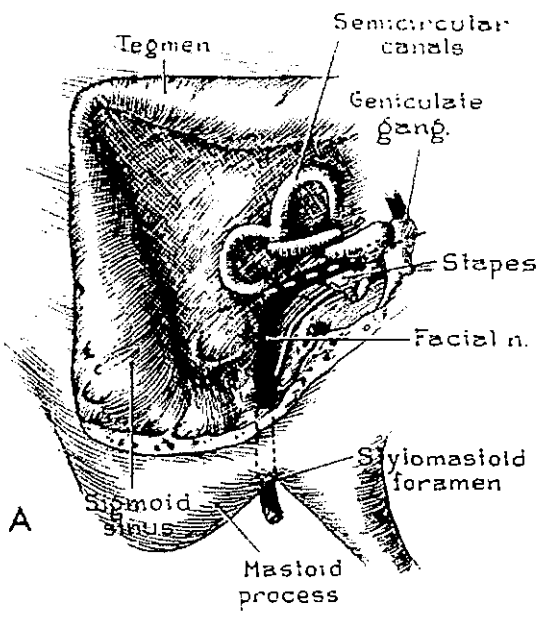
fasiyal sinir dirsek bölgesinde, % 11.6 tensor timpani bölgesinde, % 1.6 ise verikal fasiyal segmentinde dehisansa raslanmıştır (16).

Daqing ve arkadaşlarının 1996 yılında 1465 stapes operasyonunda yaptığı çalışmada; % 11.4 vakada fasiyal kanal dehisansı ile karşılaşmıştır. Bilateral operasyon geçiren hastaların (% 17.58); % 13'ünde unilateral, % 5.5'de bilateral dehisans mevcuttu. Oval pencere protrüze olan fasiyal sinir segmenti tarafından örtülmüştü. % 7.84 vakada oval pencerenin $\frac{1}{4}$ 'ü , % 5.88 vakada $\frac{1}{3}$ 'ü, % 2.94 vakada $\frac{1}{2}$ 'si örtülmüştü. 3 vakada (% 0.2) fasiyal sinir herniasyonu mevcuttu (5).

Genikulat ganglionda fasiyal kanal lateral duvarındaki dehisans anterior epitimpanik resesde siniri ekspoz eder. Bu alandan hastalığı temizlerken dikkatli olmak gerekir. Benzer şekilde cerrah, oval pencere üst ve arkasında fasiyal kanalın lateral, inferior ve medial duvarındaki dehisanslar açısından uyanık olmalıdır. Vestibüler fenestra üstündeki dehisans çok büyük olabilir. Bu stapedral ark gerisinde fasiyal sinirin kanaldan çıkmasına neden olabilir . Protrüzyonlar bir çok cerrah tarafından literatürde rapor edilmiştir. Orta kulak displazilerinde zaman zaman mevcut olmaları iyi tanımlanmıştır. Literatürde fasiyal sinirin herniasyon gösteren kısmında küçük asemptomatik scwannom olduğu bildirilmiştir .Daha sonraki bir çalışmada 17 yaşındaki bir hastada fasiyal sinirin timpanik kısmında tümör benzeri herniasyon rapor edilmiştir. Bunlar nedensel ilişkiler hakkındaki soruları arttırmıştır. Bu hususta Babin ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (1981) ; uzun zamandır kronik otit hikayesi olan iki hastada fasiyal sinir herniasyonu sonucu oluşan travmatik nöromalar gösterilmiştir (17). Göksu ve arkadaşları (1996) kronik otit cerrahisi sırasında herhangi bir bulgu vermeyen üç fasiyal nöroma vakası bildirmiştir (1).

2.3.II. FASİYAL KANALIN İZLEDİĞİ YOLDA GÖRÜLEN ANATOMİK VARYASYONLAR

Fasiyal kanalın labirentin segmenti internal akustik kanal ile genikulat ganglion arasında uzanır. Uzunluğu yaklaşık 2.5-6 mm kadardır. Timpanik segment posteriorda genikulat gangliondan piramid aksına paralel olarak lateral semisirküler kanala uzanır. Oval pencerenin üstünde timpanik kavite medial duvarında yol alırken içten dışa oblik yönde ilerler. Uzunluğu 7-11 mm'dir. Mastoid segment oval pencere posterior sınırından aşağıya stylomastoid foramene uzanır. Uzunluğu 9-16 mm'dir. Lateralden bakıldığında anterior, posterior ve medial eğrilik oluşturur (Resim 8C-E). Sıklıkla aşağı doğru seyir izler. Bazı hastalarda stylomastoid foramen daha lateralde bulunur. Bazen mastoid segment vertikal yön yerine dışa doğru oblik yön izler (Resim 8F). Nadiren içe doğru oblik seyreder (17).



Resim 8: A- F, Fasiyal sinir rotasındaki varyasyonlar

2.3.III. FASIYAL KANALIN İZLEDİĞİ YOLDA GÖRÜLEN ANATOMİK ANOMALİLER

Varyasyonlara ek olarak fasiyal kanal rotasında bir çok anomali görülebilir. Bu anomaliler normal gelişen temporal kemikte nadirdir ama malformasyonunda sıklıkla gözlenir. Fowler (1961) , literatürdeki en sık görülen anomalileri toplamış ve bir diagram oluşturmuştur (1, 17). Mastoid segmentte gözlenen anomaliler normal gelişmiş temporal kemikte görülebilir ama timpanik segmentteki anomaliler ise sıklıkla stapes displazisi, diferansiyasyonunda eksiklik, oval pencere agenezisi ile birlikte görülür. Şiddetli orta ve iç kulak displazileri birkaç istisna dışında fasiyal kanalın rotasında sapma ile birlikte dir.

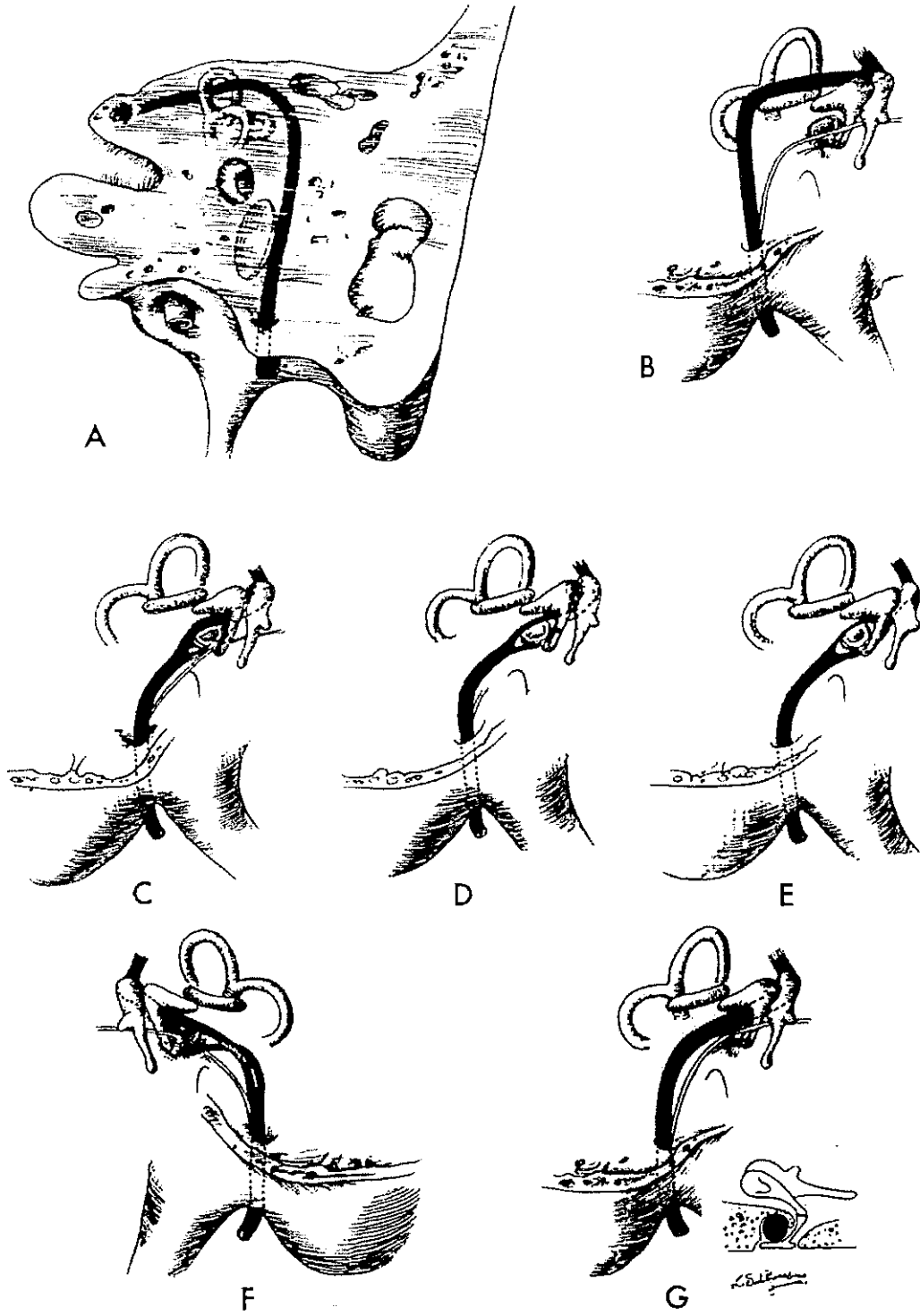
Fasiyal kanal rotasındaki anomaliler fasiyal kanalın segmentine veya fasiyal sinirin seviyesine göre sınıflandırılır.

III.A.FASIYAL KANALIN KANALİKÜLER SEGMENTİNDE GÖRÜLEN ANOMALİLER

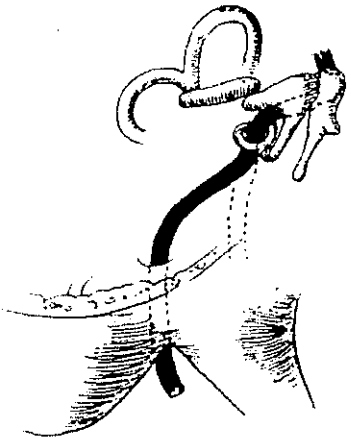
İstisnai olarak fasiyal sinir, subarkuat fossadan internal akustik kanala giriş yerine direk petröz piramidden girebilir. Stylomastoid foramene superior semisirküler kanalın merkezinden geçerek gelir. Nadiren de sinirin bifurkasyonuna internal akustik kanalda rastlanabilir.

III. B.FASIYAL KANAL LABİRENTİN SEGMENTİ

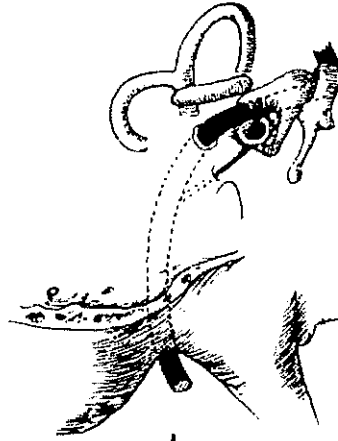
Fasiyal kanalın labirentin segmentinde fasiyal sinir bifurkasyonu Altmann (1933) ve Miehke , Parsch (1973) tarafından anlatılmış nadir bir durumdur (17).



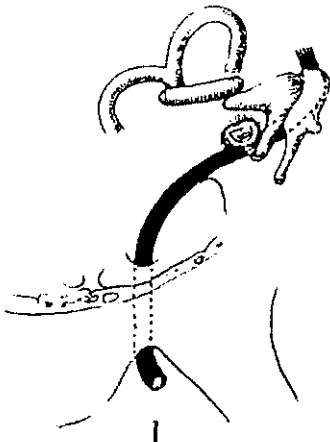
Resim 9: Fasiyal sinir rotasındaki anatomik anomaliler



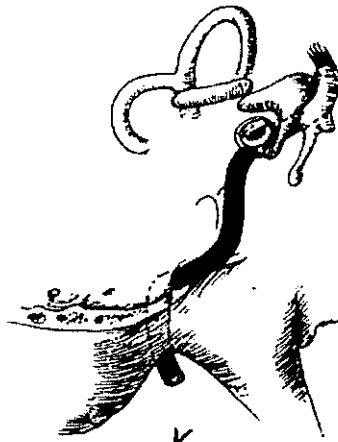
H



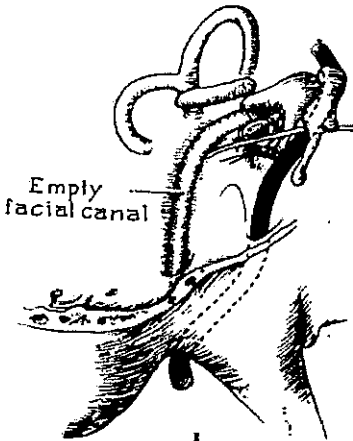
I



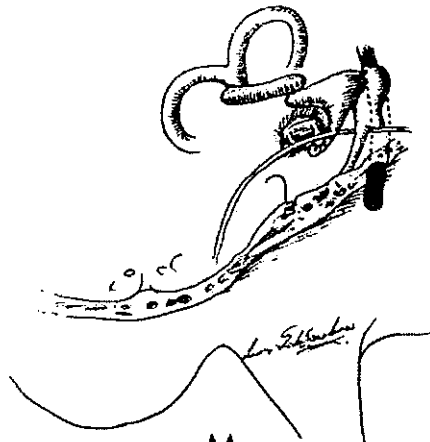
J



K

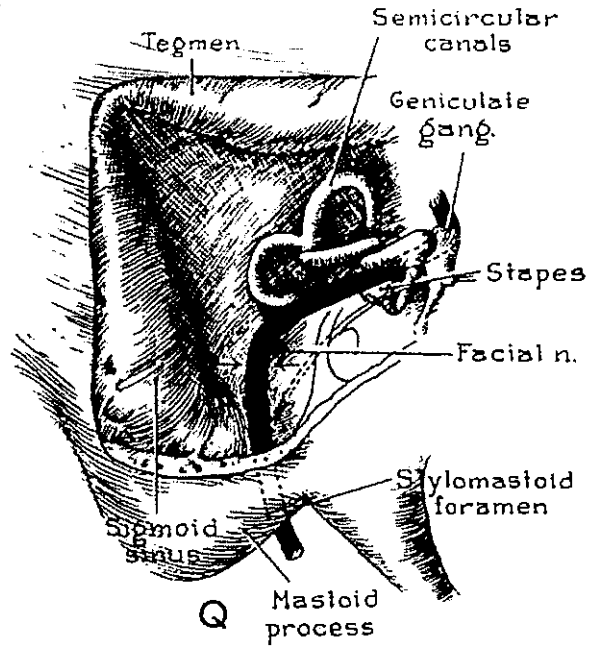
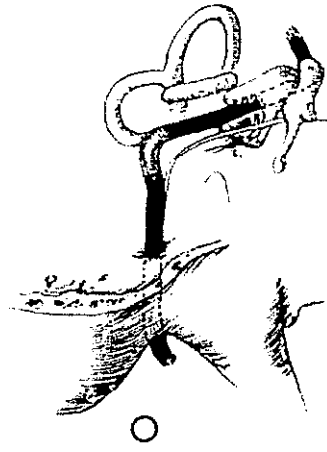
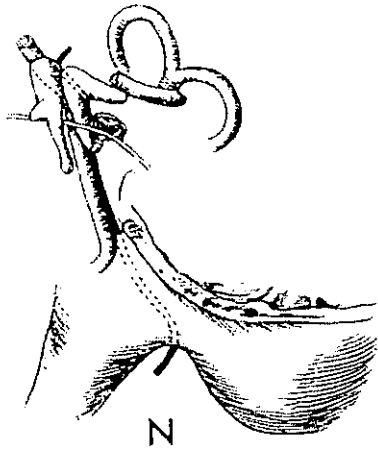


L



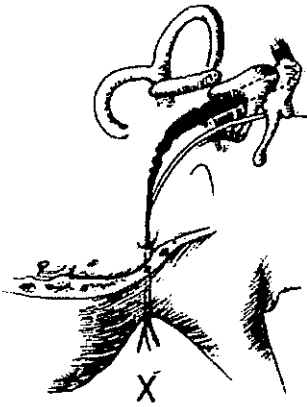
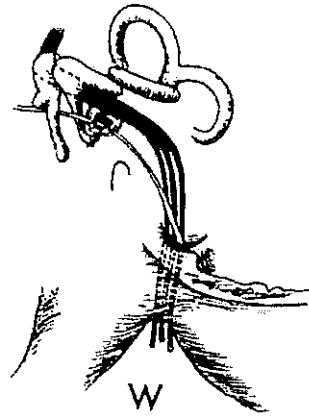
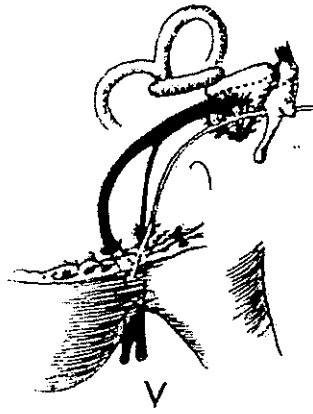
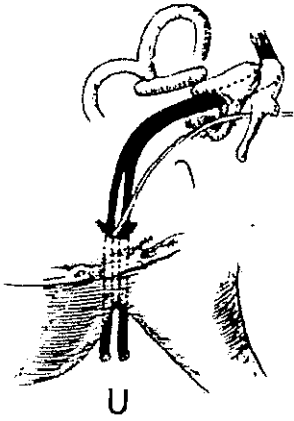
M

Resim 9 (Devam).



Am. Sch. Anat.

Resim 9 (Devam).



Resim 9 (Devam).

III.C. FASIYAL KANALIN TİMPANİK SEGMENTİNDE GÖRÜLEN ANOMALİLER

Fasiyal sinirin bu segmentindeki aberasyonlar bazı kategorilere ayrılabilir (1, 17):

1. Fasiyal sinir lateral semisirküler kanalın superiorundan geçebilir (Resim 9B).
2. Fasiyal sinir bifurkasyonu oval pencerenin anterior ve proksimalinde olabilir (Resim 9C-F).
3. Fasiyal sinir oval pencere üzerinden horizontal olarak geçebilir (Resim 9G).
4. Fasiyal sinir stapedral arkta geçebilir (Resim 9H, I).
5. Fasiyal sinir oval ve yuvarlak pencere arasından posteriora ilerleyebilir. (Resim 9J).
6. Fasiyal sinir yuvarlak pencereye posteroinferior ilerleyebilir (Resim 9K).
7. Fasiyal sinir genikulat gangliyonun üzerinden aşağı promontoryumun üzerinden gider (Resim 9L).
8. Fasiyal sinir hipoplazisi (Resim 9N, X, Y).

House, iki kez fasiyal sinirin lateral semisirküler kanalın superiorundan geçtiğini görmüştür (Resim 9B). Bir tanesini kadavrada diğerini de fenestrasyon ameliyatında gözlemlemiştir.

Oval pencerenin anteriorunda fasiyal sinir bifurkasyonu , vestibüler fenestra ve stapesin gelişimsel anomalileri ile birlikte (Resim 9C-F). Marquet (1977) bir parçası stapedral arkın merkezinden geçen bifid fasiyal sinir rapor etmiştir. Butler (1968) , kolesteatom kaldırırken stapedral arkta geçen fasiyal sinire raslamıştır. Bu olguda fasiyal sinir daha sonra kemik kanala girerek yuvarlak pencereye doğru posteriora ilerlemektedir (17) (Resim 9H).

Fowler (1961) , tabanda fiksasyonu olan ve persistan stapedral arteri olan bir hastada promontoryumdan geçen fasiyal sinir bildirmiştir. Martin (1977) , bilateral konjenital taban fiksasyonu ve stapedral tendon kemikleşmesi ile ilişkili oval pencerenin altından giden bilateral fasiyal sinir rapor etmiştir. Mayer ve Crabtree (1976) 12 konjenital iletim tipi işitme kaybı olan hastada timpanik segmentte fasiyal kanal dehisanı saptamıştır. Dokuz hastada fasiyal sinir çıplaktı, üç hastada boggy mass mevcuttu. On vakada stapedral ark anomalisi vardı ve stapes tabanı eksik diferansiyasyon göstermişti. Üç hastada lateral semisirküler kanal ve vestibül anormal şekilde geniş saptanmıştı.

Durcan ve arkadaşları (1967) oval pencere arasından, promontoryumun üzerinden geçen fasiyal sinir saptanan üç hastayı tartışmışlardır. Sinir normalden daha geniş ve oval pencereyi gizlemişti. Leek ve Henner (1974)'in stapedral ark ve oval pencere displazisi ile birlikte olan otosklerotik prosesli bir vakada buna benzer bir gözlemi olmuştur. Jahrsdoerfer (1981) dış kulak kanalı ve timpanik

membran gibi minör malformasyonlar için opere olan 54 kulağın 13'ünde (24 %) anomali saptamıştır. En sık anomaliler on hastada gözlenen çıplak fasiyal sinir ve anormal pozisyonudur. İki hastada fasiyal sinir timpanik segmentin pozisyonu normal saptanmıştır. İki hastada stapedia arkın yukarisından geçmekteydi. Dört hastada oval pencerenin altından geçiyordu. Dört hastada oval pencereyi sarmıştı. Bir hastada çıplak sinir havada asılı duruyordu. Bu on üç fasiyal sinir anomalili hastanın üçünde normal stapes, sekizinde malforme stapes mevcuttur. İkisinde stapes yoktu. Dokuz hastada oval pencere mevcut değildi. Yuvarlak pencere yedi hastada vardı, ikisinde yoktu, üç hastada visualize edilemedi (17).

Dickinson ve arkadaşları (1968) normal pozisyonunda boş fasiyal kanal ile birlikte promontoryumdan, her iki pencerenin anteriorundan inen , hipotimpanumdan temporal kemiği terk eden fasiyal sinir saptamışlardır (Resim 9L). Angell- James (1973) kulak kanalı duvarının anteriorundan geçen fasiyal sinir rapor etmişlerdir (Resim 9M).

Kodama ve arkadaşları (1982) sol deforme aurikula ve sol fasiyal sinir paralizisi ile doğan dokuz yaşında bir hastanın sol temporal kemiğindeki histolojik bulguları tartışmışlardır. Hipoplastik sol fasiyal sinir, geniş stapedia arter ile birlikte kemik kanal içinde promontoryumun üstünden oval ve yuvarlak pencere anterioruna ilerliyordu (Resim 9N). Stapedia arter fasiyal hiatusa orta kafa çukurundan girmekteydi (17).

III. D. FASİYAL KANAL MASTOİD SEGMENTİ

Bu segmentin anomalileri üç kısımda incelenebilir (1, 17):

1. Fasiyal sinir, posterior, lateral, anterior anormal bir yol izleyebilir (Resim 9O-T).
2. Oval pencerenin posterior veya distal kısmında fasiyal sinir bifurkasyonu veya trifurkasyonu (Resim 9U- W).
3. Fasiyal sinir hipoplazisi (Resim 9X-Y).

En sık görülen anomali lateral semisirküler komşuluğunda posterior ve lateral bulging (dorsal hump) görülmesidir. Burada sinir normale göre daha lateral pozisyonudadır ve operatöre daha yakındır. Fowler (1961) ve Angell- James (1973) bu tip anomalili yedi hasta gözlemlemişlerdir. Wright (1981) , inen superior petrozal damarlar ile çıkan farengeal damarlar arasındaki anastomozda damarsal bir çıkıntı rapor etmiştir. Bu damarsal çıkıntı normalde fasiyal kanalın piramidal prosesi seviyesinin biraz yukarisında bulunur (17).

Fowler (1961) ve Kettel (1946) lateral sinüs anterior duvarında uzanan anormal posterior pozisyonunda mastoid segmenti tanımlamışlardır. Bu pozisyon sinirin anormal lateral pozisyonu ile ilişkili olabilir (Resim 9P). Tüm mastoid segment anormal posterior lokalizasyonda da olabilir (Resim 9Q). Bu durumda normal pozisyonadan 2-4 mm posteriora gider. Normal pozisyonada timpanik

kavitenin posterior duvarınının posteriorundan ilerler. Mastoid segment sigmoid sinüs ile eksternal meatus arasında bulunur.

Glasscock (1971) , akut otitis media nedeni ile iki kere sağ fasiyal paralizisi geçiren beş yaşındaki hastanın sağ fasiyal kanal mastoid segmentinde 'S' şeklinde anomali rapor etmiştir.

Pou (1971) , mastoid segmentte agenezi olan bir infanti rapor etmiştir. Burada fasiyal sinir fasiyal kanalın ikinci dönüş seviyesinin anterior ve lateralinde anterior dönüş yapar (Resim 9S). Bellucci (1981) , konjenital aural atrezili 71 hastanın dokuzunda fasiyal sinirin hipotimpanumda anormal rotasyon izlediğini saptadı. Aşağıya stylomastoid foramene doğru gitmek yerine yuvarlak pencere seviyesinden anteriora dönmekteydi.

Fasiyal kanalın timpanik segmenti fetal hayatın 35. haftasında oluşur. Kanalın posterior açıklığı ikinci dönüşün sonunda bulunur. Bu açıklık primitif mastoid foramen olarak tanımlanır. Fasiyal kanalın mastoid segmentinin oluşumu mastoid prosesin gelişmesi sırasındadır. Segmentin gelişiminde herhangi bir karışıklık sinir lokalizasyonunda veya anormallik ile sonuçlanır.

Çeşitli otologistler, oval pencere distal veya posteriorunda fasiyal sinir bifurkasyonunun mevcut olduğunu ve buradan ayrı kanallar içinde iki dalın devam ettiğini ve individual foraminadan mastoid proçesi terk ettiklerini gözlemlemişlerdir. Dallar individual stylomastoid foraminadan ayrı olarak geçerler ve hemen sonra tek bir kanala girerler. İki kanaldan lateraldeki genelde daha geniştir ve bir tanesi korda timpani olarak devam eder (Resim 9U-V). Baskin (1962) , 500 hastanın üç tanesinde bifurkasyona raslamıştır (% 0.6). Botman, Jongkees (1955) ve Heermann (1967)' da aynı lokalizasyonda trifurkasyon rapor etmişlerdir (Resim 9W).

Hawley (1922), Tobeck (1938) ve Miehle (1973) ana kanalın mastoid proçeste kör bir kese ile sonlandığını ve çok ince bir dalın normal rotada devam ettiğini göstermişlerdir (Resim 9Y). Marquet (1981) , benzer bir fasiyal kanal ve sinir displazisi rapor etmiştir (17) (Resim 9X).

III. E. KORDA TİMPANİ SİNİRİNİN ANATOMİK ANOMALİLERİ

Korda timpani fasiyal sinirden orijin aldığı yerde ve mastoid proçeste izlediği yolda çeşitli varyasyonlar gösterebilir. Stylomastoid foramenin 1-11 mm proksimalinden orijin alır. Nadir bir durum olan ekstratemporal orijinde (%2), korda timpani; fasiyal kanala paralel kendi kemik kanalı içinde ilerler. Ender görülen bir orta kulak malformasyonunda korda timpani, kokleariform proses seviyesinde timpanik segmente katılabilir (1, 17).

2.4 İNTRAOPERATİF FASİYAL SİNİR MONİTORİZASYONUN TARİHÇESİ

Mikrocerrahinin ilk yıllarında ilkel bir intraoperatif fasiyal sinir monitörizasyonu yapılmıştır. Cerrah fasiyal sinire yakın çalışırken asistanı da hastanın yüzündeki fasiyal hareketleri izledi. Sinir mekanik olarak uyarılınca yüz kasları oynamakta ve asistan cerrahı uyarmakta idi. 1960'larda otoneurolojik ve akustik nörinomların translabirentik eksizyonunda bazı cerrahlar tümör dokusu içinde fasiyal siniri bulmak için elektriksel stimülasyon kullanmışlardır. Fasiyal sinir stimulatörlerinin ilklerinden biri *Montgomery / Lingemann* sinir stimulatörüdür. (Richards Co., Memphis, TN) Bunun için cerrahi asistanı fasiyal kontraksiyonu seyrederek, cerrah olası fasiyal sinir üzerine stimulatörle uyarı verirdi. Aynı zamanlarda parotis cerrahisi sırasında disposable, pilli, pulssuz direk akımlı elle yönetilen elektriksel stimulatörler kullanılmaktaydı. Bu üniteler yüzünden fasiyal sinir travmaları ve yüz yanıkları bildirilmiştir. 1965'lerde *Jako* yanağa bir fotoelektrik duyarlı cihaz uygulamış, fasiyal seyirme ile akustik (işitsel) bir sinyal yaratan bu cihazın sesini dinleyerek ameliyat yapmıştır. Daha sonraları bu hareketleri disk akselerometreleri ile kaydedip elektrik sinyaline çeviren cihazlar geliştirilmiştir. Fakat bu cihazlar çok sensitif ve güvenilir olmadığı için hiç bir zaman popüler olmamıştır. 1982'de *Sugita* akustik nörinom disseksiyonunda kullanılan mekanik bir sensor geliştirmiştir. 1979'da *Delgado* ve arkadaşları elektromyografiyi ve serebellopontin köşe tümör cerrahisinde sabit voltaj stimülasyonu ile modern anlamda fasiyal sinir monitörizasyonunu ilk kullananlardandır. *Jannetta ve Moller* fasiyal siniri sabit bir voltajla stimüle ederek EMG ile fasiyal hareketleri monitörleme tekniklerini bildirmişlerdir. *Jannetta* bu monitörünü posterior fossa tümör cerrahisinde fasiyal sinirin lokalizasyonunu demonstre ederek tümörün büyük kısmının güvenli bir şekilde çıkarılması için kullanmışlardır. 1985'te *Silverstein*, *Jako* stimulatörünü yeniden modifiye ederek ultrasensitif ve uzaktan kumandalı pulslu sabit akımlı yalıtkan stimulatör uçlu probu olan bir cihaz geliştirmiştir. *Nicolet, Nadol* ve arkadaşlarının *Prass* ile beraber çalışmasıyla sinir bütünlük monitörünün (Nerve integrity monitör (NIM) Xomed Trace) gelişmesini sağlamışlardır. Ünite bir EMG ampifikatörü, osiloskopik görüntüleme, işitsel cevap mekanizması ve sabit akım, sabit voltaj dağıtım stimulatör probundan oluşmuştur. NIM'in profesyonel EMG monitörü ve cerrahi sırasında kas, aksiyon potansiyelini kaydeden bir alete ihtiyacı vardır. 1989'da *Brackman*'ın çalışmasıyla *Silverstein WR-S₈* stimulatör/monitör uzaktan kumanda stimulatör prob ucunu içeren işitsel EMG sistemi geliştirilmiştir. 1989'da *Silverstein* sürekli elektriksel akım üreten ve mikroenstrumanlara uygulanan bir adaptörü *Brackman* EMG veya *WR-S₈* stimulatör / monitörüne ilave etmiştir. Bu adaptöre SACS (Silverstein Adaptör for Continuous Stimulation) adı verilmişti (28).

2.5 İNTRAOPERATİF FASİYAL SİNİR MONİTORİZASYON TEORİSİ

a. Kas Hareketini Belirleyen Cihazlar

Fasiyal kas hareketlerini belirlemek için fasiyal sinir monitörizasyonunda gerilmeye hassas solid mekanik basınç sensorlu monitör cihazları kullanılır. Fasiyal sinir hareketleri, fasiyal sinir manuple edilince, travmatize edilince veya sinir stimulatörü ile mekanik olarak stimule edilmesiyle uyarılır. Hastanın ağız köşesine klip şeklinde mekanik basınç sensorlu bir prob yerleştirilerek fasiyal kaskına hafif basınç uygulayan cihazlarla yapılır. *Silverstein WR-S₈* cihazı bu iş için iyi bir örnektir. Kas kontraksiyonları sensorda basınç algılanmasına sebep olarak hem görsel hem işitsel alarm oluşacaktır. Kas hareket sensörü sadece problemlerdeki basınç farkını ölçer. Sensorun hareketi ve statik basınç yalancı kas hareket artefaktlarını düşürmek için elektriksel olarak filtre edilir (29).

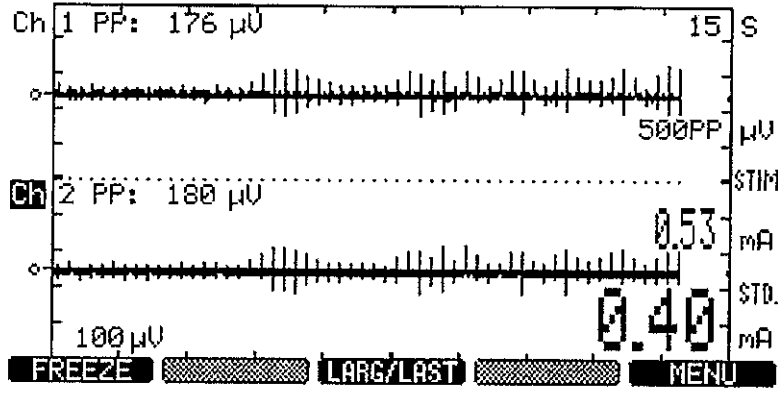
b. Kas Elektriksel Aktivitesinin Belirlenmesi (Elektromiyografik kayıt)

Kas elektriksel aktivitesinin belirlenmesi elektromyografik kayıt ile sağlanır. Elektromyografik kayıt fasiyal sinir motor son ucunda depolarizasyon neticesinde oluşan aksiyon potansiyelleri ve compound kas aksiyon potansiyellerini kaydeden elektrotlar ile yapılır. Sonuç olarak sinir fizyolojik olarak aktive edilirse, travmatize edilirse, mekanik olarak manuple edilirse veya elektriksel olarak stimule edilirse fasiyal sinirde oluşan uyarı ile fasiyal kaslarda aktivite meydana gelir. Oluşan cevap amplifiye edilerek 1 ile 500 Hz'lik banddan geçirilerek 20 mikrosaniyelik pencerede görüntülenir. Oluşan bu aktivite bu şekilde hem işitsel hem görsel bir sinyal haline dönüşerek cerrahın farketmesini sağlayarak cerraha bio feed-back sağlar.

Kaydedici elektrodlar ile oluşan aktivite ölçülür. Çeşitli elektrod tipleri vardır. Yüzey subdermal ve intramusküler elektrodlar (prass paired elektrod) vardır. Elektrodlar genel olarak orbikularis oculi ve orbikularis orise yerleştirilir. (superior ve inferior branşlarda innervasyon sağlanır.) Topraklama elektrodu altına ya da göğsün üst kısmına yerleştirilir. Yüzey elektrodları daha (Monopolar elektrodlarda) az spesifiktir, daha çok artefakt yapar ve fiksasyonu daha zordur. Genelde platin ya da teflon iğne elektrotlar kullanılır. Çengel elektrotlar da vardır. Bipolar ve monopolar elektrotlar vardır (29).

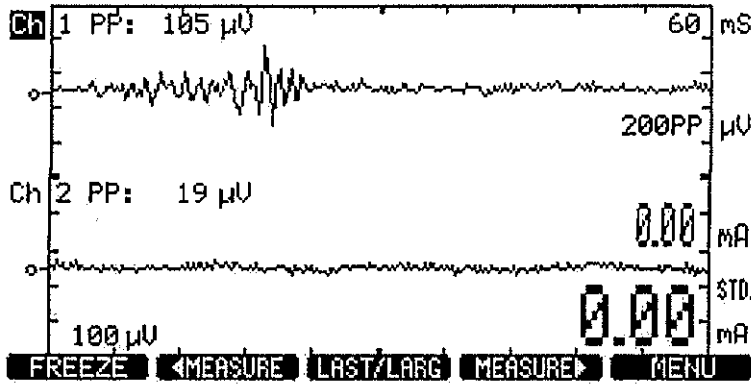
EMG tarafından elektriksel olarak üretilen 4 tip işitsel ve görsel sinyal vardır.

1. Rasgele kas aktivitesi
2. Her elektriksel stimulusa eşlik eden pulslu cevap örneğinin makine gürültüsü.



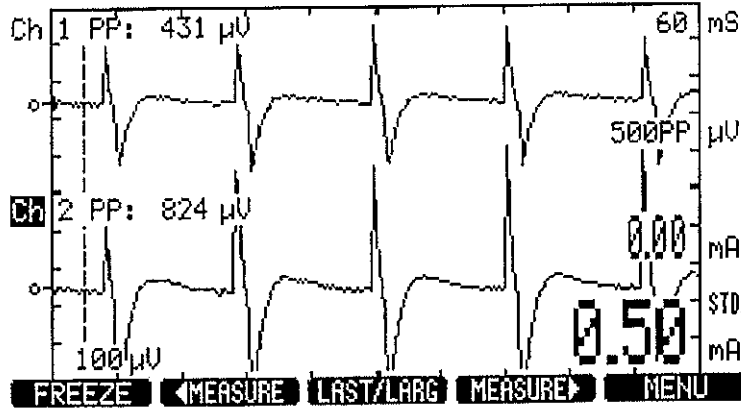
Resim 10: Pulslu cevap.

3. Cerrahi manipulyasyon ile senkronize fazik cevap = "burst" cevap : Kısa senkronize ve tek bir cevap oluşur. Multipl fasiyal sinir aksonunun tek deşarjı ile olur. Direkt olarak fasiyal siniri manuple ve stimule . olur. Mekanik stimulusla oluyorsa sinir fonksiyonel olarak bütündür.



Resim 11 : Burst cevap.

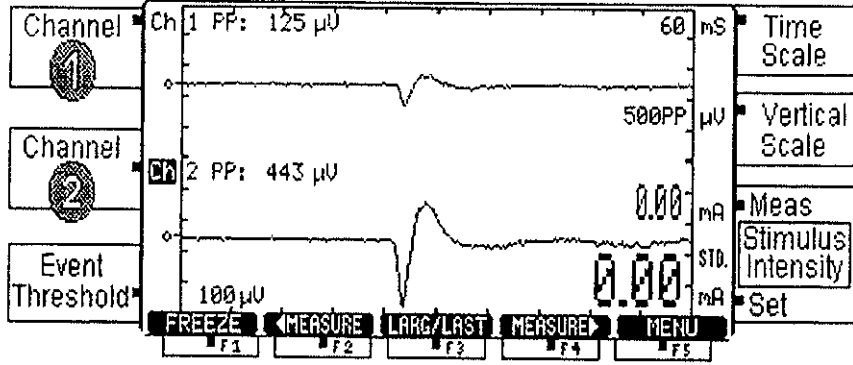
4. Traksiyon, basınç veya kalorik irritasyona bağı asenkronize (EMG) tonik cevap : "train" cevap : Uzamış, asenkronize bir cevaptır. 1-2 dk. sürer. Genellikle fasiyal sinir traksiyonu, indirekt disseksiyonu, ısı değişimi, irrigasyonu ve iskemisi ile oluşur. Büyük bir tümörün fasiyal sinir üzerine kompresyonu yüzünden bazal kayıta tonik EMG aktivitesi izlenebilir. Frekansı 50-100 Hz.dir. İşitsel sinyali patlayıcıdır . (Bomber tip) (11).



Resim 12: Train cevap.

c. Fasiyal Sinirin Elektriksel Stimulasyonu

Bipolar ve monopolar elektrotu kullanılarak fasiyal sinirin ya da içinde fasiyal sinir olduğu düşünülen dokuların stimüle edilmesiyle motor son ucunda depolarizasyon oluşturularak meydana gelen motor aksiyon potansiyeli EMG ile kaydedilir ya da kas hareketleri mekanik basınç sensorları ile ayırt edilir. Stimulasyon için en güvenli ve en kontrollü metod pulslu sabit bir akım ve sabit bir voltaj uygulamaktır . Pulssuz akım sinir dokusuna ve etraf dokulara zarar verebilir. Çünkü akım etrafa yayılır. Bu tip akımla cilt yanıkları bildirilmiştir. Ortamda BOS göllenmesi veya irrigasyon sıvısı varsa akım şartlanarak fals (-) cevap olarak değerlendirilmesine yol açabilir. Bipolar ve monopolar stimulasyon yapılabilir. Bipolar stimulasyon için elektrodu iki ucu sinir aksı üzerine denk gelmelidir. Monopolar elektrodun ucu iyi yalıtılmış olmalıdır. (Civar dokulara zarar vermemesi için) Monopolar stimulasyon için topraklama ucu da gereklidir. Stimulasyon yapılmak istendiği zaman diseksiyona ara verilmelidir. Tipik stimulus parametresi saniyede 1-2 defa 0.05 mA ile 10 mA'lık 200 mikrosaniyelik pulslu uyarılardır. En düşük akım fasiyal kaslarda hareket olmaksızın elektriksel aktivite üretir (EMG cevabı). Akım kademeli olarak arttırılırken kas kontraksiyonunun gerilimi artar (Maksimum cevap görülene kadar). İlgili kas kontraksiyonu uyarmak için stimule edici akımın miktarı sınırda elektrodun uzaklığı ile ilişkilidir. Fasiyal sinir stimulatörden uzak ise daha yüksek akım gereklidir. Bu ilişki düzlemsel değildir. Sinir uyarım eşiği kasların yorgunluğu ile de ilgilidir. Kas kontraksiyonunu uyarmak için daha yüksek akım uygulamasının gerekmesi, genellikle ya fasiyal sinir hasarını ya da kas yorgunluğunu işaret eder. Silverstein ve arkadaşları digastrik kasın en duyarlı olduğunu, en düşük uyarı ile diğer fasiyal kaslardan daha çabuk cevap verdiğini gözlemlemişlerdir (11, 29).



Resim 13: Bifazik cevap.

2.6 FASIYAL SİNİR MONİTORİZASYONUNDA KULLANILAN CİHAZLAR

a. Mekanik Basınç Sensorları

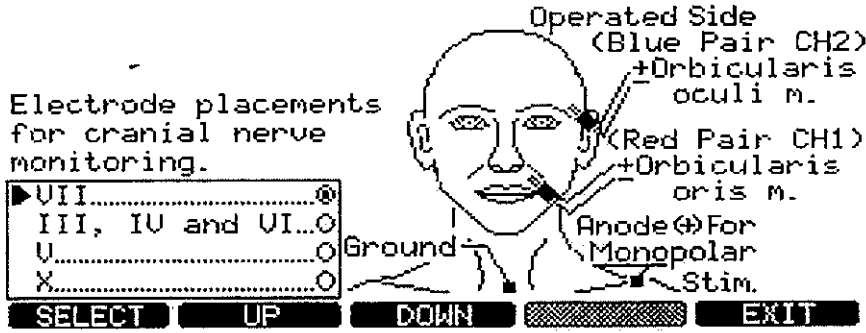
Fasiyal kaslardaki aktüel kontraksiyon cevaplarına basınç sensörü ile belirlenmesi ile olur. *Silverstein WR-S₈* ultrasensitif basınç ölçü-transducerin en çok kullanılan modeldir. Bu model cihazın mandal şeklinde ağız köşesine uygulanan ve fikse alana kadar sıkıştırılabilen bir ucu vardır. Bu ucu yerleştirirken hem sıkı olmamasına hem de yerinden oynamayacak şekilde ayarlanmasına dikkat edilmelidir. Çok sıkı olursa kontraksiyonlar belirlenemeyebilir. Fikse etmeden önce hasta yanağına dokunularak sistem test edilmelidir. Basınç-ölçü sensörü ya bakterisidal bir solusyonla silinmeli ya da gaz sterilizasyon ile steril edilmelidir. Ünitenin fonksiyonu 12 saat süren şarj olabilen pili vardır. Pulsu sabit DC elektriksel akım stimulus üreten uzaktan kumanda probu ya da SACS (Silverstein Adaptor for Continuous Stimulation)'ın mikroenstrumanlara veya tur ucuna yapıştırılmasıyla stimulator fonksiyonu sağlanır (24, 31). Uzaktan kumanda probu ile cerrah 0.05 mA ile 10 mA'lık stimülasyon uygulayabilir. Akım kare biçiminde ve 200 milisaniye süresindedir, frekansı saniyede 5'tir. Cihazdaki LED panelindeki aydınlanma akımın verildiğini gösterir. Akım kaybolunca monitör koyulaşır. Fasiyal sinir stimüle edilirse işitsel sinyal duyulur. Sesin şiddeti uyarının şiddeti ile ilgili değildir. Stimulator 1.5 voltluk A kuru pili vardır. Kullanım süresi 400 saattir.

b. Elektromyografik Ünite

1. Sinir Bütünlük Monitörü (Nerve Integrity Monitor, NIM 2 Xomed Trace)

Orbikularis okuli ve orbikularis orise monopolar veya bipolar kaydedici elektrodların subdermal, yüzeysel disk veya intramuskuler (platin,teflon,çengel) uygulanması ile elektromyografik kayıtların izlenmesini sağlar. Bipolar

elektrotlar kullanılıyorsa iğneler birbirine değmemeli ve birbirinden uzağa yerleştirilmelidir. Orbikularis oküli monitörlenmesi için göz bölgesine yerleştirilen elektrodun orbitadan uzak olmasına dikkat edilmelidir. Toprak subdermal elektrod göğsün üst kısmına, anod (+) subdermal elektrod , monopolar stimülasyon probu için ipsilateral omuza yerleştirilmelidir. Daha sonra tüm elektrodlar patient interface (arabirim kutusu)'na takılmalı, bu da mandalı ile masanın altına tutturulmalıdır. Arabirim kutusu hastadan 4.5 m'den daha uzakta bulunmamalıdır.

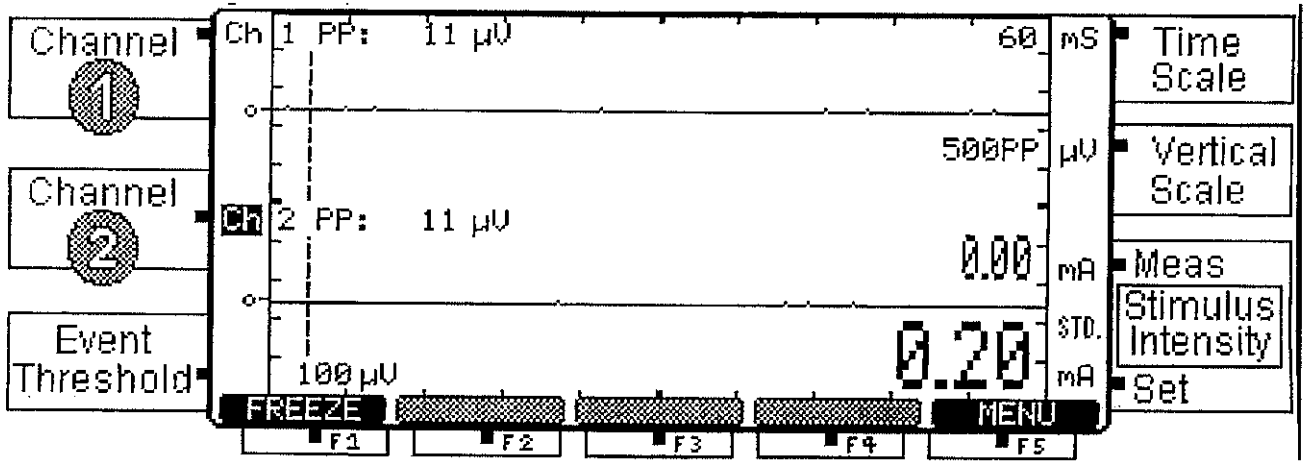


Resim 14: Fasiyal Sinir monitorizasyonunda elektrodların yerleştirilme şekli.

Steril örtüler örtülmeden monitör açılmalı, Status Check tuşundan elektrodların doğru yerleştiği ve impedansları, batarya voltajı kontrol edilmelidir. NIM 2'de elektrotlar arasındaki direnç 0.5 kohmdan farklı olmamalıdır. Direnç ne kadar fazla ise beklenmeyen faz artefakt olma ihtimali o kadar yüksektir. NIM 2'nin hem sabit alarm hem sabit voltaj üreten saniyede 1-4 kez 100 ile 250 milisaniyelik 0.05 ile 10 miliamperlik stimulatör probu da vardır (2).

Elektrokoter ünitesinin kablosuna özel bir adaptör (muting detector probe) yapıştırılarak elektrokoter kullanılması ile oluşan yalancı (+) cevabı susturulabilir (rejekt eden). Bu adaptör 6m'den daha uzağa konulmamalıdır. Sistem içinde büyük artefaktları silen bir mekanizma mevcuttur. Faz gürültüsü hafif bir artefakt oluşturur. Kas kontraksiyonu veya sinirin mekanik stimülasyonu ile tonik veya fazik cevaplar ekranda izlenir. Aynı zamanda işitsel bir sinyal de oluşur. Gerçek kontraksiyon ve faz artefaktını ayırt etmek için grafikler yardımcıdır. Grafikleri ve artefaktları ayırt etmek için asistana ihtiyaç vardır. NIM 2'nin dezavantajı ekranın ışığının çok iyi olmamasıdır. Karanlık ameliyathanelerde okuması zordur.

Event capture knob (elde edilen sonuç) düğmesi ile en son oluşan EMG akvitesi tekrar monitörde görünür hale gelir.



Resim 15: NIM 2 monitör ekranı.

NIM 2 şarj edilebilen 11 volt DC'lik 12 saat hizmet veren güç kaynağına sahiptir. İki batarya vardır. Biri (+), diğeri (-) yüklüdür. 12.6- 12.8 V arasında iken yeşil, fazla dolu değilse sarı kısa bir operasyonda kullanılabilir), kırmızı renkte ise şarj edilmesi gerektiğini gösterir. Bütün ünitenin tam şarj edilmiş olması operasyona başlamadan önce önemlidir.

2. Brackman EMG Ünitesi (WR Medikal Elektronik)

Bipolar elektrotların orbikularis okuli ve orbikularis orise yerleştirilmesi ile EMG cevaplarının takibini sağlayan bir ünedir. EMG cevapları ünitenin önündeki hoparlörler ile işitsel bir feed-back sistemi ile temsil olur. Faz artefaktları statik olarak izlenir. Normal EMG aktivite daima farklı görülür. Her kas grubu ayrı bir kanalda takip edilir. Stimulus eşiği ve hoparlör volümü ayarlanabilir. İşitsel cevaba ek olarak her bir kanalda EMG aktivitesinde vertikal bir çubuk şeklinde ışık yanar. Aktivite ne kadar büyükse eşik çubuğu en yüksek seviyededir. Işık çubuğunun şiddeti için 3 renk kullanılmıştır. Hafif seviyede yeşil ışık, arka seviyede sarı ışık, güçlü aktivitede kırmızı ışık yanar. Bu renkli ışıklar ameliyathanede rahatlıkla görülür ve cerraha nicel bir EMG aktiviter değerlendirmesi sağlar. Brackman EMG ünitesi şarj edilebilen pille çalışır ve pil şarjı azalınca uyarı ışığı yanar. Pil ömrü yaklaşık 12 saattir.

Brackman EMG ünitesinde Silverstein WR-S₈ monitör/stimulatör ile aynı stimulatör sistemi bulunur. Akım, frekans ve zaman parametreleri, kullanım şekilleri aynıdır. Bu sistemlerden başka dispoible monopolar nörostimulatörler de mevcuttur. Özellikle parotis cerrahisinde kullanılır. Bunlar pulslu 0.5-3 mA akım üreten dispoible cihazlardır.

2.7 FASİYAL SİNİR MONİTORİZASYON FAYDALARI

1. Yumuşak doku, tümör ve kemik içinde elektriksel stimulatörler kullanılarak fasiyal sinirin erken identifikasyonu.
2. Beklenmeyen fasiyal stimulasyonda cerrahı uyarmak.
3. Temporal kemik veya tümör içinde fasiyal sinir seyrini belirlemek.
4. Disseksiyon veya tümör disseksiyonu sırasında fasiyal sinire mekanik travmayı azaltmak.
5. Cerrahinin sonunda fasiyal sinirin değerlendirilmesi ve prognozu

2.8 FASİYAL SİNİR MONİTORİZASYONU UYGULAMALARI

İatrojenik fasiyal sinir hasarını önlemede önemli nokta hangi hastalarda fasiyal sinirin belirgin risk altında olduğunu belirlemektir. Risk gruplarını aşağıdaki gibi sınıflandırabilir (11, 29):

Yüksek risk:

1. Konjenital orta kulak anomalileri, aural atrezi
2. Akustik tümör rezeksiyonu
3. Parotis bezi girişimleri

Orta risk:

1. Revizyon mastoidektomi
2. Dış kulak yolu eksostoz tamiri
3. Vestibüler sinir seksiyonu
4. Ciddi inflamasyon
5. Hemifasiyal spazm- dekompresyon

Düşük risk:

1. Stapedektomi
2. Timpanoplasti
3. Primer mastoidektomi

Bu duruma ek olarak cerrahın tecrübesizliği de risk faktörüdür.

a. Fasiyal Sinir İdentifikasyonu

Otolojik cerrahide fasiyal sinirin yaralanmasını önlemek için sinir identifiye edilmelidir. Silverstein ve ark. yaptıkları çalışmada; Silverstein Facial Nerve Stimulator/Monitor kullanılmıştır. Stimülüs şiddeti 0.05-10 mA arasında değişmektedir. Üç alanda: horizontal parça(kemik intakt), chorda timpani siniri ve

timpanik anulusta minimal fasiyal kas kontraksiyonu üreten eşik akımlar ölçülmüştür. Fasiyal sinir identifiye edilmeden önce ve sonra posterior kemik anulustaki elektriksel eşikler saptanmıştır. Malleusun umbosu referans noktası alınarak umbo ile timpanik anulus arasındaki mesafe ve vertikal fasiyal sinir identifiye edildiğinde burası ile umbo arasındaki mesafe ölçülmüş. Bu iki mesafe arasındaki fark fasiyal sinir üzerindeki kemiğin derinliğini gösterir.

Elektriksel stimülasyon için gereken eşik değerler siniri saran kemiğin derinliği hakkında bize bilgi verir. Bu vakalarda ortalama kemik derinliği 3.0 mm (standart sapma 0.96) ve ortalama eşik akım 2.8 mA saptanmıştır. Eşik değer ile kemik derinliği arasında korelasyon görülmüştür. Kısaca 1.0 mA lik akım 1.0 mm' lik kemiğe eşittir (26, 27).

Kronik orta kulak ve mastoid cerrahilerinde kemik ya da yumuşak doku içerisinden fasiyal sinirin stimülasyonu fasiyal sinirin lokalizasyonu ve sinirin üzerindeki kemiğin derinliği hakkında bize bilgi verecektir. Sinir ince bir kemik tabaka ile sarılı olduğunda stimülasyon için 0.25 mA' lik akım gerekir. Çıplak sinir için ise 0.1 veya daha az mA' lik akım gerekecektir.

Fasiyal sinir stimülasyonu için elektriksel eşik değerleri (26):

Stimülüs alanı	Eşik değerleri (mA)	
	Ortalama	Alan
Korda timpani	1.5	0.5-3.0
Eksternal kemik kanal duvarı	2.8	1.1-5.5
Horizontal fasiyal- kemik intakt	0.6	0.25-1.5
Horizontal veya vertikal fasiyal- kemik kaldırılmış	0.05	0-0.1
Serebellopontin köşe	0.1	0-0.2

b. Fasiyal Sinir Seyrinin Bulunması

Kemik, yumuşak doku ve tümör içinde fasiyal sinirin seyrini fasiyal sinirin elektriksel olarak uyarılması sureti ile yapılır. Bunun için genellikle monopolar stimule edici prob veya yalıtılmış elektrikli aletler kullanılır.

c. Beklenmedik Fasiyal Stimulasyona Karşı Uyarı

Özellikle revizyon mastoid operasyonları ve konjenital orta kulak malformasyonlarında fasiyal sinir granülasyon dokuları içinde veya alışılmadık anatomik pozisyonda olabilir. Ödemli mukoza ve granülasyon dokuları fasiyal sinir identifikasyonunu zorlaştırabilir. Lingstromun 1993'de orta kulak atrezileri ile ilgili vaka serisinde % 80 oranında fasiyal sinir farklı anatomik bölgede bulunmuş. Ve peroperatif kontinue fasiyal sinir monitörizasyonu ile sinir

dokusuna yaklaşıldığı kaydedilerek % 95 oranında fasiyal sinir korunmuştur. Bu sistemde fasiyal sinir görülmeden önce sinire yaklaşıldığı öğrenilebilir.

d. Fasiyal Sinir Disseksiyonu Sırasında Cerrahi Travmayı Azaltmak

EMG fasiyal sinirin gerilmesi ve manuplasyonuna karşı ultrasensitiftir. Cerraha fasiyal siniri daha uygun bir şekilde disseke etmesi için yardım eder. EMG aktivitesindeki tonik aktiviteler fasiyal sinire travma ve irritasyon olduğunu gösterir. Tonik aktiviteler görülmeyene kadar disseksiyon durdurulur. Geniş tümörlerde disseksiyon planı kaybolabilir. Düşük akımlı elektriksel stimülasyon fasiyal siniri lokalize eder ve korur.

e. Prosedür Sonunda Fasiyal Siniri Değerlendirmek

Cerrahi prosedürün sonunda, operasyonun başında belirlenen eşik ile fasiyal sinirin bütünlüğü değerlendirilir. Beyin sapında (0.05-0.2 mA), timpanik segmentte (0.25-1.0 mA) veya disseksiyon hastanın proksimalinde fasiyal siniri düşük akımla stimüle edebilmek genelde cerrahi sonrası fasiyal sinir fonksiyonlarının tam olduğunu gösterir. Eğer hasar varsa hasarın proksimalinde daha yüksek şiddette uyarı ile cevap oluşacaktır. Ekstübasyon sırasında fasiyal EMG aktivitesi monitörizasyonuna devam edilirse uyanma esnasında elde edilen normal EMG aktivitesi iyi bir fonksiyon olacağına göstergesidir. Uzun dönem fonksiyon takibinde sinir fallop kanalında sıkışmış olabilir. Akut durumda nöropraxi, aksonotmezis ve nörotmezis elektriksel olarak birbirinden ayırt edilemez.

Fasiyal sinirin cerrahi manuplasyonundan sonra, fasiyal kontraksiyon oluşturmak için gerekli akım fasiyal sinir segmentine göre örneğin pontoserebellar köşede 0.3 mA'den büyükse , timpanik segmentte 1.0mA' den büyükse (kemik kanal intakt) hasta uyandığı zaman fasiyal güçsüzlük olasıdır. Yüksek uyarıda hafif cevap fasiyal sinirin intakt olduğunu ve parsiyel iyileşmenin beklendiğini gösterir. Kas kontraksiyonu oluşturmak için daha yüksek akıma olan ihtiyaç postoperatif olarak daha büyük derecede fasiyal güçsüzlük beklendiğini işaret eder. Yüksek akımlarda (6-8 mA) hiç cevap elde edilmemesi, fasiyal sinirin ciddi olarak hasarlandığını veya kesildiğini gösterir. Birçok çalışma monitörizasyon kullanıldığı zaman fasiyal sinir fonksiyonunun istatistiksel olarak daha iyi olduğunu göstermiştir (18).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma 2003 Aralık ve 2004 Aralık tarihleri arasında kliniğimizde tedavi gören 28 kronik otitli hastayı kapsamaktadır. Operasyonlarda fasiyal sinir monitorizasyonu için Xomed- Treace Nerve Integrity Monitor, NIM-2 sistem kullanılmıştır. Hastaların 12'si kadın (%42) , 16'sı erkekti (%58) . En küçüğü 6 yaşında, en büyüğü 45 yaşındaydı ve yaş ortalaması 31.3 idi. Vakaların % 93'ü primer prosedür, % 7'si ise revizyondur. Revizyon vakaları daha önce bir kez opere edilmişti. 8 hastaya timpanoplasti+ sağlam kanal mastoidektomi (canal wall up), 7 hastaya timpanoplasti+ indirilmiş kanal mastoidektomi (canal wall down), 13 hastaya da radikal mastoidektomi prosedürleri uygulandı (Tablo 1).

Hasta	Yaş	Cinsiyet	Taraf	Operasyon Tipi
1	11	E	Sol	Radikal Mastoidektomi
2	32	K	Sağ	Radikal Mastoidektomi
3	42	E	Sağ	İndirilmiş kanal Mastoidektomi+ Tip 2 Timp.
4	40	K	Sol	Radikal Mastoidektomi
5	38	E	Sol	Radikal Mastoidektomi (Revizyon)
6	6	E	Sol	Radikal Mastoidektomi
7	22	K	Sağ	Radikal Mastoidektomi
8	37	E	Sağ	İndirilmiş kanal Mastoidektomi+ Tip 3 Timp.
9	36	E	Sol	Sağlam kanal Mastoidektomi+Tip 1 Timp.
10	28	E	Sağ	Sağlam kanal Mastoidektomi+Tip 2 Timp.
11	42	E	Sol	Sağlam kanal Mastoidektomi+Tip 2 Timp.
12	45	E	Sol	İndirilmiş kanal Mastoidektomi+Tip 2 Timp.
13	38	K	Sağ	İndirilmiş kanal Mastoidektomi+Tip 3 Timp.
14	40	K	Sol	Sağlam kanal Mastoidektomi+Tip 3 Timp.
15	25	K	Sol	Sağlam kanal Mastoidektomi+Tip 1 Timp.
16	33	E	Sol	İndirilmiş kanal Mastoidektomi+Tip 2 Timp.
17	10	K	Sağ	Radikal Mastoidektomi
18	45	E	Sol	Radikal Mastoidektomi (Revizyon)

Hasta	Yaş	Cinsiyet	Taraf	Operasyon Tipi
19	23	K	Sağ	İndirilmiş kanal Mastoidektomi+ Tip 3 Timp.
20	23	E	Sağ	Sağlam kanal Mastoidektomi+ Tip 2 Timp.
21	40	E	Sağ	Sağlam kanal Mastoidektomi+ Tip 3 Timp.
22	35	E	Sol	Radikal Mastoidektomi
23	42	K	Sağ	İndirilmiş kanal Mastoidektomi+Tip 3 Timp.
24	28	K	Sağ	Radikal mastoidektomi
25	34	K	Sağ	Radikal Mastoidektomi
26	38	K	Sağ	Sağlam kanal Mastoidektomi+ Tip 2 Timp
27	40	E	Sol	Radikal Mastoidektomi
28	10	E	Sol	Radikal Mastoidektomi

Tablo 1: Çalışmaya alınan hastalar ve uygulanan cerrahi prosedürler

Hastaların hiçbirinde klinik olarak preoperatif fasiyal sinir disfonksiyonu yoktu.

Tüm hastalarda kas gevşetici olarak kısa etkili *Mivakuryum* kullanıldı. Anesteziye % 50 nitroz oksit ve oksijen, % 2 sevoflurane, fentanil citrate (1mikrogram/kg) ile devam edildi.

Hasta uyuduktan sonra yüzün üzerindeki yağ tabakasını temizlemek için cilt alkol ile silindi. Sonra elektrodlar yerleştirildi. Bipolar ikili subdermal elektrodlardan mavi orbikularis okülü kasına , kırmızı orbikularis oris kasının olduğu nazolabial sulkusa yerleştirilir.Elektrod iğnelerinin birbirine yakın olmasına ama birbirine değmemesine dikkat edildi. Toprak subdermal elektrod (yeşil) göğsün üst kısmına, anod (+) subdermal elektrod (beyaz) ipsilateral omuza yerleştirildi.

Patient interface kutusuna (arabirim kutusu) elektrodlar renklerine göre takıldı. Elektrodlar çıkmasını diye arabirim kutusu, üzerindeki mandalla masanın altına tespit edildi. Monitör açıldı.Status check tuşuna basıldı. Elektrodların doğru takılıp takılmadığına ve impedans değerlerine bakıldı. İkili elektrodlar için impedans değerleri 5 ila 20 omega arasında, tek elektrodlar için ise 1 ila 10 omega arasında olmasına dikkat edildi. Ameliyat sahası batikon ile boyanarak steril örtüler serildi. Steril monopolar stimülatörün ucu da arabirim kutusunda katod (-) stimulus prizine yerleştirildi.

Muting dedector probe (sessiz dedektör probu), elektrokoter ve turun kablosuna takıldı ve diğer ucu monitörün arkasındaki 3 numaralı deliğe sokuldu.

Tüm hastalara retroauriküler insizyon uygulandı. Kortikal mastoidektomi yapıldıktan sonra dış kulak yolu flebi eleve edildi ve orta kulağa ulaşıldı. Kolesteatom ve/veya granülasyon dokusu içindeki fasiyal siniri tanımlamak ve kemik kanalının intakt olup olmadığını saptamak için 0.05 ile 1.0 mA arasında stimülasyon uygulandı. Radikal mastoidektomi ve indirilmiş kanal mastoidektomi prosedürlerinde de dış kulak arka duvarı turlanarak köprü indirilirken kemiğin derinliğini anlamak için 1.0mA ile 3.0 mA arasında stimülasyon uygulandı.

4.BULGULAR

Hastaların % 28.5'inde kolesteatom, % 35.7'sinde granülasyon, % 32.3'ünde kolesteatom ve granülasyon, %3.5'inde ise kolesterol granülomu mevcuttu (Tablo 2)

Operasyon tipi	Operasyon sayısı	Revizyon sayısı	Patoloji tipi	Patolojinin görüldüğü operasyon sayısı
Radikal mastoidektomi	13	2	Kolesteatom	7
			Kolesteatom +granülasyon	4
			Granülasyon	2
Sağlam kanal mastoidektomi+ timpanoplasti	8	-	Kolesteatom	1
			Kolesteatom+ granülasyon	2
			Granülasyon	4
			Kolesterol granüloma	1
İndirilmiş kanal mastoidektomi+ timpanoplasti	7	-	Kolesteatom+ granülasyon	3
			Granülasyon	4

Tablo 2: Operasyonlarda saptanan patolojik dokular ve oranları.

Tüm vakalarda fasiyal sinir timpanik segment üzerindeki kolesteatom ve /veya granülasyon dokusuna 0.25-1.5 mA stimülasyon uygulanarak sinir identifiye edildi. 3 vakada mekanik stimülasyon nedeni ile burst aktivite oluştu. Fasiyal sinir timpanik segmentinde dehisans olup olmadığını anlamak için 0.05-0.1 mA'lık elektriksel stimülasyon ile uyarı verildi. 5 vakada dehisans saptandı (%17). 5 vakanın üç tanesinde kolesteatom, iki tanesinde de granülasyon dokusu mevcuttu. Özellikle bu vakalarda patolojik doku temizlenirken çok dikkatli davranıldı. Timpanik segment anatomik landmarklar kullanılarak (stapes kası ve tendonu ile piramidal eminens, oval pencere nişi, prosesus kokleariformis ya da tensor timpani semikanalı) da ortaya konulduğunda bu bölgede çeşitli derecelerde dehisans olduğu görüldü. Fasiyal sinir timpanik segmentinin açık saptandığı vakaların ikisine radikal mastoidektomi, bir revizyon radikal mastoidektomi, bir indirilmiş kanal mastoidektomi+timpanoplasti, bir sağlam kanal mastoidektomi+timpanoplasti prosedürleri uygulandı.

Radikal mastoidektomi ve indirilmiş kanal mastoidektomi olgularında köprü indirilirken fasiyal sinir mastoid segmenti üzerindeki kemiğe 1-3 mA' lik stimülasyon uygulandı. Kemiğin derinliği ile uygulanan stimülasyon arasındaki korelasyondan faydalanıldı. Güvenli bir şekilde köprü indirildi. Bir vakada turlama yapılırken asenkronize tonik aktivite saptandı. Bunun ısı etkisiyle oluştuğu düşünüldü.

Hastaların postoperatif takibinde fasiyal paralizi saptanmadı.

5.TARTIŞMA

Fasiyal kanal, temporal kemikten geçerken konjenital kemik dehisansları, varyasyonlar ve rotasında anomaliler gösterebilir (5,16,18) (Tablo 3). Kronik otitli olgularda temporal kemiğin anatomik landmarkları daha önceki cerrahi, granülasyon dokuları veya kolesteatom nedeni ile kaybolabilir ve fasiyal sinir yaralanmaya açık hale gelebilir (7, 23, 25, 30, 32).

Baxter (1971), 332 kişinin 535 temporal kemiğinde yaptığı çalışmada % 55 oranında dehisansa raslamıştır. Çoğunlukla multipl olan bu dehisansların % 91' ini timpanik segmentte, % 59'unu mastoid segmentte bulmuştur. Timpanik segmentteki dehisansların % 83' ü oval pencereye komşu kısmının lateral, inferomedial kısımlarında görülmüştür. % 26' sında fasiyal sinir kanaldan protrüzyeydi. Bu dehisansın uzunluğu 0.5-3.1 mm arasında bulunmuştur. % 1' den azında timpanik segmentin tamamı açıktaydı. % 12 hastada sinirin kanaldan protrüzyonu ile birlikte dir. Bu dehisansın uzunluğu 0.4-2 mm arasında ölçülmüştür (17).

Yazar	Tarih	Çalışmanın kaynağı	Kulak sayısı	Dehisans insidansı(%)
Kikuchi	1907	Histolojik çalışma	64	33
Guild	1949	Histolojik çalışma	-	15
Lida	1951	Histolojik çalışma	31	6
Derlacki	1957	Cerrahi çalışma	424	0.5
Cawthorne	1957	Cerrahi çalışma	31	20
Hough	1958	Cerrahi çalışma	500	20-30
Shaumbaugh	1959	Cerrahi çalışma	-	5
Kaplan	1960	Cerrahi çalışma	100	7
Dietzel	1961	Histolojik çalışma	211	57
Beddard ve Saunders	1962	Diseksiyon	52	25
Mollica	1962	Diseksiyon	64	25
Nagakura	1966	Histolojik çalışma	28	25
Baxter	1971	Histolojik çalışma	535	55
Sando	1988	Histolojik çalışma	100	11.6
Takahaski and Sando	1992	Histolojik çalışma	160	74
Todd	1994	Diseksiyon	35	60
Pensak	1994	Cerrahi çalışma	250	38
Moreano ve ark	1994	Histolojik çalışma	1000	56
Daqing Li	1996	Cerrahi çalışma	1465	11.4

Tablo 3: Literatürdeki Fasiyal kanal dehisans insidansını gösteren çalışmalar (5,18)

Baxter'in buldukları Dietzel (1961) ile benzerlik gösterir. Dietzel 211 temporal kemiği incelemiş ve % 57 oranında dehisansa raslamıştır. Guild (1949) fasiyal kanal timpanik segment dehisanslarının, sinirin kanaldan protrüzyonuna yol açabileceğini belirtmiştir . Bu protrüzyon sinirin küçük bir açıklıktan, bulging yapmasından, büyük bir kısmının açıklığına kadar değişkenlik gösterebilir . Zaman zaman fasiyal kanalın lateral ve inferior kısmı stapesin arka bacağı etrafında açık olabilir .

Moreano ve ark. 1000 temporal kemik üzerine yaptığı çalışmada (1994); 560 kemikte (% 56) en az bir bölgede fasiyal kanal dehisansına raslanmıştır. En sık dehisans gözlenen bölge oval pencere komşuluğundadır (% 73.5). % 12 kemikte fasiyal sinir dirsek bölgesinde, % 11.6 tensor timpani bölgesinde, % 1.6 ise mastoid segmentinde dehisansa raslanmıştır (16).

Daqing ve arkadaşlarının 1996 yılında 1465 stapes operasyonunda yaptığı çalışmada; % 11.4 vakada fasiyal kanal dehisansı ile karşılaşmıştır. Bilateral operasyon geçiren hastaların (% 17.58); % 13'ünde unilateral, % 5.5'de bilateral dehisans mevcuttu. Oval pencere protrüze olan fasiyal sinir segmenti tarafından örtülmüştü. % 7.84 vakada oval pencerenin 1/4'ü , % 5.88 vakada 1/3'ü, % 2.94 vakada 1/2'si örtülmüştü.

Kronik otitli olgularda 2001 yılında Selesnick ve Lynn- Macrae tarafından yapılan çalışmada ; primer prosedür uygulanan vakaların % 88'inde fasiyal sinir dehisansı timpanik segmentte, % 13'ü mastoid segmentte görülmüştür (25). Revizyon vakalarının % 77'sinde dehisans timpanik segmentte, % 23 ikinci dirsek bölgesinde, % 8 mastoid segmentte, % 8 'inde de komplet dehisans saptanmıştır. Çalışmamızda saptanan dehisansların hepsi timpanik segmentteydi.

1994 yılında Green ve ark. Tarafından; fasiyal sinir yaralanması meydana gelen 22 kronik otitli hasta araştırılmıştır (7). Fasiyal sinir yaralanması % 57 mastoidektomi, % 14 timpanoplasti, % 14 dış kulak yolu eksostozun kaldırılması sırasında meydana gelmiştir. Bu çalışmada fasiyal sinirin iatrojenik olarak en sık yaralandığı bölgeler: % 55 timpanik segment, % 32 mastoid segment olarak saptanmıştır.

Mastoid ve kulak cerrahisinde fasiyal sinir yaralanma oranı % 0.6- % 3.7' dir (27). 1982 yılında Wiet'in yazdığı makalede tüm otolojik girişimlerde fasiyal sinirin yaralanma oranı % 0.6- % 3.6; revizyon vakalarda ise % 4- % 10 olarak belirtilmiştir (32).

Fasiyal sinir monitorizasyonu için çeşitli teknikler kullanılabilir. Her sistemin avantajları ve dezavantajları vardır.

1. Mekanik basınç sensorları
2. Elektromyografik ünite
3. Rutin olarak kullanılmayan videomonitorizasyon tekniği

Elektriksel olarak fasiyal sinir stimülasyonu fasiyal sinirden uzakta olsada kas kontraksiyonu olmadan EMG'yi aktive eder. Mekanik basınç aleti sadece kas kontrakte olduğu zaman alarm verecektir. İki sistemde false artefaktlar farklı sebeplerden oluşur ve aynı zamanda olmaz. Hasta başının hareketi mekanik basınç aletinde uyarıya sebep olurken EMG sessiz kalmaktadır. Elektrokoter ve diğer bazı elektriksel uyarılar EMG'yi aktive ederken mekanik basınç cihazları sessiz kalır.

Mekanik basınç monitörizasyon tekniği daha ucuz, noninvazif uygulaması kolay ve gerçek kas kontraksiyonunu ölçer. Genel anestezi altındaki bütün rutin otolojik prosedürlerde kullanılabilir.

EMG metodu mekanik basınç tekniğine göre daha sensitiftir ve cerraha fasiyal sinirin durumu hakkında daha fazla bilgi verir (3). Belli kas gruplarında küçük bipolar elektrot kullanılmak dolayısı ile EMG sistemde diğer kranyal sinirler de monitörize edilebilir. EMG tekniği eksternal elektriksel uyarılara daha duyarlıdır. Örneğin elektrokoter kullanımı fasiyal sinir monitörizasyonunu önleyebilir. EMG sinyalini yorumlamak zor olabilir. Bizde artefaktları önlemek için elektrokoter kullanmaktan kaçındık.

EMG tekniği subkutan ya da intramuskuler elektrotlar kullanıldığı için daha invaziftir. NIM 2'de kayıdı izlemek için bir asistana ihtiyaç vardır. Brackman EMG ünitesinde ekstra personele ihtiyaç yoktur. Yüze basılırsa hem EMG hem de mekanik sistem aktive olur.

Videomonitorizasyon yönteminde iki adet infrared kamera yüzün yarısına göz çevresi ve dudak komissürünü görecektir şekilde yerleştirilmiştir. Monitörde referans bir görüntü mevcuttur. Bu görüntüde değişiklik olunca makine sesli uyarı vermektedir. 2000 yılında Filipo ve arkadaşları mekanik basınç, EMG teknik ve videomonitorizasyon yöntemlerini karşılaştıran bir çalışma yapmışlardır . Bu çalışmada en duyarlı yöntem EMG monitorizasyon bulunmuştur. İkinci olarak duyarlı videomonitorizasyon, üçüncü mekanik basınç yöntemi olarak sıralanmıştır (6).

İntraoperatif fasiyal sinir monitörizasyonu sadece bilgi sağlar. Kötü cerrahi ekspozure, tecrübesizlik antidotu değildir. Nörofizyolojik monitörizasyon için profesyonel bir personel gerekmektedir. Yetersiz monitörizasyon cerraha yeterli bilgi sağlamaz. Çalışmamızda bütün fasiyal sinir monitorizasyonları tarafımdan yapıldı. Hasta örtülüp operasyona başlanmadan önce elektrofizyolojik cevaplar ve sistem denenmelidir. Sistem kurulup işletildiği zaman tipik bir baz beyaz gürültü trasesi izlenir ve işitilir. Bu ses mikrofonik bir sestir. Bu sesin olmaması sistemdeki bir malfonksiyonu gösterir. Elektrotlar, bağlantılar kontrol edilmelidir.

Sinir irritasyonu ve travma sinir iletim blokajına yol açabilir. Fasiyal sinir üzerine sabit mekanik manuplasyon EMG aktivitesinde sürekli deşarjlar üretir. (Tonik aktivite =train) Travma devam ederse sinir iletiminde tam blokaja sebep olur ve yüksek akımla bile uyarı yapılamaz. (10 mA) İrritasyon seviyesi

azalmasına rağmen fasiyal sinir fonksiyonu yavaşça azalır. Bu problemi farkedebilmek için stimülasyon eşiği cerrahi prosedür başında kaydedilmelidir.

Preoperatif fasiyal paralizi monitörizasyonu zorlaştırır. Bizim hastalarımızın hiçbirinde preoperatif fasiyal sinir paralizi mevcut değildi.

Eksternal elektriksel ve mekanik gürültü artefaktları olabilir. Elektrokoter ünitelerinin elektriksel gürültüsü, video teçhizat veya ameliyathanedeki diğer aletler EMG monitörlerinde yalancı kas kontraksiyonlarına sebep olabilir. Metal aletler de EMG'yi aktive edebilir. Baş çevirme ve hasta pozisyonunu değiştirme ile de mekanik basınç monitör sisteminde artefaktlar olabilir. Anod elektrod nonsefalik bölgede örneğin ipsilateral omuza konursa stimulus artefaktı azalır. Monopolar stimulus probu yerine bipolar stimulus probu kullanılırsa artefakt oranı azalır. Sisteme yapılacak eklemeler elektrokoter, laser, aspirator kullanılırken sistemin otomatik olarak devre dışı kalması sağlanır. Artefaktların sesi daha çok çatırdama sesini andırır, gerçek alarmda ise ses daha çok patlama sesini andırır. Artefakt üstün kanallarda oluşur. Deneyimli monitörizasyon personeli artefakt ile gerçek aksiyon potansiyelini daha kolay ayırt ederek cerraha yol gösterir. Ayrıca impedans çok yüksek veya düşük ayarlanırsa EMG'de ses problemleri olabilir. İmpedans, 5k Ohm'den küçük olmalı; elektrod imbalans, 1k Ohm'den küçük olmalıdır (11).

Metson ve ark. EMG monitorünü geliştirmişler (1988) ve artefaktlardan daha az etkilenmesini sağlamışlardır. Ayrıca cerrahın hastanın başını oynatması ile meydana gelebilecek fasiyal hareketlere bağlı uyarılarda engellenmiştir (15). Sistem tarafından sadece 0.1- 10 mA arasındaki akım ile oluşturulan EMG aktivite kabul edilir ve sesli alarm oluşturulur.

Kas gevşetici ilaçlar kas kontraksiyonunu ve elektriksel aktiviteyi engeller. Bu nedenle sadece entübasyon sırasında kısa ekili kas depolarizan ajanları (süksinilkolin) veya nondepolarizan ajanlar kullanılmalıdır. Monitorizasyon, N₂O, Opiad veya halotandan etkilenmez. Sadece entübasyon sırasında kas gevşetici yapılması ve anesteziye narkotik ve volatil ajanlarla devam edilmesi bazı hastalara zarar verebilir. Kızılay ve ark. 29 hastada intraoperatif fasiyal monitorizasyon yapmışlardır. Kas gevşetici olarak *Atrakuryum* kullanmışlar ve %25, %50, %75, % 100 dozlarda operasyon boyunca devam etmişlerdir. %50 nöromüsküler dozu ile devam edilmesinin fasiyal monitorizasyonu etkilemediğini göstermişlerdir (12). Biz kas gevşetici olarak *Mivakuryum* kullandık. Hastalarda herhangi bir sorunla karşılaşmadık.

Anestezinin seviyesi kas aktivitesi üzerine etkilidir. Anestezinin hafif seviyelerinde EMG monitör sisteminde spontan kas kontraksiyonlarına sebep olur. Hasta uyanıksa EMG bazen volanter kontraksiyonlar ile aktive olur.

Elektrot ve sensorların yerleştirilme hataları olabilir. Elektrotları yerleştirdikten sonra fikse edilmeli kablolar doğru yerleştirilmelidir.

Yalıtımsız cihazların kullanılması ile etraf dokularda akım şantlanabilir. Yalıtımda kesinti, kanın stimulator probun etrafında bulunması sabit akım sisteminde akımın şantlanmasına sebep olabilir. Bu da yalancı (-) yanıtı yol açabilir. Güvenlik için iyi topraklama yapılmalıdır.

Literatürde sadece üç olguda monitorizasyon aşamasında yüz cildinde üçüncü derece yanık bildirilmiştir (9). İki vakadan sonra kullanılan fasiyal monitorizasyon aleti teknik servise gönderilmiş. Ancak bir sorun tespit edilememiş, kullanılmaya devam edilmiştir. Üçüncü bir olguda da yanık gelişince alet fabrikaya geri gönderilmiştir. Monitörün ana parçası ile akımı ileten kabloları arasında bir problem saptanmıştır. Monitorizasyon aleti tamirden sonra yaklaşık 100 hastada kullanılmış, herhangi bir sorunla karşılaşılmamıştır.

Selesnick intraoperatif fasiyal monitorizasyonda optimal stimulus süresini saptamak için hem tavşanlarda hem de insanlarda bir çalışma yapmıştır (1999). Kronaksi (iletim hızı) , nöral membranın resistans görevine ve kapasitesine ve nöral membrana uygulanan sabit zamanla ilişkilidir. 10, 20, 50, 100 mikrosaniye sürelerinde eşik stimülasyon amplitüdüleri uygulanmış ve bir grafik haline getirilmiştir. Kronaksi değerleri ölçülmüştür. İnsanlarda kronaksi değeri 32 mikrosaniye olarak bulunmuştur. Optimal stimülüs süresi 50 mikrosaniye olarak belirlenmiştir (24).

Pensak ve ark. 250 kronik otitli vakada yaptığı çalışmada olguların % 93 'ünde cerrahi olarak anatomik identifikasyondan önce NIM-2'nin işitsel uyarı ile fasiyal sinir varlığına karşı uyardığını belirtmiştir. % 5 vakada fasiyal sinir yaralanmasını monitorizasyon yardımı ile önlendiğini ileri sürmüştür. % 7 vakada ise teknik problemler, ameliyathanenin çok gürültülü olması, şarjın yetersizliği, elektrod kablolarında sorunlar gibi nedenlerle kullanılamamıştır (21). Bizde üç vakamızda ameliyathanenin gürültülü olması nedeni ile problem yaşadık. Gürültüyü minimize edip artefaktları önledikten sonra tekrar elektriksel stimülasyon yaptığımızda herhangi bir problem yaşamadık.

Roland ve ark. ise fasiyal sinir monitorizasyonun standart olarak kullanılmasının gereksiz olduğunu belirtmiştir (22). Fasiyal sinir üzerinde çalışırken mekanik stimülasyona cevap alınmaması halinde güvenle diseksiyona devam edilebileceğine katılmamaktadırlar. Ama konjenital aural atrezili vakalarda, daha önce travma geçirmiş veya riskli olarak düşünülen vakalarda kullanılmasını önermişlerdir (8,22).

Silverstein ve ark. monitorizasyonun kullanılmasının kolay, pratik ve güvenli olduğunu bildirmişlerdir. Monitorizasyonun bir çok avantajı vardır: cerrahi sırasında fasiyal sinire istemeyerek yapılan mekanik stimülasyonları gösterir, yumuşak doku, kemik, tümörün içindeki fasiyal siniri haritalamamızı sağlar, sinir üzerindeki kemikte varolan dehisansları gösterir ve operasyondan önce ve sonra fasiyal sinir bütünlüğü hakkında bilgi verir (10,26).

Fasiyal siniri stimüle eden minimum eşik akım kabaca fasiyal siniri saran kemik kanalın derinliği ile korelasyon gösterir (4mA= 4mm). Tipik olarak fasiyal sinir kemik anulusun 4 mm derindedir. Revizyon vakalarında daha az kemik mevcut olabilir (26, 27).

Silverstein, WR-S8 monitörü için sürekli stimülasyon amaçlı adaptor geliştirmiştir (adaptor for continous stimulation: SACS). Bunu 150 otolojik ve nörootolojik vakada kullanmıştır. Kullanımı kolay, güvenli ve operasyon süresini de azalttığını belirtmiştir. Bu adaptor, tura veya cerrahi herhengi bir alete bağlanarak kullanılabilir (28). Bizim kullandığımız Nevre Integrity Monitor-NIM-2 Xomed Trace (Sinir Bütünlük Monitörü)' de tur için adaptor bulunmadığından turlamaya ara verip stimülasyon yaparak kemik derinliğini hakkında fikir sahibi olduk.

Leonetti ve ark. 129 kronik otitli vakadan preoperatif klinik ve radyolojik bulgulara dayanarak 16 vaka seçmişler ve bunlarda fasiyal sinir monitorizasyonunu kullanmışlardır. Radyolojik olarak bilgisayarlı tomografide fallop kanalındaki distorsiyon dikkate alınmıştır. 9 vaka kolesteatomlu kronik otit, 5 vaka intrakranial komplikasyon gelişmiş kronik otit, 2 vaka fasiyal seğirmeleri olan kronik otitli olgulardır. Tüm vakaların bilgisayarlı tomografisinde fallop kanalında erozyon saptanmıştır. Monitorizasyonda NIM-2 kullanılmıştır. Hiçbir hastada postoperatif fasiyal paralizi gelişmemiştir (13).

Noss ve ark. 262 vakada fasiyal sinir monitorizasyonunu kullanmıştır (2001). Nörofizyolojik monitorizasyon mekanik (sinirin cerrahi maniplasyonu ile sağlanan EMG aktivitesi) ve elektriksel prob ile stimülasyon yaparak sağlanmıştır. 262 vakadan 67'sinde (% 26) elektriksel veya mekanik olarak monitorizasyon sağlanamamıştır. 101 vakada (% 39) ilk monitorizasyon mekanik olarak yapılmıştır. Bunların 34'ünde (% 34) mekanik aktiviteden kısa süre sonra elektriksel stimülasyon yapılmış ve 6 tanesinde yine de cevap alınamamıştır. 159 vakada elektriksel stimülasyon yapılmış ve 16 vaka dışında uyarı sağlanmıştır. Bu vakaların % 13'ünde dehisans ile karşılaşmıştır. En sık dehisans timpanik segment ve ikinci dirsek civarında görülmüştür. Çalışmada kullanılan uyarı eşiklerine dayanarak 1mA'den düşük akım ile uyarı olduğunda dehisans açısından dikkatli olunmasını gerektiğini savunmuşlardır (18).

Çalışmamızda tüm vakalarda fasiyal sinir timpanik segment üzerindeki kolesteatom ve /veya granülasyon dokusuna 0.25-1.5 mA stimülasyon uygulanarak sinir identifiye edildi. 3 vakada mekanik stimülasyon nedeni ile burst aktivite oluştu. Fasiyal sinir timpanik segmentinde dehisans olup olmadığını anlamak için 0.05-0.1 mA'lik elektriksel stimülasyon ile uyarı verildi. 5 vakada dehisans saptandı (%17).

6.SONUÇ

Intraoperatif fasiyal sinir monitorizasyonu, 1979 yılında Delgado ve arkadaşları tarafından geliştirilerek serebellopontin köşe tümörlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonra Nicolet, Nadol, Prass NIM (Nerve Integrity Monitor) monitörünü; Brackmann ve Silverstein ise Brackmann EMG ünitesi ve Silverstein WR-S8 monitörlerini geliştirmişlerdir. Fasiyal sinir monitorizasyonunun nörootolojik ve kafa tabanı cerrahisinde standard olarak kullanılması tavsiye edilmektedir.

Kronik otit cerrahisinde standard olarak kullanımı hakkında bir görüş birliğine varılmamıştır. Kronik otitli olgularda temporal kemiğin anatomik landmarkları daha önceki cerrahi, granülasyon dokuları veya kolesteatom nedeni ile kaybolabilir ve fasiyal sinir yaralanmaya açık hale gelebilir. Tüm otolojik girişimlerde fasiyal sinirin yaralanma oranı % 0.6- % 3.6; revizyon vakalarda ise % 4- % 10 olarak belirtilmiştir (32).

Yaptığımız çalışma sonucunda intraoperatif fasiyal monitorizasyonunu faydalı bir işlem olarak saptadık. Bize sağladığı yararlar şunlar olarak belirtilebilir;

a. Operasyon sırasında turla çalışırken fasiyal sinire yaklaşıldığında veya fasiyal sinir traksiyona uğradığında mekanik stimülasyon nedeniyle monitörde EMG aktivitesi oluşur ve aynı zamanda sesli uyarı verir.

b. Cihazın elektriksel stimülasyon probu kullanılarak, fasiyal sinir olduğu düşünülen bölgeye uyarı verilerek fasiyal sinir identifiye edilir ve gerektiğinde haritalanır.

c. Kolesteatom veya granülasyon dokusunun içinde fasiyal sinir olduğu düşünülürse, elektriksel stimülatör probu kullanılarak eşik değerler yardımı ile fasiyal sinir identifiye edilir.

d. Fasiyal sinirin üzerindeki kemiğin kalınlığı hakkında bilgi sahibi olmak istendiğinde, elektirksel stimülatör probu kullanılarak kemik kalınlığı hakkında bir fikir elde edilmesi mümkündür.

Özellikle cerrahi deneyimi az olan kişilerin ameliyatlarında ve kolesteatomlu ve/veya granülasyon dokusu mevcut olan olgularda ve riskli olduğu düşünülen revizyon mastoidektomi gibi kronik otit ameliyatlarında intraoperatif fasiyal sinir monitorizasyonu kullanımı kuvvetle tavsiye edilir. Fasiyal sinirin korunmasında cerrahi teknik ve tecrübe birinci planda yer almasına rağmen fasiyal siniri korumak için monitorizasyon çok faydalı bir yöntemdir.

7.ÖZET

Bu çalışma 2003 Aralık ve 2004 Aralık tarihleri arasında kliniğimizde tedavi gören 28 kronik otitli hastayı kapsamaktadır. Operasyonlarda fasiyal sinir monitorizasyonu için Xomed- Treace Nerve Integrity Monitor, NIM-2 sistem kullanılmıştır. Hastaların 12'si kadın (%42) , 16'sı erkekti (%58) . En küçüğü 6 yaşında, en büyüğü 45 yaşındaydı ve yaş ortalaması 31.3 idi.Vakaların % 93'ü primer prosedür, % 7'si ise revizyondu. Revizyon vakaları daha önce bir kez opere edilmişti. 8 hastaya timpanoplasti+ sağlam kanal mastoidektomi (canal wall up), 7 hastaya timpanoplasti+ indirilmiş kanal mastoidektomi (canal wall down), 13 hastaya da radikal mastoidektomi prosedürleri uygulandı. Hastaların hiçbirinde preoperatif fasiyal paralizi yoktu.

Kolesteatom ve/veya granülasyon dokusu içindeki fasiyal siniri tanımlama ve kemik kanalının intakt olup olmadığını saptamak için 0.05 ile 1.0 mA arasında stimülasyon uygulandı. Radikal mastoidektomi ve indirilmiş kanal mastoidektomi prosedürlerinde de dış kulak arka duvarı turlanarak köprü indirilirken kemiğin derinliğini anlamak için 1.0mA ile 3.0 mA arasında stimülasyon uygulandı.

5 vakada (% 17) fasiyal sinir timpanik segmentinde dehisans saptandı. 3 vakada elektriksel stimülasyondan önce mekanik stimülasyon ile burst aktivite saptandı. 1 vakada mastoid segment üzerinde turlama yapılırken ısı etkisiyle tonik aktivite oluştu.

Hastaların postoperatif takibinde fasiyal paralizi saptanmadı.

8. KAYNAKLAR

1. Akyıldız N: Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi, Cilt II, Bilimsel Tıp Yayınevi, 2002. Bölüm III: 215-330.
2. Beck D, Benecke J: Intraoperative facial nerve monitoring: Technical aspects. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1990;102(3): 270-272.
3. Bendet E, Rosenberg S, Willax T, Gordon M, Silverstein H: Intraoperative facial nerve monitoring: A comparison between electromyography and mechanical pressure monitoring techniques. *Am J Otol* 1999; 20: 793-799.
4. Cummings C: *Otolaryngology Head and Neck Surgery*, Third Edition, Mosby, 1998. Vol IV: 2757-2785.
5. Daqing L, Yulin C: Facial canal dehiscence: A report of 1465 stapes operations. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1996; 105:467-471.
6. Filipo R, Seta E, Bertoli G: Intraoperative videomonitoring of the facial nerve. *Am J Otol* 2000;21: 119-122.
7. Green J. D, Shelton C, Brackmann D: Iatrogenic facial nerve injury during otologic surgery. *Laryngoscope* 1994;104: 922-926.
8. Greenberg J, Manolidis S, Stewart M: Facial nerve monitoring in chronic ear surgery: US practise patterns. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2002;126: 108-114.
9. Haenggeli A, Richert M, Lehmann W, Dulguerov P: A complication of intraoperative facial nerve monitoring: Facial skin burns. *Am J Otol* 1999;20:679-682.
10. Harner S, Daube J, Ebersold M, Rochester MN: Electrophysiologic monitoring of facial nerve during temporal bone surgery. *Laryngoscope* 1986; 96: 65-69.
11. Kartush M: Electroneurography and intraoperative facial monitoring in contemporary neurotology. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1985;101:496-503.
12. Kızılay A, Aladağ I, Çokkeser Y, Miman MC, Özturan O, Gülhas N: Effects of partial neuromuscular blockade on facial nerve monitorization in otologic surgery. *Acta Otolaryngol* 2003;123: 321-324.
13. Leonetti J, Matz G, Smith P, Beck D: Facial nerve monitoring in otologic surgery: Clinical indications and intraoperative technique. *Ann Otol Rhino Laryngol* 1990;99(11): 911-918.
14. May M: *The Facial Nerve*, Thieme, Newyork. Second Edition, 2000.
15. Metson R, Thornton A, Nadol J: A new design for intraoperative facial nerve monitoring. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1988; 98 (3): 258-261.
16. Moreno E, Paparella M, Zelterman D, Goycoolea M: Prevalence of facial canal dehiscence and of persistent stapedia artery in the human middle ear: a report of 1000 temporal bones. *Laryngoscope* 1994;104:309-320.
17. Nager G, Proctor B: Anatomic variations and anomalies involving the facial canal. *Otolaryngol Clin North Am* 1991; 24(3): 531-553.

18. Noss R, Lalwani A, Yingling C: Facial nerve monitoring in middle ear and mastoid surgery. *Laryngoscope* 2001;111: 831-836.
19. Olds M, Rowen T, Isoocsan J, Silverstein H: Facial nerve monitoring among graduates of the ear research foundation. *Am J Otol* 1997;18: 507-511.
20. Proctor B: The anatomy of the facial nerve. *Otolaryngol Clin North Am* 1991;24(3): 479-504.
21. Pensak M, Wiiging J, Keith R: Intraoperative facial nerve monitoring in chronic ear surgery: A resident training experience. *Am J Otol* 1994;15(1): 108-110.
22. Roland P, Meyerhoff W: Intraoperative electrophysiological monitoring of the facial nerve: Is it standard of practice? *Am J Otol* 1994;15(4): 267-270.
23. Schuring A: Iatrogenic facial nerve injury. *Am J Otol* 1988;9(5): 432-434.
24. Selesnick S. H: Optimal stimulus duration for intraoperative facial nerve monitoring. *Laryngoscope* 1999;109: 1376-1385.
25. Selesnick S. H, Lynn A: The incidence of facial nerve dehiscence at surgery for cholesteatoma. *Otol Neurotol* 2001;22(2): 129-132.
26. Silverstein H, Smouha E, Jones R, Sarasab F: Routine identification of the facial nerve using electrical stimulation during otological and neurotological surgery. *Laryngoscope* 1988;98: 726-730.
27. Silverstein H, Smouha E, Jones R: Routine intraoperative facial nerve monitoring otologic surgery. *Am J Otol* 1988;9(4): 269-275.
28. Silverstein H: Adaptor for continuous stimulation with the WR-S8 monitor-stimulator. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1990; 103(3):493-496.
29. Silverstein H, Rosenberg S: Intraoperative facial nerve monitoring. *Otolaryngol Clin North Am* 1991;24(3): 709-725.
30. Sismanis A, Hutchinson L, Abedi E: Chronic otitis media: Surgical failures and management. *Am J Otol* 1989;10(6): 460-465.
31. Şan İ: Continuous stimulation monitoring of the facial nerve. *Turk Arch Otolaryngol* 2001;39(4): 251-254.
32. Tos M: *Manual of Middle Ear Surgery*, Thieme, 1995; Vol 2. Chap 1: 23-50
33. Wiet R: Iatrogenic facial paralysis. *Otolaryngol Clin North Am* 1982;15(2): 773-780.