

CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
Radyoloji Ana Bilim Dalı

TEMPORAL KEMİK MULTİPLANAR REFORMAT
GÖRÜNTÜLEME

UZMANLIK TEZİ
Dr. Işıl ESEN BOSTANCI

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Yüksel PABUŞÇU

Manisa, 2009

ÖNSÖZ

Asistanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerini bizimle özveri ile paylaşan, her türlü destek ve katkılarını hissettiğim değerli hocalarım, başta tez danışmanım Prof. Dr. Yüksel Pabuşcu olmak üzere, Prof. Dr. Gökhan Pekindil, Prof. Dr. Cihan Göktan, Doç. Dr. Serdar Tarhan, Doç. Dr. Mine Özkol, Doç. Dr. Şebnem Örgüç, Yrd. Doç. Dr. Selim Serter, Yrd. Doç. Dr. Gülgün Yılmaz Ovalı'ya,

Asistanlık eğitimimin ilk yıllarında bana yardımcı olan Uzm. Dr. Onur Suman, Uzm. Dr. Petek Bayındır, Uzm. Dr. Özüm Tunçyürek, Uzm. Dr. Nur Halaç ve Uzm. Dr. Fatma Can'a,

Beş yıllık eğitimim süresince beraber çalışmaktan mutluluk duyduğum sevgili asistan arkadaşlarım Dr. Fatih Düzgün, Dr. Işıl Başara, Dr. Buket Göçmen, Dr. Güliz Yılmaz, Dr. Seçil Karacan, Dr. Mustafa Gök, Dr. Bilgen Uhuyol, Dr. Ali Er, Dr. Tecelli Poçan, Dr. Pınar Özkarakas, Dr. Fırat Kızılkaya'ya,

Birlikte zevkle çalıştığım başta Rıza Özüğür ve Yusuf Öztürk olmak üzere, tez hastalarımın çekimlerinde bana yardımcı olan Seviç Uzun, Nermin Denizmen ve kliniğimizin tüm diğer çalışanlarına,

Güzelliklerle birlikte her türlü güçlükte de yanıbaşımdaya olan, desteğini hep hissettiren, hayatı paylaştığım sevgili eşim Taner Bostancı'ya,

Son olarak da; tüm hayatım boyunca büyük fedakarlıklar göstererek bugünlere ulaşmamı sağlayan, ilgi ve destekleriyle hep yanımda olan, sevgili annem Ayşe Esen'e, babam İsmail Esen'e ve kardeşim Kubilay Esen'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	II
I. GİRİŞ VE AMAÇ	1
II. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Kulak ve Temporal Kemik Embriyolojisi.....	3
2.2. Kulak ve Temporal Kemik Histolojisi.....	8
2.3. Kulak ve Temporal Kemik Fizyolojisi	11
2.4. Kulak ve Temporal Kemik Anatomisi	14
III. GEREÇ ve YÖNTEM	30
IV. BULGULAR	31
V. TARTIŞMA	51
VI. SONUÇ.....	65
VII. ÖZET	66
VIII. SUMMARY	68
IX. KAYNAKLAR.....	70

I. GİRİŞ VE AMAÇ

Temporal kemik oldukça karmaşık bir anatomik yapıya sahiptir. Petromastoid, timpanik ve skuamöz kısımlardan oluşur. Lokalizasyonu nedeni ile önemli anatomik yapılarla iç içedir. İçerisinde denge ve işitme organları ile bunların hemen komşuluğunda juguler ven ve karotid arter gibi önemli vasküler yapılar mevcuttur (1,2).

Bilgisayarlı tomografi (BT) kullanımıyla temporal kemik görüntülenmesinde bir çığır açılmış olup görünmeyen yapılar görünür hale gelmiştir. BT hem kemik yapıları hem de kemik yapılar çevresindeki yumuşak dokuları ayrıntılı olarak değerlendirmemizi sağlayan tanı, ayırıcı tanı, tedavi planlanması ve izlenmesinde çok önemli yere sahip olan görüntüleme yöntemidir. Ancak BT'nin kullanılmaya başlanmasından sonra bu karmaşık yapı gantri açısı ve hasta pozisyonlanmasındaki limitasyonlar nedeni ile optimal şekilde görüntülenememiştir. Günlük uygulamalarda temporal kemik BT incelemesi; standart aksiyal ve koronal planda alınan kesitlerle elde edilmekte ancak halen birçok yapı net olarak gösterilememektedir (1). Son yıllarda multidedektör BT'de ulaşılan gelişmelerle; elde edilen kesitlerde birçok düzlemde rekonstrüksiyon yaparak yeni görüntüler elde etmek mümkün olmuştur (3). Bu gelişmeler orta ve iç kulak anatomik yapılarının (kemikçik zincir, stapez-oval pencere kompleksi, yuvarlak pencere, kohlea, vestibuler kanal, semisürküler kanal, fasiyal sinir kanalı, vb.) daha detaylı görüntülenebilmesini ve değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır (1,4).

Çalışmamızda; aksiyal planda elde olunacak temporal kemik BT görüntüleri üzerinde sagittal, koronal, oblik, yarım oblik, akuaduktus vestibuli seyrine paralel, fasiyal sinirin ikinci bölümüne paralel ve manubrium malleiye paralel düzlemlerde rekonstrüksiyon uygulamak planlanmıştır. Elde edilecek reformat görüntülerde temporal kemiğe ait anatomik yapıların ve patolojilerin değerlendirilmesinde hangi rekonstrüksiyon düzlemlerinin daha yararlı olacağını saptamak hedeflenmiştir. Kullanılacak çok düzlemli rekonstrüksiyon yöntemi çekim esnasında sadece aksiyal kesitlerin elde olunmasını

gerektirmektedir. Hastaların çekilmiş rutin aksiyal görüntülerinin retrospektif olarak değerlendirilmesiyle elde edilecek reformat görüntülerin kullanımı ile; günlük uygulamada standart temporal kemik BT incelemesinde kullanılan koronal kesitlerin çekiminin ortadan kaldırılmasının sağlanması ve buna bağlı olarak da hem hastanın alacağı radyasyon dozunun azaltılması hem de tetkik süresinin kısaltılması amaçlanmaktadır.

II. GENEL BİLGİLER

2.1. KULAK VE TEMPORAL KEMİK EMBRİYOLOJİSİ

Embriyoda kulak birbirinden tamamen farklı üç bölümden meydana gelir; ses toplayıcı organ olarak görev yapan dış kulak, sesi dış kulaktan iç kulağa ileten orta kulak ve ses dalgalarını ve yarım daire kanallarının içindeki endolenf, perilenf sıvısı ile korti aygıtından gelen uyarıları sinir uyarılarına çevirerek denge ile bilgileri kaydeden iç kulak (5).

İç kulak gelişimine ait ilk bulgu yaklaşık 22 günlük embriyoda rhombensefalonunun her iki yanındaki yüzey ektoderminin kalınlaşması şeklindedir. Bu kalınlaşmalar (otik plaklar) hızla invagine olarak otik veya işitme veziküllerini (otokist) oluştururlar. Gelişimin daha sonraki evrelerinde her vezikül; sakkulus ve kohlear kanalı oluşturan ventral bir komponente ve utrikulus, yarım daire kanalları ve endolenfatik duktusu meydana getiren dorsal komponente bölünür. Bu şekilde ortaya çıkan epitelial yapıların hepsine birden membranöz labirent adı verilir. (5,6)

Gelişimin altıncı haftasında sakkulus kendi alt kutbunda tübüler şekilli bir çıkıntı oluşturur. Kohlear duktus adı verilen bu çıkıntı sekizinci hafta bitiminde iki buçuk tur oluşturacak şekilde çevresindeki mezenkimi spiral tarzda deler. Bu çıkıntı, bundan sonra sakkulusun geri kalan kısmı ile bağlantısını, duktus reinuens denilen dar bir yolla sağlar (5).

Kohlear duktusu çevreleyen mezenkim, kısa sürede kıkırdığa farklanır. Onuncu haftada, bu kıkırdak kabuk vakuolize olur ve skala vestibuli ve skala timpani adlı iki adet perilenfatik boşluk meydana gelir. Kohlear duktus daha sonra skala vestibuliden vestibuler membranla, skala timpaniden de baziller membranla ayrılır. Kohlear duktusun lateral duvarı, çevresindeki kıkırdığa spiral ligament ile bağlı kalırken, mediyal bölümü ise uzun bir kıkırdak çıkıntısı halindeki modiulusa tutunur ve bu oluşumla kısmen desteklenir. Modiulus ileride kemik kohleanın eksenini oluşturacaktır (5).

Kohlear kanalın epitel hücreleri başlangıçta birbirinin aynıdır. Gelişimin daha ileri evrelerinde bu hücreler iki kabarıklık oluştururlar: İç kabarıklık, gelecekteki spiral limbus ve dış kabarıklık. Dış çıkıntı bir sıra iç ve üç veya dört sıra da işitme sisteminin sensitif hücreleri olan, dış tüy hücrelerini (hair cells) oluşturur. Bu hücrelerin üstü, spiral limbusa bağlı olan, fibriler jelatinöz bir madde olan tektoryal membranla örtülür. Duyu hücreleri ve üzerlerindeki tektoryal membranın tümüne birden korti organı adı verilir. Bu organ tarafından alınan uyarılar spiral gangliona, buradan da sekizinci kranial sinirin işitme lifleri ile sinir sistemine iletilir (5,6).

Yarım daire kanalları gelişimin altıncı haftasında, otik vezikülün utriküler kısmından dışarı doğru uzanan yassı çıkıntılar şeklinde belirirler. Bu çıkıntıların duvarlarının merkezi kısımları zamanla, birbirini karşılayacak bir pozisyona gelirler ve daha sonra kaybolarak üç adet yarım daire kanalının oluşmasını sağlarlar. Her kanalın bir ucu genişleyerek krus ampullare'yi oluştururken diğer uçları genişlemez ve krus nonampullare adını alırlar. Krus nonampullarenin ikisi kaynaştığından utrikulusa sadece üçü ampullalı, ikisi de ampullasız beş krus girmiş olur (5).

Ampulla içindeki hücreler, dengenin kontrolüyle yükümlü duyu hücrelerini de içeren ve krista ampullaris olarak bilinen bir krest oluşturur. Utrikulus ve sakkulusun duvarlarında da, makula akustika adı verilen benzer duyu alanları gelişir. Krista ve makulaların duyu hücrelerinde, vücut pozisyonundaki değişiklikler sonucunda oluşan uyarılar, beyine sekizinci sinirin vestibüler lifleri yoluyla iletilir.

Otik vezikülün oluşumu sırasında, küçük bir hücre grubu vezikül duvarından uzaklaşır ve statoakustik ganglionu oluşturur. Bu ganglionun diğer hücreleri nöral krestten kaynaklanır. Ganglion daha sonra sırasıyla kohlear ve vestibüler parçalara ayrılır. Kohlear dalı korti organını, vestibüler dalı da sakkulus, utrikulus ve yarım daire kanallarının duyu hücrelerini innerve eder (5,6).

Orta kulak yapılarından timpanik boşluk endodermal kökenlidir ve birinci faringeal poştan gelişir. Bu poş lateral yönde hızla büyür ve birinci faringeal kleftin tabanıyla temasa geçer. Poşun proksimal parçası dar olarak kalır ve orta kulakla nazofarenksi birleştiren östaki kanalını oluştururken, distal parçası olan tubotimpanik girinti, genişleyerek primitif timpanik boşluğu meydana getirir (5,7,8,9).

Malleus ve inkus birinci faringeal, stapes ise ikinci faringeal arkus kıkırdağından gelişir. Kemikçikler, fetal yaşamın ilk yarısında belirirlerse de, sekizinci aya kadar çevrelerindeki mezenkim içinde gömülü kalırlar, daha sonra bu doku kaybolur. Bundan sonra, primitif timpanik boşluğun endodermal epitelyumu giderek gelişmekte olan boşluğun duvarı boyunca uzanır. Bu aşamada timpanik boşluk öncekine göre iki kat büyüklüktedir. Kemikçikler çevrelerindeki mezenşimal dokudan tamamen serbestleştikten sonra, endoderm epitelyumu tarafından mezenter benzeri bir yapı ile boşluk duvarlarına bağlanırlar. Kemikçiklerin destek bağları daha sonra bu mezenterler içinde oluşur (5,6).

Malleus birinci faringeal arkustan köken aldığı için, bunun kası olan m. tensor timpani trigeminal sinirin mandibüler dalı tarafından innerve edilir. Benzer şekilde stapes kemiğine bağlı olan stapedius kası da, ikinci faringeal arkus siniri olan fasiyal sinir tarafından innerve edilir (5).

Fetal yaşamın geç dönemlerinde orta kulak boşluğu çevre dokuların vakuolizasyonu ile dorsale doğru genişler ve timpanik antrumu oluşturur. Doğumdan sonra gelişmekte olan mastoid proses, orta kulak boşluğu epiteli tarafından istila edilir ve epitel ile döşeli hava kesecikleri oluşur (pnömatizasyon). Mastoid hava kesecikleri bir süre sonra antrum ve orta kulak boşluğuna temas eder (5,6,8).

Dış kulak yolu birinci faringeal kleftin dorsal parçasından gelişir. Üçüncü ayın başında, dış kulak yolunun dibindeki epitelyal hücreler çoğalarak meatal tıkaç adı verilen solid bir epitelyal yapı oluşturur. Yedinci ayda bu tıkaç çözülür ve meatus tabanını örten epitelyum kalıcı kulak zarının oluşumuna

katılır. Bazen meatal tıkaçın doğuma kadar çözülmemesi konjenital sağırlıkla sonuçlanır (5,7).

Kulak zarı, dış kulak yolunun dibini döşeyen ektodermal epitel, orta kulak endotelyal epiteli ve fibröz stratumu oluşturan intermediyet bağ dokusu tabakası tarafından oluşturulur. Kulak zarının büyük bir bölümü malleusun uzun çıkıntısının yapışma yerine sıkıca yapışıktır. Geri kalan kısmı ise, dış kulak ile orta kulak arasında bir bölme görevi görür (5,7).

Kulak kepçesi, birinci ve ikinci faringeal arkusların dorsal dorsal uçlarında bulunan ve birinci faringeal klefti çevreleyen altı mezenşimal proliferasyon bölgesinden gelişir. Dış kulak yolunun her iki tarafında üçer adet şeklinde yer alan bu şişlikler, daha sonra birleşerek kalıcı kulak kepçesini oluştururlar. Başlangıçta dış kulak boynun alt bölgesinde yer alır ve mandibulanın gelişmesi ile başın yan taraflarına doğru yüz seviyesine dek yükselir (5,7).

Temporal kemik embriyolojik olarak petromastoid, skuamöz, stiloid ve timpanik olmak üzere dört esas parçadan oluşmaktadır (6,8).

Petromastoid kısım otik kapsülden gelişir. Otik kapsül başlangıçta otokist çevresinde bir mezenkimal yoğunlaşma olarak ortaya çıkar (4.5 haftada). Sonra kıkırdaklaşır (6. haftada) ve daha sonra da bir çok odaktan kemikleşmeye başlar (13-14. haftada). Petröz kısımdan kaynaklanan kanat benzeri bir oluşum timpan boşluğu üzerine doğru büyür ve tegmen timpani adı verilen tavanı oluşturur. Tegmen gittikçe daha fazla olarak skuamöz kısım tarafından örtülür. Doğumdan sonra mastoid bölüm anteroinferior yönde büyüyerek mastoid çıkıntıyı oluşturur ve bu da, yaklaşık 1 ila 2 yılda belirgin bir çıkıntı haline gelir. Pnömatizasyon yaklaşık doğumda başlar (5,6,8).

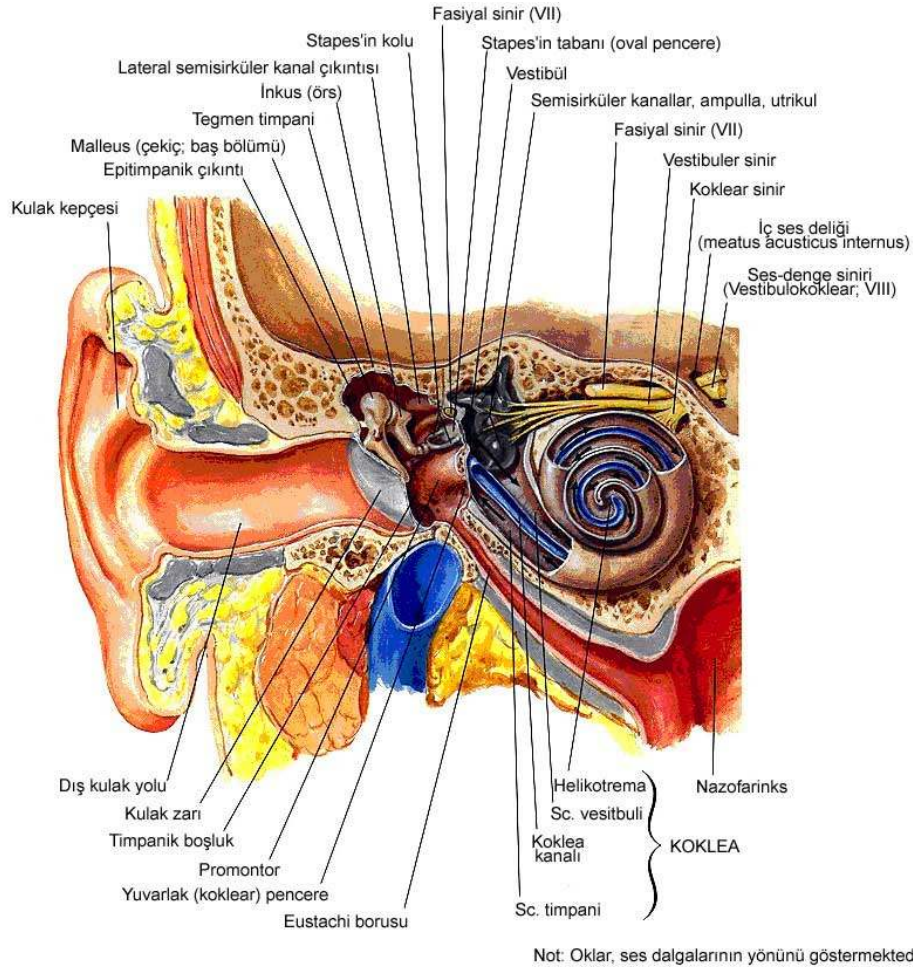
Stiloid kısım ise ikinci faringeal ark kıkırdağından gelişir. Stiloid çıkıntının proksimal parçası doğumdan önce, distal parçası ise doğumdan sonra kemikleşir. Petromastoid parça ile kaynaşması doğumdan sonra 1 yaşında gerçekleşir (6,8).

Skuamöz kısım sekiz ile sekiz buçuk haftada kalvaryumun yan tarafında intramembranöz olarak kemikleşmeye başlar. Zigomatik çıkıntıyı ve mandibuler fossayı içerir. Doğumdan sonra 1. yılda petromastoid parça ile kaynaşır.

Timpanik parça başlangıçta sekiz-dokuzuncu haftalarda intramembranöz olarak kemikleşmeye başlayan tam olmayan bir halka olarak gelişir. Skuamöz ve timpanik parçalar skuamo-timpanik fissürde birleşir. Skuamo-timpanik fissür mediyale doğru izlendiğinde tegmen timpaninin alt sınırını gösterir. Böylece petroskuamöz ve petrotimpanik fissürleri oluşturur. Timpanik halka doğumdan kısa bir süre önce skuamöz parça ile birleşir ve doğumdan sonra da timpanik plağı oluşturmak için laterale ve inferiora doğru büyür. Büyümesi sırasında meatusun tabanında küçük, geçici bir foramen oluşturabilir. Timpanik plak stiloid çıkıntının kılıfını oluşturur (6,8).

2.2. KULAK VE TEMPORAL KEMİK HİSTOLOJİSİ

Kulak kepçesi her tarafından sıkıca yapışmış deri ile kaplı düzensiz şekilli elastik kıkırdak tabakadan oluşur. Dış kulak yolu yüzeyden temporal kemiğin içine doğru uzanan az çok yassı bir kanaldır. Kanalı, derinin devamı olan çok katlı yassı epitel döşer. Submukozada kıl follikülleri, yağ bezleri ve modifiye ter bezi olan seruminöz bezler bulunur. Seruminöz bezler; kahverengimsi, yarı katı bir yağ ve mum karışımı olan serumeni (kulak kiri) üreten, kıvrımlı tübüler bezlerdir. Dış kulak yolunun duvarı dış üçte birinde elastik kıkırdak ile desteklenirken, kanalın iç kısmına desteği temporal kemik verir (10,11) (Resim1).



Resim 1: Dış, orta ve iç kulakta ses dalgalarının yolunu ve vestibulokohlear organı gösteren çizim (www.baskent.edu.tr/scanan/sesweb/kulak.htm)

Timpanik membran dış yüzeyi ince bir epidermis tabakası ile iç yüzeyi ise timpanik kavitenin epiteli ile devam eden tek katlı kübik epitelle örtülüdür. Timpanik membranın ön üst kadranı gevşek ve daha saydamdır, çünkü burada bağ dokusu tabakası daha incedir. Bu bölge Schrapnell membranı olarak bilinir (10,11).

Timpanik kavite veya orta kulak ön tarafta östaki kanalı aracılığıyla farinksle, arkada mastoid hava boşlukları ile bağlantı kurar. Orta kulağı döşeyen tek katlı epitel giderek silyalı yalancı çok katlı prizmatik epitele dönüşür. Orta kulağın mediyal kemiksi duvarında iki tane kemiksiz membranla kaplı dikdörtgen şeklinde bölge vardır. Bunlar oval ve yuvarlak pencerelerdir (10,11) (Resim1).

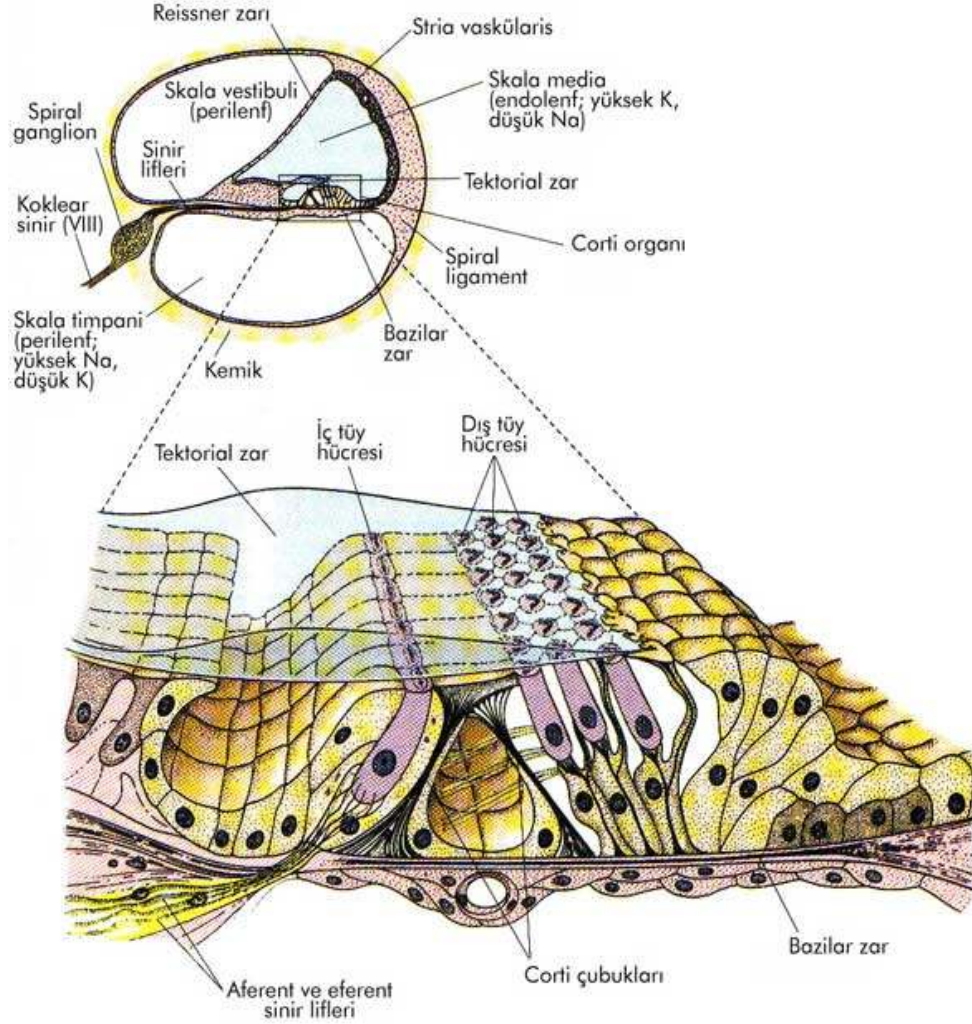
Timpanik membran oval pencereye üç küçük kemikçikten oluşan bir dizi işitme kemikçikleri ile bağlanır; malleus (çekiç), inkus (örs) ve stapes (üzengi). Malleus timpanik membrana, stapes de oval pencerenin membranına yapışır (Resim1).

İç kulak temporal kemiğin petroza kısmındaki kemik ve membranöz iki labirentten oluşmuştur. Membranöz labirent ektodermal orijinli ve epitel ile döşelidir. Membranöz labirent iki özelleşmiş yapısı olan utrikulus ve sakkulusu oluşturur. Yarım daire kanalları utrikulden köken alırken, kohlear duktuslar sakkulustan oluşur (10,11) (Resim1).

Kemiksi labirent temporal kemikteki boşluklardan oluşur. İçinde sakkulus ile utrikulusun bulunduğu vestibül denen düzensiz bir merkezi boşluk bulunur (Resim1).

Kohlea yaklaşık 35 mm uzunluğundadır ve modiulus adıyla bilinen kemik kaide etrafında $2\frac{1}{2}$ (bazı kaynaklarda $2\frac{3}{4}$) sarmal yapar. Histolojik kesitlerde incelendiği zaman kohleanın üç boşluğa ayrıldığı görülür; skala vestibüli, skala media ve skala timpani. Skala mediada endolenf içeren kohlear duktus, kohlea tepesinde biter. Diğer iki skala (skala vestibüli, skala

timpani) perilenf içerir ve kohlea tepesinde helikotrema adı verilen bir açıklıkla ilişkidirler (10,11)(Resim1,2).



Resim 2: Kohlea ve korti organının ince yapısı. Üst kısımda korti organı ve ilişkili yapılar; altta, iç ve dış tüy hücrelerinin ayrıntılı yapısı görülmektedir. (www.baskent.edu.tr/scanan/sesweb/corti.htm).

İç kulağın özel işitme reseptörleri içeren yapısına Korti organı denir. Korti organı değişik ses frekanslarına yanıt oluşturan tüy hücreleri içerir (Resim2).

2.3. KULAK VE TEMPORAL KEMİK FİZYOLOJİSİ

İşitme, dışardan gelen ses dalgalarının dış kulak, orta kulak ve iç kulak aracılığı ile beyin sapından geçip korteksteki işitme merkezi tarafından algılanmasıdır. Kulak kepçesi (aurikula) ses dalgalarının toplanmasında, dış kulak yolu da bu dalgaların timpanik membrana iletilmesinde rol oynarlar. Timpanik membran sesin alıcısı ve dönüştürücüsüdür. Kemik zincir, sesin basınç transformasyonundan ve orta kulak (hava ortamı) ile iç kulak (sıvı ortamı) arasındaki impedans adaptasyonundan sorumludur. Akustik impedansı düşük olan hava ortamından, yüksek olan sıvı ortamına geçen sesin şiddeti azalır. Burada orta kulak, dış kulak yolundan iç kulağa geçen ses dalgalarında enerji azalmasını önlemek amacı ile impedans denkleştirme görevi üstlenir ve akustik enerjiyi korti organına verimli bir şekilde aktarır. Ses basıncındaki güçlenme, timpanik membran ile stapes tabanı yüzeyleri arasındaki oran sayesinde 17 misli, inkudomalleolar eklem sayesinde 1,3 misli olarak, toplam 22 misli artarak ulaşır (10,11).

Sesin iç kulağa iletimi için; hareketli ve pozisyonu normal bir timpanik membran, normal bir kemik zincir ve bunların yanında orta ve dış kulak yolları arasında eşit hava basıncı gereklidir. Ses enerjisi kohleaya sadece orta kulak iletim mekanizmasıyla değil (hava iletimi), aynı zamanda ses alanında yerleşmiş ve vibrasyona uğrayan kafa kemikleri yoluyla da iletilir (kemik iletimi).

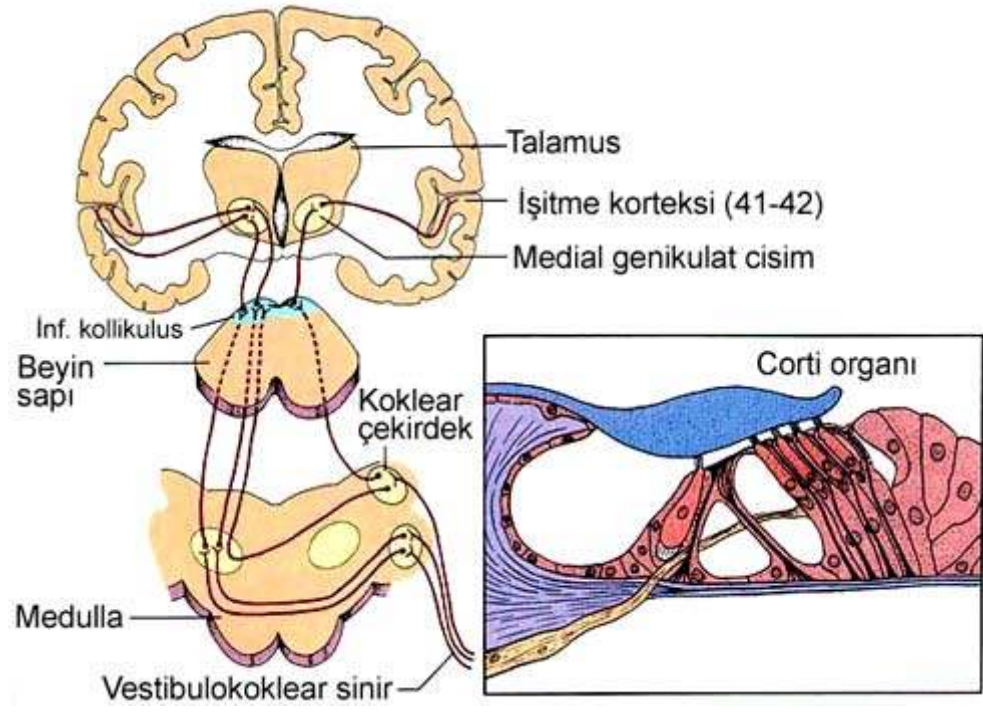
Kohleanın temel fonksiyonu mekanik frekans analizidir. Bu da kohleanın hidrodinamiğine bağlıdır. Stapes tabanının skala vestibüliye doğru hareketi perilenfte bir dalgalanmaya neden olur. Bu dalgalanma hareketi; helikotrema doğru ilerlerken skala vestibüli ile skala timpani arasında bir basınç farkı oluşturur (10,11)(Resim1,2).

Dalga hareketi skala vestibüliden, skala timpaniye doğru iletilir ve yuvarlak pencereyi örten membranda orta kulağa doğru bombeleşme yaparak aynı miktarda bir hacim değişikliğine neden olur.

Stapes tabanının periodik vibrasyonu sonucu oluşan bu hacim hareketi skala mediada bir dalgalanmaya neden olur. Bu deplasman baziler membran boyunca helikotremaya kadar dalgalanmaya yol açar. Helikotremaya doğru dalganın uzunluğu azalırken amplitüdü artar. Yayılan dalga maksimum amplitüdde olduğu noktada tektorial membranla baziler membran arasında bir deplasmana yol açar. Burada bulunan silyalı hücrelerin tüycükleri hareket ederek mekanoreseptörlerde duysal uyarıya yol açarlar (10,11)(Resim2).

Kohleanın stapes tabanına yakın kısımları daha çok yüksek frekanslı seslere, helikotremaya yakın kısımları ise daha çok düşük frekanslı seslere duyarlıdır.

Korti organının silyalı hücreleri ses dalgalarının mekanik enerjisini biyoelektrik enerjiye çevirir. Bu transformasyon için gerekli enerji duyu hücrelerinin metabolizmaları ile sağlanır. Striya vaskülaris endolenfi pozitif yükleyerek bir enerji kaynağı gibi davranmasını sağlar. Baziler membranın titreşimleri silyaların tektoryal membran tarafından senkron olarak titretilmelerine neden olur. Bu da hücre membranındaki elektrik direncinin değişimine ve silyalı hücrelerin depolarizasyonuna yol açar. Silyalı hücrelerin depolarizasyonu reseptör potansiyellerinde bir değişime neden olur. Bu reseptör potansiyeli belli bir sınırı geçer geçmez, afferent sinir lifinde bir aksiyon potansiyeli oluşturur. Kohleada meydana gelen uyarılar kohlear sinir ve santral nöral yollar tarafından işitme merkezine iletilir (10,11) (Resim3).



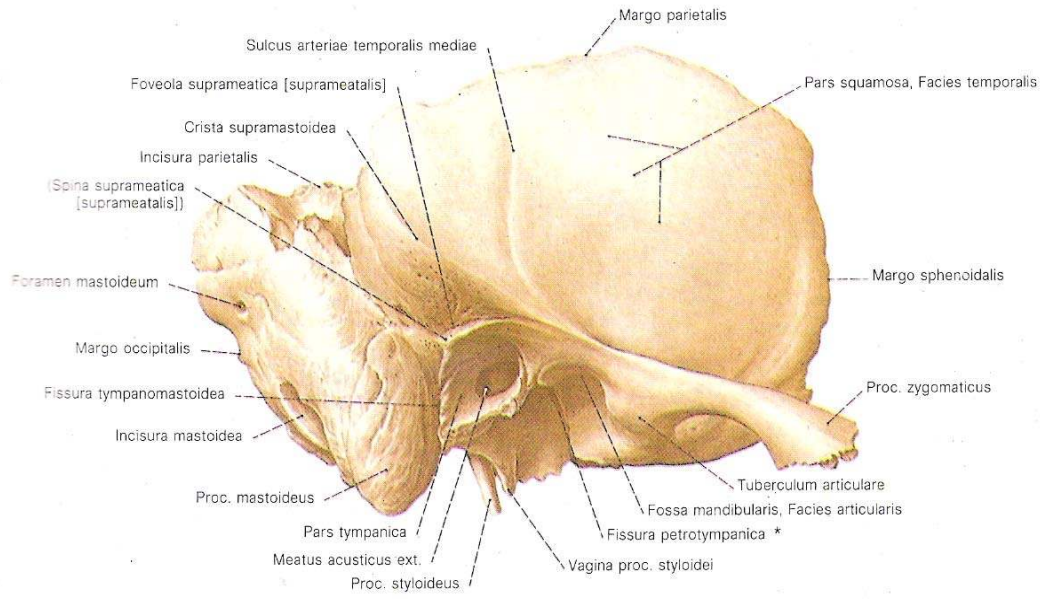
Resim 3: İşitmenin merkezi yolları (www.baskent.edu.tr/scanan/sesweb/isitmeyollari.htm).

2.4. KULAK VE TEMPORAL KEMİK ANATOMİSİ

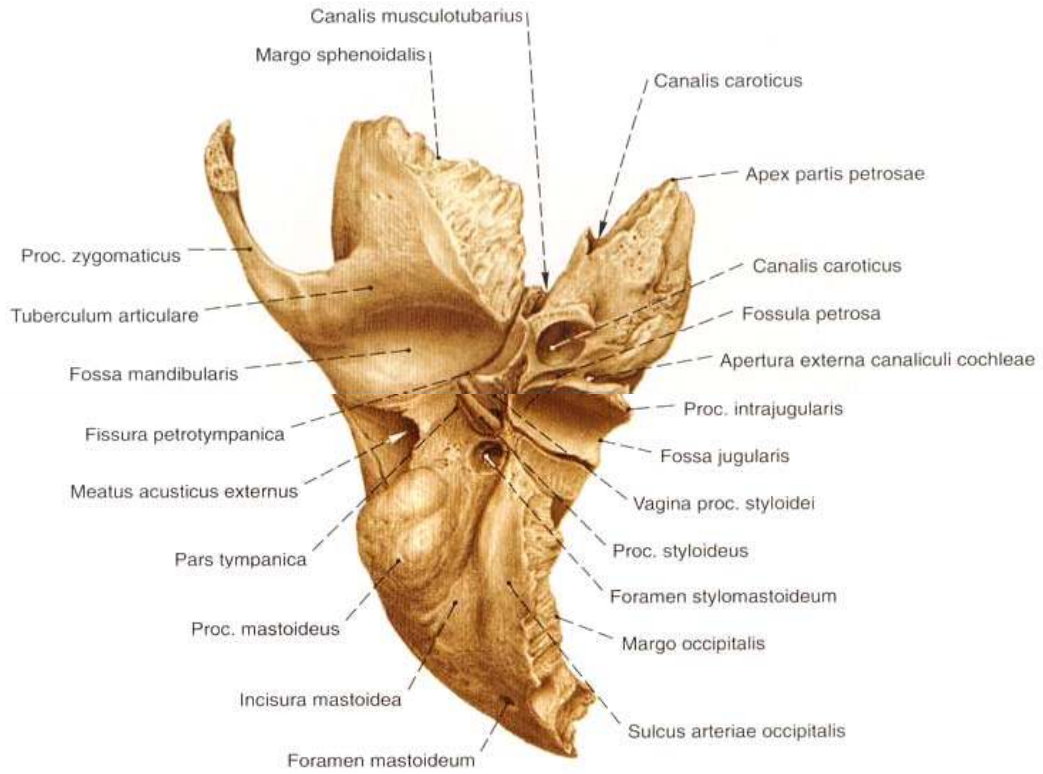
Temporal kemik kafa iskeletinin kısmen yan, kısmen de alt bölümünün yapısına katılır. İşitme ve denge organları ile bu organlara bağlanan damar-sinir gibi yapıların geçtiği kanal ve deliklerin bulunması nedeni ile oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Ayrıca temporomandibuler eklemi oluşturması bakımından da önemlidir (12,13,14,15,16).

Os temporale yeni doğmuş çocuklarda pars skuamoza, pars petroza ve pars timpanika olmak üzere üç bölüm şeklindedir. Bu bölümler birbirine kıkırdak dokusu ile bağlıdırlar. Daha sonra bu üç bölüm kaynaşarak tek parça haline dönüşür (12). Böyle olmakla birlikte bulundukları yer ve aralarındaki sütürlere göre beş parçaya ayırmak mümkündür: skuamöz, mastoid, petröz, timpanik ve stiloid parça (13,14,17,18,19).

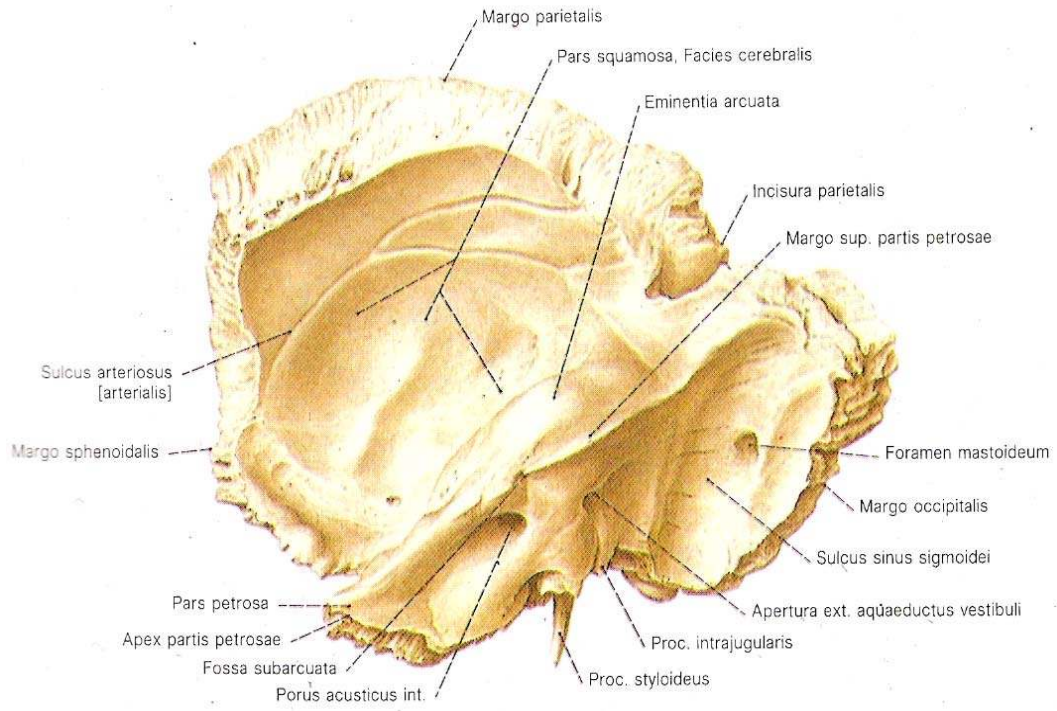
Skuamöz parça yassı bir yaprak şeklinde kemiğin ön-üst kısmını oluşturur. Hafif konveks olan dış yüzü fossa temporalis tabanının büyük bir bölümünü oluşturur. Skuamöz parçanın alt kısmında öne doğru uzanan zigomatik çıkıntı skuamöz parça ve timpanik kemikle birlikte mandibuler fossayı sınırlandırır. Petrotimpanik fissür (Glaserian fissür) denen sütür hattı fossanın içinden geçer. Bu fissür orta kulağa doğru seyreder ve internal maksiler arterin timpanik dalını iletir. Fissürden hafifçe ayrı olup fissürün mediyal ucunda bulunan Huguier kanalı korda timpani sinirini taşır. Skuamöz iç yüzeyi düzensiz ve konkavdır. Meningeal damarlara ait oluklar içerir (19) (Resim4,5,6).



Resim 4: Sağ temporal kemik dıştan görünüm; skuamöz, mastoid, timpanik ve stiloid parçalar (Sobotta İnsan Anatomisi Atlası J. Staubesand 1990 Cilt:1 sf:25)



Resim 5: Temporal kemik inferior görünüm (Sobotta İnsan Anatomisi Atlası J. Staubesand 1990 Cilt:1 sf:26).



Resim 6: Sağ temporal kemik içten görünüm; skuamöz, mastoid, petröz, timpanik ve stiloid parçalar (Sobotta İnsan Anatomisi Atlası J. Staubesand 1990 Cilt:1 sf:25).

Mastoid parça yenidoğan döneminde izlenmeyip bir-iki yaş arasında mastoid prosesin oluşumuyla ortaya çıkar. Bu parça temporal kemiğin alt ve arka bölümünde bulunur. Dış yüzü konveks ve pürüzlü, iç yüzü konkav ve düzdür. İç yüzde sulkus sinüs sigmoidei denilen geniş bir oluk vardır. Mastoid çıkıntından kesit alındığında bazıları hava bazıları da kırmızı ilik içeren değişik büyüklükte çok sayıda hüce görülür. Bu hücrelerden en büyüğü timpan boşluğunun arka tarafında bulunur ve antrum mastoideum adını alır. Mastoid proses taban kısmında digastrik kasın tutunduğu mastoid çentik (digastrik fossa) denen bir oluk vardır. Bu oluk mastoidektomi sırasında kabartı şeklinde izlenmekte olup anterior komşuluğunda stilomastoid foramenin yer alması nedeniyle önemlidir (13,14,17,18,19) (Resim 4,5,6).

Petröz parça erişkinlerde tabanı, tepesi, üç yüzü ve iki kenarı ile piramide benzemekte olup piramıs olarak da adlandırılmaktadır. Ön yüzü beyinle komşuluk yapar. Ön yüzünde; piramısın tepesi yakınında, n.trigeminusa ait ganglion semilunare (Gasser ganglionu) 'nin bulunduğu

impressia trigemini vardır. Impressia trigemini dış ve arka tarafında birbirine paralel iki oluk bulunur. Bunlardan iç taraftaki sulkus nervi petrosi majoris , dış taraftaki sulkus nervi petrosi minoris olarak adlandırılır. Her iki oluktan aynı isimleri taşıyan sinirler geçer. Ön yüzünün dış kısmında, içerisinde süperior yarım daire kanalının bulunduğu eminensia arkuata ve bunun ön ve biraz dış kısmında kavum timpaninin tavanını yapan tegmen timpani bulunur. Arka yüzünde; bu yüzün ortasında iç kulak yolu deliği olan porus akustikus internus bulunmakta olup içinden yedinci ve sekizinci kafa çiftleriyle arteria oditiva interna geçer. Meatus akustikus internus'un lateral ucu krista falsiformis tarafından horizontal olarak bölünür. Superior bölüm önde fasiyal siniri, arkada da vestibüler sinirin üst dalını içerirken inferior bölüm önde kohlear dalı, arkada da vestibüler sinirin alt dalını içerir. Aquaduktus kohlea petröz kemik tabanında internal akustik kanalın hemen altında açılır. Petröz kemiğin lateral yüzü; orta kulağın mediyal duvarını oluşturur. Petröz apekte tentorium ve petröz kemik arasında, 5. kafa çiftinin geçişi için kanal oluşturan bir hiatus bulunur (Meckel kovuğu). 6. kafa çifti, tentoriumun mediyal tutunma yeri olan posterior klinoid çıkıntının hemen altında ve petröz kemik ile sfenoidin eklemlenme yerinin üzerinde olan bir çentiğin içinden geçer (Dorello kanalı). Petröz apeksi tutan hastalık süreçleri 5. ve 6. kafa çiftlerinde irritasyona ve disfonksiyone sebep olurlar (Gradenigo sendromu) (12,14). Alt yüzünde; bu yüzün arka parçasında, aşağıya ve öne doğru uzanan stiloid proses bulunur. Bu çıkıntının arka dış tarafında ise içinde internal juguler venin bulbus kısmının bulunduğu fossa jugularis mevcuttur. Yine styloid çıkıntının önünde ve dış tarafında internal karotis arterin geçtiği kanalis karotikus'un dış deliği ve bu deliğin dış ve ön tarafında içinden m.tensor tympani ve östaki borusunun geçtiği kanalis muskulotubaryus'un dış deliği vardır (15,19)(Resim 6).

Timpanik parça piramidin dış tarafında bulunur ve temporal kemiğin en küçük parçasıdır. Ortasında işitme yolunun kemik parçasının dış ağzını oluşturan porus akustikus eksternus bulunur (19) (Resim4,5,6).

Stiloid parça timpanik parça aşağısında öne ve inferora doğru uzanan 2.5 cm' ye kadar varan çıkıntıdır (19) (Resim4,6). Stiloid parçanın 2,5 cm'den uzun olması , boğazda ve servikofasiyal bölgede kulağa, boyuna, temporomandibuler ekleme veya üst ekstremiteye yayılabilen, baş pozisyonuyla değişebilen ağrı, yutma güçlüğü ve boğazda yabancı cisim hissine neden olabilmekte olup Eagle sendromu olarak adlandırılır.

Dış Kulak Anatomisi

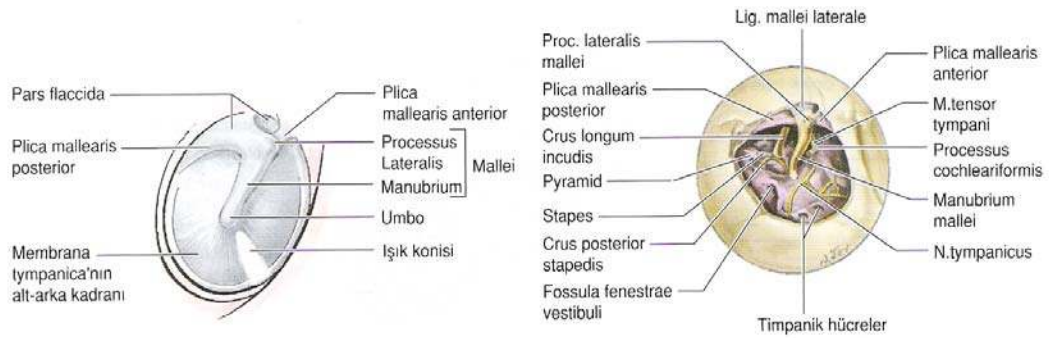
Dış kulak, kulak kepçesi ve dış kulak yolu (meatus akustikus eksternus) olmak üzere iki bölüme ayrılır. Kulak kepçesi başın yan tarafında bulunur ve ses titreşimlerini toplamaya yarar. Dış kulak yolu ise bu titreşimleri kulak zarına iletmeye yarayan bir yoldur (12) (Resim 1).

Kulak kepçesi, ciltle örtülü ve kas ve ligamanlar aracılığıyla yerinde tutulan kıvrımlı bir elastik kıkırdak plağıdır. Aurikulanın kıkırdak, dış meatusunkiyle devamlılık gösterir (10,12).

Dış kulak yolu yaklaşık olarak 2-3 cm uzunluğunda olup, dış 1/3'ü aurikuler kıkırdak bir uzantısından, iç 2/3'ü ise temporal kemiğin timpanik ve skuamöz parçasından oluşur. Dış kulak yolunun seyri tam düz olmayıp S harfi şeklinde hafif kıvrılma gösterir. Yolun kıkırdak parçası içeri doğru gittikçe daralır ve arka üst parçası fibröz bağ dokusu ile kapatılır. Kanalin kıkırdak kısmını örten cilt gevşekçe tutunmuştur ve çok sayıda kıl folikülleri, seruminöz ve sebasöz glandlar içerir (10,20).

Dış kulak yolunun kemik parçası, kulak zarına kadar devam eder ve kulak zarının yapıştığı yerde kemik bir halka içerir (anulus timpanikus). Dış kulak yolunun kemik parçasında cilt kemiğe sıkıca tutunmuştur ve cilt altı tabakalar da periostu oluşturmak üzere yoğunlaşmıştır. Fibröz doku, kanaldaki iki sütür hattına girer ve bu sütürler üzerindeki cildin kaldırılmasını güçleştirir. Cilt kulak zarına yaklaştıkça gitgide incelerken kulak zarının meatal yüzeyi üzerinde beş ila yedi hücre kalınlığında bir tabaka oluşturur (10,12,20).

Kulak zarı yaklaşık 1 cm çapında, ince oval yarıgeçirgen bir zar olup meatus akustikus eksternusun son kısmının mediyalinde yer alır. Oblik biçimde yerleşmiştir ve sulkus timpanikusa tutunmuştur. Kulak zarı orta kulak timpanik kavitesi ile dış kulak yolu arasındaki bir bölme gibidir. Kulak zarı üç tabakadan oluşmaktadır. Bu tabakalar dış kulak yolunu mediyalden sınırlayan skuamöz hücre tabakası, orta kulağı lateralden sınırlayan mukoza tabakası ve bu ikisi arasında yer alan fibröz tabakadır. Fibröz tabaka hem dairesel hem de radyal şekilde uzanım gösteren liflerden oluşur ve zara şeklini ve kıvamını verir. Radyal lifler malleus kolunun periostuna ve fibröz anulusa tutunarak fonksiyonel olarak önemli koni şeklini oluşturur (7,8,10,17,20). Timpanik zarın dıştan bakışında; orta parçası içeri çökük olup umbo adını almaktadır. Bu manubrium mallei'nin ucu tarafından oluşturulur. Malleus'un processus lateralis ise prominentia'yı oluşturur. Kulak zarı iki band tarafından; üstte gevşek olan pars flaksida (1/4'ü) ve altta gergin olan pars tensa (3/4'ü) olmak üzere iki parçaya ayrılır (16) (Resim 7).

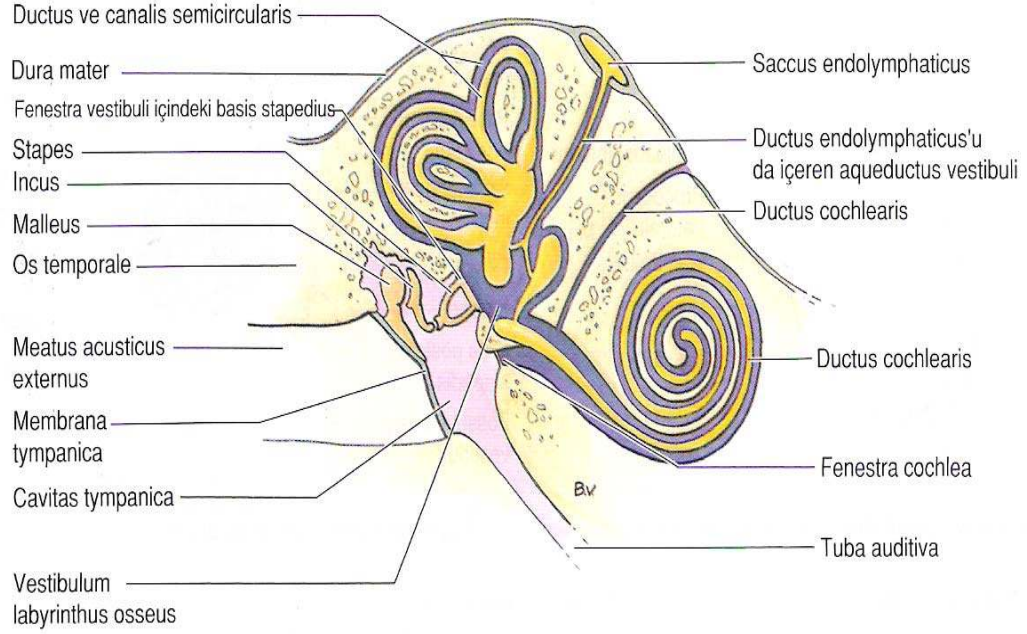


Resim 7: Sağ timpanik membranın otoskopik görünüşü, ve timpanik membran uzaklaştırıldıktan sonra timpanik kavite (Kliniğe Yönelik Anatomi, Moore KL, Dalley AF. 1990 sf:965).

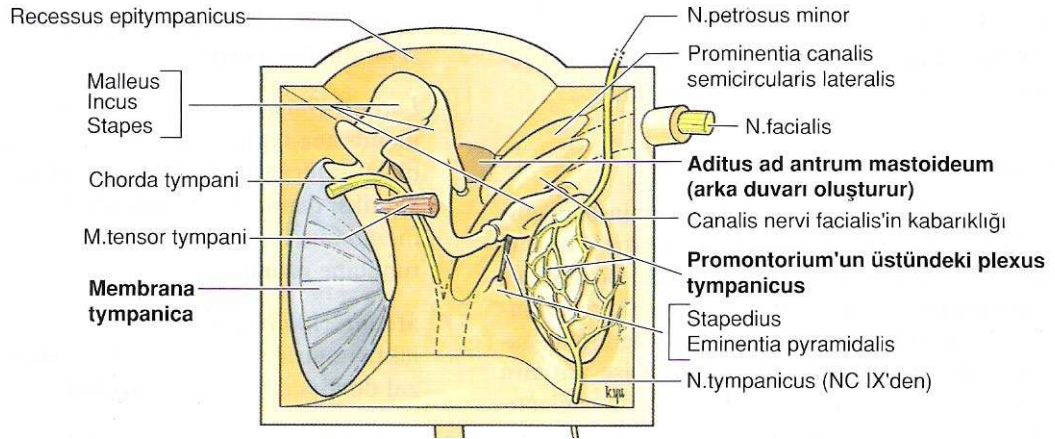
Orta Kulak Anatomisi

Orta kulak, iç yüzleri mukoza ile örtülü hava barındıran boşluklardan meydana gelmiştir. Bir taraftan timpan zar aracılığı ile dış kulaktan ayrılmıştır, diğer taraftan tuba oditiva aracılığı ile nazofarenkse bağlıdır. Üst arkada ise antrum mastoideum boyunca uzanan mastoid hücrelerle bağlantılıdır.

Timpanik kavite; tabanı, tavanı ve dört duvarı olan eşkenar dörtgen veya konkav kenarlı bir kutu şeklindedir (12,20) (Resim1,8,9).



Resim 8: Orta ve iç kulak (Kliniğe Yönelik Anatomi, Moore KL, Dalley AF. 1990 sf:966).



Resim 9: Orta kulak, timpanik kavitenin şematik çizimi (önden görünüm) (Kliniğe Yönelik Anatomi, Moore KL, Dalley AF. 1990 sf:968).

Tavanını (tegmental duvar) timpanik kaviteyi orta kranial fossa tabanındaki duramaterden ayıran ince, düz bir kemik olan tegmen timpani oluşturur.

Tabanı (juguler duvar) , vena jugularis internanın üst şişkinliğinden timpanik kaviteyi ayıran kemiğin bir tabakası tarafından oluşturulur.

Lateral (membranöz) duvarı hemen hemen tamamen timpanik membranın konveks çıkıntısı tarafından oluşturulur; yukarıda ise epitimpanik çukurun lateral kemiksi duvarı tarafından oluşturulur.

Mediyal duvarı (labirintin), timpanik kaviteyi iç kulaktan ayırır ve kohleanın başlangıç parçasının (bazal dönüş) çıkıntısı olan promontoryum oluşturur. Promontoryum ile kulak zarı arasındaki aralık takriben 2 cm kadardır ve burası timpan boşluğunun en dar yeridir. Promontoryum'un arka üst tarafında oval pencere bulunur. Oval pencere vestibulumu açılır ve stapes'in tabanı ile kapatılmıştır. Promontoryum'un arka alt tarafında yuvarlak pencere bulunur ve sekonder timpanik membrane adı verilen bir zar ile kapatılır. Yuvarlak pencere iç kulağın kokleasına açılır. Oval pencerenin üstünde fasiyal sinirin ikinci parçasının kabartısı ve bunun da üstünde lateral yarım daire kanalının kabartısı bulunur.

Anterior (karotid) duvar, timpanik kaviteyi karotis kanalından ayırır. Yukarıda tensor timpani kasının kanalı ve östaki kanalının ağzı bulunur.

Posterior (mastoid) duvar üst bölümünde izlenen aditus antrum mastoideum denilen açıklık ile timpanik kavite mastoid hücrelere bağlanır. Açıklığın iç yanında aşağı doğru inen fasiyal sinir kanalı vardır (12,16,20,22).

Kulak zarından horizontal olarak üstünde kalan timpanik kaviteye epitimpanium (attik), altında kalan kısma hipotimpanium ve ortada kalan kısma mezotimpanium denilir.

Epitimpanium, kemikçiklerin büyük kısmını içeren kısımdır. Malleus başı, inkusun gövdesi burada bulunur. Epitimpanium altı ayrı kompartmana ayrılarak incelenmektedir. Bunlar anterior epitimpanium, supratubal reses, Prussak boşluğu, lateral malleolar boşluk ve anterior-posterior Von Tröltsch boşlukları olarak sıralanabilir. Bu kompartmanlar birbirlerinden mukozal katlantılarla ayrılmaktadır. Bu oluşumlardan biri olan Prussak boşluğu primer

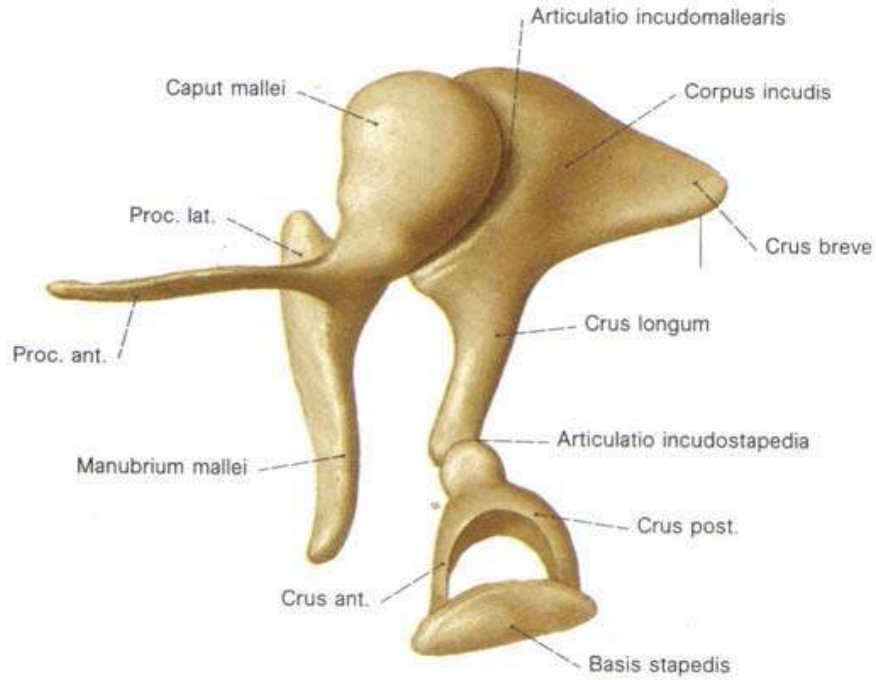
ve akkiz kolesteatomların yaygın olarak yerleştiği bir bölgedir. Prussak alanının sınırları dışta pars flaksida, ite malleusun boynu, üstte lateral malleolar ligaman, altta malleusun lateral prosesusu yapar (16,21,22).

Mezotimpanium, fasiyal sinirin mediyal parçası hizasından aşağıda yer alır ve mediyalden otik kapsülle sınırlanır. Mezotimpaniumun n duvarı üstte östaki kanalının timpanik ağzını içerir ve altta da yukarı çıkan karotis kanalının kemik kılıfını oluşturur. Bu duvar genellikle iyi pnömatize olmuştur ve kemik dehissensleri mevcut olabilir (6,7,8).

Orta kulak; işitme kemikçikleri, stapedius ve tensor timpani kasları ile korda timpani ve pleksusu timpanikus sinirlerini içerir.

Orta Kulak Kemikçikleri

Orta kulak kemikçikleri, timpanik kavitenin st parçasında bulunup az oynar eklemler aracılığı ile birbirlerine bağlanmıştır. Timpan zar ve oval pencere arasında uzanan zincir malleus, inkus ve stapes olmak üzere, birbirine bağlı üç kemikikten meydana gelmiştir. Bu zincir kulak zarı ile iç kulak arasında ses titreşimlerini iletici bir rol oynarlar. Bu kemikler timpanik kaviteyi döşeyen mukoza tarafından sarılmışlardır fakat diğer kemiklerde olduğu gibi periosteumları yoktur. (12,20) (Resim 10).



Resim 10: Orta kulak kemikçikleri (Sobotta İnsan Anatomisi Atlası J. Staubesand 1990 Cilt:1 sf:130).

Malleus (çekiç), kaput (baş), kolum (boyun) ve manubrium (sap) olmak üzere üç parçası ve prosessus anterior ve lateralis adını alan iki çıkıntısı vardır. Malleusun başı inkus ile eklem yapar; tensor timpani kasının tendonu boyun yanındaki sap bölümüne doğru girer. Korda timpani siniri malleusun boyun bölümünün mediyal yüzünden geçer. Malles bir kaldıraç gibi fonksiyon görür. İki çıkıntısından uzun olanı ve sap bölümü timpanik membranea bağlanmıştır.

İnkus (örs), iki köklü dişe benzer. Dişin kron parçasının karşılığı olan korpus (gövde) ve köklere uyan iki uzantısı (krus longum ve breve) vardır. İnkusun geniş gövdesi epitimpanik reses içinde yer alır ve malleus başı ile eklemleşir. Krus longum stapes ile eklem oluşturur. Krus breve ise bir ligament ile timpanik kavitenin arka duvarına bağlanır.

Stapes (üzengi), kaput (baş) ve bazis (gövde) denilen iki parçası ve bunları birbirine bağlayan krus anterior ve posterior adı verilen iki koldan oluşur . Baş lateral pozisyonundadır ve inkus ile eklem oluşturur. Gövde (taban) bölümü oval pencereye oturur. Taban bölümü timpanik membrana göre oldukça küçük olup titreşim gücü timpanik membrandakinden yaklaşık on kat daha fazladır. Stapes kolları arasındaki açıklık foramen obturatorum adını alır ve membran ile örtülüdür (membrana obturatoria). Arka kolun üst kısmında pürtüklü bir yüzey farkedilir. Buraya stapes kasının tendonu yapışır. (12,20).

Timpanik Kaslar

Tensor timpani, kısa bir kastır; östaki kanalının kıkırdak parçasının üst yüzünden sfenoid kemiğin ala major'undan ve temporal kemiğin pars petroza'sından başlayıp arkaya doğru uzanarak bir giriş halinde timpanik kaviteye girer. Girdiği yerde bulunan kohleariform proses etrafında dışa doğru yön değiştirerek malleusun boynuna yapışır. Görevi kasıldığı zaman manubriumu içe ve arkaya çekerek kulak zarını tespit etmektir. Böylece yüksek seslerde iç kulağın zarara uğramasına engel olur. Bu kas sinirini mandibular sinirin dalı olan nervus pterygoideustan alır (6,7,12,20).

Stapedius kası vücuttaki en küçük istemli (çizgili) kastır. Eminensiya piramidalisin içinde bulunur. Tendonu bu çıkıntının ucundaki bir delikten çıkar ve stapesin boynuna ya da başına yapışır. Kasıldığı zaman stapes arka bacağını arkaya doğru çekerek, tabanı ön kısımda yukarı doğru kaldırır. Bu şekilde yüksek şiddetteki seslerin iç kulağa geçişini engeller. Sinirini N. Fasiyalisten alır (6,7,12,20).

Tuba Oditiva (Östaki kanalı) :

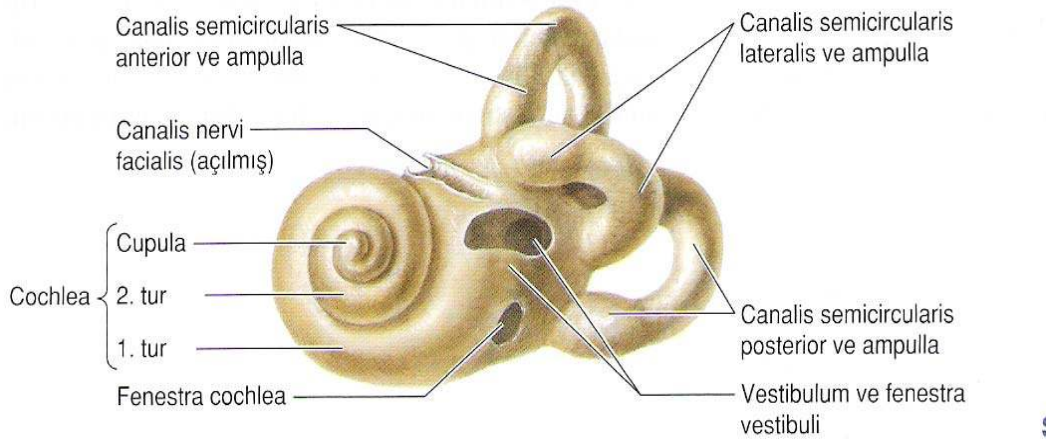
Östaki kanalı timpanik kavite ile nazofarenksi birbirine bağlar ve nazal kavitede inferior nazal meatusa açılır. Kanalin posterolateral 1/3'ü kemikten oluşmuştur, diğer kısmı ise kıkırdaktır. Müköz bir membranla kaplı olup arka bölümü membrana timpanika'nın devamı, ön bölümü ise nazofarenks

membranının devamıdır. Timpanik kaviteye hava giriş çıkışını sağlayan bu tüp, membranın her iki tarafındaki basıncı dengede tutar. (20) (Resim1,8).

İç Kulak Anatomisi

Temporal kemiğin pars petrozası içinde bulunan iç kulak, ses ve denge duyusu ile ilgili spesifik hücreler içerir. İç kulağın tamamına birden labirent denilmektedir. Labirent iç içe geçmiş iki bölümden oluşur. Şekil olarak birbirinin hemen hemen aynısı olan bu oluşumların yapı ve fonksiyonları farklıdır. Dıştaki kemik bölüme; kemik labirent, bunun içinde bulunan zardan yapılmış boru ve keselerden oluşan bölüme ise membranöz labirent adı verilir (12,20) (Resim1).

Kemik labirent, membranöz labirenti her tarafından kabuk şeklinde saran bir yapı olup dişlerden sonra vücudun en sert kemik oluşumudur. Membranöz labirent kemik labirentten küçük olup ikisi arasında bir aralık oluşur. Bu aralıkta beyin omurilik sıvısı (BOS) ile ilişkili olan perilenf denilen bir sıvı yer alır. Kemik labirent; vestibulum, kohlea ve semisiküler kanallardan oluşur (Resim11).



Resim 11: Sol Kemik labirent (Kliniğe Yönelik Anatomi, Moore KL, Dalley AF. 1990 sf:973).

Vestibulum yaklaşık 5 mm uzunluğunda oval bir odacık olup membranöz labirentin parçaları olan utrikulus ve sakkulusu içerir. Vestibulumun dış yan duvarında stapes tabanının oturduğu oval pencere yer alır. Vestibulumun önünde kohlea, arkasında yarım daire kanalları bulunur.

Akuaduktus vestibuli ile arka kranial fossa'ya açılır. Akuaduktus vestibuliden duktus endolenfatikus ve iki küçük kan damarı geçer (12,20).

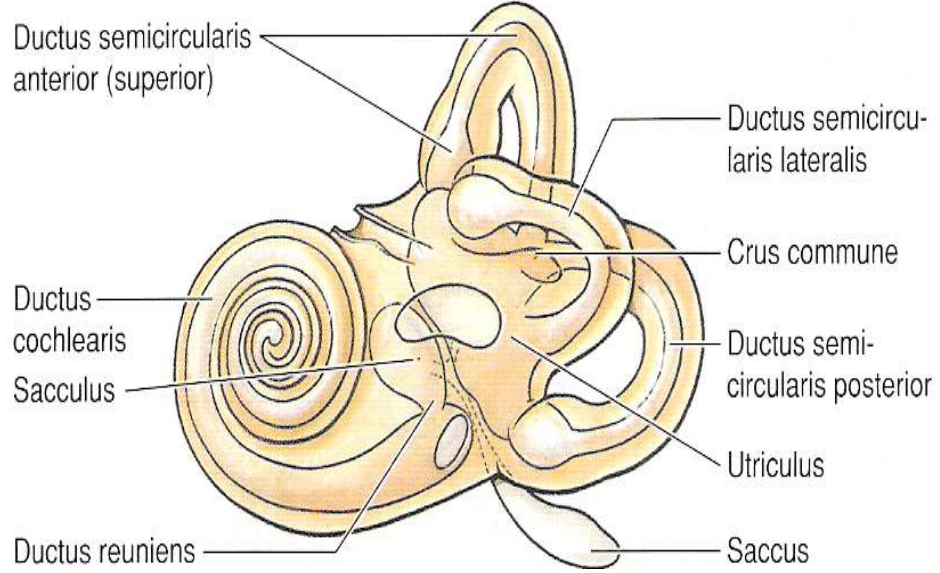
Kohlea iç kulağın işitme ile ilgili parçasıdır. Kohleanın tabanı 9 mm çapındadır ve yüksekliği de 5 mm dir. Kohleanın spiral kanalları (kanalis semisikülaris kohlea) vestibulumdan başlar ve kemik merkezin çevresinde $2\frac{1}{2}$ (bazı kaynaklarda $2\frac{3}{4}$) tur atar. Bu merkeze modiolus adı verilir. Modiolus, nervus kohlearisin dalları ve kan damarları için kanallar taşır. Kohlear kanal lamina spiralis ossea tarafından üst ve alt olmak üzere ikiye ayrılır. Üst kısmı skala vestibuli adını alır ve vestibulum ön duvarına açılır, alt kısmı skala timpani adını alır ve orta kulak boşluğuna yuvarlak pencere ile açılır (Resim 2). Kohleanın geniş bazal kıvrımı timpanik kavitenin mediyal duvarını yapan promontoryumu oluşturur. Bazal kıvrımında kemik labirent foramen jugularenin üstünde akuaduktus kohlea aracılığı ile subaraknoid boşlukla ilişki kurar. Bu aynı zamanda yuvarlak pencerenin (fenestra kohlea) bir bölümüdür ve sekonder timpanik membranla kapatılmıştır (12,20).

Yarım daire kanalları vestibulumun kemik labirenti ile ilişkili olup vestibulum içine açılırlar. Birbirine dik açı yapacak şekilde yerleşmişlerdir. Ön, arka ve lateral olmak üzere üç tanedir. Ön ve arka kanalların düz uçları birleşerek tek bir delikle vestibulumu açılırlar. Diğer uçların her biri vestibulumu ayrı ayrı açılırlar. Bu kanallar içine yarım daire kanalcıkları (duktus semisirkülaris) yerleşmiştir (12,20).

Membranöz labirent şekil bakımından kendini çevreleyen kemik labirenti aynen taklit eder. Ancak membranöz yapılar kemik yapıları tamamen doldurmayıp; yaklaşık üçte birlik bir bölümünü doldururlar. Membranöz ve kemik labirent arasında sodyumdan zengin perilenf ve membranöz labirentin içinde potasyumdan zengin endolenf bulunur (6,7,8,17).

Membranöz labirent, endolenfatik duktus ve kese, utrikulus, sakkulus, yarım daire kanalları ve duktus kohlearisten meydana gelir. Endolenfatik duktus, duktus utrikulosakkülaris ile bağlantılı olarak başlar ve akuaduktus vestibüli adı verilen kemik kanal içinde ilerleyerek posterior kranial fossanın

kemik kısmına doğru devam eder ve burda kör bir keseye yayılır, bu sakkus endolenfatikustur. Sakkus duramaterle örtülüdür. Sakkus endolenfatikus, membranöz labirentin içinde kan kapilleri tarafından oluşturulan fazla endolenfanın depolandığı yerdir (Resim 12).



Resim 12: Sol kemik ve vestibuler labirent (Kliniğe Yönelik Anatomi, Moore KL, Dalley AF. 1990 sf:973).

Sakkulus, vestibülün ön-alt kısmında sferikal reses içerisine yerleşmiştir. Utrikulus oval biçimdedir, vestibülün arka-üst kısmındaki eliptikal reses içerisine yerleşmiştir. Utrikulus ve sakkulusun her birinin içinde makula adı verilen nöroepitelyal plaklar mevcuttur. Makula içindeki silialı hücreler (haircell) vestibulokohlear sinirin vestibuler bölümünden gelen sinir lifleri ile innerve edilir. Primer sensoriyal nöronlar iç kulak yolunun içinde bulunan ganglion vestibulare içindedir.

Yarım daire kanalları utrikulusa bağlı yarım daire kanallarından oluşmuş olup üç tanedir. Anterior, posterior ve lateral yarım daire kanalları. Bu kanalların herbiri aynı isimli kemik kanalların içinde bulunurlar. Utrikulus yakınında her kanal genişler ve ampulla adını alır. Ampullada krista ampullaris adını alan nöroepitelyal plaklar yer alır. Epitelin titrete tüycükleri, üzerlerini örten ve kupula adını alan jelatinimsi bir tabaka içine gömülüdürler.

Membranöz labirent içindeki endolenf hareket ettiği zaman kupula da yer değiştirir.

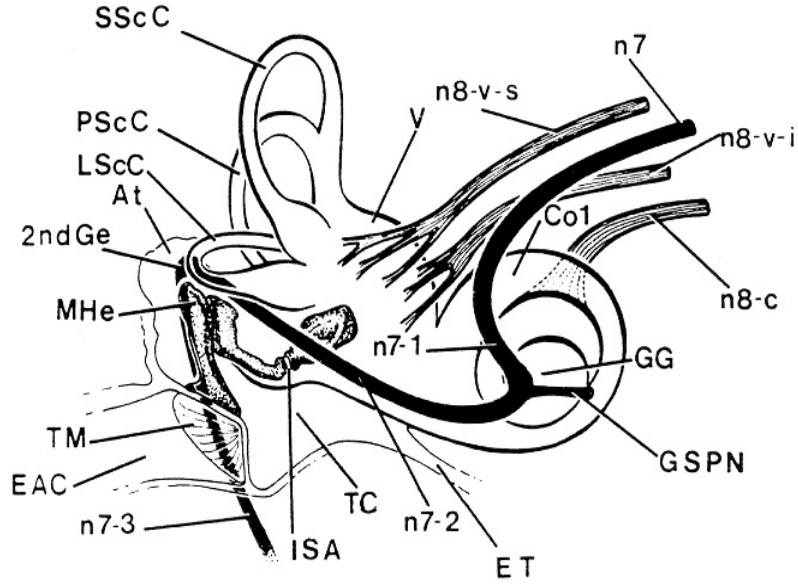
Yarım daire kanalları rotatuar hareketlerin algılanması göreviyle yükümlüdür ve açısal ivmelenme (dönme) ile uyarılırlar. Utrikulus ve sakkulus istirahatte baş pozisyonunun kontrolü ile yükümlüdür ve utrikulusun makulası lineer akselerasyon (bir yönde hızlanma) ile uyarılır.

Duktus kohlearis, kohlear kanalın dış duvarında bulunan ve modiulusun lamina spiralis ossea'sına yerleşmiş, spiral kör uçlu, enine kesiti üçgen olan bir tüptür. Endolenfa ile dolu duktus kohlearis ve perilenfa ile dolu spiral kanallar kohlea tepesinde helikotremada birbirleriyle bağlantı kurarlar. Duktus kohlearisin tabanı lamina bazillaris adını alır. İşitme uyarılarının reseptörü; korti organı lamina bazillarisin üzerine yerleşmiştir. Üstü jelatinöz bir membran olan tektorial membran tarafında kaplanmıştır. Korti organı uçları tektorial membrana gömülmüş silialı hücreler içerir (Resim 2).

Fasiyal Sinir

Fasiyal sinir, fasiyal kanal (fallop kanalı) içerisinde fundus ve meatus akustikus internusun ön üst bölümünden başlar ve temporal kemik içinde seyri üç bölümden oluşur. Bunlar labirenter, timpanik ve mastoid kısımlar olarak adlandırılır. Meatus akustikus internusdan sonra fasiyal sinir kanalı vestibul ve koklea arasından geçerek, öne ve içe doğru devam eder. Genikulat fossada ganglion genikulat'ı oluşturur ve büyük petrozal sinir dalını verir. Daha sonra arkaya kıvrılarak anterior genuyu yapar. Fasiyal kanalın ilk segmenti olan labirinter segment en dar yeridir. Bundan sonra kanal kavum timpani iç yan duvarında timpanik segment olarak arkaya doğru devam eder. Timpanik segmentte kanalın yetersiz kemik kılıfı nedeniyle fasiyal sinir özellikle oval pencere üstündeki kısmında orta kulak lezyonlarından kolayca etkilenebilir. Horizontal seyir gösteren timpanik bölümden sonra fasiyal sinir kanalı ikinci yani posterior genuyu yaparak vertikal uzanım gösterir. Sonra mastoid parça içinde aşağıya doğru devam eder. Styloid forameninden çıkarak infraforaminal kısım adını alır. Bunlar fasiyal sinirin temporal kemik

bölümleridir. Ayrıca fasiyal sinirin ponsdan kaynaklanıp internal akustik kanala kadar olan intrakranial kesimi de bulunur (6,7,16,17,19,22,23,24,25) (Resim 13).



Resim 13: Fasiyal sinirin seyri ve dalları. n7; Fasiyal sinirin intrakanaliküler segmenti, n7-1; Labirenter segmenti, n7-2; Timpanik segmenti, n7-3; Mastoid (vertikal) segmenti, GG; Genikulat ganglion, GSPN; Superfisiyal petrozal sinir dirseği, 2nd Ge; Fasiyal sinir 2.dirseği, EAC; Dış kulak yolu, TM; Kulak zarı, ISA; Inkudostapedial eklem, ET; Östaki kanalı, MHe; Malleus başı, LScC; Lateral yarım daire kanalı, PScC; Posterior yarım daire kanalı, SScC; Süperior yarım daire kanalı, V; Vestibül, Co1; Kohlea, n8-v-s; Statoakustik sinir vestibuler parçasının superior dalı, n8-v-i; Statoakustik sinir vestibuler parçasının inferior dalı, n8-c; Statoakustik sinir kohlear parçası

III. GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmamıza Temmuz 2008-Mart 2009 tarihleri arasında, klinisyenler tarafından Bilgisayarlı Tomografi (BT) ünitemize Temporal kemik BT istemi ile yönlendirilen 60 olgu alındı.

39'u (%65) kadın, 21'i (%35) erkek ve yaş ortalaması 35.8 olan olguların en küçüğü 12 yaşında en büyüğü 76 yaşında idi.

Tüm olgular Siemens marka, Somatom-Emotion model üçüncü jenerasyon Spiral BT cihazı ile aksiyal kesitler alınarak incelendi. Aksiyal planda yapılan inceleme; supin,nötral pozisyonda çeneye eğim verilmeden superior orbito-meatal çizgiye paralel kesitler alınarak yapıldı. Tarama petröz piramid başlangıcından mastoide kadar olan alnda yapıldı. Her olguya aksiyal planda 1 mm kesit kalınlığında ardışık kesitler alındı. 130 KV, 135 mAs, 512x512 matriks kullanıldı. Rotasyon süresi 1 saniye olup ortalama tetkik süresi 40 saniye idi. Kemik yapıların değerlendirilmesi için 'kemik algoritması' kullanıldı. Tüm olguların incelenmesi intravenöz kontrast madde verilmeden yapıldı. Standart rekonstruksiyon algoritmi kullanıldı.

Elde edilen aksiyal görüntüler çekim sonrasında 0.1 mm aralıkla ince açılarak üç referans plan (aksiyal,sagital, koronal) üzerinden rekonstrüksiyon uygulandı. Temporal kemik anatomik yapılarının (kemikçik zinciri, stapes-oval pencere, yuvarlak pencere, kohlea, vestibuler akuaduktus, yarım daire kanalları ve fasiyal sinir) ve patolojilerinin optimal şekilde değerlendirildiği oblik planlar belirlendi.

IV. BULGULAR

60 olguluk çalışma grubumuzun 39'u (%65) kadın, 21'i (%35) erkek olup yaş aralığı 12-76 arası değişmektedir.

Olguların temporal kemik BT tetkik istem nedenleri tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Temporal kemik BT istem nedenleri

Tetkik Nedeni	Sayı
Vertigo	19
Kronik Otitis Media (KOM)	18
Tinnitus	14
Operasyon sonrası kontrol	6
Travma	3
Toplam	60

Olgularda temporal BT tetkiki ile saptadığımız bulguları başlıklar haline değerlendirdiğimizde;

Normal sınırlarda Temporal BT bulguları:

Olguların 23 (%38.3) tanesi tamamen normal olup patoloji saptanmamıştır.

Orta kulak kavitesinde yumuşak doku kitlesi :

Temporal BT ile 23 (%38.3) olguda orta orta kulak kavitesini diffüz şekilde dolduran veya lokal olarak attik ve/veya antrumda lokal olarak yerleşmiş yumuşak doku kitlesi bulunmaktaydı. 3 (%5) olguda da kemikçik zincir etrafı sekretuar bant ve mukozal kalınlaşma saptandı.

Mastoid kavitede yumuşak doku kitlesi :

Temporal BT ile 60 olgudan 29 (%48.3) tanesinde mastoid kavitede yumuşak doku kitlesi olduğu saptandı. 60 olgunun 6 (%10)'sında mastoidektomi defekti mevcut olup bunların 5 (%8.3) tanesinde mastoidektomi defektinde yumuşak dokuya rastlanmıştır

Kemikiklerde yer değiştirme :

Temporal BT ile olguların 1(%1.6)'inde kemikçiklerde kısmen anteriora deplasman, 1 (%1.6)'inde de konfigürasyon kaybı saptandı.

Kemikiklerde destrüksiyon :

Temporal BT ile malleusta 11 (%18.3), inkusta 11 (%18.3) olguda destrüksiyon saptandı. Demineralizasyon nedeniyle 6 (%10) olguda kemikçik zincir keskinliğinde azalma, 2 (%3.3) olguda da inkudostapedial eklem netliğinde azalma mevcuttu.

Skutumda erozyon veya destrüksiyon :

Temporal BT ile olguların 20 (%33.3)'sinde skutumun erode ve künt, 1 (%1.6)'inde de postoperatif seçilemediği saptandı.

Tegmen timpanide erozyon veya destrüksiyon :

Temporal BT ile 15 (%25) olguda tegmende yer yer defekt saptanırken, 2 (%3.3) olguda da şüpheli prolapsus olduğu gözlemlendi.

Fasiyal kanal dehissansı :

Temporal BT ile olguların 5 (%8.3)'inde fasiyal kanalın timpanik segmentinde demineralizasyon saptanırken 2 (%3.3) olguda fasiyal sinir üçüncü segmentinin anterior seyirli olduğu gözlemlendi. Olguların 1(%1.6)'inde de geniculate gangliyon izlenmedi.

Labirent fistülü :

Temporal BT ile olguların 1(%1.6)' inde labirentin fistül (lateral yarım daire kanal defekti) saptanırken, 2 (%3.3) olguda lateral yarım daire kanalı ön duvarında incelme olduğu gözlemlendi. 1 (%1.6) olguda ise lateral yarım daire kanalı izlenmedi.

Superior Yarım Daire Kanal Patolojisi:

Temporal BT ile 1 (%1.6) olguda superior yarım daire kanalı ön bacağına defekt gözlenirken, 1 (%1.6) olguda da superior semisirküler kanalın kısa dönüş çaplı ve deforme olduğu saptandı.

Kohlea Patolojisi:

Temporal BT ile 1 (%1.6) olguda kohlea dönüş sayısının bir ve deforme olduğu gözlemlendi.

Fraktür:

Temporal BT ile olguların 1(%1.6)' inde dış kulak yolu anterior-inferiorunda mastoid selüllere doğru uzanan fraktür hattı izlenirken, 1 (%1.6) olguda da temporal kemik posteriorunda juguler foramen arka konturuna kadar uzanıp mastoid selüllerde havalanma kaybına neden olan fraktür hattı saptandı.

Egzositoz

Temporal BT ile olguların 1(%1.6)' inde dış kulak kanalında hava pasajını oblitere eden egzositoz ile uyumlu kemik komponent mevcuttu

Kulak Zarı Patolojisi:

Temporal BT ile olguların 3(%5)' ünde kulak zarında kalınlaşma ve sekresyon, 3(%5)'ünde bütünlüğünde bozulma, 1 (%1.6)'inde de kalınlaşma ve dansitesinde artma saptandı.

Çalışmamızda 23 olguluk normal temporal kemik BT bulguları olan hastaları kontrol grubu olarak kullanıp normal anatomiye gösterecek referans planlarını belirledik. Daha sonra patolojik bulguları olan olgularda; patolojinin yerine göre, tanımladığımız referans planlarını kullanarak 0.1 mm kesit aralıklı multiplanar rekonstrüksiyonlar elde ettik.

Temporal kemik anatomik yapılarının ve patolojilerinin optimal şekilde gösterimini sağlayan referans planlar ve rekonstrüksiyon planlarına ait saptadığımız bulgular tablo 2’de özetlenmiştir.

Tablo 2. Temporal kemik anatomik yapılarının multiplanar rekonstrüksiyonu

İncelenen bölge	Rekonstrüksiyon Planı	Birinci Referans Plan*	İkinci Referans Plan*
Malleus	Çift oblik-koronal (Resim 14c)	Aksiya 150 (Resim 14a)	Sagital 85 (Resim 14b)
İnkus	Çift oblik-koronal (Resim 15c)	Aksiya 150 (Resim 15a)	Sagital 60 (Resim 15b)
Malleus ve İnkus 'molar'	Çift oblik-sagital (Resim 16c)	Aksiya 60 (Resim 16a)	Koronal 120 (Resim 16b)
Stapes-oval pencere			
Uzun aks	Çift oblik aksiya (Resim 17c)	Koronal 30 (Resim 17a)	Sagital 150 (Resim 17b)
Kısa aks	Çift oblik sagital (Resim 18c)	Aksiya 65 (Resim 18a)	Koronal 120 (Resim 18b)
Yuvarlak Pencere	Tek oblik sagital (Resim 19b)	Aksiya 60 (Resim 19a)	
Kohlea			
Kısa aks	Çift oblik-koronal (Resim 20c-20e)	Aksiya 30 (Resim 20a)	Sagital 75 (Resim 20b)
Uzun aks	Tek oblik-sagital (Resim 21b,21c)	Aksiya 120 (Resim 21a)	
Superior Yarım Daire Kanalı	Tek oblik-sagital (Resim 22b)	Aksiya 135 (Resim 22a)	
Lateral Yarım Daire Kanalı	Tek oblik-aksiya (Resim 23b)	Koronal 180 (Resim 23a)	
Posterior Yarım Daire Kanalı	Tek oblik-sagital (Resim 24b)	Aksiya 40 (Resim 24a)	
Vestibüler akuaduktus	Tek oblik-sagital (Resim 25b)	Aksiya 90 (Resim 25a)	
Fasiyal sinir kanalı	Çift oblik sagital (Resim 26c)	Aksiya 60 (Resim 26a)	Koronal 95 (Resim 26b)

Not:

Tanımlanan planları gösteren şekiller parantez içinde belirtilmiştir.

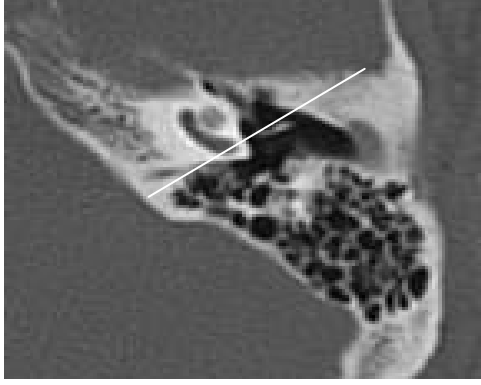
* işareti; üç boyutlu çalışma istasyonunda oluşturulan primer ve sekonder referans planlardaki horizontal çizginin rotasyon derecesini göstermektedir.

Horizontal aksın sol vektörü 0 , sağ vektörü ise 180 olarak tanımlanmıştır. Referans açılar sol temporal kemik üzerinde çalışılmıştır.

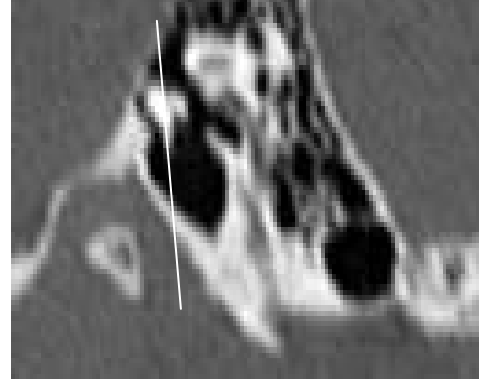
Tablo 1’de belirtilen referans planlarda elde olunacak rekonstrüksiyolara ve anatomik yapılara tek tek değinecek olursak;

Malleus ve İnkus:

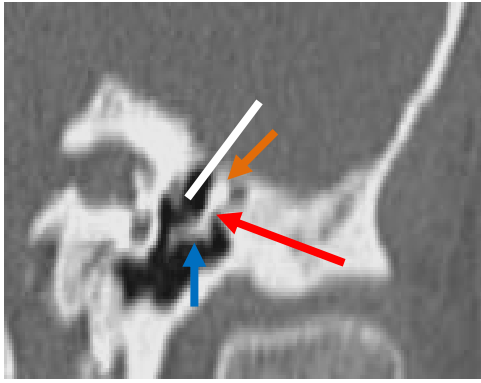
Aksiyal ve koronal kesitlerin alındığı konvansiyonel temporal kemik BT tetkiki ile malleus ve inkus uzun aksları optimal şekilde gösterilemez. Manubrium mallei ve inkusun uzun proçesi posterior-medyale doğru açılanmışlardır (26). Bu yapıların uzun akslarına paralel, tablo 1’de belirtilen referans planlarından elde olunacak oblik koronal rekonstrüksiyonlar malleusun (Resim 14a-c), inkusun ve inkudostapedial eklemin (Resim 15a-c) en iyi şekilde görüntülenmesini sağlar. Malleus boynu ile bağlantılı olan tensor timpani de demonstre edilir (27,28,29,30). Oblik sagittal rekonstrüksiyon da malleus ve inkusun uzun akslarını görüntülenmesini sağlarken aynı zamanda inkudomalleoler eklemin de değerlendirimini mümkün kılar (Resim 16a-c). Bu plandaki rekonstrüksiyon ile malleus ve inkusun birlikte ‘molar diş’ görünümünü taklit ettiği politomografik lateral kesit te elde edilir (1,27,28). Bu rekonstrüksiyon planları ile kolesteatom zemininde gelişen kemik erozyonları (Resim 14d, 15d, 16d) ya da diğer patolojilerin optimal şekilde gösterimi sağlanır.



a.



b.



c.

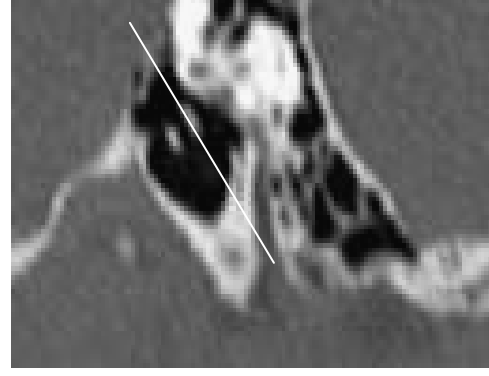


d.

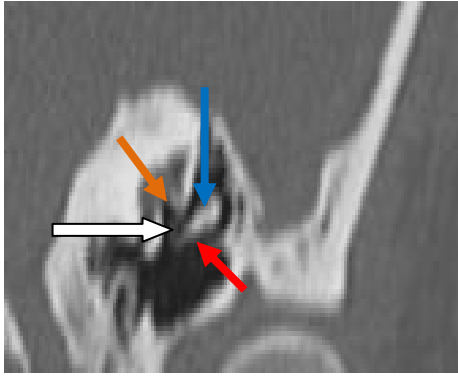
Resim 14: Malleusun çift-oblik koronal görünümü. Malleusun uzun aksını göstermek için tanımlanan ortogonal aksiyal 150° (a) ve sagittal 85° (b) referans planları (beyaz çizgi). (c) Çift-oblik koronal rekonstrükte görüntü; malleus başı (turuncu ok), manubrium (mavi ok), boyun (kırmızı ok) ve tensor timpani tendonu (beyaz çizgi). (d) Başka bir olguda rekonstrükte çift-oblik koronal görüntü; malleus etrafında, malleus başında destrüksiyona neden olan yumuşak doku varlığını gösteriyor.



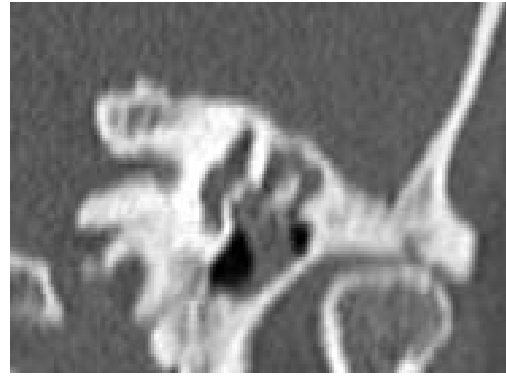
a.



b.



c.

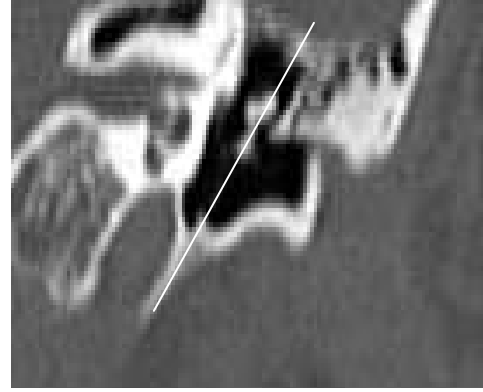


d.

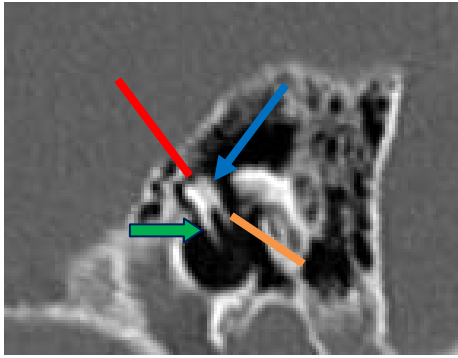
Resim 15: İnkus ve stapesin çift-oblik koronal görünümü. (a,b) Ortogonal aksiyal 150° (a) ve sagittal 60° (b) referans planları (beyaz çizgi). (c) Çift-oblik koronal rekonstrükte görüntü; inkus gövdesi (mavi ok), inkus uzun prosesi (kırmızı ok), inkudostapedial eklem (beyaz ok) ve stapedial tabanı (turuncu ok). (d) Başka bir olguda rekonstrükte çift-oblik koronal görüntü; inkus uzun prosesi ve inkudostapedial eklemden demineralizasyona neden olan kolesteatom varlığını gösteriyor.



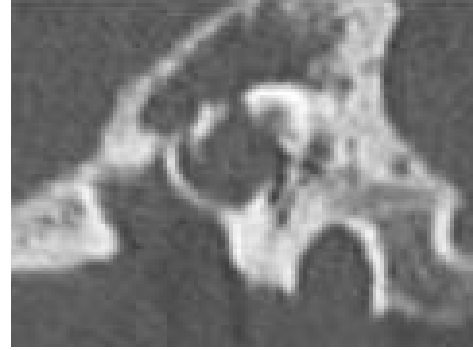
a.



b.



c.

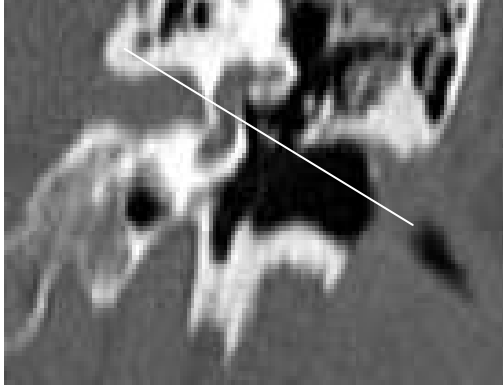


d.

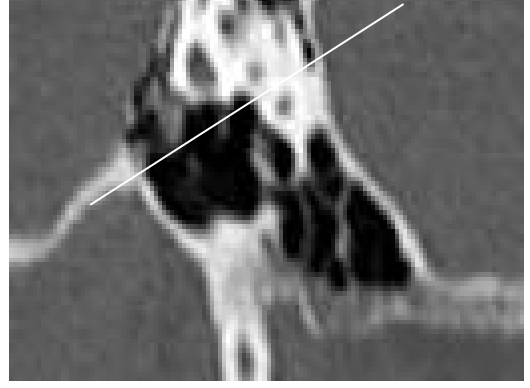
Resim 16: Sol malleus ve inkusun çift-oblik sagital görünümü. (a,b) Ortogonal aksiyal 60° (a) ve koronal 120° (b) referans planları (beyaz çizgi). (c) 'Molar diş' görünümüne benzeyen çift-oblik sagital rekonstrükte görüntü; inkus gövdesi (mavi ok), inkudomalleoler eklem (kırmızı çizgi), manubrium mallei (yeşil ok), ve inkus uzun prosesi (truncu çizgi). (d) Başka bir olguda rekonstrükte çift-oblik sagital görüntü; orta kulak kavitesindeki yumuşak dokuya sekonder inkus gövdesinde parsiyel, inkus uzun prosesinde total destrüksiyonu gösteriyor. İnkudomalleoler eklem netliği azalmış ve Manubrium malleide laterale subluksasyon mevcut.

Stapedial Taban-Oval Pencere kompleksi:

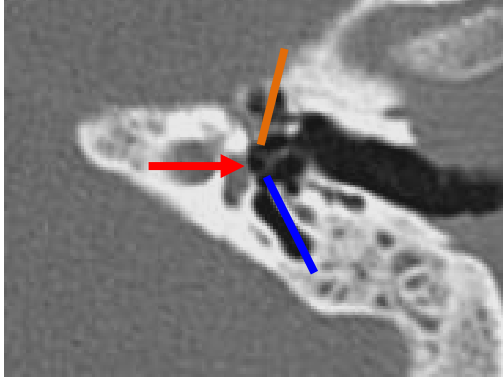
Standart konvansiyonel temporal kemik BT tetkikinde; koronal kesitlerle oval pencerenin optimal şekilde görüntülenebilmesine karşın aksiyal kesitlerde oval pencere,stapedial taban ve kruslar tam anlamıyla gösterilemezler. Sagital planda anterior stapedial krus posteriora göre daha inferiorda (Resim 17b) lokalize olduğundan her iki krusu tek görüntüde gösterebilmek için oblik aksiyal planda rekonstruksiyona gereksinim vardır (31,32). Koronal planda oval pencere ve stapedial tabanının superior kenarı inferior kenarının lateralindedir.Her ikisini de aynı kesitte görebilmek için ikinci bir aksiyal oblik plan gerekmektedir (Resim 17a). Çift oblik aksiyal rekonstrüksiyon ile stapedial kruslar. Stapedial taban ve oval pencere optimal şekilde görüntülenir (Resim 17c). Oval pencere düzeyinde stapedial taban lateralinde her iki krusun varlığını göstermek oblik sagital rekonstrüksiyonla mümkündür (Resim 18a-18c). Oblik aksiyal (uzun aks) ve oblik sagital (kısa aks) rekonstrüksiyonların birlikte kullanım ile stapes-oval pencere kompleks patolojileri optimal şekilde görüntülenir (Resim 17d).



a.



b.



c.

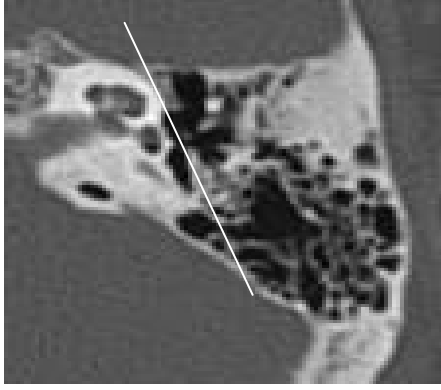


d.

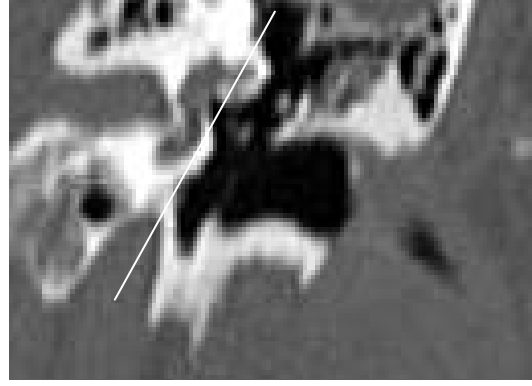


e.

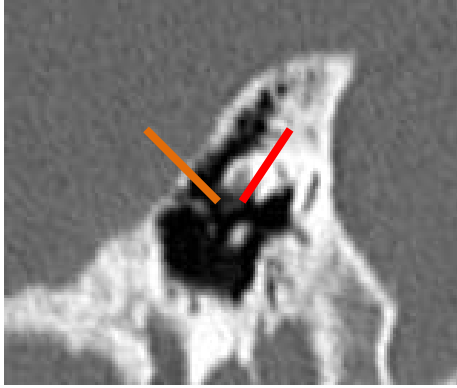
Resim 17: Stapesin oval pencerede çift-oblik aksiyal görünümü. (a,b) Ortogonal koronal 30° (a) ve sagittal 150° (b) referans planları (beyaz çizgi). (c) Oval pencere düzeyinde çift-oblik aksiyal rekonstrükte görüntü; stapedial anterior krus (turuncu çizgi), posterior krus (mavi çizgi) ve stapedial taban (kırmızı ok). (d,e) Başka olgularda rekonstrükte çift-oblik aksiyal görüntüler; (d) malleus, inkus ve stapes etrafının yumuşak doku ile oblitere olduğunu ve (e) kolesteatom nedeni ile inkus ve stapedial posterior krusun destrükte olduğunu gösteriyor.



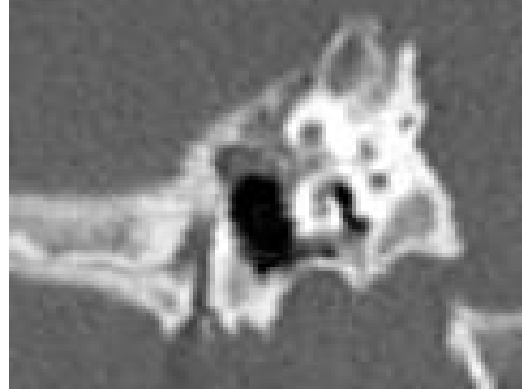
a.



b.



c.

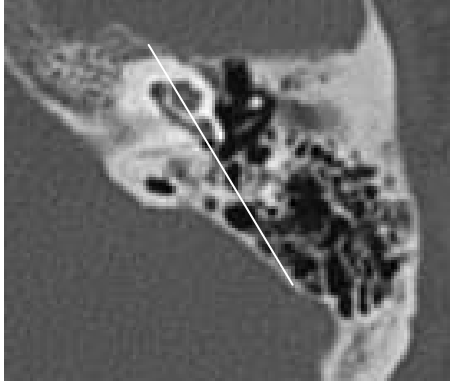


d.

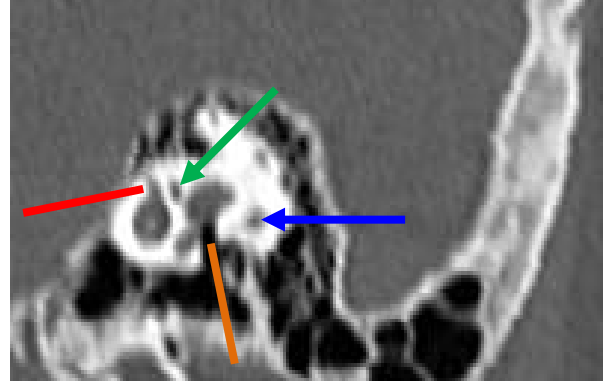
Resim 18 : Oval pencerenin hemen lateralinde stapesin oblik-sagital görünümü. (a,b) Ortogonal aksiyal 65° (a) ve koronal 120° (b) referans planları (beyaz çizgi). (c) Çift-oblik sagital rekonstrükte görüntü; stapedial posterior krus (turuncu çizgi), stapedial anterior krus (kırmızı çizgi). (d) Başka bir olguda rekonstrükte çift-oblik sagital görüntü; stapedial anterior ve posterior krus etrafının yumuşak doku nedeni ile oblitere olduğunu gösteriyor.

Yuvarlak Pencere:

Yuvarlak pencere, kohleanın bazal kıvrımı posteriorundan yuvarlak pencere nişine açılır (24,33). Aksiyal planda net olarak izlenir (Resim 19a). yerleşiminden dolayı koronal planda gözterimi mümkün değildir. Yuvarlak pencerenin nişe açılımı en iyi oblik sagital rekonstrüksiyonla gösterilir (Resim 19b).



a.



b.

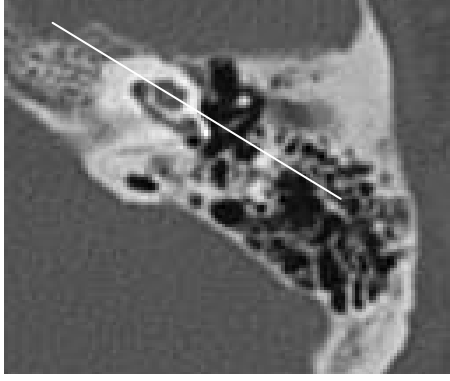


c.

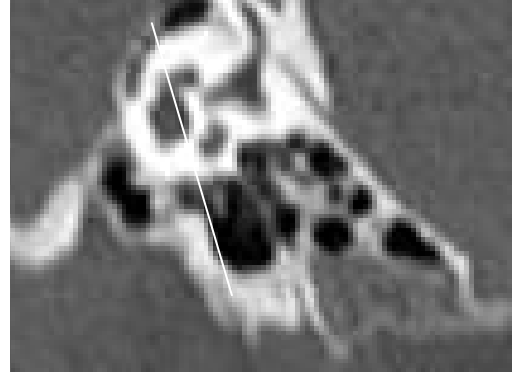
Resim 19: Yuvarlak pencerenin tek-oblik sagital görünümü. (a) Ortogonal aksiyal 60° referans planı (beyaz çizgi). (b) Tek-oblik sagital rekonstrükte görüntü; yuvarlak pencere açıklığı (turuncu ok), fasiyal sinirin labirentin segmenti (kırmızı çizgi), sinus timpani (mavi ok) ve superior vestibuler sinir kanalı (yeşil ok) ile olan komşulukları. (c) Başka bir olguda rekonstrükte tek-oblik sagital görüntü; yuvarlak pencere açıklığının kolesteatom nedeni ile oblitere olduğunu gösteriyor.

Kohlea:

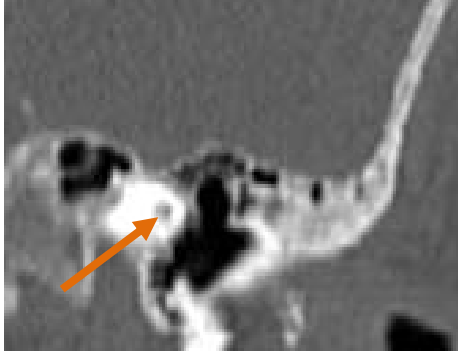
Kohleanın uzun aksı inferior ve laterale açıldığından standart aksiyal ve koronal kesitlerle net olarak demonstre edilemez. Kohleanın kısa (Resim 20a, 20b) ve uzun (Resim 21a, 21b) akslarına paralel alınacak rekonstrüksiyonlarla kohleanın her üç kıvrımı da optimal şekilde görüntülenir. Aynı rekonstrüksiyonla kohlear sinir girişi ve modiulus da değerlendirilir. Kohlear sinir girişinin normal olması kohlear sinirin intakt olduğunun indirekt belirtisidir (34,35,36,37,38). Kohlear sinir dalları içeren modiulus mikroskopik olarak kribriform şekilli olup kemik labirentten daha düşük dansiteye sahiptir (Resim 21c).



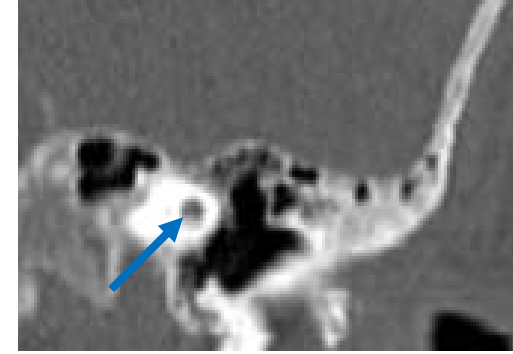
a.



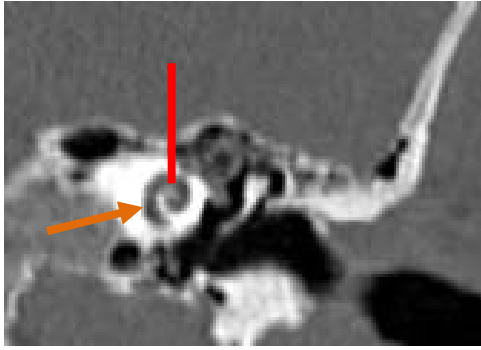
b.



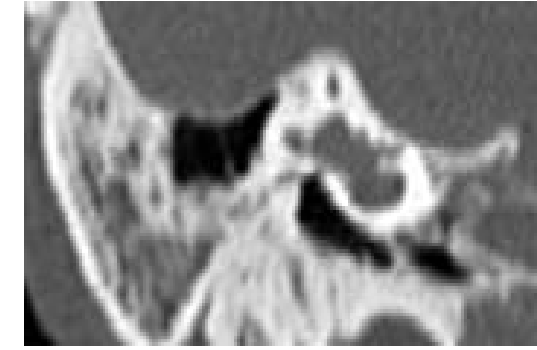
c.



d.

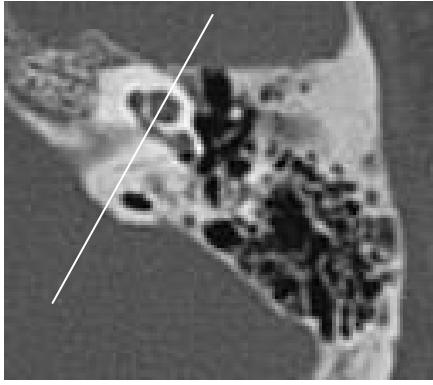


e.

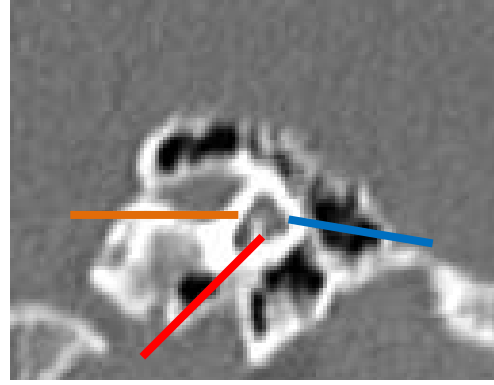


f.

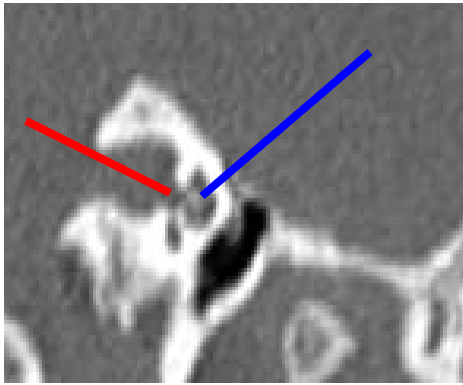
Resim 20: Kohlea kısa aksının çift-oblik koronal görünümü. (a,b) Ortogonal aksiyal 30° (a) ve sagittal 75° (b) kohleanın kısa aksına paralel alınan referans planları (beyaz çizgi). (c-e) Kohleanın normal anatomisini gösteren anfaz ardışık çift-oblik koronal rekonstrükte görüntüleri; apikal kıvrım (turuncu ok) (c), orta kıvrım (mavi ok) (d), ve bazal kıvrım (turuncu ok) (e), (kırmızı çizgi=modiolus). (f) Başka bir olguda rekonstrükte çift-oblik koronal görüntü; sağ iç kulakta ortak kavite deformitesi olan olguda kohleanın deforme, dönüş sayısının bir ve vestibul ile birleşmiş olduğu izleniyor.



a.



b.



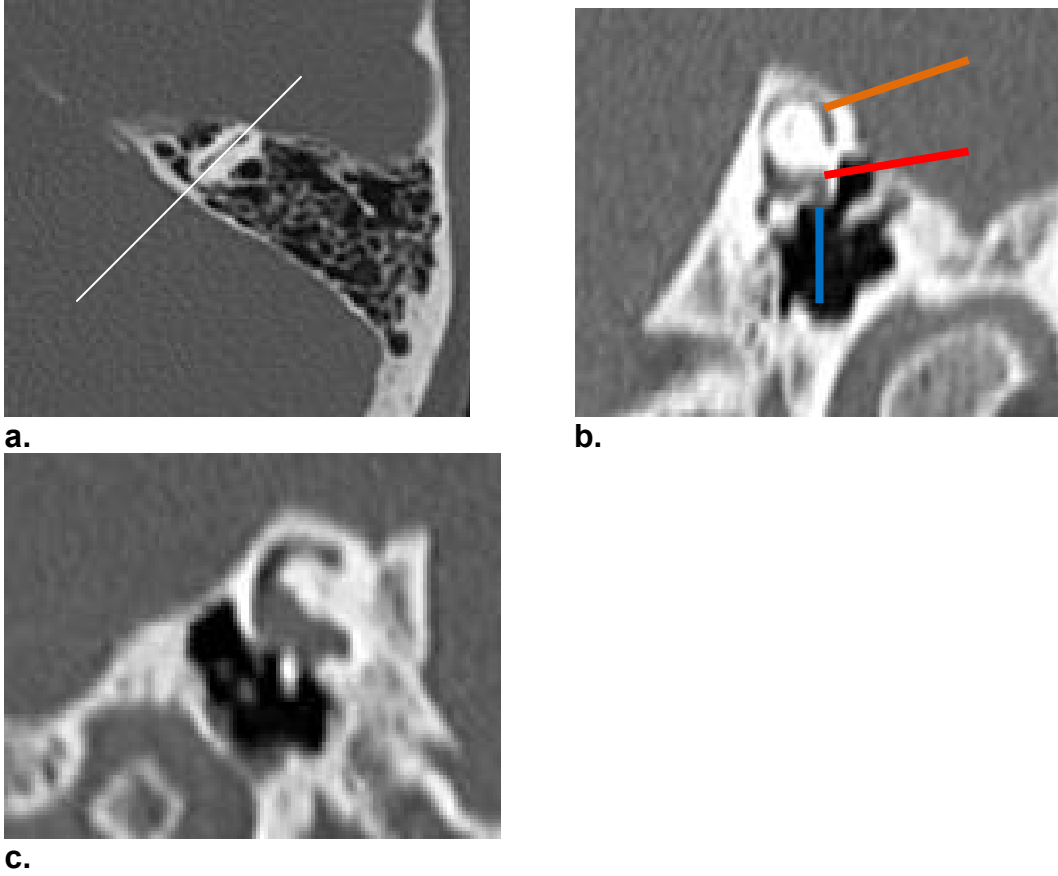
c.

Resim 21: Kohlea uzun aksının tek-oblik sagittal görünümü. (a) Ortogonal aksiyal 120° referans planı (beyaz çizgi). (b) Oblik sagittal rekonstrükte görüntü; kohleanın apikal (mavi çizgi), orta (kırmızı çizgi) ve bazal (turuncu çizgi) kıvrımları. (c) Daha mediyaldeki kesit; kohlear sinir açıklığını (kırmızı çizgi) ve modiulusu (mavi çizgi) gösteriyor.

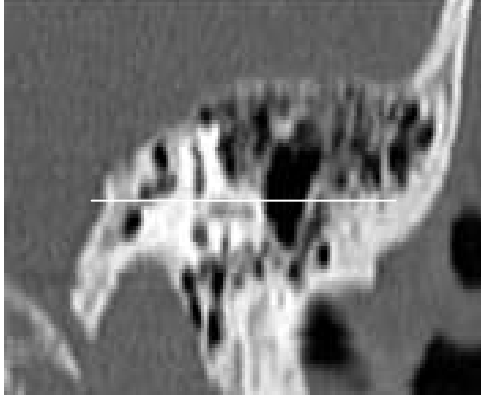
Yarım Daire Kanalları:

Superior yarım daire kanalı temporal kemik uzun aksına göre yaklaşık 90 derecelik açıyla açılmıştır (39). Ortogonal koronal görüntüler kanalın kemik çatısını göstermede sıklıkla yeterlidir ancak kemik çatısı ince olan olgularda volüm avaraj etkisinden dolayı kanalın anterior ve posterior köşeleri kemik yapı bütünlüğü bozulmuş şekilde izlenir (40). Superior yarım daire kanalı uzun aksına paralel alınacak oblik sagittal rekonstrüksiyonlar volüm avaraj etkisinden kaynaklanacak problemleri ortadan kaldırır (Resim 22b). Kanal dehissensi de aynı rekonstrüksiyonla optimal şekilde görüntülenir (41,42,43,44). Lateral yarım daire kanalı uzun aksı koronal kesitteki

horizontal düzleme paralel seyirlidir. Uzun aksına paralel alınacak oblik-aksiyal rekonstrüksiyonla demonstre edilir (Resim 23). Posterior yarım daire kanalı piramisin arka yüzüne paralel pozisyonadadır. Uzun aksına paralel elde olunacak oblik sagital rekonstrüksiyonla seyri boyunca görüntülenir (Resim 24).



Resim 22: Superior yarım daire kanalının tek-oblik sagital görünümü. (a) Superior yarım daire kanal çatısına paralel alınan ortogonal aksiyal 135° referans planı (beyaz çizgi). (b) Tek-oblik sagital rekonstrükte görüntü; superior yarım daire kanal çatısındaki kemik devamlılığı (turuncu çizgi), fasiyal sinir (mavi çizgi) ve lateral yarım daire kanalı (kırmızı çizgi). (c) Başka bir olguda rekonstrükte tek-oblik sagital görüntü; superior yarım daire kanalının kısa dönüş çaplı ve deforme olduğunu gösteriyor.



a.

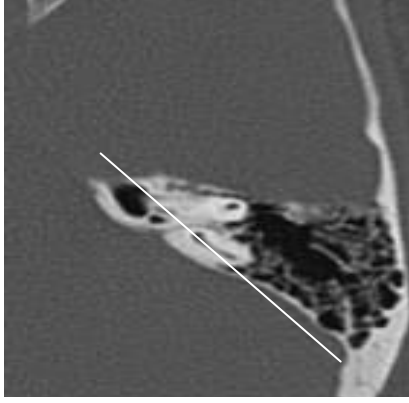


b.

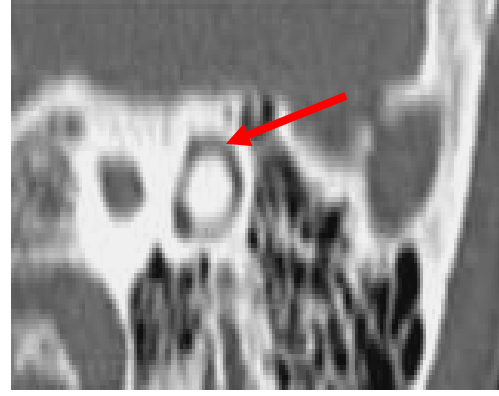


c.

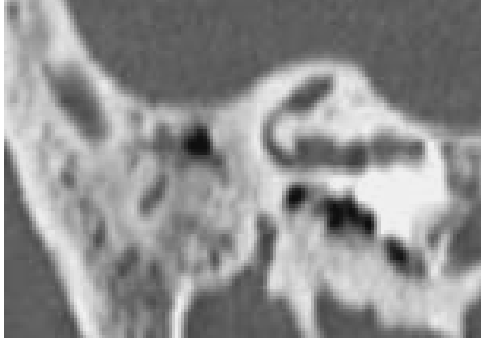
Resim 23: Lateral yarım daire kanalının tek-oblik aksiyal görünümü. (a) Lateral yarım daire kanal çatısına paralel alınan ortogonal koronal 180° referans planı (beyaz çizgi). (b) Tek-oblik aksiyal rekonstrükte görüntü; iç kulak kanalı (yeşil ok), lateral yarım daire kanalı (kırmızı ok), vestibul (turuncu ok). (c) Başka bir olguda rekonstrükte tek-oblik aksiyal görüntü; mastoidektomi bulunan olguda sağ lateral yarım daire kanalında defekt mevcut.



a.



b.

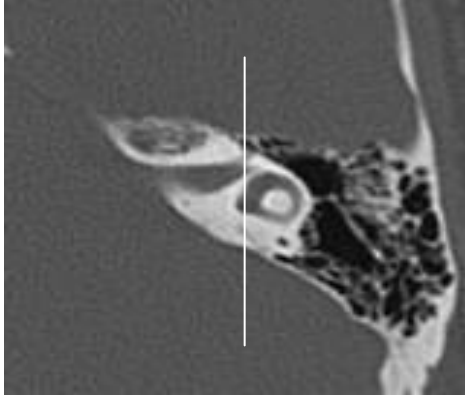


c.

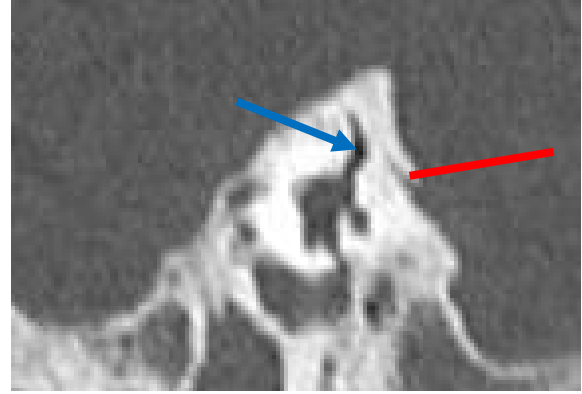
Resim 24: Posterior yarım daire kanalının tek-oblik sagittal görünümü. (a) Posterior yarım daire kanal çatısına paralel alınan ortogonal aksiyal 40° referans planı (beyaz çizgi). (b) Tek-oblik sagittal rekonstrükte görüntü; posterior yarım daire kanal (kırmızı ok). (c) Başka bir olguda rekonstrükte tek-oblik sagittal görüntü; sağ kulakta ortak kavite deformitesi bulunan olguda posterior yarım daire kanalının kısa dönüş çaplı ve deforme olduğu izleniyor.

Vestibuler Akuaduktus:

Endolenfatik kanal ve kese artığını içeren vestibuler akuaduktus petröz kemik posterior yüzeyinden superiora doğru ilerler ve posteromediyal vestibule doğru kıvrım yapar (45,46). Vestibuler akuaduktus yılbaşı ağacına benzetilen triangular şekle sahiptir (47). Kanalin ortak krusa olan yönelimi en iyi sagittal planda gösterilir (Resim 25a, 25b). En sık görülen kemik labirent anomalisi olan dilate vestibuler akuaduktus sendromunda sagittal plan rekonstrüksiyonuyla gösterilir (48).



a.



b.

Resim 25: Vestibüler akuaduktusun tek-oblik sagittal görünümü. (a) Vestibul mediyal duvarı ve vestibüler akuaduktusu içeren ortogonal aksiyal 90° referans planı (beyaz çizgi). (b) Tek-oblik sagittal rekonstrükte görüntü; vestibuler akuaduktus (kırmızı çizgi), ortak krus (mavi ok).

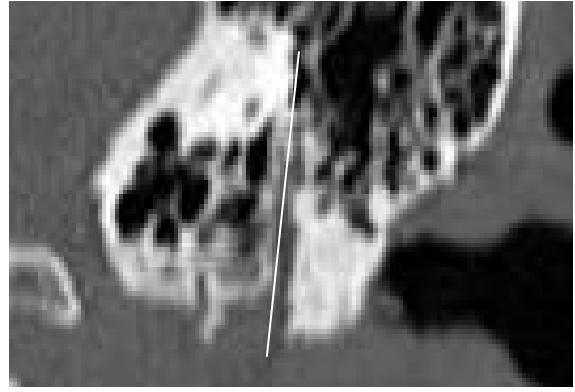
Fasiyal Sinir Kanalı:

Fasiyal sinirin timpanik segmenti genikülat gangliyon posteriorundan ve lateral yarım daire kanalının lateral komşuluğundan geçer. İkinci dirsekte sinir kanalın mastoid segmentine geçer. Daha sonra kanal boyunca oval pencere superiorundan ve lateral yarım daire kanalı inferiorundan, anteriordan posteriora ve superiordan inferiora doğru bir seyirle ilerler ve stilomastoid forameninden çıkar (23,24,27,28,29,36,49,50,51,52,53). Oblik sagittal plandaki

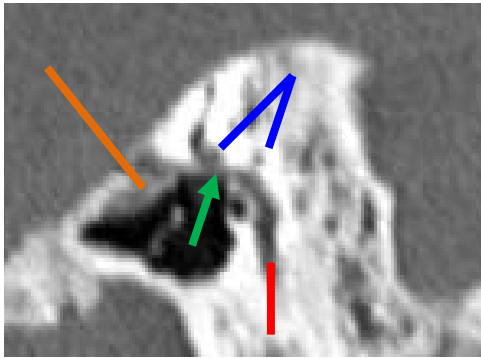
rekonstrüksiyonla timpanik ve mastoid segment tek görüntüde bolu boyunca görüntülenir (Resim 26a-26c). Bu plandaki rekonstrüksiyonla fasyal sinir anomalileri de en iyi şekilde demonstre edilir.



a.



b.



c.



d.

Resim 26: Fasiyal sinir kanalının çift-oblik sagital görünümü. (a,b) Ortogonal aksiyal 60° (a) ve koronal 95° (b) referans planları (beyaz çizgi). (c) Çift-oblik sagital rekonstrükte görüntü; Fasiyal sinir kanalının timpanik (yeşil ok) ve mastoid (kırmızı çizgi) bölümleri, lateral yarım daire kanalı (mavi çizgiler) ve tensor timpani kası (turuncu çizgi). (d) Başka bir olguda rekonstrükte çift-oblik sagital görüntü; kavitenin yumuşak doku ile oblitere olduğunu ve fasiyal sinir kanalının timpanik bölümünde demineralizasyonu gösteriyor.

V. TARTIŞMA

Temporal kemik işitme ve denge organını içeren, fonksiyonel boşlukları bulunan ve içinden damar ve sinirlerin geçtiği çok sayıda delik ve kanallardan oluşan karmaşık anatomiye sahip bir kemiktir (1,4).

Temporal kemik değerlendirimi için kullanılan konvansiyonel radyogramların günümüzdeki kullanım alanı mastoid pnömatizasyonu değerlendirme ve koklear implantın yerini belirleme ile sınırlıdır. Sadece üçü pratikte yararlıdır: Lateral (Schüller), frontal (Transorbital) ve oblik (Stenvers) radyogramlar. Diğer özel pozisyonlar tarihi önemi olan ancak klinik uygulamada kullanımı olmayan tekniklerdir.

Schüller radyogramı, mastoid kavitenin 25°'lik kraniokaudal açı ile lateral görüntülenmesidir. Sagittal plan masaya paralel ve incelenen bölge filme yakın olacak şekilde hastanın başına pozisyon verilir. Işın santralizasyonu dış kulak yolunun 6 cm yukarısında olacak şekilde yapılır. Mastoid pnömatizasyonun derecesi, yayılımı ve trabeküler yapıların özellikleri Schüller radyogramı ile elde edilecek bilgilerdir. Temporomandibuler eklem açıkça görülmektedir (54).

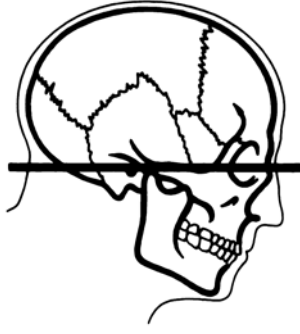
Transorbital radyogram, pron ya da supin pozisyonda orbitomeatal düzlem masaya dik olacak şekilde çekim yapılır. Petröz apeks çekim planına oblik olduğu için kısalmış fakat detaylı olarak görülür. İnternal akustik kanal petroz apeks boyunca uzanan ışın geçirgen bir kanal olarak bütün uzunluğu boyunca değerlendirilir. Sıklıkla, iç kulak yolunun radyolüsent gölgesi medial olarak arka kenara kadar uzanır. Bu, kanalın kendisine bağlı olmayıp, porusun üst ve alt kenarlarının interpozisyonu ile ilişkilidir. Kanalın lateralinde vestibülün , superior ve lateral yarım daire kanalların radyolüsent görüntüleri farkedilebilir (54).

Stenvers radyogramı, hasta pron pozisyonda iken median sagittal plan masayla 45° açı yapacak şekilde yatırılır. Çene hafif sternuma doğru çekilir, orbita üst kenarı ve nazal kemik masaya temas eder. Işın protuberensiya oksipitalis ile karşı taraf dış kulak yolunun tam ortasına santralize edilir. Tüpe 12° kaudo-kranyal açı verilir. Petroz apeksin tamamı orbita lateral kenarında görüntülenir. İç kulak yolu ve mastoid kavitenin tamamı süperpozisyonlardan uzak olarak görüntülenir (54).

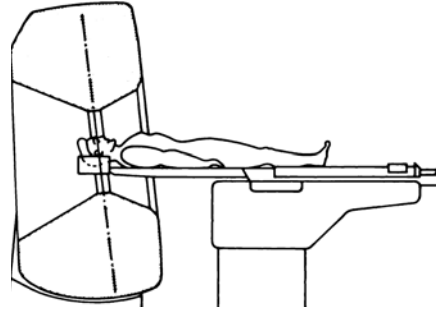
Temporal kemik görüntülemesi 1950'li yılların sonunda politomografinin kullanılmaya başlamasıyla radyoloji departmanlarının özellikli çalışma alanlarından biri olmuştur. Temporal kemik değerlendirilmesinde önerilen tüp açılanması incelenecek bölgeye göre değişmekle birlikte standart inceleme aksiyal ve koronal projeksiyonlardadır (1,55). İncelenecek yapıyı daha iyi gösterebilmek için ilave projeksiyonlar geliştirilmiştir. Ortogonal olmayan planlardaki bu projeksiyonlar temporal kemik politomografi öncüleri tarafından desteklenmiştir (1,55,56,57).

Klasik otolojik radyolojide bilinen diğer planlar (58) ilk defa Zonneveld tarafından 1983 yılında araştırılmış ve uygun hasta pozisyon teknikleri kullanılarak direk BT ile pek çok klasik otoradyolojik planın nasıl görüntülenebileceği anlatılmıştır (56,57). Direk BT'nin kullandığı otoradyolojik planlar; transvers (Hirtz), koronal, sagittal, semiaksiyal (Guillen), semilongitudinal (Zonneveld), aksiyopetrozal (Pöschl) ve longitudinal (Stenvers) planlardır (56,57,59,60,61,62). Bu planları BT ile elde edebilmek için cihaz, kesit plan merkezi boyunca vertikal aks etrafında hastanın dönmesini sağlayacak mekanizması olan bir tabla ile donatılmıştır.

Transvers plan (Hirtz); hasta supin pozisyonda iken gantriye nasion-biaurikuler plana paralel açı verilerek elde edilir (Resim 27) (56,57). İnkudomalleolar ve inkudostapedial eklem, fasiyal kanalın birinci ve ikinci bölümü, iç kulak kanalı, lateral yarım daire kanalı ve yuvarlak pencere değerlendirmesi için uygun olan plandır (56,57,59,60). İnceleme alanı; superior yarım daire kanalının üst sınırından, aşağıda bazal kohlear kıvrımın en alt parçasına kadar uzanır. İnceleme planı kohleanın birinci dönüşünden superior yarım daire kanalına kadardır.



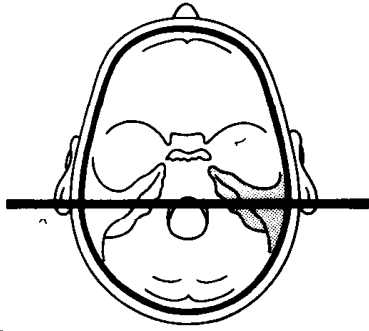
a.



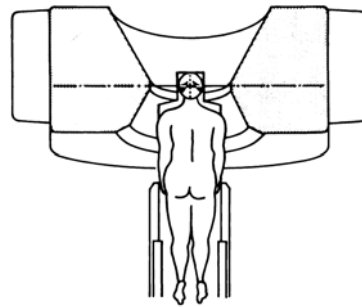
b.

Resim 27: (a) Transvers plan kesit düzlemi, nasion-biauriküler hat; burunla dış kulak yolunu birleştiren hat. (b) Transvers plan incelemede hasta pozisyonu (56).

Koronal plan; pron pozisyonda kafanın geriye doğru fleksiyona getirilerek çeneyi sabitleyici taşıyıcı yastık kullanılarak elde olunur (Resim 28), ancak pek çok hasta (çocuk, yaşlı, servikal patolojisi olan ve plejik hastalar) bu pozisyonu optimal olarak sağlayamaz (1,3,55,56). Kesit planı nasion-biaurikuler plana dik olacak şekilde ayarlanır. Tegmen timpani, iç kulak kanalı ve vestibülün optimal değerlendirimi için uygun olan plandır. İnceleme alanı; attik'in anterior kenarı ile posterior yarım daire kanalı arasında uzanır.



a.

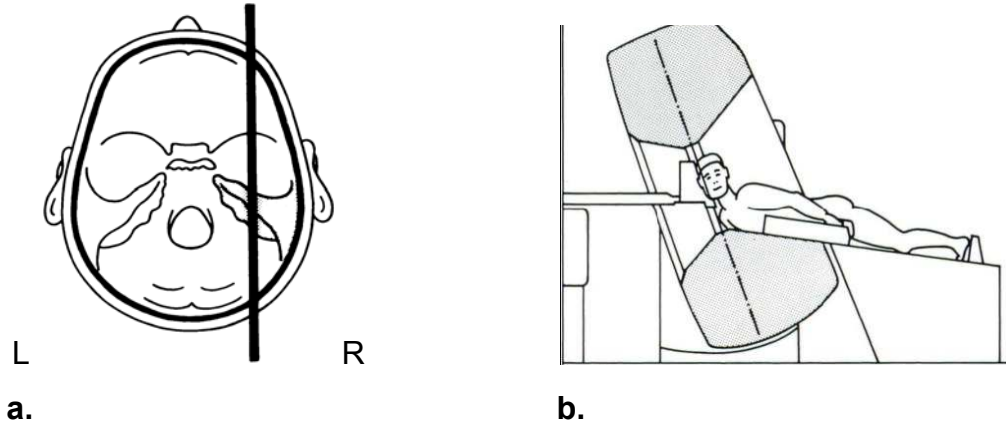


b.

Resim 28: (a) Koronal plan kesit düzlemi (sağ kulak için). (b) Koronal plan incelemede hasta pron pozisyonda ve kafa geriye doğru fleksiyonda (56).

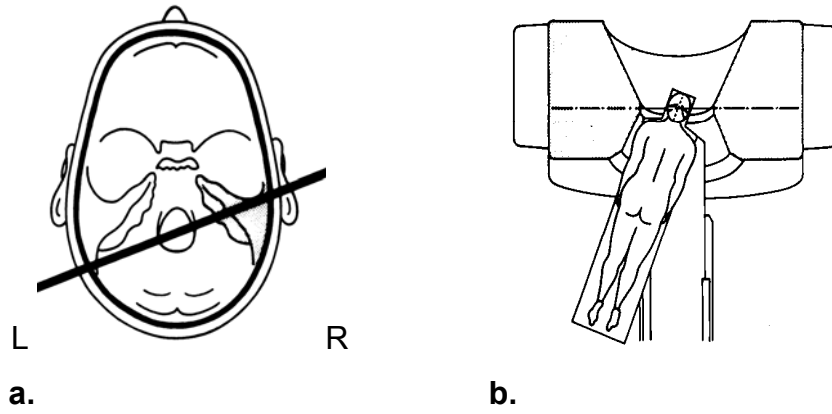
Sagittal plan; özel bir destekle semipron/semidekübit pozisyonda baş yukarı çevrilir ve yanaklar ile incelecek taraftaki yanı, hasta masasına

birleştirilen baş desteğine yaslanır (Resim 29). Bu planda hastaya pozisyon vermek oldukça güç olup ancak birkaç tip cihazda mümkündür. Bu plan ilk olarak Blumm tarafından 1982 de tanımlanmıştır (56,63). Sagital planla vestibüler akuadakt (63), fasiyal kanal üçüncü bölüm (ikinci dirsek bölümü de dahil) (56,58), iç ve dış kulak kanalları ve mastoid hücrelerin görüntülenmesi sağlanır. Ayrıca temporomandibuler eklemi tutan hastalıkları incelemede de kullanışlı bulunmuştur. Temporomandibüler eklem diski ve retrodiskal doku arasındaki demerkasyon sagital BT kesitlerinde kolaylıkla görülür. Cerrahi yaklaşım planını takip etmedeki avantajı nedeni ile cerrahlar için ilgi çekicidir (56,58,64), İnceleme alanı; iç kulak kanalından dış kulak kanalına kadardır.



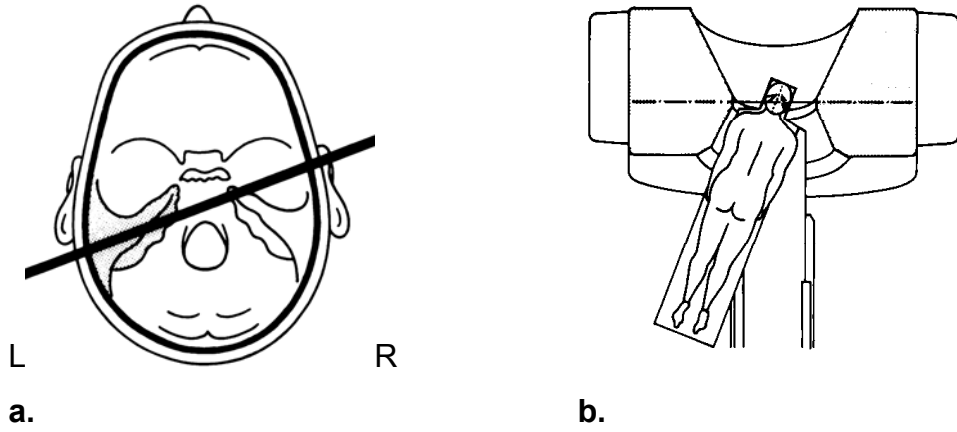
Resim 29: (a) Sagital plan kesit düzlemi (sağ kulak için). (b) Sagital plan incelemede hasta semipron/semidekubit pozisyonda, kafa ve incelenecek tarafı özel baş desteğine dayalı (56).

Semiaksiyal plan (Guillen); koronal plandan derive olmuştur. Koronal planın vertikal aks çevresinde 20° dönmesi ile elde edilir. Elde edilen plan, petröz piramid aksıyla yaklaşık 50 derece açı yapar (56,57). Hasta pron pozisyonda, baş yukarı çevrilmiştir. 20° lik plan özel dönebilir baş desteği ya da standart koronal baş desteği olan dönebilen masa kullanılarak elde edilir (Resim 30) . Gantri, kesit planı nasion-biauriküler plana dik olana kadar eğilir (56). Semiaksiyal planla; mediyal ve lateral timpanik duvarlar (oval-pencere ile birlikte) (63), promontoryum (58) ve fasiyal kanalın ikinci bölümü (65) demonstre edilir. İnceleme alanı; genikülat gangliyon ile posterior yarım daire kanalı arasında uzanır.



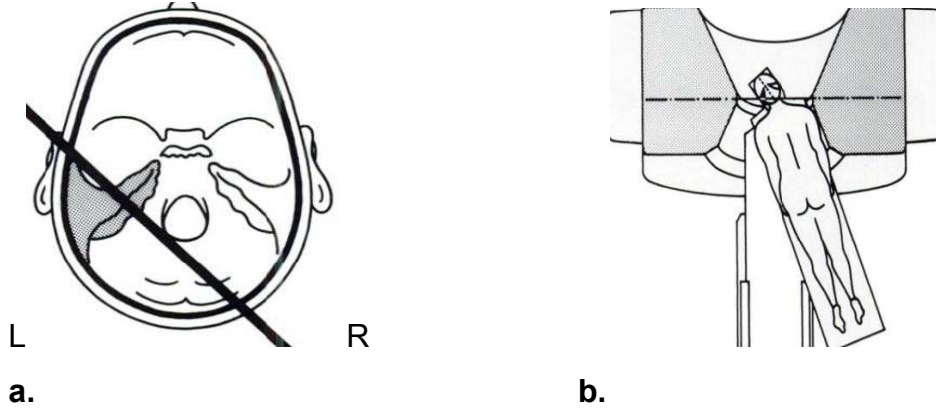
Resim 30: (a) Semiaksiyal plan kesit düzlemi (sağ kulak için). (b) Semiaksiyal plan incelemede hasta pron pozisyonunda, kafa geriye doğru fleksiyonda ve masa incelenecek tarafın tersi yönünde 20° çevrili (56).

Semilongitudinal plan (56); Bu plan ilk defa 1981 yılında Zonneveld ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir. Koronal planı vertikal aks etrafında yaklaşık 20° lik açıyla, petröz piramit aksıyla yaklaşık 15° lik açı yapacak doğrultuda çevirerek elde edilir (Resim 31) (56,57). Hasta pron pozisyonundadır ve başı yukarı çevrilidir. 20° lik açı planı özel dönebilir baş desteği ya da standart koronal baş desteği olan dönebilir masa kullanılarak elde edilir (Resim 31). Gantri kesit planı nasion-biauriküler plana dik olana kadar eğilir. Bu planla kohleanın birinci ve ikinci dönüşü (63), dış kulak kanalı (58), internal karotis arterin kanalı (65) ve posterior yarım daire kanalı gösterilir. Ayrıca orta kulağa cerrahi girişim yollarını, endaural ve retroauriküler göstermede yararlıdır. İnceleme alanı; malleus başı ile posterior yarım-daire kanalı arasında uzanır (56,57).



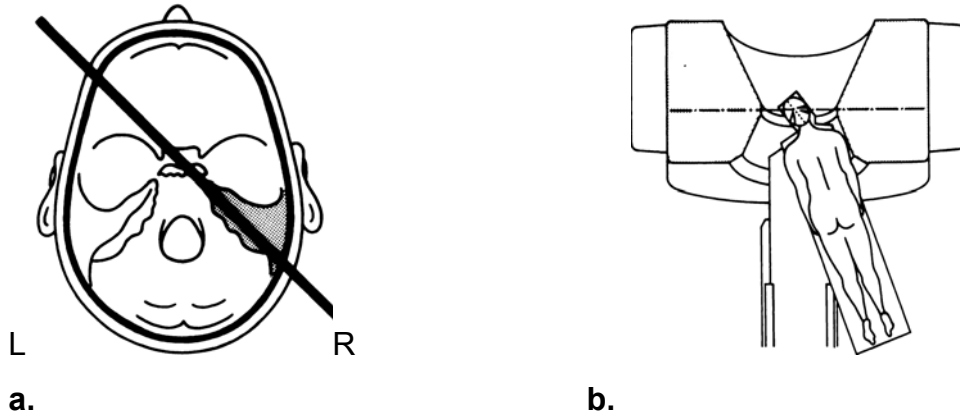
Resim 31: (a) Semilongitudinal kesit planı (sol kulak için). (b) Semilongitudinal plan incelemede hasta pron pozisyonunda, kafa geriye doğru fleksiyonda ve masa incelenen taraf yönünde 20° çevrili (56).

Aksiyopetrozal plan (Pöschl); koronal plandan derive olmuştur. Koronal planı vertikal aksı etrafında 40° lik açıyla, plan petröz piramid planına az yada çok dik olacak doğrultuda çevirerek elde edilir (Resim 32) (56,57). 40° lik açı planı baş desteği ve masayı birlikte 20'şer derece döndürerek elde edilir. Gantri, kesit planı nasion-biaurikuler plana dik olana kadar eğilir. Kohleanın kesitsel görünümü (63), malleus ve inkusun uzun aksı (inkudomalleoler eklem de dahil) (58) ve oval pencere (65) demonstre edilir. Superior yarım dire kanalı, vestibüler akuadakt ve fasiyal sinir kanalının birinci bölümü de gösterilir. İnceleme alanı kohlea ile posterior yarım daire kanalı arasındadır (56,57).



Resim 32: (a) Aksiopetrozal kesit planı (sol kulak için). (b) Aksiopetrozal plan incelemede hasta pron pozisyonunda, kafa geriye doğru fleksiyonda ve incelenecek tarafa doğru 20° çevrilmiş. Masa incelenen tarafın tersi yönünde 20° çevrili (56).

Longitudinal plan (Stenvers); koronal planın vertikal aks etrafında 40° lik açıyla, petröz piramit aksınan az yada çok paralel olacak doğrultuda çevrilmesiyle elde edilir. Hasta pron pozisyonundadır ve başı yukarı eğilmiştir. 40° lik açı, baş desteği ile birlikte masayı 20'şer derece döndürerek elde edilir (Resim 33). Gantri, kesit planı nasion-biaurikuler plana dik olacak şekilde eğilir. Bu planla kohleanın spirali (63), posterior yarım daire kanalı (58), internak karotis arter kanalı (65), mastoid ve östaki kanalının kemik bölümü (66) gösterilir. İnceleme alanı; kemikçiklerle posterior yarım daire kanalı arasında uzanır. Olabilecek dezavantajı diş dolgularının çizgi şekline artefakt yapabilmesidir (56,57,58).



Resim 33: (a) Longitudinal kesit planı (sağ kulak için). (b) Longitudinal plan incelemede hasta pron pozisyonda, kafa geriye doğru fleksiyonda ve incelenecek tarafın tersine doğru 20° çevrilmiş. Masa incelenen taraf yönünde 20° çevrili (56).

Temporal kemik yapılarının büyük çoğunluğu transvers (aksiyal) planda gösterilebilmektedir (56,57,59,60). Bu durum hastanın konforu ve her iki petröz kemiğin bir planda karşılaştırılabilmesine imkan sağlaması nedeniyle bu planı temel inceleme için ideal kılar (56,57,59,60). Tek kesit planı kullanıldığında kesit planına paralel yapıların kısmen görülebilmesi veya bazen hiç görülememesi nedeni ile temporal kemik BT sinin her zaman en az iki pozisyonda yapılması gerekmektedir (56,57). İkinci tomografik planın seçimi, transvers plandaki temel incelemenin sonuçlarına ve hangi ek planın yararlı bilgi verebileceğini ortaya koyabilecek klinik bilgiye bağlıdır (56,57).

BT hem kemik yapılar hem de kemik yapı çevresindeki yumuşak dokuları ayrıntılı olarak değerlendirmemizi sağlayan ve tanı, ayırıcı tanı, tedavi planlaması ve izlenmesinde çok önemli yere sahip olan görüntüleme yöntemidir. Temporal kemik de dahil olmak üzere kafa kemiklerinin değerlendirilmesinde BT en uygun yöntemdir.

BT tekniği kullanılmaya başlamasından beri oldukça hızlı bir gelişme göstermiştir. 1 mm'den küçük detayların görüntülenebilmesinden beri bilgisayarlı tomografi, temporal kemik incelemesinde gittikçe daha çok kullanılmaya başlamıştır. Yüksek rezolüsyonlu bilgisayarlı tomografi (YRBT) algoritmasının kullanıma girmesi ile milimetrenin altında uzaysal

rezolüsyonlu, ince kesit kalınlıklı, 'edge enhanced' filtreli ve rekonstrüksiyon programlarının uygulanabildiği tetkikleri elde etmek mümkün olmuştur. (1,4,65,67,68).

YRBT'nin rutin olarak kullanılmasına kadar, politomografler ile temporal kemiğin detaylı görüntüleri elde edilebilmiştir. Fakat BT, güçlü kontrast rezolüsyonu ile timpanik membran, kemikçikler, orta kulağın destekleyici dokuları ve iç kulak yapıları gibi pekçok yapıyı incelemeyi mümkün kılmıştır. BT'nin konvansiyonel yapılara göre önemli avantajlarından biri de orta kulak kavitesindeki yumuşak doku içeriğini de değerlendirebilmesidir.

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) , yumuşak doku anatomik yapılarının görüntülenmesinde BT'ye üstünlük gösterir. MRG, nöral yapılar, membranöz labirent, temporal kemiğin sıvı içeren bölümlerinin görüntülenmesinde seçilecek görüntüleme yöntemidir (69). Ancak MRG yumuşak doku yapılarının gösterilmesinde güçlü olmasına karşılık orta kulak yumuşak dokularının ayırımında sıklıkla nonspesifiktir. Hava, kortikal kemik ve kalsifikasyonlar az miktarda proton içerdiklerinden sinyal yaymayan koyu renk alanlar olarak görünürler. Sonuç olarak kemik konturlar havalı hücre sisteminden sıklıkla ayırt edilemez. Kolesteatomayı mukozal ödem, granülasyon dokusu ve sıvı birikiminden ayırt etmek güçtür (70). Temporal kemik içindeki kan, sıvı ve yumuşak dokular yüksek sinyal intensiteli anormal dokular olarak gözükürler. Bununla beraber, patolojinin kemikçikler, skutum ve labirenter kapsül gibi kemik yapıları ne derecede etkilediğini tespit etmek mümkün değildir. Bu sebeple, membranöz labirent ve bundan çıkan sinirsel yolların değerlendirilmesi haricinde temporal anatomi ve patolojilerin değerlendirilmesinde BT halen ilk tercih edilmesi gereken görüntüleme yöntemidir (71,72,73,74,75,76).

BT'nin temporal kemik görüntülenmesinde kullanılmaya başlamasından sonra gantri açısı ve hasta pozisyonlanmasındaki kısıtlanmalar nedeniyle ancak aksiyal ve koronal planlarda inceleme mümkün olmuştur (1,4). Bu planlarda orta ve iç kulağın birçok anatomik yapısı optimal şekilde değerlendirilememektedir. Temporal kemik politomografi yönteminin

kullanıldığı dönemde anatomik yapılarının bazılarının daha iyi görüntülenmesi için yukarda tanımlanan oblik projeksiyonlarda çekim yapılmıştır. Sagital planda alınacak kesitler cerrahi plana daha benzer görüntü verdiği için Mafee ve ark. (64) direkt sagital görüntülemenin kullanımını savunmuşlardır. 1980'lerin başında rutin incelemeye sagital görüntülemeyi de dahil etme teşebbüsü hasta pozisyonlanmasındaki zorluk ve standart kafa sabitleyicisinin değişim gerekliliği nedeniyle başarılı olamamıştır (64,77).

Chakeres ve Spiegel'in 1983 yılında yaptıkları bir çalışmada (55), antropolojik bazal plan 0° kabul edildikten sonra gantriye açısı verilerek elde edilen beş farklı planda; 0° , 15° , 30° , 70° , 105° temporal kemik anatomik yapılarının gösterimini sağlamış ve her bir açıda lensin aldığı radyasyon dozunu hesaplamışlardır. 15° lik açı planının, lense artmış radyasyon dozuna neden olması ve tanısal bilgiye anlamlı katkı sağlamaması nedeni ile kullanılmaması gerektiğini belirtmişlerdir. Direkt aksiyal (0 veya 30) ve direkt koronal (70 veya 105) derecelerde elde olunan kesitlerin temporal kemik anatomik yapı ve patolojilerini göstermede, lense daha az radyasyon ekspozurunu sağlamada gerekli ve uygun olduğu sonucuna ulaşmışlardır (55).

BT'nin kullanıldığı ilk yıllarda kesit kalınlıkları büyük olduğu için elde edilen rekonstrükte imajların rezolüsyonları kötü olduğu için kullanımı klinik olarak anlamlı değildi (56,78,79). Zaman içinde gelişen BT teknolojisi ile, değişik planlarda, milimetrik kesit kalınlıklarında rekonstrüksiyon yapmak mümkün olup temporal kemik anatomik yapılarının (kemikçik zincir, stapes-oval pencere kompleksi, yuvarlak pencere, kohlea, vestibüler akuadukt, semisirküler kanallar ve fasiyal sinir kanalı) ve patolojilerinin en ince detayına kadar değerlendirilmesi ve BT nin tanıdaki doğruluk oranının artırılması sağlanmıştır (1,4,55,62,67,78,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90). Son yıllarda konvansiyonel kros-sektional BT verilerinden elde edilen 3 boyutlu (3D) multiplanar reformat görüntüleme giderek artan sıklıkta kullanılmaktadır.

Böylece değişik organ ve sistemlerin anatomik ve patolojik değişiklikleri daha net değerlendirilmektedir (4).

Temporal kemik için standart inceleme tekniği olan aksiyal ve koronal kesitlerin (3,91,92,93,94,95) birlikte alınması hem hastanın aldığı radyasyon dozunu artırmakta hem de tetkik süresini uzatmaktadır. Ayrıca pekçok hasta koronal görüntüleri elde etmek için gerekli olan pron pozisyonda kafanın geriye doğru fleksiyona getirildiği pozisyonu optimal şekilde yapamamaktadır (1,3,55). Görüntü alanına dahil olduğu için, dental aparatı olan olgularda oluşacak artefakt, direk koronal sekansların artefaktlı olmasına neden olmaktadır (3). Bu kısıtlamaları ortadan kaldırmak için; ince kesit kalınlığı kullanılarak direkt koronal görüntülemenin yerine, aksiyal görüntülerden koronal rekonstrüksiyonları elde etmek fikri gündeme gelmiştir (2,94,96,97,98,99, 100,101,102).

Venema ve ark. 1999 yılında yaptıkları çalışmada (3); 0.5-mm kesit kalınlığındaki aksiyal spiral BT verilerinden elde edilen koronal rekonstrüksiyonların direk koronal kesitlerin yerini alabilirmi? Sorusunun cevabını aramışlardır. Direk koronal sekanslara ait görüntülerle bunlara karşılık gelen aksiyal verilerin rekonstrükte koronal görüntüleri beş gözlemci tarafından karşılaştırılmış ve tanıya olan katkıları kıyaslanmıştır. Direk koronal kesitlerle, rekonstrükte koronal veriler arasında görüntü kalitesi açısından anlamlı farklılık olmadığı sonucuna varılmış ve bu sonuç çerçevesinde aksiyal verilerde elde edilen koronal rekonstrüksiyonların direk koronal sekansların yerini alabilir sonucuna varılmıştır. Benzer sonuçlar daha önce; 1997 yılında Shinaver ve ark. tarafından da belirtilmiştir (96).

Fatterpekar ve ark. 2006 yılında yaptıkları çalışmada (4); konvansiyonel BT verilerinden elde edilen üç boyutlu (3D) multiplanar reformat görüntülemenin ve 3D VR (volume rendered) BT görüntülerinin giderek artan sıklıkta kullanıldığını, pekçok planda hızlı reformat yapabilme ve uzaysal oryantasyonlarına müdahale edebilme şansı ile temporal kemik anatomik yapılarının daha detaylı incelemesinin sağlandığını vurgulamışlardır.

Zhen ve ark. 2007 yılında yaptıkları çalışmada (2); üç adet erişkin kadavrasını petröz kemik santral alınarak (ÇKBT) ile taramışlar ve multiplanar reformat ile 0.6 mm'lik görüntüler elde etmişlerdir. Temporal kemiğe ait kadavra piyesleri daha sonra 0.1 mm kalınlığında kesitlere ayrılmış ve kalın kesit kalınlığı kullanılarak elde edilen BT görüntülerinde netlikle değerlendirilemeyen ya da gözden kaçırılan elli adet mikro-anatomik yapı elde edilen multiplanar reformat (MPR) görüntülerle karşılaştırılmıştır. MPR ile elde edilen görüntülerle anatomik piyeslerdeki görüntüler benzer bulunmuş ve MPR görüntülerinin tanısal bilgi ve cerrahi anatomi için yeterli olduğu sonucuna varılmıştır.

Lane ve ark. 2006 yılında 64 dedektörlü çok kesitli BT (ÇKBT) kullanarak yaptıkları çalışmada (1); 100 olguda aksiyal temporal kemik BT görüntüleri elde etmiş ve daha sonra çok düzlemli rekonstrüksiyon uygulamışlardır. Anatomik yapıların değerlendirimi için uygun olan rekostrükte görüntüleri belirleyerek orta ve iç kulak hastalıklarının BT ile tanısal doğruluğunun geliştirilebilmesi için ek serilere gereksinim olduğunu belirtmişlerdir.

Biz de çalışmamızda; kliniğimize temporal kemik BT istemi ile yönlendirilen hastalarda aksiyal planda temporal kemik BT görüntüleri elde ettik. Elde ettiğimiz bu görüntüleri daha sonra iş istasyonunda 0.1 mm aralıklı açıp horizontal aksın sol vektörünü 0° , sağ vektörünü ise 180° kabul ederek temporal kemik anatomik yapı ve patolojilerini optimal şekilde gösterecek, referans planlarını ve bunlardan elde edilecek reformat görüntüleri belirledik. Bu bulgulara göre; malleusun baş, boyun ve manubrium bölümlerinin değerlendirimi için aksiyal 150° ve sagittal 85° referans planlarından (Resim 14) elde edilen koronal rekonstrükte görüntüler gerekmektedir. İnkus gövdesi, uzun proçesi, inkudostapedial eklem ve stapedial tabana ait optimal değerlendirim, aksiyal 150° ve sagittal 60° referans planlarından (Resim 15) elde edilen koronal rekonstrükte görüntülerle mümkündür. Malleus ve inkusun inkudomalleolar eklemi de içerecek şekilde oluşturduğu molar diş formasyonu, aksiyal 60° ve koronal 120° referans planlarından (Resim 16)

elde edilen sagital rekonstrükte görüntülerle gösterilir. Stapes-oval pencere kompleksinin, stapess anterior ve posterior krusları ile stapelial tabanı içeren uzun aks gösterimi koronal 30° ve sagital 150° referans planlarından (Resim 17) elde edilen aksiyal rekonstrükte görüntülerle, kısa aks gösterimi aksiyal 65° ve koronal 120° referans planlarından (Resim 18) elde edilen sagital rekonstrükte görüntülerle sağlanır. Yuvarlak pencere ve komşu anatomik yapılardan fasiyal sinir labirenter segmenti ile superior vestibuler sinir kanalı, referans planını aksiyal 60° (Resim 19) kabul ederek oluşturulan sagital rekonstrükte görüntülerle gösterilir. Kohleanın apikal, orta ve bazal kıvrımlarının kısa aks gösterimi aksiyal 30° ve sagital 75° referans planlarından (Resim 20) elde edilen koronal rekonstrükte görüntülerle, uzun aks gösterimi ise aksiyal 120° referans planından (Resim 21) oluşturulan sagital rekonstrükte görüntülerle mümkündür. Superior yarım daire kanalını seyri boyunca değerlendirebilmek için aksiyal 135° referans planından (Resim 22) elde edilen sagital rekonstrükte görüntülere, lateral yarım daire kanalı için koronal 180° referans planından (Resim 23) elde edilen aksiyal rekonstrükte görüntülere, posterior yarım daire kanalı için aksiyal 40° referans planından (Resim 24) elde edilen sagital rekonstrükte görüntülere gereksinim vardır. Vestibuler akuaduktus aksiyal 90° referans planından (Resim 25) elde edilen sagital rekonstrükte görüntülerle gösterilir. Fasiyal sinir timpanik ve mastoid segmentlerinin seyri boyunca görüntülenmesi ise aksiyal 60° ve koronal 95° referans planlarından (Resim 26) elde edilen sagital rekonstrükte görüntülerle sağlanır.

Saptadığımız bulgular Lane ve ark.'nın 2006 yılında 64 dedektörlü ÇKBT kullanarak yaptıkları çalışma bulgularıyla benzer olup, ek olarak posterior ve lateral yarım daire kanalları ile ilgili olan rekonstrüksiyonlar tarafımızdan ilk kez tanımlanmıştır.

Multiplanar reformat görüntülemenin avantajları; sadece koronal planda değil diğer planlarda da rekonstrüksiyona olanak sağlaması, hasta için daha az radyasyon maruziyeti olması, daha hızlı tetkik süresi ve buna bağlı daha fazla hastayı incelemeye olanak sağlaması, hasta pozisyonlanmasından

doğan sıkıntılarını ortadan kaldırması olarak özetlenebilir. Elde edilen reformat görüntülerle cerraha operasyon öncesi morfolojik bilgi verilmiş olup kafa tabanı operasyonları için gerekli işaret noktaları belirlenmiş olur (2,100,101,103,104,105,106).

Tanımlanan MPR görüntülerle temporal kemik anatomik yapı ve patolojilerinin optimal değeriendirimi sağlanmış ve temporal kemik patolojilerinde BT'nin tanısal doğruluğına olan katkısı artırılmıştır. MPR görüntüleme avantajları sayesinde radyolog orta kulak hastalıklarının medikal ve cerrahi tedavi yönlendirilmesinde aktif bir rol oynamaya başlamıştır.

VI. SONUÇ

Temporal kemik işitme ve denge organlarını içeren, fonksiyonel boşluklar bulunan ve içinden damarlar ile sinirlerin geçtiği çok sayıda delik ve kanallardan oluşan karmaşık anatomik yapıya sahip bir kemiktir.

BT, hem kemik yapıları hem de kemik yapılar çevresindeki yumuşak dokuları ayrıntılı olarak değerlendirmemizi sağlayan ve günümüzde temporal kemik anatomik yapı ve patolojilerinin (membranöz labirent ve bundan çıkan sinirsel yolaklarla ilgili patolojiler haricinde) değerlendirimi için ilk tercih edilen görüntüleme yöntemidir. Gantri açısı ve hasta pozisyonlanmasındaki kısıtlanmalar nedeniyle standart temporal kemik BT tetkiki aksiyal ve koronal planlarda çekim yapılarak elde edilmektedir. Temporal kemik anatomik yapılarının pek çoğu tanımlanan standart teknikle optimal olarak değerlendirilememektedir.

BT'deki gelişmelerle; aksiyal görüntülerden ince kesit kalınlıklı multiplanar rekonstrüksiyonlar elde etmek mümkün olmuş ve temporal kemik anatomik yapı ve patolojilerinin detaylı olarak demostre edilmesi sağlanmıştır.

Çalışmamızda hastaların çekilmiş rutin aksiyal görüntülerini retrospektif olarak değerlendirerek temporal kemik anatomik yapılarının her birine spesifik referans planları belirleyip çok düzlemli rekonstrükte görüntüler elde ettik. Anatomik yapılara spesifik rekonstrükte görüntülerle hem anatomik yapıların hem de patolojilerin optimal değerlendirmesini sağladık. Elde ettiğimiz reformat görüntülerin kullanımı sayesinde; rutinde standart temporal kemik BT tetkikinde kullanılan koronal kesitlerin çekiminin ortadan kaldırarak hem hastanın aldığı radyasyon dozununun azalttık hem de tetkik süresinin kısalttık.

VII. ÖZET

TEMPORAL KEMİK MULTİPLANAR REFORMAT GÖRÜNTÜLEME

Amaç:

Günümüzde temporal kemik görüntülemesinde, Bilgisayarlı Tomografi (BT) temel radyolojik yöntemdir. Ancak temporal kemiğin kompleks anatomik yapısı ve çekimlerdeki hasta konumlandırılmasındaki fiziksel kısıtlamalar nedeni ile görüntüler optimal şekilde elde olunamamaktadır. Çalışmamızda aksiyal planda elde olunan kesitlere retrospektif olarak rekonstrüksiyon uygulayarak temporal kemik anatomik yapılarının ve patolojilerinin en iyi hangi pozisyonda gösterilebileceğini bulmayı hedefledik.

Gereç ve Yöntem:

BT ünitemize Temporal kemik BT istemi ile yönlendirilen hastalardan, Siemens marka, Somatom-Emotion model Spiral BT cihazımızla aksiyal planda kesitler alarak, çekim sonrasında değişik düzlemlerde retro-rekonstrüksiyon uygulayarak çok düzlemlı görüntüler elde ettik.

Bulgular:

Aksiyal planda elde olunan görüntüleri çekim sonrasında 0.1 mm aralıkla ince açarak üç referans plan (aksiyal, sagittal, koronal) üzerinden rekonstrüksiyon uyguladık. Çok düzlemlı retro-rekonstrüksiyonların getirdiği yeni değerlendirme açımları ile hangi anatomik düzlemin hangi normal yapıyı daha iyi şekilde gösterdiğini belirledik. Temporal kemik anatomik yapılarının (kemikçik zinciri, stapes-oval pencere, yuvarlak pencere, kohlea, vestibuler akuadakt, yarım daire kanalları ve fasiyal sinir) ve patolojilerinin optimal şekilde değerlendirildiği oblik planları saptadık. Elde edilen rekonstrükte görüntülerin; anatomik ve patolojik detayı artırdığını, anatomik

yapıların ve patolojinin diğer normal bölümlerle ilişkisini değerlendirmede önemli katkılar sağladığını belirledik.

Sonuç:

Hastaların çekilmiş rutin aksiyal görüntülerinin retro-rekonstrüksiyon ile çok düzlemli yeni görüntülerinin elde edilmesi ve değerlendirilmesi ile hem günlük uygulamalarda standart temporal kemik BT tetkikinde kullanılan koronal kesitlerin çekimine gerek kalmadı hem de yeni düzlemlerin varlığı ile anatomik detay çeşitlenerek temporal kemik BT değerlendirmesi daha uygun koşullarda yapıldı. Ayrıca koronal düzlem çekimlerinin yapılmayarak retro-rekonstrüksiyon ile yeni görüntülerin elde edilmesi ile hastanın aldığı radyasyon dozu azaltılması ve tetkik süresinin kısaltılması sağlandı.

Anahtar kelimeler: temporal kemik, BT, multiplanar reformat

VIII. SUMMARY

TEMPORAL BONE MULTIPLANAR REFORMAT IMAGING

Purpose

Today, computed tomography (CT) is the fundamental radiologic method in temporal bone imaging. However, optimal images can not be obtained because of the complex anatomic structure of the temporal bone and the physical restrictions in the positioning of patients during the exam. In our study we aimed to determine in which position the temporal bone anatomic structures and pathologies could be visualized best by applying reconstruction retrospectively to the cross-sections obtained on axial plane.

Materials and Methods

We obtained multi-planar reformat images by applying retro-reconstruction on various planes post-exam, from the axial plane sections which were obtained from the patients who were referred to our CT unit for the temporal bone CT exam by our Siemens mark, Somatom-Emotion model spiral CT device.

Findings

After the exam, we applied reconstruction on three reference planes (axial, sagittal, coronal) to the images obtained on axial plane which were opened by 0.1 mm intervals.

With the new evaluations brought by the multi-planar retro-reconstructions we determined which anatomic plane could visualize normal structure better. We detected oblique planes where the temporal bone anatomic structures (ossicle chain, stapes-oval window, round window, cochlea, vestibular aqueduct, semi-circular ducts and facial nerve) and their pathologies were assessed optimally. We determined that the reconstructed

images increased the anatomic and pathologic details and made significant contributions to the evaluation of the relationship of anatomic structures and their pathologies with other normal parts.

Conclusion

Obtaining and assessing the multiplanar reformat new images by retro reconstruction from the patient's routine axial images; both the need for visualization of coronal sections used in standard temporal bone CT exam in daily practices was eliminated and the temporal bone CT evaluations were carried out in more appropriate conditions since anatomic details were diversified with the presence of new planes. Besides, the dose of radiation received by the patients and the duration of examination could be reduced by elimination of routine coronal plane sections and obtaining new images with retro-reconstruction.

Key Words: Temporal bone, CT, multiplanar reformat

IX. KAYNAKLAR

1. Lane JI, Lindell EP, Witte RJ, DeLone DR, Driscoll CLW. Middle and innerear: improved depiction with multiplanar reconstruction of volumetric CT data. *RadoGraphics* 2006; 26(1):115-124.
2. Zhen J, Liu C, Wang S, Liu S, He J, Wang J, Chen H. The thin sectional anatomy of the temporal bone correlated with multislice spiral CT. *Surg Radiol Anat* 2007; 29:409-418.
3. Venema HW, Phoa SSKS, Mirck PGB, Hulsmans FJH, Majoie CBLM, Verbeeten B. Petrosal bone: Coronal reconstruction from axiel CT data obtained with 0.5-mm collimation can replace direct coronal sequential CT scans. *Radiology* 1999; 213:375-382.
4. Fatterpekar GM, Doshi AH, Dugar M, Delman BN, Naidich TP, Som PM. Role of 3D CT in the evaluation of the temporal bone. *Radiograohics* 3006; 26:117-132.
5. Sadler TW. *Langman's Medikal Embriyoloji* Ankara: Palme Yayıncılık 1996; 331-341
6. Som PM, Curtin HD. *Head and Neck Imaging*, 4th edition. St.Louis, Mosby Inc.,2003: 1058-1071.
7. Haaga JR, Lanzieri CF, Gilkeson RC. *CT and MR Imaging of the Whole Body*, 4th edition. St.Louis, Mosby Inc.,2003: 495-514.
8. Burgener FA, Kormano M. *Differential Diagnosis in Computed Tomography*. New York, Thieme Medical Publishers Inc.,1996: 56-68.
9. Michaels L, Soucek S. Auditory epithelial migration on the human tympanic membrane. II. The existence of two discrete migratory

- pathways and their embryological correlates. Am J Anat 1990: 189:189.
10. Janqueira CL, Carneiro J, Kelly RO. Temel Histoloji. İstanbul: Barış Kitapçılık, 1998: 467-473.
 11. Paker Ş. Histoloji. Bursa: Uludağ Üniversitesi Basmevi, 1993: 498-511.
 12. Arıncı K, Elhan A. Anatomi 1. Cilt, Ankara, Güneş, 1995: 48-56.
 13. Çamurdanoğlu M. Temporal Kemiğin Görüntülenmesi. Türk Radyoloji Dergisi, 1998; 33:674-687.
 14. Pabuşçu Y. Bilgisayarlı Tomografi. 23. Ulusal Radyoloji kongresi, Nürol Matbaacılık A.Ş. Ankara, 2002: 52-73.
 15. Kuran O.: Sistemik Anatomi Ders Kitabı, İstanbul, Filiz Kitabevi, 1983: 759-787.
 16. Snell Richard S.: Tıp Öğrencileri İçin Klinik Anatomi, Nobel Kitapevi 5. baskı 1995: 725-734
 17. Weissleder R, Wittenberg J, Harisinghani MG. Primer of Diagnostic Imaging, 3th edition. Philadelphia, Mosby Inc., 2003: 590-597.
 18. Swartz JD, Harnsberger RH. Imaging of the Temporal Bone, 3th edition. New York, Thieme Medical Publishers Inc., 1998: 47-107.
 19. Staubesand J. Sobotta İnsan Anatomisi Atlası. 1.Cilt, Münih, Beta Basım Yayım Dağıtım AŞ, 1990: 16-27.
 20. Moore KL, Dalley AF. Kliniğe Yönelik Anatomi. Nobel Tıp Kitabevi 4. baskı 2007: 962-976.
 21. Swartz J.D.: High Resolution Computed Tomography of The Middle Ear and Mastoid. Part I. Normal Anatomy Including Normal Variations. Radiology 1983; 148:449-454.

22. Proctor B.: Surgical Anatomy of The Posterior Tympanium Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 1978; 77:344-349.
23. Rubinstein D, Sandberg EJ, Cajade-Law AG. Anatomy of the facial and vestibulocochlear nerves in the internal auditory canal. AJNR Am J Neuroradiology 1996; 17(6):1099-1105.
24. Hamamoto M, Murakami G, Kataura A. Topographical relationship among the facial nerve, chorda tympani nerve and round window with special reference to the approach route for cochlear implant surgery. Clin Anat 2000; 13(4):251-256.
25. Tuccar E, Tekdemir I, Aslan A, Elhan A, Deda H. Radiological anatomy of the intratemporal course of facial nerve. Clin Anat 2000; 13(2):83-87.
26. Phelps PD, Lloyd GAS. Anatomy and development of the ear. In: Phelps PD, Lloyd GAS, eds. Radiology of the ear. Boston: Blackwell Scientific Publications, 1983:18-25.
27. Curtin HD, Sanelli PC, Som PM. Temporal bone: embryology and anatomy. In: Som PM, Curtin HD, eds. Head and neck imaging. 4th ed. St Louis, Mo: Mosby, 2003;1062-1075.
28. Williams PI, Wawick R, Dyson M, Bannister LH, eds. Gray's anatomy. 37th ed. New York,NY: Churchill Livingstone, 1989; 1219-1243.
29. Swartz JD, Harnsberger HR, eds. Imaging of the temporal bone. 2nd ed. New York,NY: Thieme, 1992.
30. Lemmerling MM, Stambuk HE, Mancuso AA, Antonelli PJ, Kubilis PS. Ct of the normal suspensory ligaments of the ossicles in the middle ear. AJNR 1997; 18:471-477.
31. Yamada M, Tsunoda A, Muraoka H, Komatsuzaki A. Three dimensional reconstruction of the incudostapedial joint with helical computed tomography. J Laryngol Otol 1999;113(8):707-709.

32. Isono M, Murata K, Ohta K, Yoshida A, Ishida O. High resolution computed tomography of auditory ossicles. *Acta Radiol* 1990; 31:27-36.
33. Chakera DW. CT of ear structures: a tailored approach. *Radiol Clin North Am* 1984; 22(1):3-14.
34. Stjernholm C, Muren C. Dimensions of the cochlear nerve canal: a radioanatomic investigation. *Acta Otolaryngol* 2002;122:43-48
35. Fatterpekar GM, Mukherji SK, Lin Y, Alley JG, Stone JA, Castillo M. Normal canals at the fundus of the internal auditory canal: CT evaluation. *J Comput Assist Tomogr* 1999; 23(5):776-780.
36. Fatterpekar GM, Mukherji SK, Alley JG, Lin Y, Castillo M. Hypoplasia of the bony canal for the cochlear nerve in patients with congenital sensorineural hearing loss: initial observations. *Radiology* 2000; 215(1):243-246.
37. Muren C, Wadin K, Wilbrand HF. The cochlea and the carotid canal. *Acta Radiol Diag* 1990; 31:33-41.
38. Muren C. The internal acoustic meatus: Anatomic variations and relations to other temporal bone structures. *Acta Radiol Diag* 1986; 27:505-510.
39. Muren C, Ruhn G, Wilbrand HF. Anatomic variations of the human semicircular canals. *Acta Radiol Diag* 1986; 27:157-163.
40. Goodenough D, Weaver K, Davis D, LaFalce S. Volume averaging limitations of computed tomography. *AJR* 1982; 138:313-316.
41. Belden CJ, Weg N, Minor LB, Zinreich SJ. CT evaluation of bone dehiscence of the superior semicircular canal of sound-and/or pressure-induced vertigo. *Radiology* 2003;226:337-343.

42. Satar B, Mukherji SK, Telian SA. Congenital aplasia of the semicircular canals. *Otol Neurotol* 2003;24:437-446.
43. Lemmerling M, Vanzieleghem B, Dhooge I, Van Cauwenberg P, Kunnen M. CT and MRI of the semicircular canals in the normal and diseased temporal bone. *Eur Radiol* 2001;11(7):1210-1219.
44. Minor LB, Solomon D, Zinreich JS, Zee DS. Sound- and/or pressure-induced vertigo due to bone dehiscence of the superior semicircular canal. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1998; 124:249-258.
45. Gado MH, Arenberg IK. Radiological visualization of the vestibular aqueduct. *Radiology* 1975; 117:621-626.
46. Murray LN, Tanaka GJ, Cameron DS, Gianoli GJ. Coronal computed tomography of the normal vestibular aqueduct in children and young adults. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 126:1351-1357.
47. Oehler MC, Chakeres DW, Schmalbrock P. Reformatted planar 'Christmas tree' MR appearance of the endolymphatic sac. *AJNR Am J Neuroradiol* 1995;16(7):1525-1528.
48. Mafee MF, Charletta D, Kumar A, Belmont H. Large vestibular aqueduct and congenital sensorineural hearing loss. *AJNR Am J Neuroradiol* 1992;13:805-819.
49. Jager L, Reiser M. CT and MR imaging of the normal and pathologic conditions of the facial nerve. *Eur J Radiol* 2001; 40:133-146.
50. Helms J. Variations of the course of the facial nerve in the middle ear and mastoid. In: Samii M, Jannetta PJ, eds. *The cranial nerves*. Berlin, Germany: Springer, 1981; 391-393.
51. Dimopoulos PA, Muren C, Smedby O, Wadin K. Anatomical variations of the tympanic and mastoid portions of the facial nerve canal: a radioanatomical investigation. *Acta Radiol Suppl* 1996; 403:49-59.

52. Rubinstein D, Sandberg EJ, Cakade Law AG. Anatomy of the facial and vestibulocochlear nerves in the internal auditory canal. *AJNR Am J Neuroradiol* 1996; 17:1099-1105.
53. Wilson-Pauwels L, Akesson EJ, Stewart PA. Cranial nerves, anatomy and clinical comments. B.C. Decker Inc, Toronto, Philadelphia. 1988: 98-113.
54. Kaya T. Temel Radyoloji Tekniği. Bursa, Güneş&Nobel 1997; 173-174.
55. Chakeres DW, Spiegel PK. A systemic technique for comprehensive evaluation of the temporal bone by computed tomography. *Radiology* 1983; 146:97-106.
56. Zonneveld FW, Waes PFGM, Damsma H, Rabischong P, Vignaud J. Direct multiplanar computed tomography of the petrous bone. *Radiographics* 1983; 3:400-449.
57. Zonneveld FW. The value of non-reconstructive multiplanar CT for the evaluation of the petrous bone. *Neuroradiology* 1985; 25:1-10.
58. Claus E, Le Mahieu SF, Ernould D. The most used otoradiological projections. *J Belge Radiol* 1980; 63:183-203.
59. Russel EJ, Koslow M, Lasjaunias P, Bergeron RT, Chase N. Transverse axial plane anatomy of the temporal bone employing high spatial resolution computed tomography. *Neuroradiol* 1982; 22:185-191.
60. Hayran M, Önerci M, Öztürk C. Evaluation of temporal bone by anatomic sections and computed tomography. *Surg Radiol Anat* 1992; 14:169-173.
61. Husstedt HW, Prokop M, Dietrich B, Becker H. Low-dose high-resolution CT of the petrous bone. *J. Neuroradiol* 2000; 27:87-92.

62. Calhoun PS, Kuszyk BS, Health DG, Carley JC, Fishman EK. Three dimensional volume rendering of spiral CT data: Theory and method. *Radiographics* 1999; 19:745-764.
63. Blumm R. Direct sagittal (positional) computed tomography of the head. *Neuroradiology* 1982; 22:199-201.
64. Mafee MF, Kumar A, Tahmoressi CN, et al. Direct sagittal CT in the evaluation of temporal bone disease. *AJR Am J Roentgenol* 1988;150(6):1403-1410.
65. De Smedt E, Potvliege R, Pimontel-Appel B, Claus E, Vignaud J. High resolution CT-scan of the temporal bone, a preliminary report. *J Belge Radiol* 1980; 63:205-212.
66. Johnson GA, Korobkin M. Imaging techniques for multiplanar computed tomography. *Radiology* 1982; 144:829-834.
67. Littleton JT, Shaffer KA, Callahan WP, Durizch ML. Temporal bone: Comparison of pluridirectional tomography and high resolution computed tomography. *AJR* 1981; 134:835-845.
68. Shaffer KA, Haughton VM, Wilson CR. High resolution computed tomography of the temporal bone. *Radiology* 1980; 134:409-414.
69. Daniels DL, Shaffer KA, Haughton VM. The base of the skull: Sella and temporal bone. *Cranial computed tomography and MRI* (Eds) Lee SH, Rao KCVG. 2nd Edition. New York, St Louis, San Fransisco. McGraw-Hill Book Company, 1987: 479-488.
70. Robert Y, Carcasset S, Rocourt N, Hennequin C, Dubrulle F, Lemaitre L. Congenital cholesteatoma of the temporal bone : MR findings and comparison with CT. *AJNR Am J Neuroradiol* 1995; 16:755-761.

71. Lemmerling M, Vanzielegheem B, Cauwenberge P, Kunnen M. CT and MRI of the semicircular canals in the normal and diseased temporal bone. *Eur Radiol* 2001; 11:1210-1219.
72. Bulakbaşı N, Pabuşcu Y. Neuro-otologic applications of MRI. *Diagn Interv Radiol* 2007; 13:109-120.
73. Schick B, Brors D, Koch O, Schafers M, Kahle G. Magnetic resonance imaging in patients with sudden hearing loss tinnitus and vertigo. *Otol Neurotol* 2001;22:808-812.
74. Counter SA, Bjelke B, Borg E, Klason T, Chen Z, Duan ML. Magnetic resonance imaging of the membranous labyrinth during in vivo gadolinium (Gd-DTPA-BMA) uptake in the normal and lesioned cochlea. *Neuroreport* 2000; 11:3979-3983.
74. Eriş L. Temporal Kemiğin Görüntülenmesi. Bursa, Uludağ Üniversitesi Yayınları, 1999: 15-21.
75. Som PM, Curtin HD. *Head and Neck Imaging*, 4th edition. St. Louis, Mosby Inc., 2003: 1093-1098.
76. Heffez L, Mafee MF, Langer B. Use of a new head holder for obtaining direct sagittal CT images of the TMJ. *J Oral Maxillofac Surg* 1987; 45(9):822-824.
77. Hermans R, Marchal G, Feenstra L, Baert AL. Spiral CT of the temporal bone: value of image reconstruction at submillimetric table increments. *Neuroradiology* 1995; 37:150-154.
78. Zonneveld FW. The technique of direct multiplanar high resolution CT of the temporal bone. *Neurosurg. Rev.* 1985; 8:5-13.
79. Chuang MT, Chiang JC, Liu GC, Lin WC. Multidetector row CT demonstration of inner and middle ear structures. *Clin. Anat* 2006;19(4):337-344.

80. Isono M, Murata K, Aiba K, Miyashita H, Tanaka H, Ishikawa M. Minute findings of inner ear anomalies by three-dimensional CT scanning. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1997;42(1):41-53.
81. Howard JD, Elster AD, May JS. Temporal bone: three dimensional CT. II. Pathologic alterations. *Radiology* 1990;177(2):427-430.
82. Rodt T, Ratiu P, Becker H, et al. 3D visualization of the middle ear and adjacent structures using reconstructed multi-slice CT datasets, correlating 3D images and virtual endoscopy to the 2D Neuroradiology 2002;44(9):783-790.
83. Turski P, Norman D, DeGroot J, Capra R. High-resolution CT of the petrous bone: direct vs. reformatted images. *AJNR* 1982; 3:391-394.
84. Lee CP, Black ML, Lamb RB et al. CT evaluation of the temporal bone ossicles by using oblique reformations: A technical note. *Am J Neuroradiol* 1989; 10:431-433.
85. Fishman EK, Magid D, Ney DR, et al. Three-dimensional imaging. *Radiology* 1991; 181:321-337.
86. Schaffer KA, Haughton VM. Thin section computed tomography of the temporal bone. *Laryngoscope* 1980; 90:1099-1105.
87. Hanafee WN, Mancuso A, Winter J, Jenkins H, Bergstrom L. Edge enhancement computed tomography scanning in inflammatory lesions of the middle ear. *Radiology* 1980; 136:771-775.
88. Russell EJ, Koslow M, Lasjaunias P, Bergeron RT, Chase N. Transverse axial plane anatomy of the temporal bone employing high spatial resolution computed tomography. *Neuroradiology* 1982; 22:185-191.
89. Mancuso AA, Hanafee WN. Computed tomography of the head and neck. Baltimore: Williams and Wilkins, 1982:244-287.

90. Mafee MF, Kumar A, Yannias D, Valvassori GE, Applebaum EL. Computed tomography of the middle ear in the evaluation of cholesteatomas and other soft-tissue masses: comparison with pluridirectional tomography. *Radiology* 1983; 148:465-472.
91. Valvassori GE, Mafee MF. The temporal bone. In: Carter BL, ed. *Computed tomography of the head and neck*. New York, NY Livingstone, 1985; 171-205.
92. Lemmerling MM, Stambuk HE, Mancuso AA, Antonelli PJ, Kubilis PS. Normal and opacified middle ears: CT appearance of the stapes and incudostapedial joint. *Radiology* 1997; 203:251-256.
93. Jager L, Bonell H, Liebl M, Srivastav S, Arbusow V, Hempel M, Maximilian R. CT of the normal temporal bone: comparison of multi-and single- detector row CT. *Radiology* 2005; 235:133-141.
94. Taylor S. The petrous temporal bone (including the cerebellopontine angle). *Radiol Clin North Am* 1982; 20:67-86.
95. VenemaHW, Phoa SS, Mirck PG, Hulsmans FJ, Majoie CB, Verbeeten B Jr. Petrosal bone: coronal reconstructions from axial spiral CT data obtained with 0.5-mm collimation can replace direct coronal sequential CT scans. *Radiology* 1999;213(2):375-382.
96. Shinaver CN, Sandrasegaran K, Caldemeyer KS, Mathews VM, Smith RR, Kopecky KK. Ultrahigh-resolution spiral CT of the temporal bones using 0.5 mm collimation (abstr). In: *Proceedings of the 35th Annual Meeting of the American Society of Neuroradiology*, 1997;57.
97. Phoa SS, Venema HW, Majoie CB. High resolution CT imaging of the petrous bone: multiplanar reconstructions from dual slice helical CT with 0.5 mm slice thickness can replace direct CT scanning (abstr). *Radiology* 1997; 205(P):363.

98. Caldemeyer KS, Sandrasegaran K, Shinaver CN, Mathews VP, Smith RR, Kopecky KK. Comparison of conventional CT and high resolution (0.5 mm collimation) spiral CT of the temporal bones (T-B) (abstr). *Radiology* 1997; 205(P):362.
99. Alexander AE, Caldemeyer KS, Rigby P. Clinical and surgical application of reformatted high-resolution CT of the temporal bone. *Neuroimaging Clin North Am* 1998; 8(3):631-650.
100. Chann LL, Monolidis S, Taber KH Surgical anatomy of the temporal bone: an atlas. *Neuroradiology* 2001; 43(10):797-808. DOI 10.1007/s002340100631.
101. Rodt T, Ratiu P, Becker H et al. 3D visualisation of the middle ear and adjacent structures using reconstructed multi-slice CT datasets, correlating 3D images and virtual endoscopy to the 2D cross-sectional images. *Neuroradiology* 2002; 44:783-790. DOI 10.1007/s00234-002-0784-0.
102. Schubert O, Sartor K, Forsting M et al. Three dimensional computed display of otosurgical operation sites by spiral CT. *Neuroradiology* 1996; 38(7):663-668. DOI: 10.1007/s002340050330.
103. Vrionis FD, Foley KT, Robertson JH et al. Use of cranial surface anatomic fiducials for interactive image-guided navigation in the temporal bone: a cadaveric study. *Neurosurgery* 1997; 40(4):755-764.
104. Wooley AL, Oser AB, Lusk RP et al. Preoperative temporal bone computed tomography scan and its use in evaluating the pediatric cochlear implant candidate. *Laryngoscope* 1997; 107(8):1100-1106.
105. Jun BC, Song SW, Cho JE et al. Three-dimensional reconstruction based on images from spiral high-resolution computed tomography of the temporal bone: anatomy and clinic application. *J Laryngol Otol* 2005; 119(6):693-698.