

T.C
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

TEMPORAL KEMİĞİN ÇOK KESİTLİ BİLGİSAYARLI
TOMOĞRAFİ İNCELEMELERİNDE SEMİSİRKÜLER KANAL
DEHİSSENSİSİNDE GÖRÜNTÜLEME BULGULARI

Dr. Çiğdem ÖZTUNALI

Radyoloji Anabilim Dalı
TIPTA UZMANLIK TEZİ

ESKİŞEHİR
2013

T.C
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

TEMPORAL KEMİĞİN ÇOK KESİTLİ BİLGİSAYARLI
TOMOĞRAFİ İNCELEMELERİNDE SEMİSİRKÜLER KANAL
DEHİSSENSİSİNDE GÖRÜNTÜLEME BULGULARI

Dr. Çiğdem ÖZTUNALI

Radyoloji Anabilim Dalı
TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŐMANI
Prof. Dr. Baki ADAPINAR

ESKİŞEHİR
2013

TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI

T.C.

ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA,

Dr. Çiğdem ÖZTUNALI'ya ait "Temporal Kemiğin Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi İncelemelerinde Semisirküler Kanal Dehissensisinde Görüntüleme Bulguları" adlı çalışma jürimiz tarafından Radyoloji Anabilim Dalı'nda Tıpta Uzmanlık Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Tarih: 05.07.2013

Jüri Başkanı Prof.Dr.Baki ADAPINAR
Radyoloji Anabilim Dalı

Üye Yrd.Doç.Dr.Berat ACU
Radyoloji Anabilim Dalı

Üye Yrd.Doç.Dr.Taylan KARA
Radyoloji Anabilim Dalı

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fakülte Kurulu' nun
Tarih ve Sayılı Kararıyla onaylanmıştır.

Prof.Dr.Bekir YAŞAR
Dekan

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca ve uzmanlık tezimin hazırlanması sürecinde bana daima yol gösteren değerli hocam Prof.Dr.Baki ADAPINAR'a, uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimleri esirgemeyen Prof.Dr. Tamer KAYA, Prof.Dr. Ragıp ÖZKAN, Prof.Dr. Mahmut KEBAPÇI, Prof.Dr. Nevbahar AKÇAR DEĞİRMENCI, Doç.Dr. Cüneyt ÇALIŐIR, Yrd.Doç.Dr. Suzan ŐAYLISOY, Yrd.Doç.Dr. Berat ACU ve Yrd.Doç.Dr. Taylan KARA'ya; tezimin istatistiklerinin hazırlanmasında bana yardımcı olan Halk Sağlığı Anabilim Dalında görevli değerli hocam Prof.Dr.Didem ARSLANTAŐ'a destekleri için teşekkür ederim.

ÖZET

Öztunalı, Ç. Temporal kemiğin çok kesitli bilgisayarlı tomografi incelemelerinde semisirküler kanal dehissensisinde görüntüleme bulguları. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı. Tıpta Uzmanlık Tezi, Eskişehir, 2013. Bu çalışmada temporal kemiğin yüksek rezolusyonlu BT incelemelerinde süperior ve posterior semisirküler kanal dehissensilerinin radyolojik prevalansının saptanması ve eşlik eden BT bulgularının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Ekim 2011 – Aralık 2012 tarihleri arasında çeşitli endikasyonlarla temporal kemiğin çok kesitli BT incelemesi çalışılan olguların görüntülerinin dışlama kriterlerine göre incelenmesi sonrasında bu retrospektif çalışmada toplam 509 olgunun çok kesitli temporal kemik BT incelemeleri değerlendirildi. 31 olguda ve 38 temporal kemikte süperior semisirküler kanal dehissensisi (SSKD); 16 olguda ve 20 temporal kemikte posterior semisirküler kanal dehissensisi (PSKD) saptandı. SSKD olgularının büyük bölümü süperior petrozal sinüs oluşu düzeyi ile kanal kemik çatısının posterior- apikal kesimlerinde izlendi. SSKD olgularının % 22.5'inde ve PSKD olgularının % 25.0'inde dehissens bilateral özellikteydi. Tek taraflı süperior semisirküler kanal dehissensisi mevcut olan olgularda kontralateral semisirküler kanal kemik çatısının kalınlığı, dehissensi izlenmeyen olgulara kıyasla anlamlı olarak ince bulundu. Süperior semisirküler kanal dehissensisi görülme sıklığı ya da semisirküler kanal çatı kalınlığının 0.5 mm veya altında olma sıklığı ile olgu yaş grupları arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı. Sonuç olarak, bu çalışmada 0.5 mm- kollimasyon kullanılarak elde edilen çok kesitli temporal kemik BT incelemelerinin multiplanar rekonstruksiyonlar ile değerlendirmesi sonucunda süperior ve posterior semisirküler kanal dehissensisi prevalanslarının anatomik-histolojik çalışmalara daha yakın doğrulukla ortaya koyulabileceği görüldü. Bununla birlikte, yüksek rezolusyonlu BT teknolojisi ile dahi elde edilen semisirküler kanal dehissensisi sıklığı, histolojik çalışmalar ve cerrahi bulguların işaret ettiğinden anlamlı oranda yüksekti.

Anahtar Kelimeler: prevalans, semisirküler kanal dehissensisi, temporal kemik, yüksek rezolusyonlu bilgisayarlı tomografi.

ABSTRACT

Öztunalı, Ç. High resolution computed tomography findings in semicircular canal dehiscence. Eskisehir Osmangazi University, Department of Radiology. Medical Specialty Thesis, Eskisehir, 2013. In this study, we aimed to determine the high resolution computed tomography prevalances of the superior and posterior semicircular canal dehiscences and to assess their associated radiological findings. Between October 2011 and December 2012, after the application of the exclusion criteria, a total of 509 high resolution temporal bone CT scans of patients performed with different clinical indications were evaluated. A dehiscent- appearing superior canal was seen in 31 cases and 38 temporal bones; and a dehiscent- appearing posterior canal was seen in 16 cases and 20 temporal bones. Most of the superior canal dehiscences were localized to the superior petrosal sinus groove and the apical-posterior part of the roof of the bony canal. 22.5 % and 25.0 % of the superior and posterior canal dehiscences showed bilateral manifestation, respectively. In cases with unilateral superior semicircular canal dehiscence, measurements of the thickness of the bone overlying the contralateral canal were significantly thinner than those without dehiscence. Neither the prevalence of the superior canal dehiscence nor the prevalence of bony canal thinning showed significant difference among different age groups. In conclusion, the evaluation of the prevalances of the superior and posterior semicircular canal dehiscences using 0.5 mm- collimated multisection temporal bone CT scans with multiplanar reconstructions revealed closer results to the anatomical and histological studies than the previous radiological studies. Nonetheless, even with the high resolution CT technology, prevalances of the canal dehiscences were still significantly higher than the histologic studies and the surgical findings.

Key Words: high resolution computed tomography, prevalence, semicircular canal dehiscence, temporal bone.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. İç Kulak Embriyolojisi	3
2.2. İç Kulak Anatomisi	7
2.3. Zar ve Kamik Labirentin Anomalileri	11
2.4. Süperior Semisirküler Kanal Dehissensisi (SSKD) Sendromu	14
2.4.1. SSKD Sendromu Patofizyolojisi	14
2.4.2. Etyoloji	17
2.5. Tanıda Klinik Değerlendirme ve Tetkikler	20
3. GEREÇ ve YÖNTEM	31
4. BULGULAR	33
5. TARTIŞMA	40
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	51
KAYNAKLAR	52

SİMGELER VE KISALTMALAR

BT	Bilgisayarlı Tomografi
ÇKBT	Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi
db	Desibel
EMG	Elektromyografi
FOV	Görüntüleme Alanı
HU	Hounsfield Ünitesi
IAK	İnternal Akustik Kanal
IP-I	İnkomplet Bölünme Anomalisi Tip 1
IP-II	İnkomplet Bölünme Anomalisi Tip 2
LSK	Lateral Semisirküler Kanal
MPR	Multiplanar Rekonstruksiyon
MR	Manyetik Rezonans
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
PACS	Görüntü Saklama ve İletişim Sistemleri
PSK	Posterior Semisirküler Kanal
PSKD	Posterior Semisirküler Kanal Dehissensisi
SD	Standart Deviasyon
SKM	Sternokleidomastoid
SSK	Süperior Semisirküler Kanal
SSKD	Semisirküler Kanal Dehissensisi
sVEMP	Servikal VEMP
VEMP	Vestibuler Uyarılmış Miyojenik potansiyeller
WL	Pencere Genişliği

ŞEKİLLER

	Sayfa
2.1 Vestibuler semptomlar patofizyolojisi	16
2.2 Süperior semisirküler kanal çatısının normal görünümüleri	24
2.1 Stenvers planı	25
2.2 Pöschl planı	25

TABLÖLAR

	Sayfa
4.1 Tüm temporal kemiklerin değerlendiriminde süperior semisirküler kanal dehissensisi prevalansının cins ile ilişkisi.	33
4.2 Bilgisayarlı tomografide süperior semisirküler kanal dehissensisi bulunan olguların yaş ve cins verileri ile dehissens özellikleri.	34
4.3 Radyolojik olarak süperior ve posterior semisirküler kanal dehissensisi bulunan olgular ve özellikleri.	34
4.4 Radyolojik olarak posterior semisirküler kanal dehissensisi saptanan olguların yaş ve cins özellikleri ile eşlik eden SSKD bulguları.	35
4.5 Farklı yaş gruplarında süperior semisirküler kanal dehissensisi saptanan olgu sayıları ve prevalansları.	36
4.6 Farklı yaş gruplarında süperior semisirküler kanal kemik çatısının 0.5 mm veya altında ölçüldüğü olgu sayıları ve prevalansları.	36
4.7 Sol temporal kemikte süperior semisirküler kanal kemik çatı kalınlığı ile kontralateral dehissensi saptanma oranları arasındaki ilişki.	37
4.8 Sağ temporal kemikte süperior semisirküler kanal kemik çatı kalınlığı ile kontralateral dehissensi saptanma oranları arasındaki ilişki.	38
4.9 Sol süperior semisirküler kanal kemik çatı kalınlığı ile sağ süperior semisirküler kanal kemik çatı kalınlığı arasındaki ilişki.	38
4.10 Sağ süperior semisirküler kanal kemik çatı kalınlığı ile sol süperior semisirküler kanal kemik çatı kalınlığı arasındaki ilişki.	39

1. GİRİŞ

Semisirküler kanal dehissensisi (SSKD), semisirküler kanalların membranöz bölümünü çevreleyen dens kemik yapının devamlılığında bir kaybın mevcut olmasıdır (1). Normalde iç kulak, sıvı ile dolu olan ve dens otik kapsül ile çevreli kapalı bir hidrolik sistemdir. Oval pencere ve yuvarlak pencere membranları bu sistemin iki denge noktasını oluştururlar. Semisirküler kanal kemik yapısındaki devamsızlık oval ve yuvarlak pencereye ek bir üçüncü hareketli pencere oluşturur. Bu pencere, membranöz semisirküler kanalı orta kranial fossadaki veya orta kulak boşluğundaki basınç değişikliklerine açık hale getirerek perilenf sıvısının anormal hareketine neden olur. Kanal dehissensisi mevcut olan hastalarda ses ya da basınçlı uyarılar varlığında ortaya çıkan episodik vertigo, tinnitus, ossilopsi gibi vestibüler semptomlar yanında otofoni, iletim tipi işitme kaybı veya hiperakuzi gibi işitsel semptomlar izlenebilmektedir (1,2). Kanalı örten kemik yapıda defekt varlığında ses ya da basınç değişikliklerine ikincil oluşabilen vestibüler ve işitsel klinik semptomlar ilk olarak 1998 yılında Minor ve ark. tarafından tanımlanmış olup semisirküler kanal dehissensisi sendromu olarak isimlendirilmiştir (3).

Süperior, lateral ve posterior semisirküler kanalların dehissensilerinde farklı etiyolojiler rol oynayabilmektedir. Lateral semisirküler kanal (LSK) dehissensisi sıklıkla kolesteatom ya da kronik otitis medianın otik kapsülde meydana getirdiği erosiv osteit nedeniyle izlenmekle birlikte, otoskleroz hastalarında fenestrasyon uygulamasının bir sonucu da olabilir. Posterior semisirküler kanal (PSK) dehissensisi diğer kanal dehissensilerine kıyasla nadir olarak görülmekte olup bu durumda kemik defekti semisirküler kanal ile kranial fossa veya semisirküler kanal ile juguler bulb arasında izlenir. Süperior semisirküler kanal (SSK) dehissensisi, kanal dehissensileri arasında en sık semptomatik olanı olarak bilinmektedir ve kanalın kemik bölümünün sıklıkla apeksinde mevcut olan devamlılık kaybı, kanalı orta kranial fossadaki basınç değişikliklerine açık hale getirmektedir (1,4).

Kanal dehissensisinin tanısında tipik vestibüler ve işitsel semptomlar büyük önem taşımakla birlikte bu semptomlar otoskleroz, benign paroksizmal pozisyonel vertigo, perilenfatik fistül gibi diğer bazı otolojik patolojiler varlığında da izlenebilmektedir (5). Bu nedenle, tanıda nörofizyolojik incelemeler, akustik refleks incelemeleri ile bilgisayarlı tomografi (BT) incelemelerine ihtiyaç duyulabilmektedir

(6, 7). Hastaların pek çoğunda semptomlara neden olan ses veya basınç uyarılarından kaçınmak semptomların kontrol altında tutulabilmesini sağlamakla birlikte bazı hastalarda dehissensin cerrahi onarımı gerekli olmaktadır (8,9).

Bilgisayarlı tomografi, hem dehissens tanısının doğrulanmasında hem de cerrahi tedavi planlanan hastalarda dehissens lokalizasyonunun ve boyutlarının belirlenmesinde önem taşımaktadır (9). 1 mm kollimasyon kullanılarak çalışılan yüksek rezolusyonlu konvansiyonel temporal kemik BT incelemelerinde aksial ve koronal planlarda yapılan değerlendirmelerin dehissens tanısında duyarlılığı yüksek olmakla birlikte bu çalışmalarda özgüllük düşük bulunmuştur. Çok detektörlü helikal BT incelemeleri ise, 0.5 ve 0.6 mm kollimasyonların kullanımına izin vererek temporal kemiğin ince kesitler yerine hacimsel olarak taranmasını sağlamaktadır. Bu şekilde, hacimsel veriler üzerinden istenen herhangi bir düzlemde oldukça yüksek rezolusyona sahip rekonstruksiyonlar oluşturulabilmektedir. Kanalın uzun aksına paralel ve dik planda yapılan oblik değerlendirmelerde BT'nin dehissens tanısındaki pozitif prediktif değeri %93'e çıkmaktadır (6,10). Literatürde kanal dehissensinin radyolojik prevalansı ve bunun semptomlar ile ilişkisi üzerine çalışma sonuçları farklılıklar göstermektedir(2). Prevalans üzerine anatomik –histopatolojik çalışmaların sonuçları ise radyolojik çalışmalarda kanal dehissensisi prevalansının olduğundan yüksek bulunduğuna işaret etmektedir (11, 12).

Bu çalışmada, temporal kemiğin yüksek rezolusyonlu BT incelemelerinde süperior ve posterior semisirküler kanal dehissensilerinin radyolojik prevalansının saptaması ve eşlik eden BT bulgularının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 İç Kulak Embriyolojisi (13 -16)

İç kulağın gelişimi endolenfatik(otik ya da membranöz) labirent, perilenfatik (periotik) labirent ve kemik labirent gelişimi olmak üzere 3 bölümde incelenebilir.

2.1.1 Endolenfatik Labirent

İç kulağın gelişimi embriyo yaklaşık 2 mm uzunluğunda iken başlar. Arka beyin (rombensefalon) orta kesiminin her iki yanında bulunan yüzey ektodermi (nöroektoderm) plak şeklinde kalınlaşmaya başlar ve bu kalınlaşmalar otik plak olarak isimlendirilir. Ektoderm hızla invajine olarak otik girintiyi oluşturur. Bu girinti derinleşip daralır, dudakları birleşir ve otokist (otik vezikül) meydana gelir.

Sıvı ile dolu ve yüzeyi ektoderm ile kaplı olan asbu otokist, primitif endolenfatik (otik ya da membranöz) labirenti oluşturur. Otokist, rostral ucunda fasial-akustik primordium ile temas halindedir. Fasial-akustik primordium ileride 7. ve 8. kranial sinirleri oluşturacaktır. Otokist bu nöral hücreler ile birlikte, gelişmekte olan kafa tabanına doğru yerleşir.

Embriyo 6-7 mm uzunluğunda iken otokist, daha uzun olan utrikülosakküler parça ile daha küçük olan endolenfatik parça olmak üzere iki ana bölüme ayrılır. Utrikulus ve semisirküler kanallar otokistin posterolateralinden gelişir. Sakkül ve koklear kanal ile birlikte, sakkül ve koklear kanalı birbirine bağlayan 'duktus reuniens' ise otokistin anterior-medialinden gelişir.

Embriyo 9 mm uzunluğunda iken otokistten iki yassı divertikül benzeri çıkıntı oluşur. Otokistin dorsal yüzeyinde bulunan çıkıntıdan süperior ve posterior semisirküler kanallar gelişirken, daha lateralde yerleşen çıkıntıdan lateral semisirküler kanal gelişir. Embriyo 12-15 mm uzunluğunda iken bu çıkıntıların duvarlarının merkezdeki kısımları birbirini karşılayacak pozisyona geçer ve birleşirler. Bu şekilde, öncesinde disk benzeri olan her bir çıkıntı daire şeklini alır. Başlangıçta bu çıkıntıların santral kesimlerinde ince bir plak benzeri izlenen epitel tabaka bulunur ve kanal lumeni çıkıntının periferinde izlenir. Santraldeki epitel tabaka daha sonra yıkılır ve semisirküler kanal lumenleri oluşur.

Sakkül, otokistin anteromedial bölümünden köken alır. Primitif koklea, embriyo 7-8 mm uzunluğunda iken (gelişimin 3.5 - 4. haftasında) sakkülün kendine

ait kutbunda tübüler bir çıkıntı olarak izlenir. Koklear kanal adı verilen bu çıkıntı, embriyo 9 mm uzunluğa ulaştığında uzayarak spiral bir Şekil alamaya başlar. Gelişimin 10. haftasında (embriyo yaklaşık 30 mm uzunlukta iken) koklear kanal yaklaşık 2.5 turunu tamamlar. Koklear kanal daha sonra skala vestib liden vestibüler membranla ve skala timpaniden de baziller membranla ayrılır. Koklear kanal lateral duvarı çevresindeki kıkırdağa spiral ligamentle bağlı kalırken, median açısı ise uzun bir kıkırdak çıkıntısı halindeki modiulusa tutunur ve bu oluşum tarafından kısmen desteklenir. Modiulus ilerde kemik kokleanın eksenini oluşturacaktır.

Koklear kanalın epitelyal hücreleri başlangıçta birbirinin aynıdır. Gelişimin daha ileri evrelerinde bu hücreler iki kabarıklık oluştururlar: İ kabarıklık spiral limbusu, dış kabarıklık ise dış tüy hücrelerini (*hair cells*) oluşturur. Bu hücrelerin üstü, spiral limbusa bağlı olan fibriler jelatinöz bir madde olan tektorial membran ile örtülüdür. Duyu hücreleri ve üzerindeki tektorial membranın tümüne birden korti organı adı verilir. Bu organ tarafından alınan uyarılar spiral gangliona, buradan da 8. kranial sinirin işitme lifleriyle sinir sistemine iletilir.

Koklear kanal ile sakkül arasındaki bağlantı daralarak '*duktus reuniens*' i oluşturur. Utrikulus ve sakkülün birer bölümü daralarak utriküler ve daha kısa olan sakküler kanalı meydana getirir. Bu kanallar endolenfatik kanalın son halinin birer parçası olurlar. Endolenfatik kanalın büyük bir bölümü de otokistin ıkıntılanması ile oluşur.

Zar labirent, gelişimin ileri evrelerinde tüm labirenti çevreleyecek olan kıkırdak yapıyı oluşturacak mezenşim ile sarılır. Zar labirent bu kıkırdak yapı ile çevrelenmiş biçimde büyümeye devam eder, midtermde ergin biçimine ulaşır ve daha sonra kıkırdak otik kapsül kemikleşir. Endolenfatik kanal ve kese dışında, bireyin yaşamı boyunca zar labirentte bu aşamadan sonra gelişim izlenmez. Endolenfatik kanal ve kese otik vezikülden gelişen ilk eklentiler olmakla birlikte, zar labirentin diğer kısımlarının aksine, endolenfatik kanal ve kese yenidoğan ve çocukluk döneminde de değişime devam ederek ergin biçimlerine puberte sonrasında ulaşırlar. Ergin bireyde endolenfatik kese, doğumdaki halinin yaklaşık 3 katı b y kl ğindedir.

Labirent, olgun anatomik konfigürasyonuna yaklaşık 6-7. fetal ayda sahip olur ve bu dönemde zar labirent tümüyle gelişmiştir. Labirentin duyuusal bileşenlerinin gelişimi, önce utrikulus ve sakk lde, daha sonra semisirküler kanallarda ve son olarak da kokleada izlenir. Koklea labirentin en son farklılaşan bölümüdür ve bu nedenle

gelişimsel anomalilere vestibuler yapılara kıyasla daha açıktır.

2.1.2 Perilenfatik (periotik) Labirent

Perilenfatik alan, otik labirenti çevreleyen yoğun mezenşim alanlarından rezorptif ‘kavitasyonlar’ şeklinde gelişir. Zar labirenti çevreleyen mezenşimin gelişimi kompleks bir süreçtir. Embriyo 9 mm uzunluğunda iken gelişmekte olan otokisti çevreleyen mezenşimde hücrel yoğunlaşma izlenir. Embriyo 14 mm uzunluğunda iken, yoğunlaşmış olan mezenşimal hücrel tabakanın sınırları seçilebilir hale gelir ve bu sınır primitif otik kapsülün de sınırını temsil eder. Bu evredeki yoğunlaşmış mezenşim, ‘*prekartilaj*’ ya da ‘kıkırdak öncesi mezenşim’ olarak isimlendirilir.

Embriyo 20 mm uzunluğunda iken yoğunlaşmış mezenşimin iki tabakası seçilir: Perilenfatik alan iç tabakadan gelişirken, mezenşimin dış tabakası gerçek kıkırdağa dönüşür. İç tabaka ‘*geçici prekartilaj*’ olarak da isimlendirilir. Mezenşimin iki tabakasının gelişimi farklı yönlerde olmasına rağmen, dış tabakanın iç kısmında bulunan hücrelerin kıkırdak öncesi konfigürasyonuna doğru geriye farklılaşması mümkündür. Bu mekanizma, dış tabaka gerçek kıkırdak halini aldığı anda dahi perilenfatik alanın büyüebilmesini sağlar.

Mezenşimin iç ve dış tabakalarının oluşumu sonrasında, iç tabaka (geçici prekartilaj) otik vezikülü çevrelediği dönemdeki haline doğru farklılaşma gösterir. Epiteyal otik labirenti çevreleyen bu mezenşimal doku, ‘*retikulum*’ ya da ‘*periotik mezenşim*’ olarak adlandırılır. Embriyo 30-40 mm uzunluğunda iken retikulumda vaküoller izlenmeye başlar. Vakuol gelişimi, stapes komşuluğunda başlangıç gösterir ve koklear kanal boyunca dışa doğru devam eder. Bu vakuolizasyon sonucu, ayrı ayrı gelişen skala timpani ve skala vestibuli kokleanın apeksine doğru yönlendirilerek helikotremayı oluştururlar. Periotik alanın gelişimi epiteyal otik kapsülün gelişiminin hafif gerisinde olmakla birlikte midtermde otik kapsül ergin haline ulaştığında periotik labirentin gelişimi de tamamlanmıştır.

Retikulumun vakuolize olması ile vestibül, koklear kanal ve son olarak da semisirküler kanallar çevresinde sıvı ile dolu kaviteler oluşur. Bu kaviteler sonunda birleşerek devamlı hale gelirler ve araknoid benzeri bağ doku matriksi içeren perilenfatik labirenti meydana getirirler. Perilenf, zar labirent ile otik kapsülün endosteumu arasında, filamentöz bir matriks içerisinde yerleşim gösterir. Bu

filamentoz matriks, kokleanın skala vestibuli ve skala timpanisi dışında perilenfatik alanın tüm kesimlerinde az miktarda da olsa mevcuttur. Kokleada filamentoz matriksin bulunmayışı, perilenf sıvısının oval ve yuvarlak pencereler arasında, oldukça hafif derecede pulsatil hareketine izin verir. Ses dalgalarının kinetik enerjisi koklear kanal membranları ve yuvarlak pencere membranı tarafından absorbe edilir.

2.1.3 Kemik Labirent

Otik kapsülün kemikleşmesi ancak kıkırdak maksimum gelişim ve olgunluğuna eriştiğinde başlar (fetal dönemin yaklaşık olarak 4-5. aylarında). Bu dönemde kıkırdak son şekline ve büyüklüğüne ulaşmıştır. Zar labirent kemik ile çevrelendiğinde iç kulağın tüm yapılarının gelişimi durur ve bu sert kemik yapı içerisinde zar labirentin daha fazla genişlemesi mümkün olmaz. Otik kapsül kıkırdağı içerisinde encondral yolla oluşan kemik yapının yerini haversian kemik almaz. Bir başka deyişle, otik kapsül kemiğinde yıkım ve yeniden yapım (*'remodelling'*) mevcut değildir. Otik kapsül kemiği yanı sıra orta kulak kemikçiklerinde de bulunan bu özellik sonucu, bahsedilen kemik yapılar primitif, görece avasküler, oldukça sert yapılardır ve osteogenez yanıtları zayıftır.

Kemikleşme 16-23. haftalar arasında, encondral yolla meydana gelir. Öncelikle, hücreler arasındaki hyalin kıkırdak matrikste kalsifikasyon başlar. Kıkırdak otik kapsülü çevreleyen perikondrial hücreler osteoblastlara dönüşürler. Bu şekilde perikondrium gerçek bir periosteal tabaka haline gelir. Periosteumun iç tabakasından kalsifiye kıkırdak matrikse doğru osteogenetik çıkıntılar oluşur. Osteoblastlar bu çıkıntılardan genişlemekte olan kıkırdak lakünlere doğru ilerleyerek kemik adacıklarını meydana getirirler. Bu şekilde oluşan kemik adacıkları, *'intrakondrial kemik'* ya da *'globuli intraosse'* olarak bilinirler ve otik kapsül ile orta kulak kemikçilerinin gelişimine özgü olup vücudun diğer bölümlerinde izlenmezler.

Otik kapsülde 14 ayrı kemikleşme odağı tanımlanmıştır. Kemikleşme süreci ancak kapsül gelişimi sona erdikten sonra başlangıç gösterdiğinden, bu odaklar arasında sutur hatları izlenmez. Kemik otik kapsül, 3 nokta dışında tam bir yapıdır: Lateral semisirküler kanal lateralindeki bir alanda, oval pencere çevresinde ve fissula ante fenestram çevresinde ince bir kıkırdak yapı sebat eder.

Ergin otik kapsül, dens encondral kemik ile labirenti çevreleyen endosteal membrana yapışık endosteal kemikten oluşur. Endosteal tabaka enfeksiyon veya

travmaya cevaben proliferen olarak labirent lumenini oblitere edebilir. Enkondral tabakanın osteogenetik onarım yeteneği oldukça sınırlıdır. Labirentin kırıkları fibröz bir birleşme yeri dışında tamamıyla iyileşmeden kalabilir. Bu sınırlı onarım yeteneği, günümüzde stapediale otoskleroz operasyonlarında sürekli açık kalabilen fenestrasyonların yapılabilmesini de mümkün kılmaktadır.

Labirent kapsülün periosteal kemiği (dens enkondral kemiğin dışında yerleşen kemik) çocukluk döneminde ve erken erişkinlikte yıkılarak haversian kemik ile replase edilir. Pnömatik hücreler kapsülün periosteal tabakasına da uzanım gösterirler. Diğer periosteal kemik yapılar gibi, otik kapsülün periosteal tabakası da enfeksiyon ve travmaya osteogenez ile yanıt verir.

Labirenti çevreleyen kemik yapının büyük bölümü kıkırdaktan gelişir ancak modiölusun gelişimi farklılık gösterir. Modiölus koklea tabanından forme olan kemik spiküller şeklinde, membranöz kemikleşme ile oluşur. Benzer şekilde, interskalar septumun büyük bölümü de membranöz kemikleşme ile, kıkırdak kapsülün iç yüzeyini örten endosteumdan içe doğru uzanan spiküller aracılığıyla meydana gelir. İnterskalar septum kokleanın turlarını birbirinden ayırır. Örneğin, ilk turun skala vestibulisi ikinci turun skala timpanisinden interskalar septum ile ayrılır. İnterskalar septumun büyük bölümü membranöz kemikleşme ile oluşmasına rağmen, proksimal ilk turu ikinci turdan ayıran septum kıkırdaktan gelişir.

2.2 İç kulak Anatomisi (14, 16-18).

2.2.1 Kemik Labirent

Kemik labirent vestibül, semisirküler kanallar ve kokleadan oluşur.

2.2.2 Vestibül

Kemik labirent kavitenin orta kısmında yerleşen vestibül, yaklaşık 4 mm çapta ve ovoid yapıdadır. Anteriorda koklea ve posteriorda semisirküler kanallar ile devamlıdır. İç duvarında içinde utrikulusun yerleştiği '*eliptik reses*', sakkulusun yerleştiği '*sferik reses*' denilen çukurlar yer alır. İki çukur arasındaki kabartıya '*krista vestibüli*' denir. Burası makula kribroza media'nın küçük delikleri ile delinmiştir. Bu deliklerden vestibülokoklear sinir lifleri geçer. Krista vestibüli arkada iki kola ayrılır. İki kol arasında koklear kanalın başlangıç kısmı bulunur. Bu kanalın başladığı çukura '*koklear reses*' adı verilir. Vestibülün dış duvarının üst kısmında oval pencere açıklığı

yer alır ve stapesin tabanı bu pencereye oturur. Vestibülün diğer bir açıklığı ise vestibüler akuadaktır.

2.2.3 Semisirküler Kanallar

Semisirküler kanallar vestibül ile devamlıdır. Her bir kanal bir dairenin 2/3'ü kadarıdır ve 1 mm kesitsel çapa sahiptir. Her kanalın başlangıç kesiminde genişlemiş bir bölümü bulunur, bu bölüme ampulla denir. Süperior ve posterior semisirküler kanalların ampuller olmayan uçları birleşerek ortak krusu oluştururlar. Süperior semisirküler kanalın bir bölümü, petroz kemiğin anterior yüzünde bulunan ve orta kranial fossayı posteriora sınırlayan arkuat çıkıntı ile yakın ilişki içerisinde. Lateral (horizontal) semisirküler kanal orta kulak boşluğunun medial duvarında bir çıkıntı oluşturur. Süperior ve posterior semisirküler kanallar, birbirlerine dik olacak şekilde ve vertikal yerleşimlidir. Süperior semisirküler kanal düzlemi, midsagittal düzleme göre anterolaterale doğru yaklaşık 45 derecelik bir açı gösterir. Posterior semisirküler kanal düzlemi ise posterolaterale doğru 45 derecelik bir açı gösterir.

Lateral semisirküler kanal tam olarak horizontal konumlu değildir. Lateral semisirküler kanalın anterior kesimi posterioruna kıyasla daha yüksekte yer almakta olup gerçekte lateral semisirküler kanal düzlemi horizontal düzleme yaklaşık 30 derecelik bir açılma gösterir ve supraorbital meatal çizgiye paraleldir .

2.2.4 Koklea

Koklea, tabanı internal akustik kanalın dış ucuna bakan, salyangoz kabuğuna benzer şekle sahip bir yapıdır. Koklear apeks ya da kupola, kokleanın tepe bölümü olup anterior- laterale doğru yönelmiştir. Tabanı yaklaşık 9 mm çapta ve yüksekliği yaklaşık 5 mm dir. Koklea tabanı, koklear sinirin geçişine izin veren açıklıklarca delinmiş görünümündedir. Kokleanın merkezindeki koni şeklindeki yapı modiolustur. Modiolusun etrafına sarılı görünümdeki kemik kanal yaklaşık 2.5- 2.75 tur yapar. Spiral kemik lamina, modiolustan kanala doğru çıkıntılanma şeklinde izlenir. Bazılar membran ise spiral kemik laminanın serbest ucundan kemik kokleanın dış duvarına uzanır. Bu şekilde koklear kanal, skala timpani ve skala vestibuli olmak üzere iki bölüme ayrılır. Skala timpani ve vestibüli modiolusun tepesinde bulunan küçük bir açıklık aracılığıyla birbiri ile ilişki halindedir. Bu açıklığa '*helikotrema*' denir.

Koklear kanalın ilk turu timpanik kaviteye doğru bir çıkıntılanma oluştur.

Timpanik kavitenin medial duvarındaki bu kabartı promontoryum olarak bilinir. Koklear kanal yaklaşık 30 mm uzunluğundadır ve tabanından tepesine doğru çapı azalır. Kanal, başlangıcında yaklaşık 3 mm çaptadır. Koklear kanalın ilk turu düzeyinde üç açıklık bulunur. Bunlar yuvarlak pencere, oval pencere ve koklear akuadaktır. Koklear akuadakt, temporal kemiğin petröz parçasının alt yüzü düzeyinde subaraknoid alana açılır ve perilenfatik duktus olarak da bilinir. İnterskalar septum, kokleanın turlarını birbirinden ayıran kemik yapıdır.

2.2.5 Zar Labirent (Membranöz Labirent)

Zar labirenti koklear duktus, vestibuler duyu organları, endolenfatik duktus ve kese ile yuvarlak pencere membranı oluşturur.

Koklear duktus ya da skala media kokleanın dış duvarı tarafında yerleşen spiral, tüp şeklinde bir yapıdır. Koklear duktus, kemik labirent içerisinde yerleşen perilenfatik alanı iki bölüme ayırır. Koklear duktus triangular bir yapıdır: Çatısını Reissner membranı, dış yüzünü kemik kanalın endosteumu ve tabanını ise bazilar membran ile spiral kemik lamina oluşturur. Koklear duktus Korti organını içerir. Burada işitmede görevli destek hücreleri ve duyu hücreleri (tüysü hücreler) bulunur. Tektorial membran duyu hücreleri komşuluğunda yerleşir ve bu hücrelerle etkileşim halindedir. Dış tüysü hücreler tektoryal membranın hareketi ile iç tüysü hücreler ise sıvı hareketi ile uyarılırlar. Dış tüysü hücreler iç tüysü hücrelere göre harekete daha duyarlıdır.

Koklear duktusun büyük olan parçası (bazal turu) oval pencereye en yakın olan kısımdır ve yüksek frekanstaki seslere duyarlıdır. Duktusun küçük parçası (apikal bölüm) düşük frekanstaki seslere ve ortada kalan bölümü ise orta frekanstaki seslere duyarlıdır.

2.2.6 Vestibüler Duyu Organları

Vestibüler labirentin duyu organları, utrikulus ve sakkülün makulası ile semisirküler kanalların ampullasında yerleşim gösterir. Burada bulunan epitelyum, jelatinöz bir tabaka ile kaplı olan destek hücreleri ve duyu hücrelerinden oluşur. Silier yapılar bu jelatinöz tabakaya uzanır.

Makula statik dengeden sorumludur. Otolitler başın farklı pozisyonları ile duyu hücrelerinin silialarına bir traksiyon hareketi uygularlar. Utrikulusun makulası

daha çok başın lineer hızlanmalarına duyarlıdır. Semisirküler kanalların ampullaları ise kinetik dengeden sorumlu organlar olarak bilinirler ve başın açılma ile birlikte olan hareketlerinde endolenfte meydana gelen basınç ya da hareket değişikliklerine duyarlıdır.

Membranöz semisirküler duktusların her biri ait olduğu kemik kanal çapının yaklaşık dörtte biri kadar genişliktedir. Semisirküler duktuslar utrikuluse 5 noktada açılırlar; süperior duktusun medial ucu ve posterior duktusun üst ucu birleşerek ortak krusu oluşturur.

2.2.7 Endolenfatik Duktus ve Kese

Endolenfatik duktus, vestibül içerisinde dilate bir bölüm şeklinde başlar ve bu başlangıç kısmı endolenfatik sinüs olarak bilinir. Vestibülden çıkarken daralan parçası istmus adını alır ve buradan ortak krus komşuluğunda yerleşen vestibüler akuadakta geçer. Endolenfatik duktus, vestibuler akuadakt içerisinde kaudale yönelir ve vestibuler akuadaktın duraya açıldığı noktaya doğru ilerler. Bu düzeyde kemik akuadakt içerisinde yerleşen endolenfatik duktus genişleyerek endolenfatik keseyi oluşturur. Endolenfatik kesenin bir bölümü vestibuler akuadakt içerisinde yerleşirken, bir bölümü petroz kemiğin periosteumu ile dura arasında yerleşir. Endolenfatik kese tek bir kompartman değil, birbirleri ile bağlantılı karmaşık bir kanallar sistemidir.

2.2.8 Yuvarlak Pencere Membranı

İkinci timpanik membran olarak da bilinir. 3 mm horizontal ve 1.5 mm transvers çapa sahiptir. Yuvarlak pencere, stapes tabanının etkisiyle perilenf hareketine izin veren, iç kulağın akustik enerji iletiminde büyük öneme sahip olan parçasıdır.

2.3 Zar ve Kemik Labirentin Anomalileri

2.3.1 Koklear Anomaliler

Koklear anomalilerin sınıflandırılmasında Jackler ve ark. nın BT ve politomogramlar ile edindikleri deneyimlere dayanarak önerdikleri sistem yaygın kabul görmektedir (19). Bu sisteme göre her bir anomali, organogenezin farklı

evrelerinde koklea gelişiminde ve olgunlaşmasındaki bir duraksama sonucu meydana gelmektedir. Pek çok anomali bu sınıflandırma sistemi içerisinde değerlendirilebilmekle birlikte, fazladan tura sahip koklea, koklear duplikasyon, küçük ya da hipoplazik koklea gibi bazı anomaliler bu sisteme dahil edilememektedir. Jackler ve ark. bu tür anomalilerin, gelişimde bir duraksamadan ziyade normal gelişimdeki sapmalar sonucu meydana geldiklerini ileri sürmüştür (14).

Jackler ve ark. nın önerdiği sisteme göre koklear anomaliler şu gruplarda incelenmektedir:

Komplet Labirent Aplazisi (Michel Deformitesi)

Ortak Kavite

Koklear Aplazi

Koklear Hipoplazi

Inkomplet Bölünme ve Dilatasyonla İlişkili Defektler

Komplet Labirent Aplazisi (Michel Deformitesi)

İç kulak gelişimi mevcut değildir. Normal iç kulak yapılarının yerinde küçük, tek bir kistik kavite ya da birkaç küçük kavite izlenebilir. Bu anomali 3. gestasyonel haftada gelişimdeki duraksamadan kaynaklanır ve nadirdir.

Ortak Kavite Anomalisi

4. gestasyonel haftada gelişimin duraksamasından kaynaklanır. Koklea ve vestibül ortak bir kavite şeklinde izlenir. Normal iç kulak yapılarını içermeyen, geniş bir kistik kavite mevcuttur. Koklear anomalilerin yaklaşık $\frac{1}{4}$ 'ünü oluşturur. Bu anomalide semisirküler kanallar normal ya da malforme olabilir.

Koklear Aplazi

Embriyogenezin 5. haftasında meydana gelen duraksamadan kaynaklanan bu anomalide koklea izlenmez. Diğer iç kulak yapıları (vestibül ve semisirküler kanallar gibi) normal ya da malforme olabilir.

Koklear Hipoplazi

Küçük, rudimenter bir koklea mevcut iken vestibül ve semisirküler kanallar normal ya da malforme olabilir. İntrauterin 6. haftada koklea gelişimindeki duraksamadan kaynaklanır.

İnkomplet Bölünme ve Dilatasyon ile İlişkili Defektler

Kokleanın bölünmesinde eksiklik bulunması ya da interskalar septumun yokluğu ile karakterizedir. Kokleanın bazal turu izlenirken, orta ve apikal turlarının

yerinde ortak bir kavite mevcuttur. 7. gestasyonel haftada gelişimin duraksaması sonucu meydana gelen bu anomali ilk olarak 1791'de Mondini tarafından tanımlanmış olup anomaliye geniş vestibül ve geniş vestibüler akuadakt eşlik etmektedir. Semisirküler kanallar normal ya da malforme olabilir.

Sennaroglu ve ark. nın 2002'de koklear-vestibüler anomaliler için önerdiği yeni sınıflandırma sistemi (20), Jackler ve ark. nın sınıflandırma sistemine benzer olmakla birlikte, Sennaroglu ve ark., inkomplet bölünme ile karakterize anomalileri iki ana grupta incelemektedir. Buna göre, inkomplet bölünme anomalilerinin ilki olan tip 1 anomalide (IP-I, kistik kokleavestibüler malformasyon) modiolus mevcut değildir. Koklea tek bir kist benzeri yapı ya da kavite şeklinde izlenmekte olup internal akustik kanal (IAK) ile doğrudan ilişkilidir. Vestibül normalden geniştir. Bu sınıflandırmaya göre, inkomplet bölünme tip II anomalisinde (IP-II), Mondini deformitesi ile benzer şekilde koklea 1.5 turdan oluşur, orta ve apikal turlar kist benzeri, bölünmemiş bir kavite şeklinde izlenir.

2.3.2 Vestibül Anomalileri / Utrikulosakküler Anomaliler

Vestibülün ya da utrikulosakküler yapıların izole anomalileri nadirdir. Bu yapıların anomalileri diğer iç kulak anomalileri ile birliktelik gösterir ve sıklıkla semisirküler kanalların (genellikle lateral semisirküler kanalın) vestibül ile kısmen bütünleşmesi anomaliye eşlik eder. Nadiren vestibül geniş, globuler bir yapıda olmasına rağmen semisirküler kanallar olağandır. Bu durum talidomid kullanımına bağlı işitme kayıplarına eşlik edebilir (14, 21).

2.3.3 Semisirküler Kanallar

Lateral semisirküler kanalın malformasyonu en sık görülen iç kulak anomalilerinden biridir. Lateral semisirküler kanal gelişimi diğer kanalların gelişiminden sonra gerçekleştiği için, lateral semisirküler kanal malformasyonu olmaksızın superior ve posterior semisirküler kanal malformasyonlarının var olması oldukça sıra dışı bir durumdur. Malforme kanal ya dar ya da kısa ve geniş izlenir. İleri malformasyonlarda vestibül geniş olup lateral semisirküler kanal ile ortak bir lumen oluşturur. Bazı olgularda kanal lumeni oblitere edilir. Kanalın yokluğu durumunda otik kapsülün ilgili tarafında düzleşme mevcuttur.

Semisirküler duktus aplazisi, kanal displazisine kıyasla oldukça nadir olarak

görülür. Bu olgularda bazen koklea normal ya da normale yakın olabilir. Semisirküler kanal aplazisine eşlik eden normal koklea gelişimine dair ilk olgular Parnes ve Chernoff tarafından bildirilmiştir. Bu tip anomaliler, embriyolojik gelişimin bir noktada duraksaması ile açıklanamamaktadır çünkü bu teoriye göre semisirküler kanal aplazisine koklear malformasyonun eşlik etmesi beklenir (14). Satar ve ark. (22), semisirküler kanal aplazisi bulunan geniş bir hasta grubu ile yaptıkları çalışmada, iç kulak embriyogenezini de göz önünde bulundurarak semisirküler kanal aplazilerinin koklear anomaliler ile birlikte ya da izole şekilde izlenebileceğini bildirmişlerdir. Bu çalışmaya göre, gestasyonun 8 ila 20. haftaları arasında karşılaşılan bazı etkenler membranöz semisirküler kanalların gelişimini olumsuz etkilerken membranöz koklear kanal gelişimi normal olabilmektedir. Sekizinci gestasyonel haftada kokleanın bazal turu gelişmiş durumdadır. Kokleanın ikinci turu ve apikal turu ise 9 ve 10. gestasyonel haftada olur. Sekiz ila onuncu gestasyonel haftalar arasında meydana gelen değişiklikler, bazal turu normal olan ancak ikinci turu ve apikal turu malforme koklea ile sonuçlanır. Onuncu haftadan sonra meydana gelen değişiklikler, kokleanın normal gelişimi ve izole semisirküler kanal aplazisi ile sonuçlanabilir. Semisirküler kanalların kemikleşmesi 17-21. gestasyonel haftalarda gerçekleşirken, koklea kemikleşmesi 15. haftada başlar. Semisirküler kanalların kemikleşmesi sırasında meydana gelen selektif bir değişiklik izole semisirküler aplazisine neden olabilir.

Tüm semisirküler kanalların birlikte yokluğu, CHARGE sendromu hastalarında sık görülür. Talidomid toksisitesine bağlı izole süperior semisirküler kanal aplazisi olguları bildirilmiştir. İzole posterior semisirküler kanal aplazisi Waardenburg ve Alagille sendromlarında izlenebilir (14, 21).

2.4 Süperior Semisirküler Kanal Dehissensisi (SSKD) Sendromu

SSKD sendromu, semisirküler kanalı örten kemikteki devamlılığın kaybı ile ilişkili olan, ses ve/veya basınçlı uyarılar varlığında ortaya çıkan klinik tabloyu tanımlar. İlk olarak Minor ve ark. (3) tarafından tanımlanmıştır. Minor ve ark., orta kulak boşluğundaki ve/veya kranial fosadaki basınç değişiklikleri durumunda ya da sesli uyarılar ile ortaya çıkan vertigo, ossilopsi (durağan nesnelere hareketli olarak algılanması) ve denge bozukluğu semptomları bulunan 8 hastayı değerlendirmiştir. Bu hastaların 7'sinde ses ya da basınç uyarıları ile ortaya çıkan vertikal- torsiyonel

anormal göz hareketleri kaydedilmiştir. Hastaların yüksek rezolusyonlu temporal kemik BT incelemelerinde semptomatik kulaklarında süperior semisirküler kanalı örten kemik yapının apeksinde defekt olduğu gözlenmiştir. Beş hastada bu defekt cerrahi olarak doğrularak defekt onarımı gerçekleştirilmiştir. Çalışmada süperior semisirküler kanalın (SSK) kemik yapısındaki defektin, oval pencere ve yuvarlak pencereye ek bir üçüncü hareketli pencere gibi davranarak vestibüler semptomlara neden olduğu belirtilmiştir.

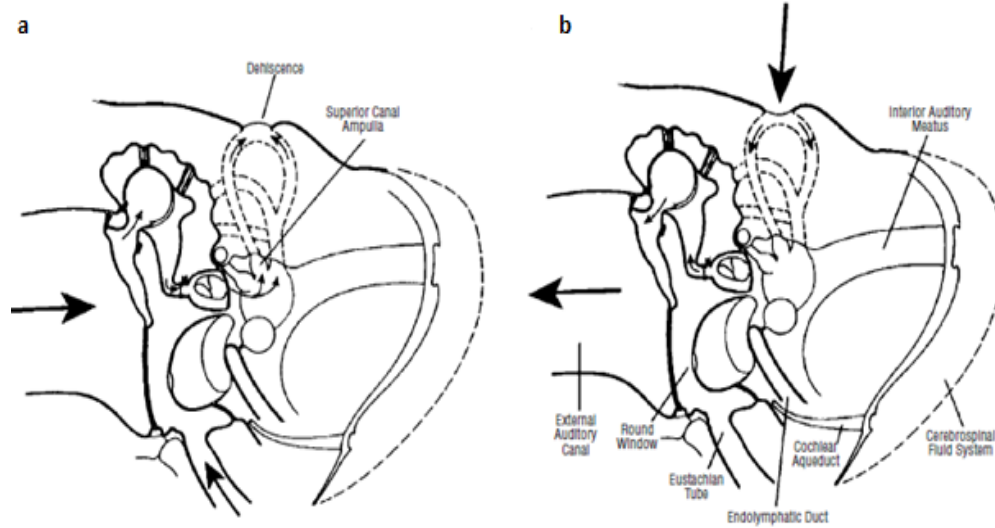
2.4.1 SSKD Sendromu Patofizyolojisi

İç kulak, sıvı ile dolu olan ve dens otik kapsül ile çevrelenen kapalı bir hidrolik sistemdir. Ses dalgaları timpanik membran ve orta kulak kemikçikleri aracılığı ile oval pencereye iletilir. Stapes oval pencere membranından iç kulağın perilenfine doğru bir hareket başlatır. İç kulak sıvıları da diğer sıvılar gibi sıkıştırılmaz özelliindedir ve stapesin içe doğru hareketi kokleada yuvarlak pencerenin dışa doğru hareketi ile dengelenir. Oval pencere ve yuvarlak pencere bu nedenle iç kulağın birincil ve ikincil hareketli pencereleri olarak isimlendirilir (4,8).

Vestibüler Semptomlar Patofizyolojisi

Semisirküler kanal kemik yapısındaki devamsızlık, oval ve yuvarlak pencereye ek bir üçüncü hareketli pencere oluşturur. Bu pencere, membranöz semisirküler kanalı orta kranial fossa ya da orta kulak boşluğundaki basınç değişikliklerine açık hale getirerek pozitif veya negatif basınç değişiklikleri durumunda perilenf sıvısının anormal hareketine neden olur. Yuvarlak pencere ya da oval pencerede içe doğru bir basınç değişikliği yaratan uyaranlar (kapalı buruna karşı uygulanan Valsalva manevrası ya da tragus kompresyonu gibi), semisirküler kanalın kemik defekti düzeyinde membranöz kanalın komşu duraya doğru dışarı hareketine ve dolayısıyla perilenfin ampulladan uzaklaşan yönde akışına neden olur. Süperior semisirküler kanal kupulasındaki hareketin ampulladan uzaklaşması (ampullofugal hareket) kupulada uyarılma (eksitasyon) ile sonuçlanarak semisirküler kanal planına uyan tipik göz hareketlerini ortaya çıkarır. Glottis kapalı konumdaki iken yapılan Valsalva manevrası göğüs boşluğunda basınç artışına, juguler venöz dönüşün azalmasına ve intrakranial basınç artışına neden olur. Süperior semisirküler kanalın kemik defekti düzeyinde membranöz kanal, artan intrakranial basınç artışı sonucu

komprese olur. Orta kranial fossadan labirente aktarılan bu pozitif basınç farkı oval ve yuvarlak pencere ile dağıtılırken, perilenfin hareketi ampullaya doğrudur (ampullopetal) ve bu akış kupulada inhibisyona neden olur (3).



Şekil 2.1 Vestibuler semptomlar patofizyolojisi **a**, Ses, dış kulak yoluna pozitif basınç uygulaması ve burun kapalı iken uygulanan Valsalva manevrası, membranöz kanalda ekspansiyona ve dehissens düzeyinde dışa harekete neden olur. Bu basınç uygulamaları süperior semisirküler kanal kupulasında ampullopetal defleksiyona ve ampullayı innerve eden vestibuler sinir afferentlerinin uyarılmasıyla sonuçlanır. **b**, Glottis kapalı konumda iken yapılan Valsalva manevrası, bilateral juguler venöz kompresyon ve dış kulak yoluna negatif basınç uygulaması süperior semisirküler kanalda dehissens düzeyinde içe doğru bir hareketle sonuçlanır. Bu basınç değişikliği kupulada ampullopetal defleksiyon ve süperior semisirküler kanalın inhibisyonuna neden olur. Minor ve ark. ndan alınmıştır (3).

Sesli uyaranlar varlığında ortaya çıkan semptomlar genellikle yüksek sesler varlığında çevredeki nesnelerin hareketli olarak algılanması şeklindedir. Semptoma neden olan ses belirli bir frekans özelliğinde olabilir (telefon zili, çocuk ağlaması, belirli bir piyano tuşu gibi). Nesnelerin algılanan hareketi sıklıkla vertikal- torsiyonel plandadır. Bazı hastalar torsiyonel ossilopsi tanımlamaktadır (örneğin, durağan bir nesnenin saat yönünde dönme hareketi yapıyormuş gibi algılanması).

Semptomlar orta kulak basıncını ya da kafaiçi basıncını değiştiren manevralarla ortaya çıkabilir. Öksürme, ağır nesnelerin taşınması, ıkınma, dış kulağa

bası uygulanması gibi hareketler, vertigo ve ossilopsiye neden olan aktivitelerden bazılarıdır. Benzer şekilde, uçak yolculukları sırasında dış kulak yolundaki basınç değişiklikleri de semptomların ortaya çıkmasına neden olabilir. Hastaların pek çoğunda kronik denge bozukluğu veya harekete intolerans mevcuttur (5, 19).

İşitsel Semptomlar Patofizyolojisi

İşitme Kaybı

Normal kulakta hava yolu ile iletilen ses uyarıları vestibüle stapesin hareketi sayesinde ulaşırlar. Stapesin oval pencere membranındaki oluşturduğu içe doğru hareket yuvarlak pencere düzeyinde buna eş bir dışa hareket ile dengelenir. İki pencere arasındaki sıvı akışı skala timpani ve skala vestibüli arasında bir basınç farklılığına neden olarak kokleada tüysü hücrelerin aktivasyonunu ve sesin algılanmasını sağlar. Süperior semisirküler kanal kemik yapısındaki defekte ikincil olarak kokleanın vestibüler tarafında oluşan üçüncü pencere, iletilen akustik enerjinin bir bölümünün kokleadan uzaklaşmasına, vestibüldeki basıncın azalmasına ve dolayısıyla hava yolu ile ses iletiminde kayba neden olur (3).

Azalmış Kemik Yolu Ses İletim Eşiği

Sesin kemik yolu ile iletimi, oval pencere ve yuvarlak pencere impedansları dolayısıyla skala vestibuli ve skala timpani impedansları arasında meydana gelen eşitsizliğe bağlıdır. Bu eşitsizlik kokleada basınç farkı oluşmasını, bazillar membranın hareketini ve sesin algılanmasını sağlar. Skala vestibuli tarafında mevcut bir üçüncü pencere, bu taraftaki impedansı düşürerek kokleanın kemik yolu ile ses iletimine olan duyarlılığını artırır. Kemik yolu ses eşiğinin düşmesi bazı hastalarda 'iletim tipi hiperakuzi'ye neden olur. Dehissensin etkilediği kulakta kalp atımlarının hissedilmesi ya da duyulması, göz hareketlerinin ya da koşarken topuk hareketlerinin duyulması gibi semptomlar bu mekanizma ile ilişkilendirilmektedir (4).

2.4.2 Etiyoloji

Histolojik ve Klinik Çalışmalar

Semisirküler kanal dehissensisi etiyojisi günümüzde net olarak

bilinmemektedir. Etiyolojiye dair ortaya konulan teoriler sıklıkla süperior semisirküler kanala odaklı, anatomik- mikroskopik çalışmalar ve cerrahi bulguları ile ÇKBT ve MikroBT çalışmalarından elde edilen gözlemsel verilerin yorumlanması ile oluşturulmuştur. Kanal dehissensisinin prenatal- postnatal bir gelişim eksikliği temeli taşıdığı görüşü yanında, kanalın kemik yapısında progresif incelmeye neden olan süreçlere bağlı ortaya çıktığı ileri sürülmektedir. Benign intrakranial hipertansiyon, osteoporoz gibi demineralizan süreçler edinilmiş olgulardan sorumlu tutulmaktadır.

Süperior semisirküler kanal dehissensisi sendromunun tanımlayıcısı olan Minor ve ark.'ına ait 1998 yılında yayımlanan çalışmada, ses ya da basınç uyarıları karşısında vestibuler semptomları bulunan 8 olgudan 2'sinde semptomların başlangıcının kafa travması ve iç kulak ya da orta kranial fossada basınç değişikliğine neden olabilecek fizik aktivite sonrasında olduğu belirtilmiştir. Cerrahi olarak dehissens onarımına gidilen bu iki hastada operasyon sırasında tegmen timpani ve tegmen mastoideum düzeyinde de kemik erozyonların var olduğu görülmüştür. Bu bulgulara dayanarak Minor ve ark., süperior semisirküler kanal dehissensisinin orta kranial fossadaki basınç değişikliklerinin bir sonucu olabileceğini ancak bazı hastalarda kanalı örten kemik yapının ince olmasına neden olan bir konjenital temelin var olabileceğini belirtmiştir (3).

Carey ve ark. (11), 1000 temporal kemik örneğinde süperior semisirküler kanalın mikroskopik incelemelerinde kanal dehissensisi bulunan 5 hastadan 4'ünde kemik defektin süperior petrozal sinus oluşu düzeyinde ve 1'inde orta kranial fossa tabanı düzeyinde olduğunu ve 14 hastada kanalı örten kemik yapının 0.1 mm'den daha ince olduğunu bildirmiştir. Çalışmada dehissensisi bulunan 5 hastadan 2'sinde kemik defektin bilateral olduğu ve bir tarafta semisirküler kanal kemik yapısının intakt ancak ince olduğu hastalarda, kontralateral temporal kemikte semisirküler kanal kemik çatısının da ince olduğu gözlenmiştir. Kemik yapının ince olduğu olgularda bu seviyelerde kemik kenarlarında erozyona işaret eden lamellar anomali izlenmediği belirtilmiştir. Yenidoğan dönemi ve çocukluk çağına ait temporal kemik örnekleri, yenidoğan döneminde süperior semisirküler kanal kemik çatısının orta kranial fossa düzeyinde uniform olarak ince olduğunu ve 3 yaşa kadar kademeli olarak kalınlığının arttığını göstermiştir. Çalışma yazarları, izlenen anormalliklerin bilateral oluşu, kanal kemik yapısı ince olan hastalarda kemik kenarlarında olgun lamellar yapının izlenmesi nedeniyle bulgulara gelişimsel bir duraklamanın neden

olduğunu savunmuşlardır. Çalışmada süperior semisirküler kanal dehissensisi semptom ve bulgularının genellikle yetişkin dönemdeki hastalarda izlendiği vurgulanarak, kapalı kafa travması ya da intrakranial ani basınç artışı gibi ikinci bir etkenin konjenital olarak ince olan kemik yapının bütünlüğünü bozabileceği öne sürülmüştür.

Crovetto ve ark. (23) 52 fetal temporal kemiğin histolojik değerlendirmesinde, semisirküler kanal dehissensine postnatal değil, prenatal bir eksikliğin neden olabileceği sonucuna varmışlardır. Bu çalışmada, süperior semisirküler kanalın embriyolojik gelişiminde 24 ila 28. haftalar arasında perilenf ile orta kranial fossanın meningeal yapıları arasında bir bağlantının bulunduğu; 28. hafta ve sonrasında ise, daha sonra iç periosta ait olacak olan ince bir kemiğin bu iki yapıyı birbirinden ayırmaya başladığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, tanımlanan iki yapı arasındaki bağlantının fetal gelişimin 38. haftasına dek devam edebildiği, ancak bu dönem sonrasındaki fetus ve yenidoğanlarda bağlantının tamamıyla ortadan kalktığı vurgulanmıştır. Çalışmanın yazarları, süperior semisirküler kanal perilenfi ile orta kranial fossayı birbirinden ayıracak olan ossifikasyonun, fetal gelişimin son evresinde tamamlandığını ancak postnatal dönemde ossifikasyonun devam ettiğini belirterek; otik kapsülün kemik reorganizasyonundaki bir eksiklik sonucu kranial fossa ile olan bağlantısının devam etmesi durumunda dehissensin meydana gelebileceği sonucuna varmışlardır.

Chien ve ark. (1) semptomatik olan hastaların % 59'unun klinik hikayesinde semptomların kafa travması ya da belirgin intrakranial basınç artışına neden olabilecek bir olay sonrasında geliştiğini bildirmiştir. Yazarlar, kanal kemik yapısında defekt bulunan hastalarda kemiğin üzerinde yer alan dura elastisitesi orta kranial fossa ve iç kulak arasında basınç iletimine izin vermediği sürece semptomların oluşmayabileceğini; kemik yapının konjenital olarak ince olduğu, ya da defekt gösterdiği olgularda kafa travması ya da güçlü bir Valsalva manevrası gibi durayı etkileyebilecek bir etkenle semptomların oluşabileceğini belirtmişlerdir.

Temporal kemik BT çalışmaları

Bilgisayarlı tomografi çalışmalarının büyük bölümünden elde edilen veriler, bilateral dehissens olgularının sıklığını doğrulamaktadır. Farklı çalışmalarda

gözlemlenen bilateral süperior semisirküler kanal dehissensi oranları % 25-60 arasında değişmektedir (11,24,25). Bu çalışmalardan bir bölümünde ayrıca kanal kemik yapısının ince oluşunun da bilateral özellik gösterdiği izlenmiştir. Nadajara ve ark. (24) retrospektif bir vaka-kontrol serisinde süperior semisirküler kanal dehissensi ile tegmen defektleri arasındaki ilişkiyi inceleyerek, tek taraflı veya bilateral dehissensi bulunan olguların % 66'sında bulgulara anlamlı tegmen defektinin eşlik ettiğini gözlemlemişlerdir. T. El Hadi ve ark. nın çalışmasında (26), cerrahi olarak dehissensin doğrulandığı vakaların % 92.3'ünde BT'de süperior semisirküler kanalın koronal planda tegmene ait horizontal çizginin üzerinde yerleştiği ve orta kranial fossaya protrude olduğu; kontrol vakalarının ise % 30'unda bu tür bir protruziyonun olduğu izlenmiştir. Çalışmanın yazarları, orta kranial fossaya protrude olan semisirküler kanalın ince kemik yapısının intrakranial basınç değişikliklerine ve defekt gelişimine daha açık olduğunu vurgulayarak intrakranial basınç yüksekliğinin, özellikle de obez hastalarda dehissens gelişimi ile ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir.

2.5 Tanıda Klinik Değerlendirme ve Tetkikler

2.5.1 Ses ya da Basınç Uyarılarına Nistagmus Yanıtı

Sesli uyarılar ile ortaya çıkan vertigo ve buna eşlik eden göz ve/veya kafa hareketleri ilk olarak 1929'da Tullio ve ark. tarafından tanımlanmıştır (27). Tullio ve ark. bu deneysel çalışmada, semisirküler kanallarında fenestrasyon oluşturulan güvercinlerde ses uyarısı sonrasında semisirküler kanal planında ortaya çıkan göz ve/veya kafa hareketlerini gözlemlemiştir. Ses sonucu meydana gelen bu hareketler 'Tullio Fenomeni' olarak bilinmektedir. Tullio fenomeni klinik pratikte ilk olarak konjenital sifilizi olan olgularda izlenmiştir. Bu olgularda temporal kemiğin histopatolojik analizlerinde osteomyelit ve buna eşlik eden labirent fistülleri gösterilmiştir. Daha sonraları Meniere hastalığı, perilenfatik fistül, kafa travması, Lyme hastalığı, kolesteatoma ikincil kanal erozyonu ve fenestrasyonuna eşlik eden Tullio fenomeni olguları bildirilmiştir (9).

Hennebert ve ark., konjenital sifilizli olgularda, dış kulağa basınç uygulanması sonucu Tullio fenomenine benzer vestibuler semptomların ortaya çıktığını göstermiştir (Hennebert bulgusu). Hem Tullio fenomeni hem de Hennebert bulgusu,

kemik labirent bütünlüğündeki bozulma ve buna ikincil ortaya çıkan üçüncü pencere lezyonları ile ilişkilendirilmiştir (28).

SSK dehissensisinde ses veya basınç uyarıları ile ortaya çıkan tipik göz hareketleri, kanal içerisindeki endolenfin akım yönüne göre tahmin edilebilir (ampullopetal veya ampullofugal). Ampullar sinirin selektif olarak uyarılması ile izlenen göz hareketleri ilk olarak Cohen ve ark. tarafından tanımlanmıştır. Buna göre, süperior semisirküler kanal ampullar sinirinin elektriksel olarak uyarılması her iki gözde yukarıya doğru ve torsiyonel harekete neden olmaktadır. Torsiyonel hareket, uyarılan taraftaki gözde içe doğru (nazale yönelen) ve uyarılmayan gözde ise dışa doğru (temporale yönelen) izlenir (8).

SSK dehissensisine eşlik eden göz hareketleri vertikal-torsiyonel özellikte olduğundan, hasta vertigo tanımlamasına rağmen rutin elektronistagmografide ses ya da basınç uyarısına cevaben objektif bir anormal bulgu saptanmaz. Göz hareketleri en iyi video-okülografi veya manyetik alan koil kayıtları ile değerlendirilir (8).

2.5.2 Odyometrik İncelemeler

Süperior semisirküler kanal dehissensi bulunan bazı hastalarda işitsel bulgu ve semptomlar izlenebilmektedir. Bu hastalarda Weber testi tipik olarak SSK dehissensisinin olduğu kulağa lateralizedir. Hava iletim yolu ile aktarılan akustik enerjinin üçüncü pencere ile dağılması nedeniyle odyogramlarda hava iletim yolu eşiği yüksek bulunabilir. Kemik iletim eşiği normalden düşüktür ve hava yoluyla iletim normal olsa dahi hava- kemik iletim açığı saptanır. Hava- kemik iletim açığı, düşük frekanstaki seslerde daha belirgindir (1). Yakın dönemde yapılmış olan bir çalışmada, semisirküler kanal kemik yapısındaki geniş defektlerin (>2.5 mm) hem işitsel hem de vestibüler semptomlara neden olduğu, daha küçük boyuttaki defekt olgularında ise işitsel veya vestibüler semptomlardan birinin daha baskın olduğu gözlenmiştir (29). SSK dehissensisi olgularında timpanik membrandaki basınç değişiklikleri vestibüler semptomlara neden olmakla birlikte bu hastalarda timpanometri genellikle olağandır (1).

2.5.3 Vestibuler Fonksiyon Testleri

VEMP Testleri (Vestibuler uyarılmış miyojenik potansiyeller – Vestibular evoked myogenic potentials -VEMPs)

VEMP, hastaya kulaklıklar aracılığıyla iletilen yoğun işitsel uyarılar sonucu (klikler) sternokleidomastoid (SKM) kasının elektromyografisinden (EMG) edinilen kısa latanslı refleks kayıtlarıdır. VEMP testi otolit fonksiyonunu, inferior vestibuler sinirin ve sakkulokolik refleks arkın fonksiyonel bütünlüğünü değerlendirir. Test günümüzde vestibuler nörit, Meniere hastalığı, vestibuler schwannom gibi bazı spesifik vestibuler hastalıkların tanısında kullanılmaktadır. Bu teknik, primitif vertebralı canlılarda halen bir işitme organı olarak görev gören sakkülün evrimsel gelişimi sürecinden günümüze koruduğu rezidual akustik duyarlılık özelliğine dayanmaktadır (30,31). VEMP refleks yolu sakkülden başlayarak inferior vestibuler sinir yoluyla lateral vestibuler nukleusa ve lateral vestibulospinal trakt aracılığıyla SKM'ye uzanır. Yoğun ses uyarısı sonucunda normalde önce pozitif ya da inhibituar bir yanıt alınırken daha sonra negatif ya da eksituar bir yanıt alınır. Utrikül ve sakkül stapes komşu yerleşimli olduğundan, ses uyarıları VEMP refleksine neden olabilir. İnsanlarda ses uyarısı ile ortaya çıkan vestibuler yanıtlar ilk olarak Von Bekesy tarafından tanımlanmıştır (30). Von Bekesy çalışmasında, 128-134 desibel (db) ses ile uyarılan karışık başın uyarılan kulağa doğru rotasyon hareketini gözlemlemiştir. Servikal VEMP testinde (sVEMP), normal işitme düzeyinin yaklaşık 95-100 db üzerindeki ses uyarısı ile uyarılmakta olan kulakla aynı tarafta bulunan kontrakte durumdaki SKM üzerinden EMG sinyali ölçülür. Semisirküler kanal dehissensinin vestibuler sistemin impedansını düşürerek basınç ve ses iletimine olan direnci azalttığı ve sakkülün sese olan duyarlılığını artırdığı düşünülmektedir (8). SSKD bulunan hastalarda VEMP eşik değerleri anormal düşük ve dalga amplitudleri anormal yüksek izlenmektedir. Otokleroz ve orta kulağın kemikçik iletim kusurundan kaynaklanan hastalıklarda ise VEMP değerleri azalmış ya da kaybolmuştur. Bu nedenle, VEMP değerlerinde herhangi bir azalmanın eşlik etmediği ancak belirgin iletim tipi işitme kaybı olan hastalarda VEMP testi SSKD ayırıcı tanısının yapılmasında önem kazanmaktadır (8, 32).

2.5.4 Bilgisayarlı Tomografi

Semisirküler kanal dehissensisi şüphesi bulunan hastalarda, mevcut semptomları taklit edebilecek olası diğer tanıların dışlanması, bir grup hastada gereksiz ossiküloplasti ve stepedektominin önlenmesi açısından önem taşır (33). Semisirküler kanal kemik defekti varlığının veya yokluğunun doğrulanması ve cerrahi onarım planlanan hastalarda defektin yerleşimi ve uzanımının gösterilmesinde bilgisayarlı tomografi incelemeleri kullanılmaktadır.

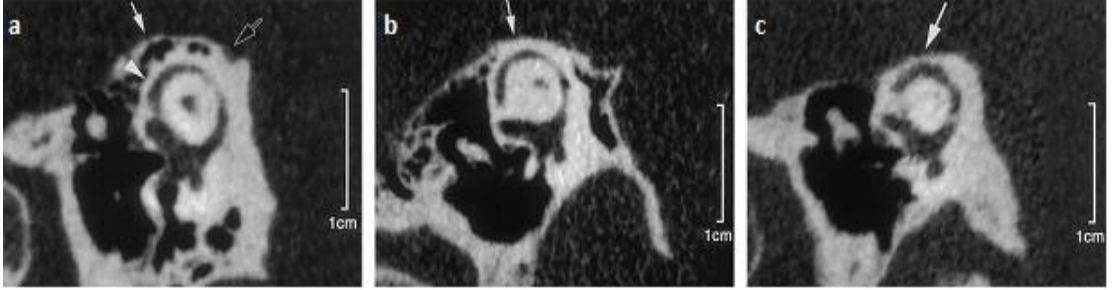
Semisirküler kanal dehissensisinin radyolojik incelemesi, temporal kemiğin çok kesitli BT ile multiplanar reformasyonlar kullanılarak değerlendirilmesini gerektirir.

ÇKBT Fiziği: Konvansiyonel tek kesitli helikal BT cihazlarında fan şeklinde ışın demeti üreten X-ışın tüpü ve 500-900 detektör elemanından oluşan tek sıralı körvilineer detektör dizisi karşılıklı olarak hasta etrafında sürekli dönerler. Hasta masası eş zamanlı olarak hareket eder ve bu esnada incelenen dokudan 3 boyutlu projeksiyon verileri elde edilir. Çok kesitli BT sisteminde de tüp-detektör donanımı 3.kuşak ve helikal BT’de olduğu gibi eş zamanlı dönen X-ışın tüpü ve detektör dizisinden oluşur. Ancak bu sistemde z ekseninde 2 veya daha fazla (4,16, 32,40, 64, 128 vb) sıra halinde dizilmiş detektör dizaynı kullanır. Her bir detektör sırası bir veri algılama sistemine bağlanarak kanal sayısı kadar uzaysal veri elde edilir ve bu şekilde veri alma kapasitesi belirgin artar. ÇKBT teknolojisinde gantri rotasyon zamanı azalmıştır ve daha kısa görüntüleme süresi, daha uzun görüntüleme mesafesi ve daha ince kesit kalınlığı sağlanır. ÇKBT teknolojisi izotropik voksellerden oluşan verilerin elde edilmesini sağlar. Bir diğer deyişle, her vokselin her bir boyutu aynıdır. Bu şekilde istenen herhangi bir planda uzaysal çözümlemede önemli bir azalma olmaksızın rekonstruksiyonlar elde edilebilir. ÇKBT’de 0.5 – 0.6 mm kollimasyon kullanılarak 0.1 mm uzaysal çözümleme elde edilebilir (34,35).

Temporal Kemiğin ÇKBT İncelemelerinde Semisirküler Kanalların Değerlendirmesi

Süperior semisirküler kanal çatısı içten dışa doğru üç tabakadan oluşur. Bunlar sırasıyla dens otik kapsül kemiği, pnömotizasyonun eşlik edebildiği trabeküler kemik ve en dışta petröz piramid yüzeyi ile devamlılık gösteren kompakt kortikal kemiktir.

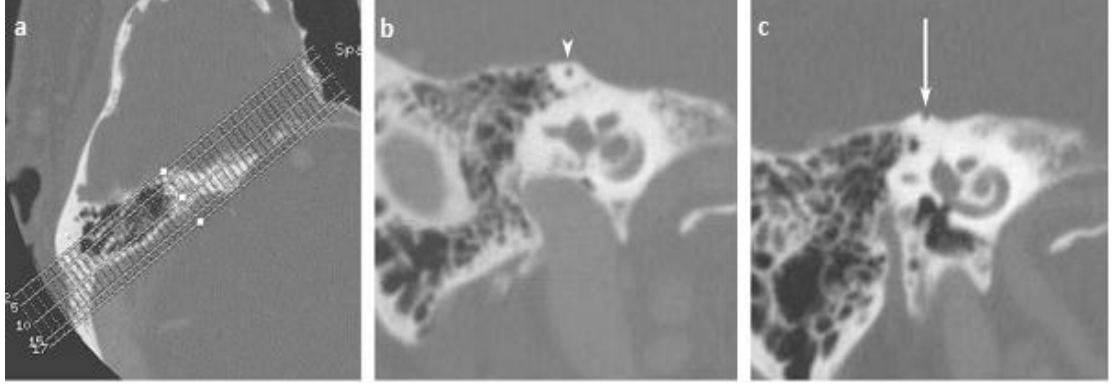
Kanalın çatı yapısında pnömatize trabeküler kemiğin olmayışı ve/veya diğer kemik tabakaların ince oluşu BT’de yanlışlıkla defekt olarak yorumlanabilir (36).



Şekil 2.2. Süperior semisirküler kanal çatısının normal görünümüleri. Temporal kemiğin oblik koronal reformat görüntülerinde a. Çatıyı oluşturan üç tabaka izlenmekte: petröz piramidin kortikal kemiği (ok), otik kapsül kemiği (ok başı) ve pnömatize ara tabaka. Süperior petrozal sinüs oluğu içi boş ok ile gösterilmektedir. b. Süperior semisirküler kanal çatısı, otik kapsül kemiği ve petroz piramidin kortikal kemiği olmak üzere iki tabaka halinde izlenmekte (ok). c. Sadece otik kapsül kemiğinin oluşturduğu tek tabakalı çatı yapısı (ok). Belden ve ark. ndan alınmıştır (36).

Süperior ve posterior semisirküler kanallar sagittal ve koronal planlara yaklaşık 45 derecelik eğimle yerleşim gösterirler. Bu kanalların planları, rutin BT incelemelerinde kullanılan koronal ve transvers planlara obliktir. Günümüzde çok kesitli BT cihazlarının ve ince kollimasyonun kullanımı ile kesit kalınlığı aksial planda elde edilen piksel boyutuna ulaşmış olup multiplanar reformasyonların rezolusyonu aksial incelemelerin rezolusyonunu yakalamıştır. Her planda ince kesit, yüksek rezolusyonlu görüntülerin oluşturulması mümkündür. Süperior semisirküler kanalın değerlendirilmesinde kullanılan iki özel projeksiyon Pöschl ve Stenvers projeksiyonlarıdır. Pöschl planı, transvers piramidal plan olarak da isimlendirilir ve petröz kemiğin aksına dik olan, sagittal ve koronal planlara göre ise 45 derece eğimli olan plandır. Koklear modiulusun ve longitudinal aksında vestibüler akuadaktın değerlendirilmesi için kullanılabilir. Bu planda, süperior semisirküler kanal bir halka şeklinde izlenir ve kanalın dış duvarının tüm yüzeyi tek bir planda boyu boyunca değerlendirilir. Stenvers planı da koronal ve sagittal planlara göre 45 derecelik eğimlidir ancak bu plan Pöschl planına diktir. Kokleanın turlarını ortaya koyan bu

planda, süperior semisirküler kanal kemik çatısı enine kesitler halinde görüntülenir (9, 18).



Şekil 2.3. Stenvers planı. a. Temporal kemiğin aksial görüntüsü üzerinden reformasyon açısı izleniyor. b. İntakt süperior semisirküler kanal c. Süperior semisirküler kanal dehissensisi. Branstetter ve ark. dan alınmıştır (13).



Şekil 2.4. Pöschl planı. a. Temporal kemiğin aksial görüntüsü üzerinden reformasyon açısı izleniyor. b. İntakt semisirküler kanal. c. SSK dehissensisi. Süperior semisirküler kanal dehissensisi. Branstetter ve ark. dan alınmıştır(13).

Literatürde semisirküler kanal dehissensinde BT'nin tanıdaki duyarlılığı ve özgünlüğü ile radyolojik bulguların anatomik-histolojik çalışmalarla olan uyumu konusunda pek çok çalışma bulunmaktadır. Anatomik çalışmalar, normal populasyonun % 0.6-1.4'ünde süperior semisirküler kanalın apeksinde kemik duvar kalınlığının 0.1 mm'den daha ince olabildiğini göstermektedir. Bu ince kemik yapı dahi, semptomların oluşumunu engellemektedir. Günümüzde, temporal kemiğin ÇKBT incelemelerinde kullanılan maksimum ince kesitler 0.5 mm civarındadır. Bu

şekilde x, y ve z eksenlerinde 0.5 mm boyuta sahip olan izotropik vokseller elde edilir ve maksimum uzaysal rezolusyon 0.1 mm'dir (12,37).

Parsiyel Volüm Etkisi

ÇKBT'nin süperior semisirküler kanal çatısını oluşturan çok ince kemik yapıyı göstermedeki gücü yüksek rezolusyona bağlıdır. Rezolusyon gücünü belirleyen en önemli etken X- ışınının kollimasyonudur. Yüksek rezolusyonlu BT çalışmalarının büyük bölümü, 1.0-mm kollimasyon kullanılarak elde edilen temporal kemik BT incelemelerinin transvers ve koronal planlarda reformasyonlarının değerlendirilmesinde yüksek duyarlılığa sahip olduğunu ancak özgünlüklerinin görece düşük olduğunu göstermiştir. 1.0-mm ve 1.5-mm kollimasyon kullanılarak yapılan incelemelerde semisirküler kanalın kemik duvar yapısının ince olduğu durumların yanlışlıkla dehissens ile uyumlu olarak değerlendirilebilmektedir. Voksel, bir görüntüleme sistemi tarafınca ortaya konulan en küçük 3 boyutlu hacmi tanımlar. Bir BT çalışmasında her bir voksel, bunu oluşturan yapıların ortalama radyodansitesine göre belirli bir gri-skala değere (attenuasyon değerine) sahiptir. Bu attenuasyon değeri Hounsfield Unitesi (HU) olarak atanır. Parsiyel volüm etkisi, incelenecek bir yapının BT görüntüsünü oluşturan vokselde daha küçük olduğu durumlarda ortaya çıkar. Bu küçük yapının attenuasyon değeri, aynı voksele dahil olan komşu yapıların attenuasyon değerlerinin ortalaması ile belirlenir. Vokselde küçük boyuta sahip olan yapının son attenuasyon değeri gerçekte voksele atanan değerden farklıdır. Süperior semisirküler kanal çatısının apeksi dışında kalan büyük bir bölümü koronal plandaki kesitlere obliktir ve dolayısıyla bu düzeylerdeki voksellerin sadece bir bölümünü doldurur. Kanal çatısındaki kemiğin 0.1 mm kalınlıkta olduğu bir durumda parsiyel volüm etkisi (kemiğin tarama planına olan açısına bağlı olarak) görüntünün attenuasyonunda belirgin bir düşüşe neden olur ve kemik kanalın izlenmediği şeklinde yorumlanabilir. Bu mekanizma, 1.0-mm kollimasyon kullanılarak, koronal planda yapılan incelemelerde semisirküler kanal dehissensi prevalansının anatomik çalışmalara kıyasla yüksek oluşunu ve yanlış pozitif vakaları açıklamaktadır (10,38).

Parsiyel volüm etkisi 0.5-mm kollimasyonun kullanıldığı çalışmalarda da mevcut olmakla birlikte, 1.0-mm kollimasyona kıyasla etkisi yarıya inmektedir. Belden ve ark.(36), 0.5-mm kollimasyon kullanarak yaptıkları çalışmada semisirküler kanal çatısı kemik yapısı ile bunu çevreleyen beyin omurilik sıvısının ve perilenfin

attenuasyon değerlerini göz önüne alarak 0.5-mm kollimasyonlu incelemelerde parsiyel volüm etkisini değerlendirmiştir. Buna göre, oldukça dens bir yapı olan otik kapsülün attenuasyon değeri 1800-2000 HU arasındadır. Bunu çevreyen sıvının attenuasyon değeri ise 0-40 HU arasındadır. Yüksek rezolusyonlu BT incelemelerinde attenuasyon ölçümleri, incelemenin gürültü oranına bağlı olarak 40-80 HU arasında standart deviasyon (SD) gösterebilmektedir. 0.5-mm kollimasyonun kullanıldığı BT çalışmalarında 0.1 mm kalınlığındaki ince kemik yapı, bir vokselin 1/5'ini doldurmaktadır. Vokselin geri kalan bölümü sıvının attenuasyon değerince doldurulmaktadır. Bu durumda, görüntülenen vokselin attenuasyonu 360-400 HU arasındadır $\{(1800/5 \text{ ila } 2000/5) \pm 40-80 \text{ (gürültü, SD)}\}$. Çalışmanın yazarları, bu vokselin 0-40 HU attenuasyon değerine sahip olan sıvının oluşturduğu arka plandan seçilebilir - ayırt edilebilir olduğunu ve 0.1 mm kalınlıktaki kemik yapının dahi 0.5-mm kollimasyonlarla değerlendirilebileceğini savunmuşlardır. Belden ve ark. bu çalışmada kollimasyonunun 1.0-mm'den 0.5 mm'e düşürülmesiyle BT'nin süperior semisirküler kanal dehissensisi tanısındaki prediktif değerinin % 50'den % 93'e çıktığını belirtmişlerdir. Ancak çalışmada, 0.5-mm kollimasyon kullanılarak yapılan incelemelerde dahi izlenen dehissensin hastanın semptomları ile ilişkili olmayabileceği; kanalın dehissens düzeyinde gelişen bir fibroz doku ile ya da kanalı örten duranın membranöz semisirküler kanalı örtmesi - komprese etmesi ile üçüncü pencerenin inaktif hale gelebileceği not edilmiştir.

Piton ve ark.(39), 0.625 mm kesit kalınlığı kullanıldığında uzaysal rezolusyonu 0.19 mm olarak bildirmiştir ancak BT cihazlarının üreticilerinde bildirilen maksimum rezolusyon limitleri değişkenlik gösterebilmektedir.

Parsiyel volüm etkisine bağlı hataların önlenmesinde en uygun yol ışın kollimasyonunun azaltılmasıdır. Teorik olarak, bu etkinin azaltılmasında başvurulabilecek bir diğer yöntem, incelemelerin ÇKBT'de olduğu gibi lineer detektör dizilimleri ile değil düz panel detektörler ile yapılmasıdır. Perninger ve ark. (40), bu teknikle yapılan volümetrik tomografi incelemelerinin, 0.5-mm kollimasyon kullanılarak yapılan ÇKBT incelemelerine kıyasla semisirküler kanallar hakkında daha fazla veri sağladığını bildirmişlerdir.

Multiplanar Rekonstruksiyonlar

Koronal plan, süperior semisirküler kanal planına 45 derecelik eğim gösterir. Yüksek rezolusyona sahip olan bir sistemden elde edilen koronal plandaki görüntüler, süperior semisirküler kanalın yuvarlak olan çatısının sadece apeksini doğrulukla ortaya koyar. Apeks tarama planına diktir ancak kanal çatısının geri kalanı koronal plana obliktir. Bu durum değerlendirmeyi parsiyel volüm etkisine açık bırakır. Koronal kesitlerle yapılan incelemelerin dehissens tanısındaki doğruluk oranı, semisirküler kanal planına dik ve paralel planlarda yapılanlara kıyasla düşük bulunmaktadır (10,41). Kanal aksına 90 derece dik değerlendirmeler (Stenvers planında) Pöschl planı ile birlikte kullanıldığında süperior SSK dehissensi tanısında BT özgünlüğü belirgin artmaktadır. Ancak sadece Stenvers planında yapılan değerlendirmeler koronal plandaki değerlendirmelerde olduğu gibi, parsiyel volüm etkisine açıktır. Dik kesitlerde, kesitin önce ve sonrasında bulunan kesitlerde bulunan kemik yapının ince olmasına bağlı olarak incelenen vokselin attenuasyon değeri düşük izlenir. Pöschl planında, kanala paralel oryantasyonda yapılan incelemelerde bu etki kısmen ortadan kalkmaktadır (9,33,38).

Görüntüleme Alanı (Field of View – FOV)

Görüntüleme alanı, ÇKBT incelemelerinin rezolusyonunu, dolayısıyla semisirküler kanal dehissensi tanısını etkileyen faktörlerden biridir. İyi bir rezolasyon sağlayabilmek ve parsiyel volüm etkisini en aza indirgeyebilmek için belirlenen görüntü matrisine mümkün olan en küçük doku hacmini yerleştirmek gereklidir (38).

Görüntü Filtreleme Yöntemleri

Daha yorumlanabilir görüntüler elde etmek için ham ÇKBT verilerinin filtrelenmesi genellikle kenar filtreleri ile yapılır. Ancak, kullanılan gürültü azaltım algoritmaları, oluşturulan görüntüden semisirküler kanal çatısını oluşturan ince kemiğin çıkarılmasıyla sonuçlanabilir. Bu durumda filtreleme işlemi yanlış pozitif tanıya neden olabilir (38, 42).

Üç Boyutlu Bilgisayarlı Tomografi İncelemeleri

Temporal kemiğin yüksek rezolusyonlu BT incelemeleri üzerinden üreticilerin

sağladığı yazılımlar aracılığıyla oluşturulan üç boyutlu görüntüler, günümüzde fasial sinir kanalını etkileyen kompleks fraktürlerin, kolesteatom olgularının değerlendirilmesinde giderek daha sıklıkla kullanılmaktadır. Bu görüntüler ayrıca cerrahlara operasyon öncesi planlama ve oryantasyon kolaylığı sağlamaktadır. Ancak, üç boyutlu BT rekonstruksiyonları üzerine yapılan erken dönem çalışmalar, bu teknolojinin ince anatomik detayların değerlendirilmesinde geleneksel planar BT rekonstruksiyonlara kıyasla daha zayıf olduğunu göstermiştir. Üç boyutlu BT rekonstruksiyonlarında kemiğe komşu olan beyin ve yumuşak dokuları görüntüden çıkarmak için yüksek filtreleme teknikleri kullanılmaktadır. Temporal kemik incelemelerinde bu türden bir filtrelemede semisirküler kanala komşu yapılar ile birlikte semisirküler kanal çatısını örten ince kemik yapı da görüntüden çıkarılabilir. Yakın dönemde Crane ve ark. (42), temporal kemiğin üç boyutlu rekonstruksiyonlarının yanlış pozitif dehissens oranını belirgin artırdığını, mevcut kemik defektini olduğundan büyük gösterdiğini ve bazı durumlarda ise defektin mevcut olduğu vakaların yanlış negatif olarak yorumlanmasına neden olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Zhou ve ark.(5) ve Roditi ve ark.(32), bu teknikle yapılan değerlendirmelerde semisirküler kanal kemik çatısının üzerinde yer alan pnömotize hücrelerinin yanlışla defekt olarak yorumlanması sonucunu doğurduğunu bildirmiştir.

2.5.5 Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

Vestibuler semptomları bulunan olgularda temporal kemiğin manyetik rezonans (MR) incelemeleri, labirent, serebellopontin köşe, beyin sapı ve 8. kranial sinirin değerlendirimi için sıklıkla ilk çalışılan tetkik olmaktadır. Bu nedenle, MR incelemelerde dehissens görünümünün tanınması önem kazanmaktadır. Bu incelemelerde posterior ve süperior semisirküler kanal dehissensilerinin tanısı, T2 ağırlıklı görüntülerde sıvıyla dolu semisirküler kanal ile komşuluğunda yer alan beyin-omurilik sıvısı arasında doğrudan bağlantının ortaya koyulması ile olur. Semisirküler kanal dehissensi tanısında manyetik rezonans görüntülemenin yeri üzerine yapılan az sayıdaki çalışma (13,17) bu yöntemin gücünün BT incelemeye kıyasla, -özellikle pozitif prediktif değeri yönünden-, düşük olduğunu göstermektedir. Browaeys ve ark. (43), temporal kemiğin FIESTA sekansını içeren MR protokülünü kullanarak 3.0 Tesla (T) cihaz ile yaptıkları çalışmada, yüksek rezolusyonlu temporal

kemik BT incelemelerini referans alarak, süperior semisirküler kanal dehissensisinde MR incelemenin pozitif prediktif değerini % 61.1 ve negatif prediktif değerini % 100 olarak bildirmişlerdir. Çalışmanın yazarları, bu değerler göz önüne alınarak, belirtilen protokolde çalışılan MR incelemelerde negatif bulgu varlığında dehissens değerlendirimi için ek BT çalışmasına ihtiyaç olmadığını, MR incelemede pozitif bulgular varlığında ise bu bulguların BT inceleme ile doğrulanması gerektiğini belirtmişlerdir. Lateral semisirküler kanalın dehissensisinde MR incelemenin tanıdaki yeri daha sınırlıdır. T2 ağırlıklı görüntülerde hem hava ile dolu orta kulak boşluğu hem de lateral semisirküler kanal duvarını oluşturan kemik yapı düşük sinyal intensite özelliğinde olduğundan bu ikisi arasındaki kontrastın ayrımlanması oldukça güçtür (13).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu retrospektif çalışma üniversitemiz etik kurulunca 15.08.2012 Tarih ve 2012/165 Sayılı kararı ile onayladı. Üniversitemiz PACS veritabanından Ekim 2011 – Aralık 2012 tarihleri arasında farklı endikasyonlarla temporal kemiğin çok kesitli BT incelemesi çalışılan hastaların yaş ve cins özellikleri kaydedildi. ÇKBT cihazı ile (Aquillion 64, Toshiba Tokyo, Japonya), 64x0.5 mm kollimasyonda, 0.5 saniye rotasyon zamanı, 2.24 cm/sn gantri rotasyonundaki masa hareketi, 300 efektif mAs ve 120kV parametreleri kullanılarak hastalar supin pozisyonda iken elde edilen görüntüler kullanıldı. Ham DICOM görüntüler farklı bir iş istasyonuna aktarılarak, burada DICOM görüntüleyici bir program (Vitrea; Vital Images) ile rekonstrakte edilerek çok planlı kesitler (MPR, Multiplanar Rekonstruksiyonlar) oluşturuldu. BT incelemelerinin değerlendirimi, biri radyoloji pratiğini son 14 senedir nöroradyoloji alanında yapmakta olan ve diğeri 4 senelik genel radyoloji deneyimi olan 2 radyolog tarafından, konsensus kararı ile yapıldı.

Görüntülerin değerlendirimi sonucunda hareket artefaktları içeren olgular, 3 yaş ve altındaki olgular ya da geçirilmiş cerrahi öyküsü bulunan olgular, iç kulakta konjenital ya da edinilmiş anatomik anomali bulgusu saptanan olgular; temporal kemik fraktürü bulunan, labirintitis ossifikans bulgusu olan olgular ile iç kulağı etkileyen destrüktif süreçlerin saptandığı olgular çalışma dışında bırakıldı. Bu olgular dışlandıktan sonra kalan toplam 509 olgunun (233'ü erkek ve 276'sı kadın) çok kesitli temporal kemik BT incelemeleri çalışmaya dahil edildi.

Çalışmaya dahil hastaların yaş aralığı 4-82 yaş idi. Hastaların herbirinde sağ ve sol temporal kemik BT görüntüleri süperior ve posterior semisirküler kanal dehissensisi varlığı açısından 1500/350 WL kullanılarak rekonstruksiyonlar üzerinden değerlendirildi. Kanal eksenine dik ve paralel rekonstruksiyonlardan ikisinde de kanalın kemik yapısında devamsızlığın izlenmesi dehissens olarak tanımlandı. Radyolojik dehissens tanısında şüpheye düşülen olgularda kanal eksenine dik ve paralel planlarda ve ek oblik planlarda değerlendirmeler yapılarak karara varıldı. Süperior semisirküler kanal dehissensisi saptanan hastalarda Pöschl planında kemik yapıdaki defektin başlangıç ve sonlanım noktaları arasındaki uzunluk lineer olarak ölçüldü. Bu hastalarda süperior semisirküler kanal çatısı apikal- anterior, apikal-posterior ve apikal olmak üzere üç bölümde incelenerek, defektin yerleşimi not edildi.

Süperior petrosal sinüs oluşunda izlenen defekt olguları ayrıca not edildi.

Süperior semisirküler kanal dehissensisi saptanmayan olgularda, Pöschl planında magnifikasyon kullanılarak süperior petrosal sinüs oluşu düzeyi dışında, kanalın kemik çatısının en ince olduğu noktada kemik kalınlığı ölçüldü. Bu seviyede yapılan ölçümler 2 farklı kategoride sınıflandırıldı: 0.5 mm ve altındaki ölçümler 'ince' grup ve 0.6 mm ve üzerindeki ölçümler 'normal' grup olarak tanımlandı.

Radyolojik olarak süperior semisirküler kanal dehissensisinin prevalansının ve süperior semisirküler kanal kemik çatısı ince olan olguların (0.5 mm ve/veya 0.5 mm altında) prevalansının farklı yaş grupları arasındaki değişimini belirlemek amacıyla hasta popülasyonu 4-19 yaş, 20-39 yaş, 40-59 yaş, 60-79 yaş ve 80-99 yaş olmak üzere 5 farklı yaş grubunda incelendi.

İstatistiksel analizler 'SPSS (IBM, versiyon 20.0) yazılımı kullanılarak gerçekleştirildi. Devamlı değişkenler ortalama değer ve \pm standart deviasyonlar ile, kategorik değişkenler yüzde (%) ile tanımlandı. Tüm hipotez testleri çift taraflı elde edildi ve p değerinin 0.05 üzerinde olması anlamlı kabul edildi. Kategorik değişkenler arasındaki kıyaslamalar ki-kare testi ile (χ^2) gerçekleştirildi ve her biri için Pearson korelasyon kat sayıları elde edildi. Olgu yaş grupları arasında SSKD'ive SSK kemik çatısı kalınlığı prevalansları açısından değişimin analizinde lojistik lineer regresyon modelleri kullanıldı. Tek taraflı olarak süperior semisirküler kanal çatısının ince olması ile kontralateral kulakta SSKD varlığı ya da tek taraflı SSKD'i varlığında kontralateral kulakta süperior semisirküler kanal kemik çatısının ince olması arasında ilişki lojistik regresyon modelleri ile analiz edildi.

4. BULGULAR

Dışlama kriterlerine göre çalışmaların incelenmesi sonrasında bu retrospektif çalışmaya 509 olgunun çok kesitli temporal kemik BT incelemesi dahil edilerek toplam 1018 temporal kemik değerlendirildi. 233 erkek olgu (% 45.8) ve 276 kadın olgu (% 54.2) mevcuttu. Olguların yaş aralığı 4-82 yaş idi (ortalama 40.93 yaş, SD 17.17).

Çalışmadaki olguların 31'inde (% 6.0) ve temporal kemiklerin 38'inde (% 3.7) radyolojik olarak SSKD'i saptandı. Radyolojik olarak SSKD'i bulunan toplam 31 hastadan 10'unda sol kulakta (% 32.2), 14'ünde sağ kulakta (% 45.1) ve 7'sinde her iki kulakta SSKD'i mevcuttu (%22.5). 31 hastadan 15'i erkek (% 48.3) ve 16'sı kadın (%51.6) olgulardı. Dehissens saptanan 38 temporal kemiğin 19'u kadın ve 19'u erkek olgulara aitti. Hem olgu hem de temporal kemik üzerinden yapılan değerlendirmelerde süperior semisirküler kanal dehissensi görülme sıklığının cinsler arasında anlamlı farklılık göstermediği izlendi (p=0.58), (Tablo 4.1 ve Tablo 4.2).

Tablo 4.1.Tüm temporal kemiklerin değerlendiriminde süperior semisirküler kanal dehissensisi prevalansının cins ile ilişkisi (n, değerlendirilen temporal kemik sayısı).

		Dehissens		Toplam (n, %)
		yok (n, %)	var (n, %)	
Cins	erkek (n)	447	19	466
	erkek (%)	95,9%	4,1%	100 %
	kadın (n)	533	19	552
	kadın (%)	96,6%	3,4%	100,0%
Toplam		980	38	1018
		96,3%	3,7%	100,0%

Süperior semisirküler kanal dehissensi bulunan temporal kemiklerin 16'sında dehissens SPS oluşunda (%42.1), 11'inde kanal çatısının apeksinde (%28.9), 9'unda apikal-posterior kesiminde (%23.6) ve 2'sinde apikal- anterior kesiminde idi (%5.2). Bilateral SSKD'i bulunan 7 hastanın 4'ünde dehissens sağ ve sol kulakta semisirküler kanalın aynı bölümünde izlendi (Tablo 4.3).

Tablo 4.2. BT’de süperior semisirküler kanal dehissensisi bulunan olguların yaş ve cins verileri ile dehissens özellikleri. SSKD, süperior semisirküler kanal dehissensi; A, apikal - santral ; SPS, süperior petrosal sinüs oluşu düzeyi; AP, apikal -posterior; AA, apikal – anterior; (*) , bilateral dehissensi bulunan hastalar.

Olgu No	Cins	Yaş	Sağ SSKD	Sağ Dehissens Lokalizasyonu	Sağ Dehissens Uzunluğu	Sol SSKD	Sol Dehissens Lokalizasyonu	Sol Dehissens Uzunluğu
1	K	46	(-)	---	---	(+)	A	1.4 mm
2	K	44	(-)	---	---	(+)	SPS	1.6 mm
3*	E	48	(+)	AP	1.6 mm	(+)	AP	1.8 mm
4	E	36	(-)	---	---	(+)	SPS	1.6mm
5	E	35	(+)	A	0.8 mm	(-)	---	---
6	K	51	(-)	---	---	(+)	SPS	1.1 mm
7	E	34	(-)	---	---	(+)	SPS	2.5 mm
8*	K	48	(+)	A	0.6 mm	(+)	AP	0.7 mm
9	K	60	(-)	---	---	(+)	SPS	1.3 mm
10	K	63	(+)	SPS	1.7 mm	(-)	---	---
11	E	53	(+)	AP	2.2 mm	(-)	---	---
12	E	27	(+)	SPS	1.3 mm	(-)	---	---
13	K	31	(+)	SPS	0.5 mm	(-)	---	---
14	K	58	(-)	---	---	(+)	AP	0.4 mm
15*	K	31	(+)	AP	2.6 mm	(+)	AP	0.4 mm
16*	E	47	(+)	SPS	0.7 mm	(+)	A	3.4 mm
17	E	47	(+)	AP	1.0 mm	(-)	---	---
18	E	49	(+)	A	3.1 mm	(-)	---	---
19	K	47	(+)	AA	2.9 mm	(-)	---	---
20	K	14	(+)	A	0.5 mm	(-)	---	---
21	K	37	(-)	---	---	(+)	SPS	0.8 mm
22	K	27	(+)	SPS	0.9 mm	(-)	---	---
23*	K	49	(+)	A	3.2 mm	(+)	AP	0.5 mm
24	K	32	(-)	---	---	(+)	A	0.5 mm
25*	E	68	(+)	SPS	0.4 mm	(+)	SPS	0.4 mm
26	E	47	(+)	SPS	2.8 mm	(-)	---	---
27	E	33	(+)	SPS	0.7 mm	(-)	---	---
28*	E	51	(+)	A	1.8 mm	(+)	A	2.0 mm
29	K	11	(+)	A	3.8 mm	(-)	---	---
30	E	34	(-)	---	---	(+)	SPS	1.3 mm
31	K	53	(+)	AA	1.3 mm	(-)	---	---

Tablo 4.3. Radyolojik olarak süperior ve posterior semisirküler kanal dehissensisi bulunan olgular ve özellikleri (SSKD, süperior semisirküler kanal dehissensisi; PSKD, posterior semisirküler kanal dehissensisi).

SSKD’i bulunan olgular	31/509 (% 6.0)
SSKD’i bulunan kulaklar	38/1018 (% 3.7)
SSKD’i bulunan kulaklar	
Apikal - santral	11 (% 28.9)
Apikal - posterior	9 (% 23.6)
Apikal - anterior	2 (% 5.2)
SPS oluşu	16 (% 42.1)
PSKD’i bulunan olgular	16 /509 (% 3.1)
PSKD’i bulunan kulaklar	20/1018 (% 1.9)

Değerlendirilen olguların 16’sında (% 3.1) ve temporal kemiklerin 20’sinde (% 1.9) radyolojik olarak posterior semisirküler kanal dehissensisi (PSKD) saptandı. Posterior semisirküler kanal dehissensisi 5 olguda sağ kulakta (% 31.2), 7 olguda sol kulakta (% 43.7) ve 4 olguda bilateraldi (% 25). Posterior semisirküler kanal dehissensisi saptanan olguların tümünde dehissens posterior kranial fossa düzeyinde izlenirken, jugular bulb düzeyinde dehissens izlenmedi. 2 olguda posterior semisirküler kanal dehissensisine SSKD’i eşlik etmekteydi. Bu olgulardan birinde bilateral PSKD’i ile birlikte bilateral SSKD’i mevcut iken; diğer olguda sağ kulakta PSKD’i ile birlikte sol SSKD’i mevcuttu (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Radyolojik olarak posterior semisirküler kanal dehissensisi saptanan olguların yaş ve cins özellikleri ile eşlik eden SSKD bulguları (PSKD, posterior semisirküler kanal dehissensisi; SSKD, süperior semisirküler kanal dehissensisi).

Olgu no	Cins	Yaş	Sağ PSKD	Sol PSKD	SSKD
1	E	53	(+)	(+)	---
2	E	48	(+)	(+)	Bilateral (+)
3	E	41	(-)	(+)	---
4	E	53	(+)	(-)	Sol(+)
5	E	60	(-)	(+)	---
6	E	42	(+)	(-)	---
7	E	60	(-)	(+)	---
8	E	27	(-)	(+)	---
9	E	15	(-)	(+)	---
10	E	65	(+)	(+)	---
11	E	33	(+)	(-)	---
12	E	51	(-)	(+)	---
13	E	52	(+)	(+)	---
14	E	52	(+)	(-)	---
15	E	43	(+)	(-)	---
16	E	25	(-)	(+)	---

Süperior semisirküler kanal dehissensisi prevalansının farklı yaş grupları arasındaki değişimi incelendiğinde radyolojik olarak SSKD’i saptanan toplam 31 olgudan 2’sinin 4-19 yaş grubunda; 11’inin 20-39 yaş grubunda; 15’inin 40-59 yaş grubunda ve 3’ünün 60-79 yaş grubunda yer aldığı izlendi. Çalışmaya dahil 80 yaş ve üzerinde olan toplam 5 olgudan hiçbirinde SSKD’i izlenmedi. Süperior semisirküler kanal dehissensisi saptanan olguların buldukları yaş gruplarına göre kategorizasyonları Tablo 4.5’te gösterilmektedir.

Tablo 4.5. Farklı yaş gruplarında süperior semisirküler kanal dehissensisi saptanan olgu sayıları ve prevalansları (SSKD, süperior semisirküler kanal dehissensisi; ^a bilateral süperior semisirküler kanal dehissensisi saptanan olgu sayısı).

Yaş grubu (yıl)	Değerlendirilen toplam olgu sayısı	SSKD'i saptanan olgu sayısı	SSKD prevalansı
4-19	71	2	% 2.8
20-39	162	11 (1 ^a)	% 9.1
40-59	208	15 (5 ^a)	% 7.2
60-79	63	3 (1 ^a)	% 4.7
80-99	5	0	0

Değerlendirilen 509 olgudan 270'inde (% 53.0) en az bir kulakta süperior semisirküler kanal kemik çatısı en ince olduğu noktada 0.5 mm veya daha az kalınlıktaydı. 150 olguda (% 29.4) her iki kulakta birden süperior semisirküler kanal kemik çatısı en ince olduğu noktada 0.5 mm veya altında kalınlıktaydı. En az bir kulakta süperior semisirküler kanal çatısının en ince olduğu noktada 0.5 mm veya 0.5 mm altında ölçüldüğü olguların yaş gruplarına göre kategorizasyonları Tablo 4.6'da gösterilmektedir.

Tablo 4.6. Farklı yaş gruplarında süperior semisirküler kanal kemik çatısının 0.5 mm veya altında ölçüldüğü olgu sayıları ve prevalansları (SSK, süperior semisirküler kanal; *, süperior semisirküler kanal kemik çatısının en ince olduğu noktadan yapılan ölçümlerde; ^a bilateral süperior semisirküler kanal dehissensi saptanan olgu sayısı).

Yaş grubu (yıl)	Değerlendirilen toplam olgu sayısı	SSK kemik çatısı \leq 0.5 mm *	SSK kemik çatısı \leq 0.5 mm*, prevalans
4-19	71	40(24 ^a)	% 56.3
20-39	162	84 (40 ^a)	% 51.8
40-59	208	117 (70 ^a)	% 56.2
60-79	63	26 (13 ^a)	% 41.2
80-99	5	3 (3 ^a)	% 60.0

Tek taraflı süperior semisirküler kanal dehissensisi saptanan 24 olgudan 17'sinde (% 70.8) kontralateral kanal kemik çatısı en ince olduğu noktada 0.5 mm veya altında kalınlıktaydı. Benzer şekilde, bu olguların 20'sinde (% 83.3) kontralateral kemik çatı kalınlığı en ince olduğu noktada 1.0 mm veya altında izlendi. Tek taraflı semisirküler kanal dehissensisi saptanan olguların 4'ünde (% 16.6) kontralateral süperior semisirküler kanal kemik çatısı en ince olduğu noktada 1.1 mm ve üzerinde kalınlıktaydı. Tek tarafta süperior semisirküler kanal kemik çatı kalınlığı

0.5 mm ve altında olan olgularda kontralateral kulakta dehissens sıklığı, kemik çatı kalınlığı 0.6 mm ve üzerinde olan olgulara kıyasla anlamlı yüksek bulundu (Tablo 4.7 ve Tablo 4.8).

Tablo 4.7. Sol temporal kemikte süperior semisirküler kanal kemik çatı kalınlığı ile kontralateral dehissensi saptanma oranları arasındaki ilişki (SSKD, süperior semisirküler kanal dehissensi; *, süperior semisirküler kanal kemik çatısının en ince olduğu noktadan yapılan ölçümlerde; n, olgu sayısı).

		Sağ SSKD		Toplam (n/%)	p değeri
		yok (n)	var (n / %)		
Sol SSK kemik çatı kalınlığı *	≤ 0.5 mm	219 (%95.6)	10 (% 4.4)	229(%100)	= 0.05
	≥ 0.6 mm	259(%98.5)	4 (% 1.5)	263(%100)	
Toplam		478(%97.1)	14(%2.9)	492(%100)	

Tablo 4.8. Sağ temporal kemikte süperior semisirküler kanal kemik çatı kalınlığı ile kontralateral dehissens saptanma oranları arasındaki ilişki (SSKD, süperior semisirküler kanal dehissensi; *, süperior semisirküler kanal kemik çatısının en ince olduğu noktadan yapılan ölçümlerde; n, olgu sayısı).

		Sol SSKD		Toplam(n/%)	p değeri
		yok (n)	var (n / %)		
Sağ SSK kemik çatı kalınlığı *	≤ 0.5 mm	183(%96.3)	7 (% 3.7)	190(%100)	= 0.04
	≥ 0.6 mm	295(%99.0)	3 (% 1.0)	298(%100)	
Toplam		478 (%97.9)	10(%2.1)	488(%100)	

Süperior semisirküler kanal dehissensisi saptanmayan ancak sağ ya da sol temporal kemikte süperior semisirküler kanal kemik çatısının ‘ince’ olarak tanımlandığı (0.5 mm veya altında kalınlıkta) olguların büyük bölümünde kontralateral temporal kemikte kanal kemik çatı kalınlığının da ince olduğu gözlemlendi. Benzer şekilde, sağ ya da sol temporal kemikte süperior semisirküler kanal kemik çatı kalınlığı 0.6 mm ve üzerinde olan olguların büyük bölümünde kontralateral kemik

çatı kalınlığı 0.6 mm ve üzerinde izlendi (Tablo 4.9 ve Tablo 4.10).

Tablo 4.9. Sol süperior semisirküler kanal kemik çatı kalınlığı ile sağ süperior semisirküler kanal kemik çatı kalınlığı arasındaki ilişki (*,süperior semisirküler kanal kemik çatısının en ince olduğu noktadan yapılan ölçümlerde; n, olgu sayısı).

		Sağ SSK kemik çatı kalınlığı *		Toplam (n, %)	p değeri
		≤ 0.5 mm (n, %)	≥ 0.6 mm (n,%)		
Sol SSK kemik çatı kalınlığı *	≤ 0.5 mm	150 (%68.5)	69 (%31.5)	219 (%100)	< 0.00
	≥ 0.6 mm	33 (%12.7)	226 (%87.3)	259 (%100)	
Toplam		183(%38.2)	295(%61.8)	478(%100)	

Tablo 4.10. Sağ süperior semisirküler kanal kemik çatı kalınlığı ile sol süperior semisirküler kanal kemik çatı kalınlığı arasındaki ilişki (*,süperior semisirküler kanal kemik çatısının en ince olduğu noktadan yapılan ölçümlerde; n, olgu sayısı).

		Sol SSK kemik çatı kalınlığı *		Toplam (n, %)	p değeri
		≤ 0.5 mm (n, %)	≥ 0.6 mm (n,%)		
Sağ SSK kemik çatı kalınlığı *	≤ 0.5 mm	150 (%82.0)	33 (%18.0)	183 (%100)	< 0.00
	≥ 0.6 mm	69 (%23.4)	226 (%76.6)	295 (%100)	
Toplam		219 (%45.8)	259 (%54.2)	478 (%100)	

5. TARTIŞMA

Ses dalgalarının neden olduğu vibrasyon hareketi önce timpanik membran, sonra orta kulak kemikçikleri aracılığıyla oval pencereye aktarılır. Stapes bir piston gibi davranarak iç kulağın perilenfinde bir itme hareketine neden olur. Sıvıların sıkıştırılmaz yapıda oluşu nedeni ile iç kulak sıvısında hafif düzeyli bir hareketin dahi sistemin başka bir noktasında ve stapesin tetiklediği hareketin tersi yönünde kompensatuar bir hareket ile dengelenmesi gerekmektedir. Fizyolojik olarak, kokleada stapesin oluşturduğu bu etki yuvarlak pencere düzeyinde yuvarlak pencere membranının hareketi ile dengelenir. Basınç dalgaları skala vestibulinin perilenfinden skala timpaniye ve sonunda yuvarlak pencereye aktarılır. Dolayısıyla, oval ve yuvarlak pencereler, normalde kapalı bir hidrolik sistem olan iç kulağın iki fizyolojik denge noktasını oluştururlar. İç kulağın herhangi noktasında bir üçüncü açıklığın ya da bilinen adıyla 'üçüncü pencere'nin varlığı durumunda perilenf ve endolenf dış çevredeki ses ya da basınç değişikliklerine açık hale gelir (9). Semisirküler kanalların herhangi birinde kemik kanalın bir noktasında devamsızlığın bulunması durumunda kanalın membranöz kısmının dış basınç ve ses uyaranlarından etkilenimi nedeniyle ortaya çıkan semptomlar ilk olarak 1929 yılında Tullio tarafından tanımlanmıştır. 1998'de Minor ve ark. (44), hastalarda süperior semisirküler kanal kemik çatısındaki devamlılığın kaybına bağlı olarak ortaya çıkan spesifik göz hareketlerini tanımlayarak klinik bulguları ince kesitli BT bulguları ile kıyaslamışlardır. Çalışmada klinik semptomları bulunan ve BT incelemede süperior semisirküler kanal kemik çatısında küçük birer defekt izlenen iki hasta saptanarak bu hastalarda orta kranial fossa yaklaşımı ile defekt onarımına gidilmiştir. Onarım sonrası iki hastada da klinik iyileşme saptanarak, kanalın kemik yapısındaki devamsızlığa ikincil ortaya çıkan vestibuler ve işitsel semptomlar süperior semisirküler kanal dehissensisi sendromu olarak isimlendirilmiştir. Günümüzde semisirküler kanal dehissensisi tanısında tipik semptomlar varlığında vestibuler ve işitsel testler büyük oranda yol gösterici kabul edilmekle birlikte klinik olarak kanal dehissensisini taklit edebilecek diğer otolojik rahatsızlıkların varlığı nedeniyle ve özellikle cerrahi onarım düşünülen hastalarda defekt varlığının, uzanım ve yerleşiminin değerlendirimi amacıyla temporal kemiğin yüksek çözünürlüklü BT incelemeleri büyük önem kazanmıştır (2,9). Sendromun tanımlanışı, klinisyen ve radyologlarca bilinirliğinin artması sonrasında kanal

dehissensinin anatomik-histolojik ve radyolojik prevalansı ile bulguların semptomlarla ilişkisi üzerine yapılan çalışmalar, anatomik incelemelerde veya görüntüleme ile saptanan dehissens olgularının bir bölümünün asemptomatik olduğunu göstermiştir. Çeşitli otolojik endikasyonlar ile çalışılan çok kesitli temporal kemik BT incelemelerinin sayısındaki artış ve BT teknolojisindeki gelişmeyle birlikte kanal dehissensisi saptanma sıklığı ve BT'nin tanıdaki özgünlüğü artarken, halen görüntüleme bulguları ile klinik bulguların birlikte değerlendirilmesi gerektiği konusunda büyük ölçüde fikir birliği mevcuttur (6,12). Temporal kemik BT incelemelerinin özgünlüğü 0.5-mm kollimasyonlar ile semisirküler kanal planında rekonstruksiyonların kullanılması ile artmakta olup bu özellikteki değerlendirmelerin tanı gücü ve doğruluğunun 1.0-mm ve üzerindeki kollimasyonlar kullanılarak ya da konvansiyonel aksial ve koronal planlarda yapılan değerlendirmelere kıyasla daha yüksek olduğu bilinmektedir (9).

5.1 Süperior Semisirküler Kanal Dehissensisi Radyolojik Prevalansı ve Dehissensi Lokalizasyonu

Williamson ve ark. (45), 2003 yılında yayımlanan çalışmalarında retrospektif olarak 223 olguya ait toplam 442 temporal kemiği değerlendirmiştir. 1.0-mm kollimasyonlu yüksek çözünürlüklü temporal kemik BT incelemelerinde doğrudan koronal görüntülerin değerlendirildiği bu çalışmada, toplam 39 temporal kemikte (% 9) süperior semisirküler kanal dehissensisi saptanmıştır. Dehissens, 14 kulakta kanalın apeksinde ya da en üst-santral bölümünde izlenirken (%36), 14 kulakta kanal çatısının posterior kesiminde, büyük oranda süperior petrosal sinus oluşu düzeyinde izlenmiştir (%36). 11 kulakta ise dehissens kemik çatının anterior kesiminde saptanmıştır (%28.2). Çalışmaya dahil 9 olguda bilateral dehissens izlenmiştir. Çalışmanın yazarları, çalışmada kullanılan görüntü elde etme parametreleri ile BT'nin rezolüsyon limitinin 0.324 mm olduğunu belirtmiştir. Çalışmada histolojik incelemelere kıyasla anlamlı oranda yüksek bulunan radyolojik SSKD prevalansının, BT'de 0.324 mm altındaki kalınlıktaki kemiği ayrımlanamamasının bir sonucu olduğu ve tek başına radyolojik kriterler göz önüne alındığında SSKD tanısında yanlış pozitif tanı oranının yüksek olduğu belirtilmiştir(45). Biz çalışmamızda 0.5 mm kollimasyonlar ile elde edilen görüntülerin multiplanar rekonstruksiyonlar ile değerlendirimi sonucu, incelenen toplam 1018 temporal kemiğin 38'inde (% 3.7) ve

toplam 509 olgunun 31'inde (% 6.0) süperior semisirküler kanal dehissensisi saptadık. Bu oranlar, hem yapılmış olan histolojik çalışmalara hem de yakın dönemde 1.0-mm altında kollimasyonlar kullanılarak yapılan çalışmalar ile benzer olup görüntü elde etme parametrelerinin ve görüntülerin multiplanar rekonstruksiyonlar ile değerlendiriminin SSKD tanısına etkisini yansıtmaktadır. Biz çalışmamızda SSKD'i saptanan toplam 38 olgunun 11'inde dehissensi kanal çatısının apeksinde (% 28.9); 9'unda kanal çatısının posterior kesiminde (% 23.6); 16'sında süperior petrosal sinüs oluşu düzeyinde (% 42.1) ve 2'sinde kanal çatısının anterior kesiminde (% 5.2) izledik. Çalışmamızda dehissensin yerleşim düzeyine ait bu oranlar büyük ölçüde Williamson ve ark. nin çalışması ile benzerlik göstermekle birlikte, Williamson ve ark.nin çalışmasında süperior semisirküler kanal çatısının anterior kesiminde saptanan dehissens oranı bizim çalışmamızdan farklılık göstermektedir. Williamson ve ark., çalışmalarında semisirküler kanal kemik çatısının anteriorunda saptanan dehissens olgularının sayısının yüksekliğinin doğrudan koronal görüntülerin elde edilmesi sürecinde hastalara pozisyon verilmesi sırasında karşılaşılan standardizasyon eksikliğinden kaynaklanabileceğini belirtmiştir (45).

Stimmer ve ark.(2), 0.6-mm kollimasyon kullanılarak çalışılan toplam 350 olguya ait çok kesitli temporal kemik BT incelemelerinin aksial ve oblik koronal rekonstruksiyonlarla retrospektif olarak değerlendirmesinde (toplam 700 temporal kemik) olguların %12.6'sında ve temporal kemiklerin % 8'inde süperior semisirküler kanal dehissensisi saptamıştır. Bu çalışmada, bizim çalışmamız ile benzer şekilde defekt, olguların büyük bölümünde kanal çatısının apikal veya posterior kesiminde izlenmiştir (% 51 posterior ve % 27 apikal kesimde olmak üzere).

Crovetto ve ark. (37), 0.5 ve 0.6- mm kollimasyon kullanılarak çalışılan toplam 604 kulağa ait çok kesitli temporal kemik BT incelemelerinin değerlendirmesinde radyolojik olarak SSKD'i saptanan toplam 22 kulağın (% 3.6) 18'inde defektin semisirküler kanal çatısının apeksinde yerleştiğini belirtmiştir. Bu çalışmada, kanal çatısının apikal- posterior kesiminde defekt izlenen 3 kulaktan 2'sinde defekt süperior petrosal sinus düzeyindedir.

Carey ve ark. (11), 596 yetişkin olguya ait toplam 1000 temporal kemik örneğinin histolojik değerlendirmesinde 5 kemikte SSKD'i saptamış olup bunların 4'ünde (% 80) kanal dehissensisinin süperior petrosal sinus oluşu düzeyinde olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada, SPS oluşu düzeyinde kemik yapıda incelme ya da defekt

izlenen olgularda, ince kemiği oluşturan ya da defekt kenarlarında yerleşik kemik lamellerin olgun ve stabil yapıda oldukları gözlenerek, bu düzeyde kemikte incelmeye ya da defekte neden olan sürecin uzun süreli bir süreç olması gerektiği görüşü belirtilmiştir.

Bizim çalışmamızda süperior petrosal sinus oluşu düzeyinde izlenen dehissensi olguları, SSKD'i saptanan tüm olguların % 42.1'ini oluşturmaktaydı. Semisirküler kanalın kemik çatısının apikal kesiminde ve SPS oluşu düzeyinde izlenen dehissensi olgularının oranının yüksekliği, olasılıkla, bu kesimlerde kanalın yakın anatomik komşuluğu nedeniyle, orta kranial fossa ve dural venöz sinuslerdeki basınç değişikliklerine diğer kesimlere göre daha açık olmasından kaynaklanmaktadır. Benzer şekilde, radyolojik çalışmalarda kolesteatom veya kronik orta kulak hastalıklarına ikincil meydana gelenler dışında, lateral semisirküler kanal dehissensisinin nadir izlenmesi de lateral kanalın orta ve posterior kranial fossa ile, dolayısıyla dural sinusler ile, doğrudan temas halinde olmaması ile açıklanabilir (46).

2008 yılında yayımlanan Cloutier ve ark. (6)'nın çalışmasında, 0.55-mm kollimasyonlar kullanılarak elde edilen toplam 581 temporal kemik BT incelemesi süperior semisirküler kanal dehissensisi varlığı açısından değerlendirilmiştir. Görüntülerin değerlendirimi önce koronal planda ve daha sonra ayrıca semisirküler kanal planına uygun rekonstruksiyonlar üzerinden yapılmıştır. Koronal planda yapılan değerlendirmelerde 581 temporal kemikten 58'inde (% 10) kanal dehissensi saptanırken, semisirküler kanal planına uygun oblik değerlendirmelerde bu sayı 23'e düşmüştür (% 4.0). Ancak çalışmada, koronal planda yapılan değerlendirmelerde saptanmadığı halde oblik rekonstruksiyonlarda izlenen dehissens olgusunun mevcut olmadığı belirtilmiştir. Yazarlar, 0.55-mm kollimasyon kullanarak ve süperior semisirküler kanal planına uygun rekonstruksiyonlarda yapılan değerlendirmelerde dahi ÇKBT'de SSKD'i prevalansının histolojik- anatomik çalışmalara kıyasla yüksek bulunmasını BT incelemelerinin parsiyel volüm etkisine açık olması ile ilişkilendirmiştir. Buna göre, semisirküler kanalın kemik çatısına komşu yerleşim gösteren perilenf-endolenf sıvıları ile BOS gibi düşük dansiteli yapıların izotropik vokselleri kısmen doldurması sonucunda, histolojik çalışmalarda 0.1 mm'den daha ince olabileceği belirtilen kanalın kemik çatısına ait dansite görüntüye yansıtılamamakta ve bu olgular BT'de SSKD'i açısından pozitif olarak yorumlanmaktadır (6). Biz çalışmamızda SSKD değerlendirimini koronal ve oblik

planlarda olmak üzere ayrı planlarda gerçekleştirmedik. Bu nedenle semisirküler kanal planında yapılan değerlendirmelerin radyolojik SSKD tanı ve prevalansına olan etkisi bu çalışmada incelenmedi. Ancak çalışmamızda Cloutier ve ark. nin çalışmasına benzer görüntü elde etme parametreleriyle ve değerlendirmede süperior semisirküler kanal planının da dahil olduğu rekonstruksiyonların kullanımı ile SSKD prevalansı bu çalışmaya oldukça yakın bulundu.

5. 2. Bilateral SSKD Olguları ve Kanal Kemik Çatı Kalınlıkları

Hirvonen ve ark., 0.5-mm kollimasyon kullanılarak çalışılan temporal kemik BT incelemelerinde süperior semisirküler kanal planında yapılan değerlendirmelerde saptadıkları, 20'si tek taraflı 7'si bilateral olmak üzere SSKD'i izlenen toplam 27 olguda SSK çatı kalınlıklarını 88 olgudan oluşan ve radyolojik olarak SSKD'i bulunmayan bir kontrol grubu ile kıyaslamıştır. Çalışmada, tek taraflı SSKD'i bulunan olgularda kontralateral süperior semisirküler kanal çatı kalınlığının kontrol grubundaki olgulara kıyasla anlamlı olarak ince olduğu görülmüştür. Kontrol grubundaki olgularda sağ ve sol süperior semisirküler kanalların kemik çatı kalınlıkları arasında doğrusal ve anlamlı bir ilişki bulunduğu görülmüştür. Çalışmanın yazarları, SSKD'nin bilateral görülme sıklığının yüksek olduğunu ve tek taraflı süperior semisirküler kanal dehissensinin kontralateral kanal kemik çatısında inceleme ile birliktelik gösterdiğini vurgulamıştır. Bu bulgulara dayanarak, süperior semisirküler kanalın kemik çatısının formasyonun her bir bireyin gelişim sürecinde şekillendiği ve SSKD'i etyolojinde gelişimsel bir anomalinin rol oynadığı düşüncesi belirtilmiştir (47).

Carey ve ark.(11), 1000 temporal kemiğin mikroskopik incelemesinde SSKD'i saptanan 5 hastadan 1'inde dehissensin bilateral özellikte olduğunu; tek taraflı dehissens izlenen 2 olguda ise kontralateral kulakta kanal kemik çatı kalınlığının kontrol grubundaki olgulara kıyasla anlamlı ince bulunduğunu belirtmiştir.

Bizim çalışmamızda radyolojik olarak SSKD'i saptanan toplam 31 olgudan 7'sinde dehissens bilateral özellikte olup (% 22.5) bu oran Hirvonen ve ark.'nin çalışmasında izlenen ile (% 25.9) benzerdir. Çalışmamızda tek taraflı süperior semisirküler kanal dehissensi saptanan 24 olgudan 17'sinde (% 70.8) kontralateral kanal kemik çatısı en ince olduğu noktada 0.5 mm veya altında; 20'sinde ise (% 83.3) kontralateral kemik çatı kalınlığı en ince olduğu noktada 1.0 mm veya altında

izlendi. Süperior semisirküler kanal kemik çatı kalınlığı 0.5 mm ve altında olan olgularda kontralateral kulakta dehissens sıklığı, kemik çatı kalınlığı 0.6 mm ve üzerinde olan olgulara kıyasla anlamlı yüksek bulundu (Tablo 4.7 ve Tablo 4.8). Süperior semisirküler kanal dehissensi saptanmayan hastalarda SSK kemik çatısı kalınlıkları '0.5 mm ve altı' ile '0.6 mm ve üzeri' olmak üzere iki kategorik değerde incelendiğinde, sağ ve sol temporal kemikler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum izlendi (Tablo 4.9 ve Tablo 4.10). Bulguların bilateral özellikte oluşu, gelişimsel bir sürecin sonucu olabileceği gibi, kanal kemik çatısının ossifikasyonunu ya da trilaminar kemik tabakaların gelişimini engelleyen kronik intrakranial basınç yüksekliğinin bir sonucu da olabilir. Literatürde intrakranial basınç yüksekliğininin, özellikle de obez hastalarda, spontan tegmen defektleri ve SSKD'i ile birlikteliğini bildiren vakalar bulunmakla birlikte (26), SSKD'i gelişiminde bir etken olarak intrakranial basınç yüksekliğinin yeri konusunda, olguların vücut-kitle endekslerinin, intrakranial basınç değerlerinin ya da intrakranial basınç artışını yansıtabilecek görüntüleme veya klinik bulgularının dahil edildiği prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır.

5.3 Posterior Semisirküler Kanal Dehissensisi Radyolojik Prevalansı ve SSKD'i ile Birlikteliği

Stimmer ve ark.(2), 0.6 mm kollimasyon kullanılarak çalışılan toplam 700 temporal kemiğin çok kesitli temporal kemik BT incelemelerinin aksial ve oblik koronal rekonstruksiyonlarla değerlendirmesinde olguların % 12'sinde ve değerlendirilen temporal kemiklerin %1.2'sinde radyolojik olarak posterior semisirküler kanal dehissensisi saptamış olup bizim çalışmamızda değerlendirilen olguların 16'sında (% 3.1) ve temporal kemiklerin 20'sinde (% 1.9) posterior semisirküler kanal dehissensisi saptanmıştır.

Erdoğan ve ark.(48) asemptomatik hastalarda posterior semisirküler kanal dehissensininin radyolojik prevalansını incelemek üzere, 0.3 mm kesit kalınlığı kullanılarak elde edilen görüntülerde koronal, sagittal ve oblik rekonstruksiyonlar üzerinden toplam 410 olgunun çok kesitli BT incelemelerini değerlendirmiştir. Bu çalışmada toplam 5 olguda ve 8 kulakta (%1.2) posterior semisirküler kanal dehissensisi saptanmıştır. Posterior semisirküler kanal dehissensisi saptanan 5

olgunun tümü erkek hastalar olup olguların 3'ünde defekt bilateral özellikle izlenmiştir. Bu çalışmada posterior semisirküler kanal dehissensisine eşlik eden süperior semisirküler kanal dehissensisi saptanmamıştır. Bizim çalışmamızda posterior semisirküler kanal dehissensisi saptanan toplam 16 olgunun tümü erkek olgular olup bunların 4'ünde (% 25.0) dehissens bilateral özellikteydi. Posterior semisirküler kanal dehissensisi izlenen olgulardan ikisinde bulguya süperior semisirküler kanal dehissensisi eşlik etmekteydi. Bu olgulardan birinde bilateral PSKD'i ile birlikte bilateral SSKD'i mevcuttu ve diğerinde tek taraflı PSKD ile birlikte kontralateral kulakta SSKD mevcuttu.

Çalışmamızda radyolojik olarak posterior semisirküler kanal dehissensisi saptanan olguların tümünün erkek olgular olması Erdoğan ve ark.nın radyolojik çalışmasıyla benzerlik göstermekle birlikte, posterior semisirküler kanal dehissensisi varlığı açısından cinsler arasında anlamlı farklılığın saptanmadığı seriler de bildirilmiştir(49). Nomiya ve ark. (50), 1051 yetişkin olguya ait temporal kemiklerin histopatolojik değerlendirmesinde, posterior semisirküler kanal ile posterior kranial fossa arasındaki uzaklığın erkek olgularda kadın olgulara kıyasla anlamlı olarak kısa olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada, benzer şekilde, pediatrik yaş grubundaki olgulara ait olan temporal kemik örneklerinde de bu mesafenin erkek olgularda daha kısa olduğu saptanmıştır. Çalışmanın yazarları, tek kulakta posterior semisirküler kanal kemik örtüsünün ince olarak izlenen olgularda kontralateral posterior semisirküler kanal çatısının da ince olduğunu ve bu bulgunun süperior semisirküler kanal çalışmalarında izlenen ile benzer şekilde gelişimsel sürecin etkisine işaret ettiğini, ancak travma, yüksek ses uyarılarına maruz kalma, intrakranial basınç yüksekliği gibi ikincil etkenler varlığında dehissensin ve klinik semptomların ortaya çıkabileceğini belirtmişlerdir. Çalışmanın yazarlarına göre, posterior semisirküler kanal kemik örtüsünün erkekler olgularda kadın olgulara kıyasla ince olması veya posterior semisirküler kanal dehissensisi oranının erkek olgularda yüksek bulunması; maruz kalınan ikincil etkenlerin sıklığının değerlendirilen erkek populasyonda daha fazla olması ile ilişkili olabilir. Bizim çalışmamızda, radyolojik olarak posterior semisirküler kanal dehissensisi saptanan olgularda PSKD'ine neden olabileceği öne sürülen etkenlerin varlığını değerlendirmek için gerekli klinik bilgiler mevcut değildi.

Nemzek ve ark. (51), gelişim sürecindeki fetal temporal kemik BT ve MR incelemelerinden edindikleri bulgulara göre, semisirküler kanallarda ossifikasyon

sürecinin önce süperior kanalda, daha sonra posterior ve son olarak da lateral kanalda meydana geldiğini belirtmişlerdir. Çalışmanın yazarları bu bulgulara dayanarak, süperior semisirküler kanal dehissensi olgularının yalnızca gelişim sırasında kanal ossifikasyondaki bir duraksama ile açıklanamayacağını, bunun kabulü durumunda süperior semisirküler kanal dehissensisi bulunan olgularda posterior ve lateral kanalların ossifikasyonunda daha belirgin bir eksikliğin gözlenmesi gerektiğini savunmuşlardır. Erdoğan ve ark (48), çalışmalarında posterior semisirküler kanal dehissensisi izlenen olguların hiçbirinde süperior semisirküler kanal dehissensisinin mevcut olmayışının bu görüşü desteklediğini belirtmişlerdir. Tarik El Hadi ve ark. (26), spontan tegmen defekti nedeniyle cerrahi onarım planlanan toplam 23 olgunun ÇKBT incelemelerinin değerlendirilmesinde, 13 olguda tegmen defektine eşlik eden süperior veya posterior semisirküler kanal dehissensisi saptamıştır. Çalışmada bilateral süperior ve posterior semisirküler kanal dehissensisi saptanan 2 olgu izlenmiş olup bunların 1'inde görüntüleme ve klinik bulgular ile desteklenen intrakranial basınç artışı mevcuttur. Bizim çalışmamızda posterior semisirküler kanal dehissensisi saptanan 16 olgudan 2'sinde olgulara eşlik eden süperior semisirküler kanal dehissensisi mevcuttu. Bu olgulardan birinde posterior ve süperior semisirküler kanal dehissensileri farklı kulaklarda izlendi. Çalışmamızda da olduğu gibi, literatürde unilateral veya bilateral posterior ve süperior semisirküler kanal dehissensilerinin birlikteliği, bilateral SSKD'i olgularına kıyasla daha nadir izlenmekle birlikte (52), gelişimsel olarak ince olan kanal kemik yapısının ikincil etkenlere bağlı olarak devamlılık kaybına uğraması ile ilişkili olabilir. Ancak bu hipotezin doğrulanması için, bilateral SSKD'i olgularında olduğu gibi, PSKD'i ve SSKD'i birlikteliğinin izlendiği olgularda da hasta öyküsü, klinik verileri ve görüntüleme bulgularının dahil edildiği prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır.

5. 4 Pediatrik Yaş Grubunda Radyolojik SSKD Prevalansı

Carey ve ark.(11), 1 yaş altındaki 26 çocuk olgunun temporal kemik örneklerinin mikroskopik olarak incelenmesi sonucunda süperior semisirküler kanal çatısını oluşturan kemik yapının 1 yaş altındaki çocuklarda yetişkinlere kıyasla belirgin ince olduğunu ve kemik kalınlığının kademeli olarak artarak ancak 3 yaş civarında yetişkindeki kalınlığına ulaştığını gözlemlemişlerdir. Bu veriye dayanarak pediatrik popülasyonda süperior semisirküler kanal dehissensisi prevalansı üzerine

yapılan çalışmaların bir bölümünde 3 yaş altındaki çocuk hastaların temporal kemik incelemeleri çalışma dışında bırakılmıştır.

Chen ve ark. (46), 3.1 – 17.0 yaş arasında yer alan ve işitme kaybı nedeniyle çok kesitli temporal kemik BT incelemeleri çalışılan olgularda süperior ve posterior semisirküler kanal dehissensilerinin sıklığını araştırmıştır. Çalışmada konjenital iç kulak anomalisi bulunan, operasyon öyküsü bulunan olguların temporal kemik BT incelemeleri dışlandıktan sonra kalan toplam 131 olgunun değerlendirimi sonucunda 8 kulakta sağ ve 8 kulakta sol süperior semisirküler kanal dehissensisi izlenirken (olguların % 11'inde), 5 kulakta posterior semisirküler kanal dehissensisi saptanmıştır (olguların % 4'ünde). Değerlendirilen olgulardan 1'inde bilateral süperior semisirküler kanal dehissensisi ve 1'inde sol kulakta süperior ve posterior semisirküler kanal dehissensilerinin birlikteliği gözlenmiştir. Chen ve ark. nın çalışmasındaki semisirküler kanal dehissensisi prevalansı hem pediatrik popülasyonda hem de yetişkin popülasyonda bu alanda yapılan çalışmalara kıyasla yüksek olarak değerlendirilmektedir.

Nadgir ve ark. (25), 7 ay – 20 yaş arasında, toplam 46 olgunun yüksek çözünürlüklü temporal kemik BT incelemelerinin değerlendirimi sonucu bu popülasyonda süperior semisirküler kanal dehissensisi prevalansını % 2 olarak bildirmiştir.

Biz çalışmamızda, 3 yaş altındaki çocukların temporal kemik BT incelemelerinin dışlanması sonucunda değerlendirilen 4-17 yaş arasında yer alan toplam 56 olgunun 2'sinde (% 3.5) süperior semisirküler kanal dehissensisi izledik. Olguların biri 11 ve diğeri 14 yaşında idi ve bu grupta bilateral SSKD olgusu yer almamaktaydı. Pediatrik yaş grubunda yer alan 56 olgudan 1'inde posterior semisirküler kanal dehissensisi izlendi (%1.7). Çalışmamızda pediatrik yaş grubunda süperior ve posterior kanal dehissensilerinin radyolojik prevalansları, tüm çalışma popülasyonunda saptanan prevalanslarından (süperior ve posterior semisirküler kanal için sırasıyla %3.7 ve % 1.9) anlamlı farklılık göstermemekteydi. Benzer şekilde, 4-19 yaş grubunda SSK kemik çatı kalınlığı 0.5 mm veya altında olan olguların prevalansı tüm çalışma popülasyonunda saptanan prevalansından anlamlı farklılık göstermemekteydi.

5. 5. Süperior Semisirküler Kanal Dehissensisi ile Yaş ve Cins İlişkisi

Nadgir ve ark. (25), farklı olgu yaş gruplarında radyolojik süperior semisirküler kanal dehissensisi prevalansının değişimini incelemek amacıyla, olguları ardışık 5 yaş grubunda değerlendirmiştir. Buna göre, hem radyolojik SSKD prevalansı hem de süperior semisirküler kanal kemik çatısının ince olarak değerlendirildiği olguların sıklığının yaşla birlikte artış gösterdiği izlenmiştir. Çalışmanın yazarları bu bulguya dayanarak, SSKD'nin bazı olgularda konjenital bir temel taşıyabilmekle birlikte genel olarak yaşla birlikte edinilen bir durumu yansıttığını ve etiolojide yaşla birlikte artan sistemik kemik demineralizasyonunun düşünülmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Crovetto ve ark. (53), süperior semisirküler kanal dehissensisi ile yaşlanma ve menopozun ilişkisini ortaya koyabilmek üzere 312 olguya ait toplam 582 temporal kemik BT incelemesini değerlendirmiştir. Temporal kemik BT incelemelerinde her bir süperior semisirküler kanal kemik çatısı kalınlığı en ince olduğu noktada not edilmiştir. Buna göre, 45 yaş altındaki olgularda semisirküler kanal kemik çatısı kalınlığının 45 yaş üzerindeki olgulara kıyasla anlamlı yüksek olduğu ve ileriye yönelik 40 yıllık bir zaman farkının süperior semisirküler kanal kemik çatısı kalınlığında 0.10 mm'lik (ortalama çatı kalınlığının onda biri kadar) bir incelmeye ile birlikte olduğu gözlenmiştir. Çalışmada, yaşla birlikte kemik çatı kalınlığındaki azalmanın kadın olgularda erkek olgulara kıyasla daha belirgin olduğu vurgulanarak bulguların yaşlanma ve menopozla gelen hormonal değişikliklerin bir sonucu olabileceği belirtilmiştir.

Biz çalışmamızda farklı olgu yaş grupları arasında SSKD'i prevalansında istatistiksel olarak anlamlı bir artış veya azalma gözlemlenmedi (Tablo 4.5). Benzer şekilde, süperior semisirküler kanal kemik çatısı kalınlığının 0.5 mm veya altında olduğu olguların sıklığı ile yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki izlenmedi (Tablo 4.6). Bu sonuçlar kadın ve erkek cins grupları için ayrı ayrı yapılan değerlendirmelerde de benzerdi. Ancak, çalışmamızdaki bulgular gözlemsel nitelikli olup, süperior semisirküler kanal kemik çatısı kalınlığının ve SSKD'inin, ilerleyen yaş veya menopoza ikincil sistemik kemik demineralizasyon ile olan ilişkisinin ortaya konması için osteopeniye neden olabilecek diğer faktörlerin (kalsiyum ve D vitamini alımı, genetik, fizik aktivite gibi) göz önünde bulundurulması gereklidir.

Çalışmamızda pediatrik yaş grubunda da yetişkin yaş grubundakine benzer

oranlarda radyolojik SSK ve PSK dehissensisi saptanması, SSK ve PSK dehissensisi etiyolojilerinde gelişimsel bir komponentin var olabileceğini düşündürmekle birlikte, farklı yaş grupları arasında kanal dehissensisi ve kemik kanal kalınlığının ince oluşu prevalanslarında anlamlı farklılığın bulunmayışı, dehissensi etiyolojisinin yalnızca gelişimsel nedenlere bağlanamayacağını göstermektedir. Etiyolojiye dair hipotezlerin doğrulanabilmesi için radyolojik verilerin yanı sıra, hasta öyküsü, klinik test verileri ve semptomları göz önünde bulunduran prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada 4-82 yaş arasında yer alan ve farklı otolojik endikasyonlar ile çok kesitli temporal kemik BT incelemeleri çalışılan toplam 509 olgunun görüntüleri süperior ve posterior semisirküler kanal dehissensileri varlığı açısından değerlendirildi. 31 olguda (% 6.0) ve 38 temporal kemikte (% 3.7) süperior semisirküler kanal dehissensisi; 16 olguda (%3.1) ve 20 temporal kemikte (%1.9) posterior semisirküler kanal dehissensisi saptandı. Süperior semisirküler kanal dehissensisi olgularının büyük bölümü (% 42.1) süperior petrosal sinüs oluşu düzeyi ile kemik çatının posterior- apikal kesimleri düzeyinde (% 52.5) izlendi. Süperior semisirküler kanal dehissensisi görülme sıklığı ile cins arasında anlamlı bir ilişki izlenmez iken posterior semisirküler kanal dehissensisi olgularının tümü erkek olgulardı. Süperior semisirküler kanal dehissensisi saptanan 31 olgudan 7'sinde (% 22.5) ve posterior semisirküler kanal dehissensisi saptanan 16 olgudan 4'ünde (% 25.0) dehissens bilateral özellikteydi. Tek taraflı süperior semisirküler kanal dehissensisi mevcut olan olguların % 70.8' inde kontralateral semisirküler kanal kemik çatısının kalınlığı 0.5 mm veya altında izlendi. Süperior semisirküler kanal kemik çatı kalınlığı 0.5 mm ve altında olan olgularda kontralateral kulakta dehissens sıklığı, kanal kemik çatı kalınlığı 0.6 mm ve üzerinde olan olgulara kıyasla anlamlı yüksek bulundu. Süperior semisirküler kanal dehissensisi saptanmayan olgularda kanal kemik çatı kalınlığı ≤ 0.5 mm ve ≥ 0.6 mm olmak üzere iki kategorik aralıkta incelendiğinde, sağ ve sol süperior semisirküler kanal kemik çatı kalınlıkları arasında anlamlı uyum gözlemlendi. Süperior semisirküler kanal dehissensisi görülme sıklığı ya da semisirküler kanal çatı kalınlığının 0.5 mm veya altında olma sıklığı ile olgu yaş grupları arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı.

Sonuç olarak, bu çalışmada 0.5 mm- kollimasyon kullanılarak elde edilen çok kesitli temporal kemik BT incelemelerinin multiplanar rekonstruksiyonlar ile değerlendirimi sonucunda süperior ve posterior semisirküler kanal dehissensisi prevalanslarının anatomik- histolojik çalışmalara daha yakın doğrulukla ortaya koyulabileceği görüldü. Bununla birlikte, yüksek rezolusyonlu BT teknolojisi ile dahi elde edilen semisirküler kanal dehissensisi sıklığı, histolojik çalışmalar ve cerrahi bulguların işaret ettiğinden anlamlı oranda yüksekti.

KAYNAKLAR

1. Wade W Chien, John P Carey, Lloyd B Minor. Canal dehiscence. Current opinion in neurology. 02/2011; 24(1):25-31.
2. Semicircular canal dehiscence in HR multislice computed tomography: distribution, frequency, and clinical relevance. Stimmer H, Hamann KF, Zeiter S, Naumann A, Rummeny EJ. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2012;269(2):475-80.
3. 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(3):249-58.
4. Saamil N. Merchant , John J. Rosowski. Conductive Hearing Loss Caused by Third-Window Lesions of the Inner Ear. Otol Neurotol. 2008; 29(3): 282–289.
5. Zhou G, Gopen Q, Poe DS. Clinical and diagnostic characterization of canal dehiscence syndrome: a great otologic mimicker. Otol Neurotol. 2007;28(7):920-6.
6. Cloutier JF, Bélair M, Saliba I. Superior semicircular canal dehiscence: positive predictive value of high-resolution CT scanning. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2008;265(12):1455-60.
7. Zhou G, Ohlms L, Liberman J, Amin M. Superior semicircular canal dehiscence in a young child: implication of developmental defect. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2007;71(12):1925-8.
8. Banerjee A, Whyte A, Atlas MD. Superior canal dehiscence: review of a new condition. Clin Otolaryngol. 2005;30(1):9-15.
9. Curtin HD. Superior semicircular canal dehiscence syndrome and multi-detector row CT. Radiology. 2003;226(2):312-4.
10. Sequeira SM, Whiting BR, Shimony JS, Vo KD, Hullar TE. Accuracy of computed tomography detection of superior canal dehiscence. Otol Neurotol. 2011;32(9):1500-5.

11. Carey JP, Minor LB, Nager GT. Dehiscence or thinning of bone overlying the superior semicircular canal in a temporal bone survey. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2000;126(2):137-47.
12. Mondina M, Bonnard D, Barreau X, Darrouzet V, Franco-Vidal V. Anatomoradiological study of the superior semicircular canal dehiscence of 37 cadaver temporal bones. *Surg Radiol Anat.* 2013;35(1):55-9.
13. Krombach GA, Schmitz-Rode T, Haage P, DiMartino E, Prescher A et al. Semicircular canal dehiscence: comparison of T2-weighted turbo spin-echo MRI and CT. *Neuroradiology.* 2004;46(4):326-31.
14. Som Peter, Curtin Hugh. *Head and Neck Imaging*, 5. ed. St. Louis, MO, Mosby, 2011, s. 1074-1092.
15. Donaldson James A. *Surgical anatomy of the temporal bone*. 4. ed. Raven Press, 1992. s. 31-41.
16. Hasso Anton. *Diagnostic Imaging of the Head and Neck: MRI with CT and PET Correlations*, Lippincott Williams and Wilkins, 2012; s.460-473.
17. Krombach GA, Di Martino E, Martiny S, Prescher A, Haage P et al. Dehiscence of the superior and/or posterior semicircular canal: delineation on T2-weighted axial three-dimensional turbo spin-echo images, maximum intensity projections and volume-rendered images. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2006;263(2):111-7.
18. Lane John, Witte Robert., Secaucus, NJ. *The Temporal Bone: An Imaging Atlas*, Springer, 2010; s.30-74
19. Jackler RK, Luxford WM, House WF. Congenital malformations of the inner ear: a classification based on organogenesis. *Laryngoscope* 1987;97:2-14.
20. Sennaroglu L, Saatci I. A new classification for cochleovestibular malformations. *Laryngoscope* 2002;112:2230-41.
21. Swartz Joel D, Loevner Laurie A. *Imaging of the temporal bone*. 4. ed. Thieme, 2008; s. 234-249.
22. Satar B, Mukherji SK, Telian SA. Congenital Aplasia of the Semicircular Canals. *Otol Neurotol.* 2003;24(3):437-46.

23. Crovetto de la Torre MA, Whyte Orozco J, Cisneros Gimeno AI, Basurko Aboitz JM, Oleaga Zufiria L ve ark. Superior semicircular canal dehiscence syndrome. Embryological and surgical consideration. Acta Otorrinolaringol Esp. 2005;56(1):6-11.
24. Nadaraja GS, Gurgel RK, Fischbein NJ, Anglemyer A, Monfared A et al. Radiographic evaluation of the tegmen in patients with superior semicircular canal dehiscence. Otol Neurotol. 2012;33(7):1245-50.
25. Superior semicircular canal dehiscence: congenital or acquired condition? AJNR Am J Neuroradiol. 2011;32(5):947-9.
26. El Hadi T, Sorrentino T, Calmels MN, Fraysse B, Deguine O et al. Spontaneous tegmen defect and semicircular canal dehiscence: same etiopathogenic entity? Otol Neurotol. 2012;33(4):591-5.
27. Deecke L, Mergner T, Plester D. Tullio phenomenon with torsion of the eyes and subjective tilt of the visual surround. Ann N Y Acad Sci. 1981;374:650-5.
28. Is superior canal dehiscence congenital or acquired? A case report and review of the literature. Hegemann SC, Carey JP. Otolaryngol Clin N Am 44(2011) 377-382.
29. Pfammatter A, Darrouzet V, Gärtner M, Somers T, Van Dinther J et al. A superior semicircular canal dehiscence syndrome multicenter study: is there an association between size and symptoms? Otol Neurotol. 2010;31(3):447-54.
30. Welgampola MS, Colebatch JG. Characteristics and clinical applications of vestibular-evoked myogenic potentials. Neurology. 2005; 24;64(10):1682-8.
31. Zuniga MG, Janky KL, Nguyen KD, Welgampola MS, Carey JP. Ocular versus cervical VEMPs in the diagnosis of superior semicircular canal dehiscence syndrome. Otol Neurotol. 2013;34(1):121-6.
32. Roditi RE, Eppsteiner RW, Sauter TB, Lee DJ. Cervical vestibular evoked myogenic potentials (cVEMPs) in patients with superior canal dehiscence syndrome (SCDS). Otolaryngol Head Neck Surg. 2009;141(1):24-8.

33. Ceylan N, Bayraktaroglu S, Alper H, Savaş R, Bilgen C et al. CT imaging of superior semicircular canal dehiscence: added value of reformatted images. *Acta Otolaryngol.* 2010;130(9):996-1001.
34. Rydberg J., Buckwalter K, Caldemeyer K.,Phillips M et al. Multisection CT: Scanning Techniques and Clinical Applications. *RadioGraphics*, 2000; 20, 1787-1806.
35. Savaş R. Bilgisayarlı tomografi, Terminoloji, Tarihçe, Görüntü Oluşum Süreci Temel Radyoloji Fiziği. *Türk Radyoloji Derneği İzmir Şubesi Eğitim Sempozyumları 2004-2005.* s. 65-66.
36. Belden CJ, Weg N, Minor LB, Zinreich SJ. CT evaluation of bone dehiscence of the superior semicircular canal as a cause of sound- and/or pressure-induced vertigo. *Radiology.* 2003;226(2):337-43.
37. Crovetto M, Whyte J, Rodriguez OM, Lecumberri I, Martinez C Anatomoradiological study of the Superior Semicircular Canal Dehiscence Radiological considerations of Superior and Posterior Semicircular Canals. *Eur J Radiol.* 2010;76(2):167-72.
38. Tavassolie TS, Penninger RT, Zuñiga MG, Minor LB, Carey JP. Multislice computed tomography in the diagnosis of superior canal dehiscence: how much error, and how to minimize it? *Otol Neurotol.* 2012;33(2):215-22.
39. Piton J, Négrevergne M, Portmann D. Dehiscence of the superior semicircular canal: approach and CT scan classifications. *Rev Laryngol Otol Rhinol.* 2008;129(1):17-26.
40. Penninger RT, Tavassolie TS, Carey JP. Cone beam volumetric tomography for applications in the temporal bone. *Otol Neurotol.* 2011;32(3):453-60.
41. Lane JI, Lindell EP, Witte RJ, DeLone DR, Driscoll CL. Middle and inner ear: improved depiction with multiplanar reconstruction of volumetric CT data. *Radiographics.* 2006;26(1):115-24.
42. Crane BT, Minor LB, Carey JP. Three-dimensional computed tomography of superior canal dehiscence syndrome. *Otol Neurotol.* 2008;29(5):699-705.

43. Browaeys P, Larson TL, Wong ML, Patel U. Can MRI Replace CT in Evaluating Semicircular Canal Dehiscence? *AJNR Am J Neuroradiol.* 2013;22(2): 21.
44. Brantberg K, Bergenius J, Mendel L, Witt H, Tribukait A et al. Symptoms, findings and treatment in patients with dehiscence of the superior semicircular canal. *Acta Otolaryngol.* 2001;121(1):68-75.
45. Williamson RA, Vrabec JT, Coker NJ, Sandlin M. Coronal computed tomography prevalence of superior semicircular canal dehiscence. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2003;129(5):481-9.
46. Chen EY, Paladin A, Phillips G, Raske M, Vega L et al. Semicircular canal dehiscence in the pediatric population. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2009;73(2):321-7.
47. Hirvonen TP, Weg N, Zinreich SJ, Minor LB. High-resolution CT findings suggest a developmental abnormality underlying superior canal dehiscence syndrome. *Acta Otolaryngol.* 2003;123(4):477-81.
48. Erdogan N, Songu M, Akay E, Mete BD, Uluc E et al. Posterior semicircular canal dehiscence in asymptomatic ears. *Acta Otolaryngol.* 2011;131(1):4-8.
49. Gopen Q, Zhou G, Poe D, Kenna M, Jones D. Posterior semicircular canal dehiscence : First reported case series. *Otol Neurotol.* 2010;31(2):339-44.
50. Nomiya S, Cureoglu S, Kariya S, Morita N, Nomiya R ve ark. Posterior Semicircular Canal Dehiscence: A Histopathologic Human Temporal Bone Study. *Otol Neurotol.* 2010;31(7):1122-7.
51. Nemzek WR, Brodie HA, Chong BW, Babcock CJ, Hecht ST et al. Imaging findings of the developing temporal bone in fetal specimens. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1996;17(8):1467-77.
52. Manzari L, Modugno GC. Bilateral dehiscence of both superior and posterior semicircular canals. *Otol Neurotol.* 2009;30(3):423-5.
53. Crovetto MA, Whyte J, Rodriguez OM, Lecumberri I, Martinez C et al. Influence of aging and menopause in the origin of the superior semicircular canal dehiscence. *Otol Neurotol.* 2012;33(4):681-4.

