



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
KULAK BURUN BOĞAZ ANA BİLİM DALI

**KOKLEAR İMPLANT CERRAHİSİ SIRASINDA YUVARLAK PENCERE
GÖRÜNÜRLÜĞÜNÜ TAHMİN ETMEDE RADYOLOJİK ÖLÇÜMLERİN
ETKİSİ – RETROSPEKTİF KOHORT ÇALIŞMASI**

DR. MELİKŞAH AYTEKİN

TIPTA UZMANLIK TEZİ

SAMSUN-2024



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
KULAK BURUN BOĞAZ ANA BİLİM DALI

**KOKLEAR İMPLANT CERRAHİSİ SIRASINDA YUVARLAK PENCERE
GÖRÜNÜRLÜĞÜNÜ TAHMİN ETMEDE RADYOLOJİK ÖLÇÜMLERİN
ETKİSİ – RETROSPEKTİF KOHORT ÇALIŞMASI**

Dr. Melikşah AYTEKİN

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi. Esra KAVAZ UŞTU

SAMSUN-2024

TEŞEKKÜR

Asistanlık hayatım boyunca bilgi ve deneyimleri ile yolumu aydınlatan sevgili hocalarıma teşekkür ederim. Başta Anabilim Dalı Başkanı'mız Prof.Dr.Atilla TEKAT'a, değerli hocalarım Prof.Dr.Sinan ATMACA'ya, Prof.Dr.Senem ÇENGEL KURNAZ'a, Prof.Dr.Özgür KEMAL'e, Doç.Dr.Emel TAHİR'e, Dr.Öğr.Üyesi Esra KAVAZ UŞTU'ya ve Dr.Öğr.Üyesi Mehmet ÇELEBİ'ye sevgi ve saygılarımı sunarım. Eğitim hayatımın bir bölümünde deneyimlerinden yararlandığım ve yakın zamanda kliniğimizden emekli olmuş Prof.Dr.Mehmet KOYUNCU ve Prof.Dr.Recep ÜNAL'a şükran ve saygılarımı sunarım.

Tez konumun belirlenmesi aşamasında ve ilerlemesinde benden bilimsel desteğini esirgemeyen tez danışmanım kıymetli hocam Dr.Öğr.Üyesi Esra KAVAZ UŞTU'ya desteklerinden ötürü teşekkür ederim. Cerrahi videoların analiz edilmesi aşamasında ilgi ve alakasından ötürü saygıdeğer hocam Prof.Dr.Sinan ATMACA'ya desteklerinden ötürü teşekkür ederim.

Tezimde kullandığım bilgisayarlı tomografi ölçümlerini öğreten ve birlikte ölçüm yaptığımız sayın Prof.Dr.Muzaffer ELMALI hocama ve onun özelinde Radyoloji Anabilim Dalı çalışanlarına teşekkür ederim.

Asistanlık sürecimde beraber çalışma fırsatı bulduğum tüm asistan arkadaşlarıma, hemşirelere ve tüm hastane çalışanlarına teşekkür ederim.

İstatistik aşamasında desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşım Uzm.Dr.Halit Emin ALICILAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere gelmeme vesile olan yakın zamanda kaybettiğim sevgili babama, zor günlerde hep yanımda olan desteğini hiç esirgemeyen canım anneme ve çok sevgili kardeşime teşekkür ederim. Son olarak; ışığı ile hayatımı aydınlatan, tanıdığımdan beri tüm zor zamanlarda hep desteğini hissettiğim canım sevgilim Elif Deniz ERDEMİR'e teşekkürlerimi sunarım.

BEYAN

‘Koklear implant cerrahisi sırasında yuvarlak pencere membran görünürlüğünü tahmin etmede radyolojik ölçümlerin etkisi – retrospektif kohort çalışması’ başlıklı tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, başka bir çalışmadan kopya edilmediğini, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.



ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, koklear implantasyon cerrahisi sırasında yuvarlak pencere membranı görünürlüğünü, yüksek çözünürlüklü temporal bilgisayarlı tomografi (BT) ölçümleri ile tahmin etmeye çalışmaktır.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışmaya, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kulak Burun Boğaz Kliniği'nde, Ocak 2019 ile Mart 2023 arasında aynı cerrah tarafından koklear implantasyon operasyonu geçirmiş 41 hasta ve 52 koklear implantasyon vakası dahil edildi. Vakalar retrospektif olarak incelendi.

Tüm vakaların yuvarlak pencere membran görünürlükleri, 'St.Thomas Hastanesi Klasifikasyonu' esas alınarak, deneyimli iki koklear implant cerrahı tarafından operasyona ait yüksek çözünürlüklü video kayıtları iki hafta ara ile izlenerek sınıflandı. Yuvarlak pencerenin daha görünür olduğu Tip I ve Tip IIa vakalar Grup 1'e dahil edildi. Yuvarlak pencerenin daha az görünür olduğu Tip IIb ve Tip III vakalar ise Grup 2 olarak sınıflandı. Tüm vakaların yüksek çözünürlüklü Temporal BT görüntüleri, digital imaging and communications in medicine, formatında, osirix MD bilgisayar programına aktarıldı. Nörootoloji alanında deneyimli bir radyolog tarafından, iki hafta ara ile 6 farklı radyolojik ölçüm yapıldı ve ölçümlerin ortalaması nihai sonuç olarak çalışmada kullanıldı. Yapılan ölçümler sırası ile, dış kulak yolu açısı, koklear bazal dönüş orta hat açısı, fasiyal reses genişliği, fasiyal sinir lokalizasyonu, yuvarlak pencere niş açısı ve modifiye fasiyal reses mesafesi idi. Tüm bu ölçümler her iki grup arasında karşılaştırıldı. İstatistiki olarak analiz edildi.

Bulgular: Çalışmaya toplam 41 hasta, 52 ameliyat edilen kulak dahil edildi. Grup 1'de 23 (%44.2) vaka yer alırken, Grup 2'de 29 (%55.8) vaka yer almıştır. Grup 1'de yer alan vakaların ortalama yaş değeri 8.17 iken, ortanca yaş değeri 4'dü. Grup 2'de yer alan vakaların ortalama yaş değeri 15.33 iken, ortanca yaş değeri 4'dü.

Çalışmaya dahil edilen toplam vaka 52 adet olup, 29'u (%55.8) erkek, 23'ü (%44.2) kadınlara ait kulaktı. Grup 1'de yer alan 23 vakanın 15'i erkek (%65.2), 8'i (%34.8) ise kadınlara ait kulaktı. Grup 2'de yer alan 29 vakanın 14'ü (%48.2) erkek, 15'i (%51.8) ise kadınlara ait kulaktı.

Opere edilen 52 kulağın 26 tanesi sağ kulak, 26 tanesi ise sol kulak idi. Grup 1'de yer alan vakaların 14'ü (%60.8) sağ kulak, 9'u (%39.2) ise sol kulaktı. Grup 2'de yer alan vakaların 12'si (%41.3) sağ kulak, 17'si (%58.7) ise sol kulaktı.

Gruplar arasında yaş, cinsiyet ve opere edilen kulak tarafı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. ($p=0.259$, $p=0.347$, $p=0.264$, sırasıyla)

Yaptığımız Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) analizine göre, 1. ölçüm olan dış kulak yolu açısı, Grup 1’de ortalama $13.32 \pm 1.61^\circ$ olarak bulunurken, Grup 2’de ortalama $14.23 \pm 2.01^\circ$ olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.07$). 2. ölçüm olan koklear bazal dönüş orta hat açısı, Grup 1’de ortalama $62.78 \pm 2.98^\circ$ iken, Grup 2’de ortalama $61.48 \pm 2.84^\circ$ olarak bulunmuştur. Bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.167$). 3. ölçüm olan fasiyal reses genişliği, Grup 1’de ortalama değer 0.46 ± 0.07 cm iken, Grup 2’de ortalama değer 0.45 ± 0.06 cm olarak bulunmuştur. Bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.649$). 4. ölçüm olan fasiyal sinir lokalizasyonu, her iki grupta da ortalama 0.12 ± 0.02 cm olarak ölçüldü. Bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.801$). 5. ölçüm olan yuvarlak pencere niş açısı, Grup 1’de ortalama $29.49 \pm 2.78^\circ$ iken, Grup 2’de ortalama açı, $27.38 \pm 3.76^\circ$ olarak hesaplanmıştır. 5. ölçüm açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p=0.045$). 6. ölçüm olan modifiye edilmiş fasiyal reses mesafesi, Grup 1’de ortalama 0.35 ± 0.05 cm iken, Grup 2’de ortalama 0.31 ± 0.08 cm olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.066$).

Yaptığımız lojistik regresyon analizine göre, 2. ölçüm olan koklear bazal dönüş orta hat açısı ile, 6. ölçüm olan modifiye edilmiş fasiyal reses mesafesindeki birim değer değişimlerinin, 2. grup olan yuvarlak pencere membran görünürlüğü sınırlı olan gruba geçişte etkili olabileceği hesaplanmıştır. 2. ölçümdeki bir birimlik azalma 2. gruba geçiş riskini 2.94 kat artırmaktadır ($p=0.038$). 6. ölçümdeki bir birimlik artış 2. gruba geçiş riskini 41.67 kat artırmaktadır ($p=0.029$). Bu ölçümleri değerlendirerek yaptığımız Receiver Operating Characteristic (ROC) eğrisi analizinde 2. ölçüm için elde edilen değer istatistiksel olarak anlamsız bulundu ($p=0.148$). ROC eğrisi analizinde 6. ölçüm için elde edilen değer ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0.023$).

Sonuç: Koklear implantasyon cerrahisinde posterior timpanotomi sonrası, yuvarlak pencere membranı yolu ile elektrotların kokleaya yerleştirildiği metodun en travmatik ve rezidüel işitmeyi en iyi koruyan yöntem olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir.

Bazı durumlarda yuvarlak pencere membranının operasyon sırasında gözlenmesi zorlaşmaktadır. Bu durumların tahmini için birtakım BT ölçümleri öneriyoruz. Daha önceki çalışmalarda tanımlanan, radyolojik olarak ölçülen yuvarlak pencere niş açısı ve modifiye fasiyal reses mesafesinin, cerrahi sırasındaki yuvarlak pencere membran görünürlüğü ile ilişkili olabileceğini saptadık. Ancak bu konuda daha geniş hasta grupları ile yapılan daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu açıktır.

Anahtar Kelimeler: Koklear İmplant, Yuvarlak Pencere Membran Görünürlüğü, St.Thomas Hastanesi Klasifikasyonu, İnce Kesitli Bilgisayarlı Tomografi, Fasiyal Reses, Kokleostomi, Posterior Timpanotomi, Yuvarlak Pencere Niş Açısı, Modifiye Edilmiş Fasiyal Reses Mesafesi.



ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to try to predict round window membrane visibility during cochlear implantation surgery with high-resolution temporal computed tomography (CT) measurements.

Materials and Methods: This study included 41 patients and 52 cochlear implantation cases who underwent cochlear implantation surgery by the same surgeon at Ondokuz Mayıs University Faculty of Medicine Hospital, Ear Nose and Throat Clinic between January 2019 and March 2023. The cases were examined retrospectively.

Round window membrane visibility of all cases was classified based on the 'St. Thomas Hospital Classification' by two experienced cochlear implant surgeons by watching high-resolution video recordings of the operation two weeks apart. Type I and Type IIa cases, in which the round window was more visible, were included in Group 1. Type IIb and Type III cases, in which the round window was less visible, were classified as Group 2. High-resolution Temporal CT images of all cases were transferred to the osirix MD computer program in digital imaging and communications in medicine format. Six different radiological measurements were made two weeks apart by a radiologist experienced in the field of neurotology, and the average of the measurements was used as the final result in the study. The measurements were external auditory canal angle, cochlear basal turn midline angle, facial recess width, facial nerve localization, round window niche angle and modified facial recess distance, respectively. All these measurements were compared between both groups. It was analyzed statistically.

Results: A total of 41 patients and 52 operated ears were included in the study. While there were 23 (44.2%) cases in Group 1, there were 29 (55.8%) cases in Group 2. The average age of the cases was 8.17 in Group 1 and 15.33 in Group 2. The median age was 4 in both groups.

The total cases included in the study were 52; 29 (55.8%) were male ears, and 23 (44.2%) were female. Of the 23 cases in Group 1, 15 (65.2%) cases were male and 8 (34.8%) cases were female in Group 1. 14 (48.2%) cases were male, and 15 (51.8%) cases were female in Group 2.

Of the 52 ears operated, 26 were right, and 26 were left ears. 14 (60.8%) cases were right ear, and 9 (39.2%) cases were left ear in Group 1. 12 (41.3%) cases were right ear, and 17 (58.7%) cases were left ear in Group 2.

There was no statistically significant difference between the groups in terms of age, gender, and the side of the operated ear. ($p=0.259$, $p=0.347$, $p=0.264$, respectively)

According to our Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) analysis, the first measurement, the external auditory canal angle, was found to be $13.32 \pm 1.61^\circ$ on average in Group 1, while the average was calculated to be $14.23 \pm 2.01^\circ$ in Group 2. This result is not statistically significant ($p=0.07$). The second measurement, the cochlear basal rotation midline angle, was found to be $62.78 \pm 2.98^\circ$ on average in Group 1, while it was $61.48 \pm 2.84^\circ$ on average in Group 2. This result is not statistically significant ($p=0.167$). The third measurement, facial recess width, while the average value in Group 1 was 0.46 ± 0.07 cm, the average value in Group 2 was 0.45 ± 0.06 cm. This result is not statistically significant ($p=0.649$). The 4th measurement, facial nerve localization, was measured as an average of 0.12 ± 0.02 cm in both groups. This result is not statistically significant ($p=0.801$). The round window niche angle, which is the 5th measurement, was calculated as $29.49 \pm 2.78^\circ$ on average in Group 1, while the average angle in Group 2 was calculated as $27.38 \pm 3.76^\circ$. This result is statistically significant ($p=0.045$). The modified facial recess distance, which is the 6th measurement, was calculated as an average of 0.35 ± 0.05 cm in Group 1, while it was calculated as an average of 0.31 ± 0.08 cm in Group 2. This result is not statistically significant ($p=0.066$).

According to our logistic regression analysis, it was calculated that the unit value changes in the 2nd measurement, the cochlear basal return midline angle, and the 6th measurement, the modified facial recess distance, could be effective in the transition to the 2nd group, the group with limited round window membrane visibility. A one-unit decrease in the 2nd measurement increases the risk of transition to the 2nd group by 2.94 times ($p = 0.038$). A one-unit increase in the 6th measurement increases the risk of transition to the 2nd group by 41.67 times ($p = 0.029$). In the Receiver Operating Characteristic (ROC) curve analysis we performed by evaluating these measurements, the value obtained for the second measurement was statistically insignificant ($p = 0.148$). In the ROC curve analysis, the value obtained for the 6th measurement was statistically significant ($p = 0.023$).

Conclusion: Studies have shown that the method in which electrodes are placed into the cochlea through the round window membrane after posterior tympanotomy in cochlear implantation surgery is the most atraumatic and the method that best preserves residual hearing.

In some cases, it becomes difficult to observe the round window membrane during operation. We propose some CT measurements to predict these situations. We found that radiologically measured round window niche angle and modified facial recess distance, defined in previous studies, may be related to round window membrane visibility during surgery. However, it is clear that more research on this subject with larger patient groups is needed.

Keywords: Cochlear Implant, Round Window Membrane Visibility, St.Thomas Hospital Classification, High Resolution Computed Tomography, Facial Recess, Cochleostomy, Posterior Tympanotomy, Round Window Niche Angle, Modified Facial Recess Distance.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
BEYAN.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Temporal Kemik Embriyolojisi.....	3
2.2. Dış Kulak Yolu ve Aurikula Embriyolojisi.....	3
2.3. Orta Kulak Embriyolojisi	4
2.4. İç Kulak Embriyolojisi	5
2.5. Temporal Kemik Anatomisi	6
2.5.1. Skuamoz Kemik.....	6
2.5.2. Timpanik Kemik.....	7
2.5.3. Mastoid Kemik	7
2.5.4. Petröz Kemik	8
2.6. Dış Kulak Yolu Anatomisi	9
2.7. Orta Kulak Anatomisi.....	9
2.8. İç Kulak Anatomisi.....	11
2.9. İnternal Akustik Kanal ve Koklear Sinir Anatomisi	14
2.10. Fasiyal Sinir Anatomisi	15
2.11. İşitme Fizyolojisi.....	17
2.11.1. Dış Kulak Fizyolojisi.....	17
2.11.2. Orta Kulak Fizyolojisi	17
2.11.3. İç Kulak Fizyolojisi	18
2.12. Santral İşitme Yolları	19
2.12.1. Koklear Nükleuslar ve Akustik Stria.....	19
2.12.2. Superior Olivar Kompleks ve Olivokoklear Demet	19
2.12.3. Lateral Lemnisküs	19
2.12.4. İnferior Kollikulus	20
2.12.5. Medial Genikulat Cisim.....	20

2.12.6. İşitme Korteksi.....	20
2.13. Normal İşitme Gelişimi ve İşitme Kayıpları	21
2.13.1. Normal İşitme Gelişimi	21
2.13.2. İşitme Kayıpları	22
2.13.3. Koklear İmplant	25
2.13.4. Kulak Radyolojik Görüntülemeleri	34
3. GEREÇ VE YÖNTEM	36
3.1. Çalışmaya Dahil Edilme ve Dışlanma Kriterleri.....	36
3.1.1. Dahil Edilme Kriterleri:	36
3.1.2. Dışlanma Kriterleri:	36
3.2. Cerrahi Video Kayıtlarının İncelenmesi.....	36
3.2.1. St.Thomas Hastanesi Klasifikasyonu ile Yuvarlak Pencere Membran Görünürlüğünün Değerlendirilmesi	36
3.3. Kullanılan Bilgisayarlı Tomografi Ölçümleri	37
3.3.1. Ölçüm 1, Dış Kulak Yolu Açısı.....	38
3.3.2. Ölçüm 2, Bazal Dönüş-Orta Hat Açısı	39
3.3.3. Ölçüm 3, Fasiyal Reses Genişliği	40
3.3.4. Ölçüm 4, Fasiyal Sinir Lokalizasyonu.....	41
3.3.5. Ölçüm 5, Yuvarlak Pencere Niş Açısı	42
3.3.6. Ölçüm 6, Modifiye Edilmiş Fasiyal Reses Mesafesi.....	43
3.4. İstatiksel Analiz	44
4. BULGULAR	45
5. TARTIŞMA	49
6. SONUÇ	55
7. KAYNAKLAR	56
8. EKLER.....	61
8.1. Ek .1. Tez Çalışması Orijinallik Raporu	61
8.2. Ek .2. Etik Kurul Onay Belgesi	62

KISALTMALAR DİZİNİ

BT	: Bilgisayarlı Tomografi
BOS	: Beyin Omurilik Sıvısı
DB	: Desibel
DKY	: Dış Kulak Yolu
FDA	: Food and Drug Administration
İAK	: İnternal Akustik Kanal
İTİK	: İletim Tipi İşitme Kaybı
KBB	: Kulak Burun Boğaz
KOM	: Kronik Otitis Media
LSSK	: Lateral Semisirküler Kanal
MANOVA	: Multivariate Analysis of Variance
MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
NRT	: Nöral Response Telemetry
ROC	: Receiver Operating Characteristic
SNİK	: Sensörinoral Tip İşitme Kaybı
ST	: Saint
TORCH	: Toxoplasma, Others, Rubella, Cytomegalovirus, Herpes Simplex Virus
YPMG	: Yuvarlak Pencere Membran Görünürlüğü

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Temporal kemik lateral bakış	6
Şekil 2: Temporal kemik medial bakış	7
Şekil 3: Posterior timpanotomi esnasında fasiyal resesin görünümü.....	11
Şekil 4: Koklear yapıyı gösteren bir kesit.....	12
Şekil 5: İnternal Akustik Kanal, Bill's Bar ve Falsiform Krest çizimi	14
Şekil 6: Fasiyal sinir anatomisi	16
Şekil 7: İlerleyen Dalga Teorisi	18
Şekil 8: St. Thomas Hastanesi Klasifikasyonu.	37
Şekil 9: Dış Kulak Yolu Açısı.....	38
Şekil 10: Bazal Dönüş – Orta Hat Açısı.....	39
Şekil 11: Fasiyal Reses Genişliği.....	40
Şekil 12: Fasiyal Sinir Lokalizasyonu	41
Şekil 13: Yuvarlak Pencere Niş Açısı.....	42
Şekil 14: Modifiye Edilmiş Fasiyal Reses Mesafesi.....	43

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: St Thomas Hastanesi Klasifikasyonu’na Göre Hastaların Dağılımı.....	45
Tablo 2: Grupların Yaş, Cinsiyet ve Opere Edilen Kulak Dağılımı	46
Tablo 3: MANOVA Analizi ile Grupların Karşılaştırılması.....	47
Tablo 4: Lojistik Regresyon Analizi Sonuçları.....	47
Tablo 5: ROC Analizi Sonuçları	48
Tablo 6: ROC Eğrisi	48



1. GİRİŞ VE AMAÇ

Dünyada her yıl yaklaşık 1000 yenidoğandan 1 ila 3'ü sensorinöral tip işitme kaybı (SNİK) ile dünyaya gelmektedir (1). İşitme kaybı, normalde duyulması gereken frekanslardaki ses dalgalarının algılanmaması ve buna bağlı olarak iletişim becerilerinin etkilenmesi durumu olarak tanımlanabilir. Sensorinöral tip işitme kaybı olan hastalarda işitme, işitme cihazı veya koklear implant ile amplifikasyona edilmektedir. İşitme amplifikasyon ve rehabilitasyonu yeterli değilse, özellikle çocuklarda; ciddi konuşma problemleri, bilişsel problemler, psikolojik problemler ve gelişimsel problemler görülebilmektedir.

Koklear implant ses enerjisini elektrik sinyaline dönüştürebilen bir cihazdır ve en başarılı işitsel rehabilitasyon yöntemi olarak kabul görmektedir (2). İlk koklear implantasyon operasyonu Amerika Birleşik Devletleri'nin Kaliforniya eyaletinde 1961 yılında William House ve John Doyle tarafından yapılmıştır (3). İlk çok kanallı koklear implantasyon ise yine Amerika Birleşik Devletleri'nin Kaliforniya eyaletindeki Stanford Üniversitesi'nden Blair Simmons ve Robert White gerçekleştirmiştir (3). Türkiye'de koklear implant ilk kez 1987 yılında Dr.Bekir Altay tarafından uygulanmıştır.

Operasyonun aşamalarına bakıldığında, postaurikular insizyon ve iç parça için cep hazırlanması, sonrasında mastoidektomi, posterior timpanotomi ve fasiyal resesin tanımlanması, ardından elektrotun yerleştirilmesi olarak özetlenebilir. Ancak elektrot yerleştirilmesinde iki farklı yöntem mevcuttur. İlk yöntem kokleostomi ile kohleada yeni bir pencere oluşturulması ve elektrodun kohlea içine yerleştirilmesi metodu iken; diğer yöntem ise direkt olarak yuvarlak pencere tanımlanarak membranın perfore edilmesi ve elektrotların buradan yerleştirilmesidir. Kokleostomi metodu implant elektrotlarının skala timpaniye daha iyi yerleşmesine yardımcı olur (4). Ancak kokleanın daha fazla deforme olması ve yapısal hasarına neden olduğu daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir (5) (6). Şu anda ise birçok klinikte yuvarlak pencere yaklaşımı kullanılmaktadır. Daha ince ve atravmatik elektrotların geliştirilmesi ile birlikte koklear hasar minimuma indirilmiştir (7) (8). Leong ve ark. 2013 yılında yaptıkları çalışmada, yuvarlak pencerenin fasiyal sinire göre daha posterior yerleşimi nedeni ile vakaların %7'sinde yuvarlak pencere fasiyal resesten görülemediğini ve bu hastalarda yuvarlak pencere yaklaşımı ile elektrot yerleştirmenin mümkün olmadığını bildirmişlerdir(9). Yuvarlak pencere nişinin operasyon sırasında yeterli şekilde

gözlenebilmesi yuvarlak pencere pozisyonundaki farklılıklar nedeni ile bazı durumlarda daha zor olabilmektedir. Yuvarlak pencere membran görünürlüğünün (YPMG) ameliyat öncesi tahmin edilebilmesi önemlidir ve uygulanacak cerrahi yaklaşımı tamamen değiştirebilir. Operasyon öncesi bu durumu doğru şekilde tahmin edebilirsek hangi hastaya hangi yaklaşımı kullanacağımız operasyon öncesi netlik kazanacaktır. Buna bağlı olarak cerrahın operasyona daha hazır girmesi ve plan değişikliklerine hazırlıklı olması açısından anlamlı olacaktır. Ek fayda olarak operasyon öncesi hasta ve yakınlarını bilgilendirirken ve olası komplikasyonlardan söz ederken elimizde daha güçlü argümanlar olmasını sağlayacaktır.

Koklear implantasyon operasyonunun cerrahi olarak önemli potansiyel zorlukları bulunmaktadır. Bizim çalışmamızın temel amacı ise, koklear implantasyon cerrahisinin önemli bir etabı olan YPMG'nin tanımlanmasının derecesini; operasyon öncesi çekilen BT görüntülemelerinde yaptığımız birtakım ölçümler ile tahmin edebilmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Temporal Kemik Embriyolojisi

Temporal kemik oluşumu dört ayrı kemiğin füzyonu ve birlikte gelişimi ile mümkün olmaktadır. Bu kemikler, skuamoz, petröz, timpanik ve stiloid kemiklerdir. Temporal kemik kafatasının bir parçası olduğundan gelişimi bundan ayrı değerlendirilemez. İnsan kafatası ise temel olarak üç ayrı bileşenden meydana gelir. Bunlar kondröz nörokranium, membranöz nörokranium ve visserokranium olarak adlandırılır.

Kondröz nörokranium; encondral ossifikasyon ile gelişirken kafa tabanının büyük kısmını oluşturmaktadır. Membranöz nörokranium, intermembranöz kemikleşmenin olduğu bölümdür ve kafa tasının bir bölümünü oluşturur. Visserokranium ise brankial arklardan gelişen ve yüz kemiklerini oluşturan kısımdır.

Petröz kemiğin derin kısmı kondröz nörokraniumdan gelişir. Petröz kemiğin yüzeysel kısmı ve skuamoz kemik membranöz nörokraniumdan gelişmektedir. Timpanik ve stiloid kemikler ise visseral nörokraniumdan gelişir.

2.2. Dış Kulak Yolu ve Aurikula Embriyolojisi

Aurikula; gestasyonel hayatın 6. haftasında ilk iki brankial arkın mezoderminden gelişir. Buradan çıkan altı adet tepecik vardır. Bunlara his tepecikleri adı verilir. Bir, iki ve üçüncü his tepecikleri birinci brankial arkta; dört, beş ve altıncı his tepecikleri ise ikinci brankial arkta gelişim gösterir. Bunlardan sırası ile; tragus, helikal krus, heliks, antiheliks, antitragus, lobül ve heliksin alt kısmı gelişim gösterir. Gestasyonel hayatın 20. haftasında yetişkin şekline ulaşır. Konka ise birinci yarıdaki ektodermin 3 ayrı alanının birleşmesi ile oluşmaktadır.

Dış kulak yolu; gestasyonel hayatın 8. haftasında 1. faringeal yarıktan gelişmektedir. Bu bölgedeki ektoderm kalınlaşarak buradaki epitel orta kulak bölgesine doğru göç eder. Benzer zamanlarda kavum konka ilerleyerek dış kulak yolunun (DKY), dış 1/3'lük kısmını meydana getirir. Gestasyonel hayatın 21. haftasında bu çekirdek rezorbe olur ve kanal dışarı doğru kanallaşır. Ektodermin en içteki tabakası ise kulak zarının yüzeysel tabakasını oluşturur. Doğumda dış kulak kanalı henüz kemikleşmemiştir. Kemikleşme süreci 3 yaşında tamamlanırken, kanalın yetişkin uzunluğuna ulaşması 9 yaşını bulabilmektedir(10).

2.3. Orta Kulak Embriyolojisi

Gestasyonel yaşamın 3. haftalarında, ilk iki farengeal poş oral ve faringeal dil olacak yapının her iki lateralinde bulunmaktadır. Üçüncü brankial ark büyürken, ikinci brankial ark ve farinks (birinci poş) arası daralır ve östaki tüpünün şeklini alır. Lateraldeki çıkıntı ise orta kulak boşluğunu oluşturmaktadır. Yaklaşık olarak 10. haftada pnömotizasyon başlar ve 23. haftada mastoid antrum izlenmeye başlar. 28. haftada ise timpanik membran izlenebilir. Timpanik membranın üç katmanı farklı dokulardan gelişmektedir. Dış, skuamoz tabakası ektodermden; orta, fibröz tabakası mezodermden; iç, mukozal tabakası ise endodermden meydana gelir. Gestasyonel hayatın 12 ila 28. haftalarında 4 mukozal kese oluşur. Sakkus antikus ileride, von Troeltsch anterior poşunu oluşturur. Sakkus medius ileride, epitimpanium ve petröz alanı oluşturur. Sakkus süperior ileride von Troeltsch posterior poşunu ve inferior inkudal mesafeyi oluşturur. Sakkus posterior ise ileride, yuvarlak pencere ve oval pencere nişleri ile sinüs timpaniyi oluşturacaktır.

Malleus ve inkus gestasyonel hayatın 6. haftasında tek bir kitle olarak görülmeye başlar ve 8. haftada birbirlerinden ayrılırlar. Bu zamanlarda malleoinkudial eklem gözlenmeye başlamaktadır. Malleus başı ve boynu meckel divertikülünden (1. brankial ark mezoderm), antreior çıkıntısı foliusdan (mezenşim kemik) ve manibrium Reichert kartilajından (2. brankial ark mezoderm) gelişir. İnkusun gövde ve kısa kolu Meckel kartilajından, uzun kolu Reichert kartilajından oluşur. Gestasyonel hayatın 16. haftasında kemikçikler yetişkin hayattaki boyutlarına ulaşmaktadırlar.

Stapes gelişimine bakıldığında, gestasyonel hayatın 4 ila 5. haftalarında 2. brankial arkın mezenşimal hücreleri yoğunlaşır ve blastemayı oluşturur. 7. kranial sinir blastemayı stapes interhyale ve laterohyaleye ayırır. Stapes halkası 7. hafta civarında stapediale arter etrafından çıkar. Lamina stapediale, footplate ve annular ligamanı oluşturur. Yaklaşık olarak 9. haftada inkudostapedial eklem gelişir. İnterhyale stapediale kas ve tendon halini alır. Orta kulak posteriorunu oluşturan ise laterohyale bölgesidir. Piramidal çıkıntı ve fasiyal kanalı, laterohyale ve otik kapsül meydana getirmektedir. 10. hafta civarında stapesin halka biçimi, üzengi biçimini alır. Stapesin ossifikasyonu 19. haftada başlar ve 28. haftada tamamlanır. Tabanın vestibüler yüzeyi ise hayat boyu ossifiye olmaz. Doğum esnasında stapes yetişkin boy ve şeklindedir(10).

2.4. İç Kulak Embriyolojisi

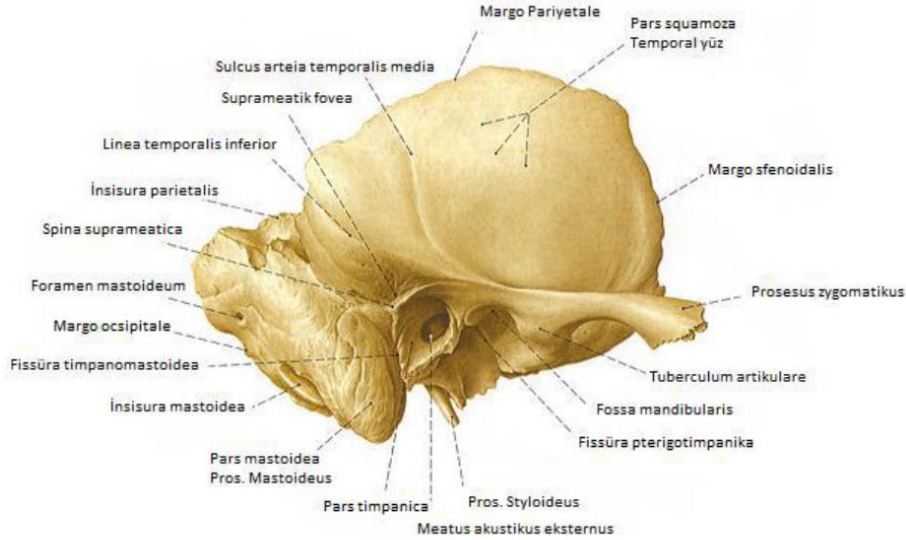
Gestasyonel hayatın 3. haftasında otik plak oluşur. Otik plağı nöroektoderm ve ektodermal yapıdaki hücreler oluşturmaktadır. Sonrasında mezoderm içine girmeye başlar ve tamamen mezoderm ile çevrilir, 4. haftada otik vezikül haline gelir. Otik vezikül gestasyonel hayatın 5. haftasında iki parça olarak belirginleşir. Dorsal ve ventral iki parça arasında endolenfatik kese ve duktusu belirmeye başlar. 6. haftada semisirküler kanallar şekillenir ve 8. haftada utrikülün oluşması ile gelişim tamamlanır. Kokleanın bazal kıvrımı 7. haftada olur 12. haftada gelişimi tamamlanır ve 2.5 turluk dönüş oluşur. Sakkül gelişimi utrikül gelişiminin ardından olur. Pars inferior (sakkül ve koklea) gelişimi, pars süperior (utrikül ve semisirküler kanallar) gelişiminden sonra olur. Membranöz labirentin şekillenmesi gestasyonel hayatın 15. haftasını bulur.

Gestasyonel hayatın 15. haftasında 14 merkezde ossifikasyon tespit edilir. Ossifikasyonun tamamlandığı dönem 23. hafta civarındır. Fissula ante fenestram en son ossifiye olan bölgedir. Endolenfatik sak gelişmesi ise erişkin yaşa kadar devam edebilir. Membranöz ve kemik labirent yetişkin seviyesine 23. haftada ulaşmış olur. Endolenfatik kese ilk görünen yapı olmasına rağmen gelişimi en son duran yapıdır. 3. haftada ortak makula ilk defa gözlenir. Üst parçası utrikular makula ve süperior ve lateral semisirküler kanalların (LSSK) kristalarını oluşturur. Alt parçası sakkül makulası ve posterior semisirküler kanal kristalarını oluşturur. 8. haftada iki hücre köprüsü ve stria vaskülaris tanımlanır hale gelir. 11. haftada vestibüler end organların sensöryel ve destek hücreleri tanımlanır. 20. hafta civarında tektorial membran ve stria vaskülaris gelişimi tamamlanır. 23. haftada iki hücre köprüsü ayrılır ve iç ve dış köprü hücrelerini oluşturur. İç köprü hücreleri spiral limbusu oluşturur. Dıştaki hücreler ise Hensen, Deiter, tüysü ve pillar hücrelere dönüşür. Corti tüneli 26. hafta civarı oluşur. Sonrasında Nuel tüneli de meydana gelir.

Rhombensefalon lateralindeki nöral krest hücreleri yoğunlaşır ve akustika fasiyal ganglion ve ardından fasiyal genikulat gangliondaki hücrelere, süperior ve inferior vestibüler gangliona transforme olur(10).

2.5. Temporal Kemik Anatomisi

Temporal kemik, kafa tabanının dış ve alt duvarlarının oluşumuna katılır. Temporal kemik; sfenoid, oksipital, parietal ve sfenoid kemikler ile eklem yapmaktadır. Skuamoz, timpanik, mastoid ve petröz olmak üzere dört parçadan oluşmaktadır.



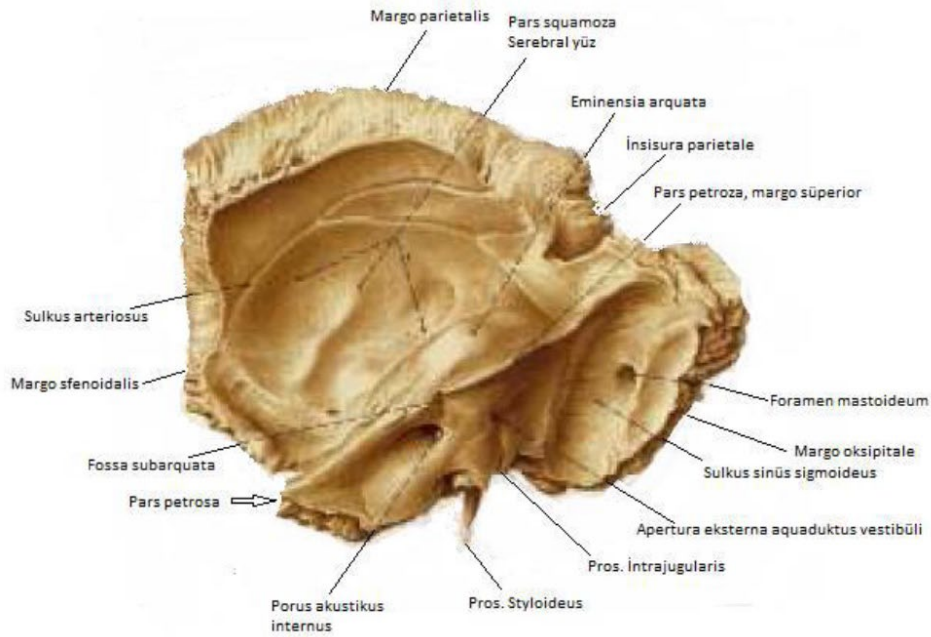
Şekil 1: Temporal kemik lateral bakış (11)

2.5.1. Skuamoz Kemik

Skuamoz kemik açık bir kuş kanadına benzeyen yapıdadır. Sfenoid kemiğin ala majoru ve parietal kemik ile, orta kafa tabanının dış kısmını oluşturur. Ön ve alt bölgesi zigomatik arka katılarak, DKY'nin süperior duvarını oluşturmaktadır. Timpanik kemik ile eklemi timpanoskuamoz suture oluşturur. Timpanoskuamöz suture DKY anterosüperior duvarında bulunmaktadır. Dış kulak yolunun posteriorunda mastoid ile eklem yapar ve timpanomastoid suture oluşturur. Rivinus çentiği skuamoz parçada bulunur. Shrapnell membranının medialindedir. Timpanik halkanın tam oluşmadığı üst kısımda Rivinus çentiği yer alır. Epitimpanumun lateral kısmını oluşturan kemik yapıya skutum denir, bu da skuamoz kemiğin bir parçasıdır (10). Petroskuamoz suture, petröz kemiğin üst dış bölümü ile skuamoz kemiğin eklem yapması ile oluşmaktadır. Skuamoz kemik, içinden orta meningeal arterin kraniuma geçtiği foramen spinosum ile sfenoid ile birleşerek oluşturur. Orta meningeal arter, skuamoz kemik medial yüzünde bir oluk oluşturmaktadır (12).

2.5.2. Timpanik Kemik

Skuamoz kemik inferiorunda, mastoid kemik anteriorunda yer alır. Bu kemikler ile timpanoskuamoz ve timpanomastoid sütürleri meydana getirir. Timpanik kemik, DKY'nin anteroinferiorunu ve dış kulak yolu posterior duvarının bir kısmını oluşturur. Glenoid fossanın posterior parçasını da timpanik kemik oluşturmaktadır. Timpanik kemik medial kenarı anüler sulkusta sonlanır. Alt yüzü petröz kemikle komşudur ve onunla birleştiği yerde petrötimpanik sütür meydana gelir. Ayrıca, internal karotis arterin içinden geçtiği foramen lacerumun yapısına katılır. Timpanik kemiğin inferior ucunda stiloid çıkıntı bulunur. Stiloid çıkıntının posteromedialinde foramen stilomastoideum yer alır. Önemi fasiyal sinirin buradan temporal kemiği terk etmesidir. Kemik anterior kısmı ise temporomandibuler ekleme bitişiktir. Timpanik kemik inferiorunda juguler bulbusa komşudur. Posterior kısmı ise DKY'yi fasiyal sinirden ve mastoid hücrelerden ayırır (12).



Şekil 2: Temporal kemik medial bakış (11)

2.5.3. Mastoid Kemik

Mastoid içi hava dolu bir kemiktir. Temporal kemiğin posteroinferior bölgesinde yer alır. Aslında skuamoz kemiğin posterior bir uzantısı gibi olup, izdüşümünde petröz kemik yer almaktadır. Ucu aşağı bakan ve tabanı ise yukarıda olan bir üçgen gibidir. Mastoid kemik, anteriorda timpanik kemiğin posterior parçası ile birleşir ve timpanomastoid sütürü meydana getirir. Mastoid kemik arka ucu, parietal kemik ve

okspital kemik ile eklem yapmaktadır. Bu eklemler sırası ile parietomastoid sütürü ve oksipitomastoid sütürü oluştururken, posterior fossa cerrahisinde önemli bir bölge olan asterion yapısına katılırlar. Asterion bu noktaların oksipitoparietal sütür ile birleştiği yere verilen isimdir. Mastoidin hacmi, gelişimsel dönemdeki pn motizasyon ile ilgilidir. Hava hücreleri mastoid kemiğin antrumundan ucuna doğru yayılır. Perilabirentin bölge ve retrofasiyal alanı doldurur. Hatta bazen petröz apeks bile pn motize olabilmektedir. Mastoid antrum, mastoid içindeki birçok havalı hücreden en geniş olanıdır. Antrumun orta kulakla bağlantılı bölgesine aditus ad antrum adı verilir. Kimi durumlarda aditus ad antrum girişinin posterior bölgesinde ince bir kemik tabaka bulunabilir. Bu tabakaya Körner septumu denir. Medial ve süperior duvarlardan kaynaklanan bu septum petroskuamoz sütürün bir kalıntısıdır (12).

2.5.4. Petröz Kemik

   yüzlü bir piramit gibi olan petröz kemik temporal kemiğin en medialdeki parçasıdır. Taban kısmında temporal kemiğin diğer parçaları ile eklem yapar. Piramidin  st kenarı, orta fossa tabanının büyük bir bölümünü oluşturur. Piramidin i  yüzeyi posterior kranial fossaya doğrudur. Alt yüzeyi ise oksipital kemik ile eklem yapar. Piramidin tepesi petröz apeks olarak adlandırılır. Dışta sfenoid kemik ala majoru ile, s peromedialde sfenoid kemik gövde kısmı ile, medialde oksipital kemiğin bir parçası olan klivus ile eklem yapmaktadır. Petröz kemiğin süperior yüzeyinin en anterior kısmında internal karotis arterin horizontal kısmının ucunun geçtiği foramen lacerum bulunur. Bu foramenin medialinde ise 5. kranial sinirin liflerinin ilerlediği trigeminal çukur yer alır. Trigeminal sinir bu çukur aracılığı ile Meckel boşluğuna ve Gasser ganglionuna ilerler. Ganglion ve boşluğun lateralinde sfenoidin büyük kanadı ile birleşim kısmına yakın trigeminal sinirin üçüncü bölümünün infratemporal fossaya geçmek üzere kraniumdan çıktığı foramen ovale bulunur. Foramen spinozum ise foramen ovalenin posterolateralinde yer alır ve içerisinden orta meningeal arter geçmektedir. Foramen spinozumun 10 ila 15 mm medialinde ise fasiyal hiatus yer alır. Bu yapı genikulat ganglions greater petrozal sinir liflerini alan k  k bir kemik sulkustur. Fasiyal hiatusun posteromedialinde ise süperior semisirküler kanalın t msekliği yer alır. Bu alana arkuat eminens adı verilir (12).

Petröz kemiğin medial yüzündeki en önemli yapı internal akustik kanalın ( AK) medial uzantısı olan porus akustikus internustur. Bu yapı, lateralde vestibülün i  yüzünde, koklear bazal dönüş ve modiolus alt kısmında sona erer. Horizontal bir kemik

çıkıntı aracılığı ile kanal süperior ve inferior bölümler olarak ikiye ayrılır. Süperiorda kalan kısım ise varlığı ve cerrahi önemi ilk kez William House tarafından vurgulanmış olması sebebi ile 'Bill's Bar' olarak bilinen küçük bir vertikal kemik kret tarafından anterior ve posterior bölümlere ayrılır (12). Bu kemik çıkıntılar İAK fundusunu her biri kendi kranial sinirini taşıyan dört kadrana ayırmıştır. Anterosüperior fasiyal siniri, Anteroinferior koklear siniri, Posterosüperior süperior vestibüler siniri ve posteroinferior inferior vestibüler siniri içerir. İnternal akustik kanal porusunun üst sınırının posteriorunda ve arkuat eminens inferiorunda, subarkuat arter ve ven için bir kanal içeren subarkuat fossa yer alır. Subarkuat fossanın posterior ve kaudalinde, vestibüler akuadakt apertürünü ve posterior fossadaki endolenfatik keseyi gösteren küçük bir fissür bulunur.

Petröz kemik inferior kısmı oksipital kemik ile birleşerek oksipitomastoid sütür ve sigmoid sinüs sulkusu ile devamlılık gösteren petrooksipital sütürü oluşturur. Burada medialinde oksipital kemik ve lateralinde petröz kemik olan juguler foramen yer almaktadır. Juguler foramenin anterior kısmında inferior petrozal sinüs yer alır. Burada inferior petrozal sinüs juguler bulbosa açılmaktadır. 9,10,11. kranial sinirler kraniumu juguler foramen vasıtası ile terk ederler (12).

2.6. Dış Kulak Yolu Anatomisi

Dış kulak yolu; sırası ile aurikula, dış kulak yolu kıkırdak ve kemik kısmı ve timpanik membran dış katmanından oluşmaktadır (12). Aurikula; cilt ve perikondriumun kapladığı düzensiz kıkırdak bir yapıdır. Dış kulak yolu; lateral 1/3 kısmı fibrokartilaj, medial 2/3 kısmı kemik yapıda bir kanaldır. Dış kısım serömüsinöz bezler ve kıllardan zengindir. Deri yüzeyi mediale gidildikçe oldukça incelmektedir.

2.7. Orta Kulak Anatomisi

Timpanik membran, attik bölgenin lateral duvarı ve timpanik kemik, timpanik boşluğun lateral sınırını oluşturmaktadır.

Timpanik membran şekli elips yapıda bir konidir. Eni 8 mm, yüksekliği 10 mm, kalınlığı ise 0.1 mm'dir. 270°'lik kısmı timpanik sulkus aracılığı ile kemik oluğa fibröz bir ligament ile bağlıdır. Timpanik membranın fibröz anulusa tutunan inferior kısmına pars tensa adı verilir. Bu kısmın yukarısında fibröz anulus yer almaz. Timpanik membran süperiorda kemik kanal birleşim yerinden malleus kısa koluna doğru çöker.

Bu bölümde anterior mallolar kıvrım ve posterior malleolar kıvrımı oluşturur. Oluşan bu kıvrımlar arasındaki bölge, pars flaccida (Shrapnell membranı) adını alır.

Kemikçikler timpanik membranın medial bölgesine doğru uzanır. En dışta malleus bulunur. Malleus; baş, boyun ve manubrium bölgelerinden meydana gelir. Malleus başı, epitimpanik bölgede inkus gövdesi ile eklem yapar. Malleus ve attığı lateral kemik duvarı arasındaki mesafe ise ‘Prussak Boşluğu’ adını alır. Tensör timpani kası tendonu, malleusun kısa çıkıntısının inferomedialinden malleusun boyun bölgesine yapışır.

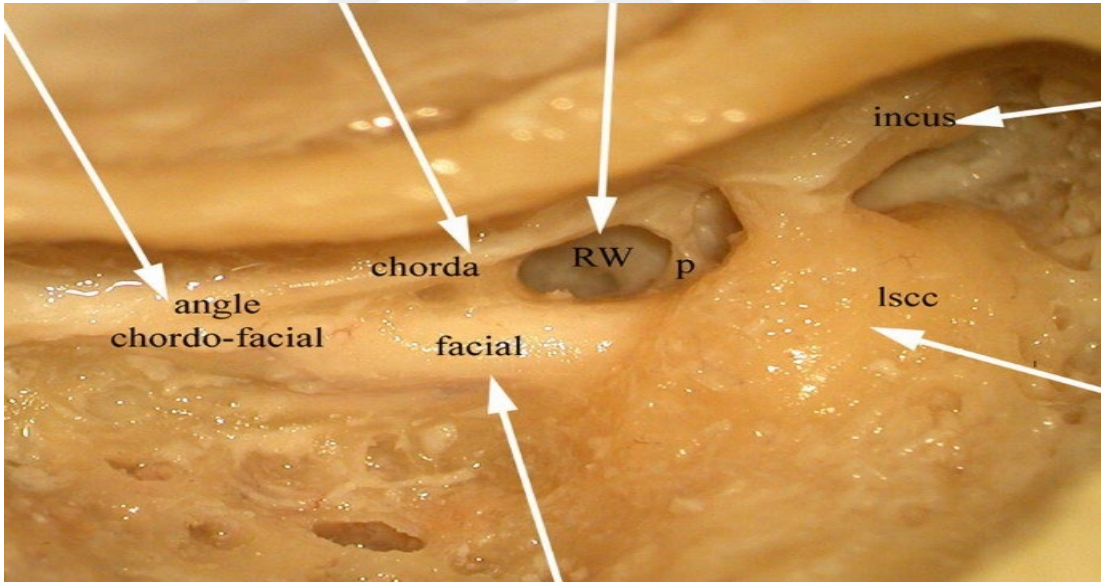
İnkus; uzun kol, kısa kol, gövde ve lentiküler çıkıntıdan oluşur. İnkus kısa kolu, inkudal fossada bulunur. Aditus ad antrum komşudur. Medialde olup mezotimpanuma doğru yönelen inkus uzun koludur. Lentiküler çıkıntıysa stapes ile oval pencere komşuluğunda eklem yapar.

Stapes; baş, iki bacak ve taban olmak üzere üç bölgeden oluşmaktadır. Posterior krus daha sağlam ve eğri, anterior krus kısa, düz ve ufaktır. Stapes tabanı oval pencere kenarına anüler yapıda bir ligament ile tutunmuş oval bir yapıdır.

Timpanik kavite, iki hayali çizgi ile üç parçaya bölünmüştür. Dış kulak yolu üst ve alt sınırından geçen bir çizgi ile timpanik kavite bölümlere ayrılır. Süperior bölümde kalan alan; epitimpanum, kulak zarına komşu olan orta bölümde kalan alan; mezotimpanum, inferior çizginin altında kalan alan ise hipotimpanum olarak adlandırılır.

Epitimpanum üst duvarı tegmen timpanidir. Kemik bir tabaka olan tegmen timpani, orta kulak boşluğunu, orta fossa durasından ayırır. Hipotimpanum tabanda, juguler bulbus, internal karotis arter, hipotimpanik ve retrofasiyal hava hücrelerinden timpanik kaviteyi ayırır. Önde üst mezotimpanumda östaki kanalının açıldığı alana protimpanum denir. Östaki açıklığının medialinde karotis kanal yer alır. Supratubal reses, tuba östakinin süperior kısmında mevcut olan bir girintidir. Timpanik kavitenin medial duvarı iç kulağın lateral duvarıdır. Kokleariform çıkıntı epitimpanum ve mezotimpanum arasında yer alır ve buradan başlayan tensör timpani kasının tendonu malleus boynuna uzanır. Kokleariform çıkıntının hemen önünde tensör timpani kasının semikanalı yer alır. Kokleariform çıkıntının posteromedialinde fallop kanalı yer alır. Bu kanal fasiyal sinirin timpanik segmentini içinde bulundurur. Kokleariform çıkıntının inferiorunda, timpanik kavitenin medial duvarını oluşturan promontoryum

yer alır. Promontoryumun inferiorundan süperioruna doğru ilerleyen glossofaringeal sinirin timpanik dalı (Jacobson Siniri) görülebilir. Promontoryum posterosüperiorunda ise stapes ve oval pencere nişi bulunur. Oval pencerenin inferiorunda promontoryum posteriorunda, yuvarlak pencere nişi yer alır. Posterior epitimpanum aditus ad antrum aracılığı ile mastoid antruma bağlanır. Posterior mezotimpanum lateral kısmında fasiyal reses yer alır. Medialinde ise sinüs timpani vardır. Bu yapılar fasiyal sinir ile komşuluk gösterir. Stapes kası tendonunun orta kulağa girdiği yerde yaptığı çıkıntı piramidal eminens adını alır. Piramidal eminens fasiyal resesin medialinde bulunur. Fasiyal sinirin mastoid parçasının anteriorunda yer alır. Stapes kasının tendonu piramidal eminensden başlayıp, posterior krus ile stapes başı arasından stapese bağlanır. Korda timpani ve inkus kısa kolu, posterior timpani yapılırken fasiyal resesin açılmasında nirengi noktalarıdır. Korda timpani, piramidal eminensin lateralinde ve DKY'nin posterior duvarı sınırında mastoidten çıkıp orta kulak kavitesine girer. Orta kranial fossaya doğru geçtiği petröskuamoz suture malleus boynu arkasından geçerek ilerler.

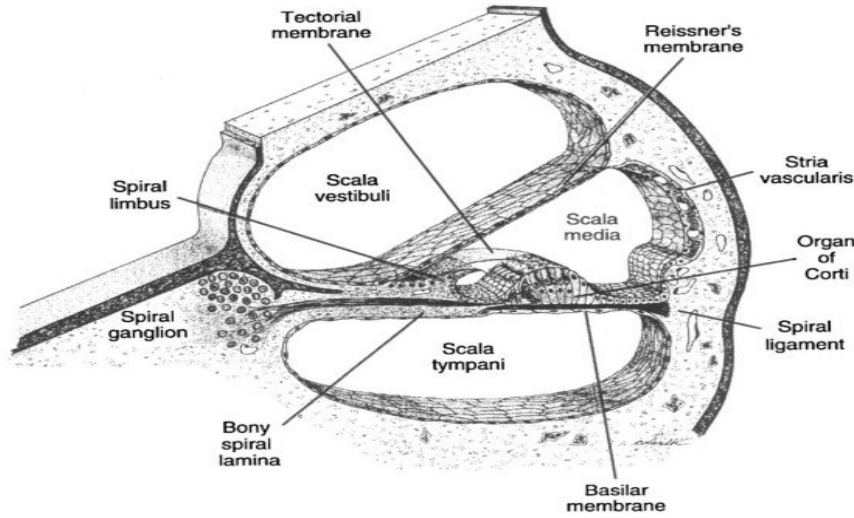


Şekil 3: Posterior timpanotomi esnasında fasiyal resesin görünümü (13)
(Angle chordo-facial: Kordofasiyal açı, Chorda: Korda Timpani, RW: Yuvarlak pencere, İncus: inkus, LSSC: lateral semisirküler kanal, Facial: fasiyal sinir)

2.8. İç Kulak Anatomisi

İç kulak, içi sıvı dolu kemik ve membranöz labirentten oluşan bir organdır. Membranöz labirent etrafını çevreleyen kemik doku, kemik labirenti oluşturur. Temel olarak koklea, vestibül ve 3 adet semisirküler kanaldan oluşmaktadır.

İç kulağın en önemli yapısı olan kokleanın boyu yaklaşık 3.5 cm'dir. Merkezi olan modiolus çevresinde eksenini etrafında iki buçuk turluk bir dönüş yapar. İşitme için ana reseptörler kokleada bulunur. Oval ve yuvarlak pencere kokleayı orta kulağa bağlar. Koklea otik kapsüle bir septum ile sabitlenmiştir. Bu santral kemik spiral yapı modiolus olarak adlandırılır. Bu septalar, skala olarak düzenlenmiş üç tane spiral yapı içerir. Oval pencereden başlayıp koklear apekse giden yapı skala vestibüli olarak adlandırılır. Skala vestibüli, vestibül ile bağlantı halindedir. Bazalde uzanıp yuvarlak pencerede sonlanan yapı ise skala timpanidir. Skala timpani ile subaraknoid boşluk arasındaki kemik yapı koklear akuaduktus adını alır. Koklear akuaduktus, ile beyin omurilik sıvısı (BOS) arasındaki madde transferini sağlayan trabeküler yapıda bir bağ dokuyu içermektedir. Skala timpani ve skala vestibüli helikotrema ile birbirine bağlanır. Bu yapılar içinde perilenf barındırır. Perilenfin özelliği yüksek Na^+ , düşük K^+ iyonu içermesidir. Bu iki yapı arasında skala media yer alır. Skala media endolenf ile dolu olup perilenfin tersi olarak yüksek düzeyde K^+ ve düşük Na^+ konsantrasyonuna sahiptir. Duktus reuniens vasıtası ile endolenfatik yapılarla ilişkilidir. Koklear apekte sonlanır.



Şekil 4: Koklear yapıyı gösteren bir kesit (14)

Koklear sinir lifleri modiolar kemiğin yapısında yer alan Rosenthal Kanalı isimli alanda yerleşmiştir. Spiral gangliyon bir buçuk turluk dönüş yaparken bazal membran iki buçuk turluk dönüş yapar. Bundan dolayı, apikalden gelen lifler daha aşağı seviyedeki gangliyon hücrelerine giderler. Gövdeleri spiral gangliyonda olan bipolar yapıdaki nöronlar koklear reseptörleri santral sinir sistemine bağlamaktadır. Spiral gangliyonda gövdeleri bulunan bipolar nöron hücreleri kokleadaki reseptörleri santral

sinir sistemine bağlar. Bipolar nöronların bir ucu Rosenthal kanalından çıkıp vestibülokoklear sinirin, koklear kısmını meydana getirirken, diğer uçlar habernula perforata denilen boşluktan duyuşal epitel ile bağlantılıdır. Bu afferent lifler ile birlikte, süperior olivar nükleustan uzanan efferent nöronlar spiral gangliyonu meydana getirmektedir.

Membranöz labirent, hücre ve kanalları içeren kemik labirent içinde yerleşik bir oluşumdur. Skala media, kokleanın sensöryal hücrelerinin yerleştiğı özelleşmiş bir dokudur. Skala media üç bölgeye ayrılır. Reissner's Membranı, lateral duvar, baziller membran ve osseöz spiral lamina skala medianın bölgeleridir. Reissner Membranı, skala media ve vestibülü arasında sınırdır. Lateral duvar; stria vaskülaris, spiral prominens, spiral ligaman ve dış sulkusu içerir. Baziller membran ve osseöz spiral lamina ise skala media ve timpani arasından bir sınır oluşturur.

Reissner membranı; skala media ve vestibülü arasında sınırdır. İki hücreli bir yapıdan meydana gelir. İki tabaka halindeki bu yapı bazal laminalar ile birbirinden ayrılır. Lateralde spiral ligamanla, medialde ise spiral limbusun modiolar bölgesi ile sonlanır. Skala medianın tavanını oluşturur. Endolenf ve perilenf arasında bir bariyer görevi görmektedir.

Skala medianın lateral duvarının önemli bir kısmını spiral ligaman oluşturmaktadır. Medialde spiral prominens ve stria vaskülaris yer alır, bunların lateralinde otik kapsül yer alır. Yapısında gevşek bağ dokusu ve iyon geçişinden sorumlu enzimlerden zengin hücreler vardır. Skala timpani ve vestibülü içine uzanan spiral ligaman bu iki kanal arasında lateralde bir yol oluşturmaktadır. Bu yapı fibroblasttan zengin olup tip 1 fibroblast içeriğı yüksektir.

Skala medianın endolenfatik bölge ile arasında stria vaskülaris vardır. Bu yapı, Reissner Membranı ile spiral prominens arasında yer alır. Üç hücre tipinden oluşmuştur. Bunlar marjinal, intermediate ve bazal hücrelerdir. Koklear endolenfin düşük Na⁺, yüksek K⁺ konsantrasyonlarının devamlılığını marjinal hücreler sağlar. Intermediate hücreler yüksek melanosit konsantrasyonuna sahip olup fagositoz ile görevlidir. Komşu hücreler ile olan bağlantılar ise bazal hücreler ile sağlanır.

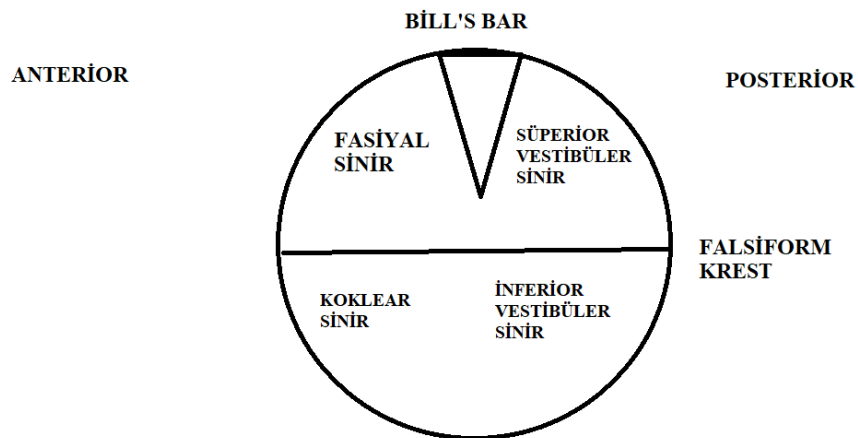
Spiral prominens, tek katlı kuboidal epitel ile çevrili, baziller membran ve stria vaskülaris arasında yer alan bir yapıdır.

Baziler membran spiral osseöz lamina ile baziler krest arasında yer almaktadır. Bağ dokudan oluşan baziler membran, kokleanın tonotopik organizasyonunda görev alır. Uzunluğu insanda 3.1 cm kadar olup genişliği apekse gidildikçe artmaktadır. Skala media ile skala timpaniği birbirinden ayırır. Üzerinde corti organını barındırır.

Corti organının temel fonksiyonu, baziler membrandaki titreşimleri, nöral impulsula çevirerek santral işitme merkezine iletilmesini sağlamaktır. Temel olarak sensöriyel saçlı hücrelerden ve destek hücrelerinden oluşmaktadır. Destek hücreleri baziler membran tarafından desteklenir ve üzerlerinde tektorial membran bulunmaktadır. Birçok farklı tipte hücreyi içermektedir.

İç ve dış saçlı hücreler ve onların uzantıları olan stereosilyalar işitme sürecinde esas önemli yapılardır. Koklear apeksten tabana doğru gidildikçe stereosilyaların boyu kısalmaktadır. Tıpkı stereosilyalar gibi dış ve iç saçlı hücrelerin boyu koklear apeksten tabana doğru gidildikçe kısılır. Dış saçlı hücreler silindirik şekillidir. İnsanda dış saçlı hücre miktarı, iç saçlı hücre miktarının yaklaşık olarak 4 katı kadardır. İç saçlı hücrelerin şekli vestibülerdir ve dış saçlı hücreler benzerdir. İç saçlı hücrelerin stereosilyaları dış saçlı hücrelerin stereosilyalarının iki katı kadar kalındır. İç saçlı hücreler bazal uçlarında dış saçlı hücrelere göre daha fazla sinaptik bağlantı yaparlar. İç saçlı hücrelerin sinaptik bağlantıları büyük oranda afferent sinir uçları ile olurken, dış saçlı hücreler genellikle efferent sinir uçları ile sinaps yapmaktadır. Tüm bu sinir hücreleri birleşerek koklear siniri oluşturur ve kokleada oluşan elektriksel aktivitenin beyin sapına aktarılmasında rol oynar.

2.9. İnternal Akustik Kanal ve Koklear Sinir Anatomisi



Şekil 5: İnternal Akustik Kanal, Bill's Bar ve Falsiform Krest çizimi

İnternal akustik kanal uzunluğu, porustan iç kulağa girdiği fundusa kadar yaklaşık 1.2-1.4 mm kadardır. İnternal akustik kanal, falsiform krest adı verilen kemik bir çıkıntı aracılığı ile ikiye bölünmüştür. Bill's bar olarak bilinen vertikal bir krest ile süperior kısmı, anterior ve posterior kompartmanlara ayrılmaktadır. Dört kadranda İAK'nin dört ana nöral unsuru yer almaktadır. Süperior anteriorda fasiyal sinir, süperior posteriorde süperior vestibüler sinir, inferior anteriorda koklear sinir ve inferior posteriorde inferior vestibüler sinir yer almaktadır. İnterior kompartman, koklear ve inferior vestibüler sinirleri ayırmak için kemik bir bölüme sahip değildir. Ancak koklear sinir modiolusa girmek üzere çok sayıda delik bulunan bir tabakayı geçerek İAK'den ayrılır.

Vestibülokoklear sinir 4 parçadan meydana gelir. Süperior vestibüler, inferior vestibüler, sakküler ve koklear sinirler bu siniri oluşturur. Vestibüler sinirin sakküler dalı, koklear sinirle porus akustikus internusta birleşmektedir. Koklear sinir, sakküler sinir ile porus akustikus internusta kaynaşır. Bu yapı vestibülokoklear anastomozu meydana getirir. Bu anastomoza Oort Anastomozu denmektedir. İki sinir birleşse de bunların uygun diseksiyon ile ayrılmaları kolaydır. Koklear sinir lifleri, spiral olarak seyreder. Kokleanın bazalinden gelen lifler daha periferdeyken, koklear apekten alınan lifler daha derinde seyrederler.

Vestibülokoklear sinir ikiye bölünür. Beyin sapına pontomedüller bileşkeden girer. Serebellar pedinkül aracılığı ile koklear ve vestibüler bölümler birbirinden ayrılır. Restiform cismin üzerinden geçen koklear sinir, onun ventromedial yüzünde anteroventral koklear nükleusa giriş yapar. Koklear sinir, iki dala bölünür. Dorsal ve posteroventral nükleusları inen dal innerve eder. Anteroventral nükleusu ise çıkan dal uyarır. Restiform cisim altından geçen vestibüler lifler, dorsal olarak ilerler ve trapezoid cisme gider.

2.10. Fasiyal Sinir Anatomisi

Parasempatik, motor ve duyu lifler içermektedir. Fonksiyonel olarak dört bölümde incelenebilir, bunların ikisi efferent ikisi ise afferent bölümlerdir. Digastrik kas posterior karnını, stapedius kası, stilohyoid kası, mimik kaslarını efferent liflerin bir kısmı uyarır. Diğer efferent lifler, göz yaşı ve tükürük bezi salgılarından sorumlu olup parasempatik yapıdadır. Korda timpani ve büyük yüzeyel petrozal siniri bu lifler meydana getirir. Afferent liflere bakıldığında, dilin 2/3'lük ön kısmının tat duyusu bu

liflerle nükleus traktus solitariusu taşınır. İkinci kısım afferent lifler ise; DKY, kulak lobülü gibi bölgelerden gelen duyuyu taşımaktadır.

Fasiyal sinirin seyri 6 ayrı bölgeye bölünerek incelenmektedir:

İntrakraniyal Segment: Beyin sapından İAK'ye kadar olan yaklaşık 23-24 mm'lik bölüm.

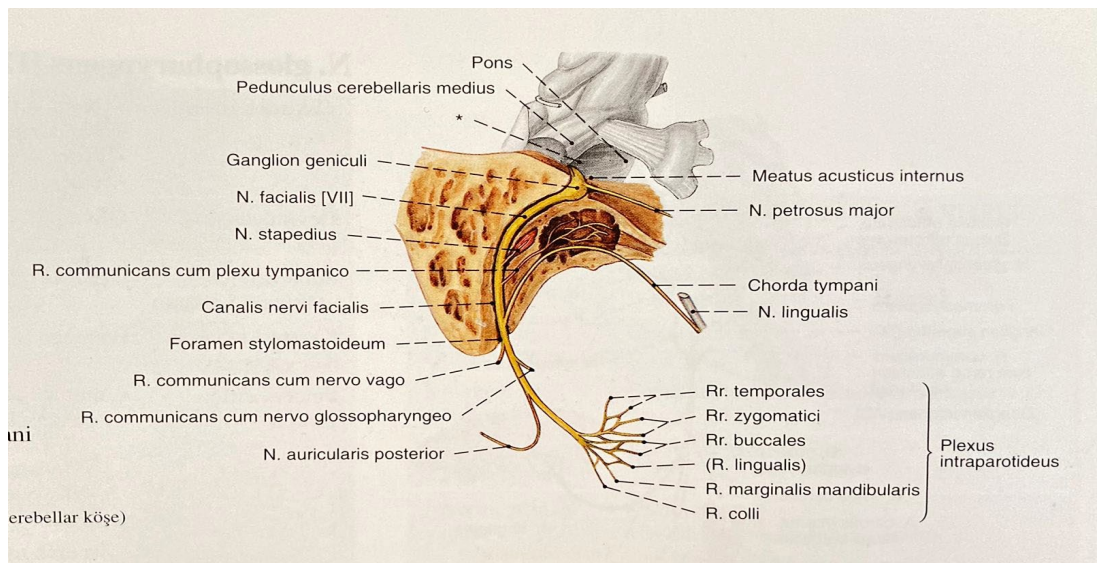
Meatal Segment: 8-10 mm uzunluğunda olan, İAK fundusundan mental foramene kadar olan bölgedir.

Labirintin Segment: Meatal foramenden genikulat gangliyonuna kadar olan yaklaşık 5 mm'lik bir bölümdür. Bu bölümde fasiyal sinir ilk dalı olan greater süperfisiyal petrozal siniri vermektedir. Ayrıca Fallop kanalının en dar olduğu yer labirintin segmenttir.

Timpanik Segment: 8-10 mm kadardır. Genikulat ganglionda posteriora doğru 40°-80°'lik bir açı yapar. Timpanik kavite, kokleiform proçes, oval pencere medialinden ve LSSK'nin altından piramidal eminense doğru ilerler.

Mastoid Segment: 10-14 mm uzunluğundadır. Piramidal proçesten stilomastoid foramene doğru uzanır. Bu segmentte, stapedius kasına gidecek sinir, korda timpani ve aurikulaya gidecek olan bir dal ayrılmaktadır.

Ekstratemporal Segment: Stilomastoid foramenden, kasları innerve ettiği bölüme kadar uzanan son segmenttir.



Şekil 6: Fasiyal sinir anatomisi (11)

2.11. İşitme Fizyolojisi

Doğada oluşan ses dalgalarının, kulak yolu ile algılanarak, santral merkezlerde anlam kazanmasına kadar olan olaylar bütününe işitme denmektedir. İşitsel sinyal, ses basıncında meydana gelen zamana bağlı bir değişikliktir. Her bir kulağa alınan tek boyutlu uyarılar aracılığı ile, çok boyutlu bir işitsel dünya inşa edilir (15). Aurikula, dış kulak yolu, orta kulak, iç kulak, koklear sinir, işitme yolları ve santral işitme merkezi işitme sürecinde rol alan yapılardır.

2.11.1. Dış Kulak Fizyolojisi

Eğer ses dalgaları direkt olarak oval pencereye ulaşıyorsa enerjinin çoğu yansıtılır ve sadece %2'si kokleaya iletilirdi (15). Ses dalgaları yayılırken başın ve vücudun engelleyici etkisi ile karşı karşıya kalmaktadır. Ayrıca başın ses dalgalarına gölgeleyici bir etkisi bulunmaktadır. Dalga boyu baş büyüklüğünden daha dar olan tiz sesler iletilirken karşı kulağa iletim daha yavaş olurken, pes seslerde bu iletim daha hızlı olur. Bu sebeple pes sesler, tiz seslere göre daha zor lateralize edilirler (16).

Aurikula huni şeklinde bir yapı olup ses dalgalarını toplayarak DKY'ye iletmektedir. Sesin lokalizasyonuna yardımcı olur. Ayrıca gelen sesleri şiddetlendirir. Dış kulak yolu gelen ses dalgalarını kulak zarına doğru yönlendirir. Yönlendirme işlevine ek olarak ses dalgalarını şiddetlendirir. Normal bir insanda 2000-8000 Hz aralığındaki frekansları yaklaşık olarak 15 ila 20 desibel (dB) aralığında kuvvetlendirerek iletir (15).

2.11.2. Orta Kulak Fizyolojisi

Aurikula ve dış kulak yolu aracılığı ile alınan ses dalgaları, kulak zarını titreştirir. Bu titreşmenin etkisi ile manibrium hareketlenir, enerji malleus ve oradan da inkusa aktarılır. İnkudostapedial eklem titreşir ve oval pencere yolu ile enerji iç kulağa iletilir. Bu şekilde akustik enerji sıvı dolu kokleaya geçmiş olur. Her iki ortam arasında düzenli bir aktarım olduğundan enerji kaybı olmadan akustik enerji iç kulağa aktarılmış olur. Buna fiziksel direnç uyum sistemi adı verilmektedir. İlgili sistem çeşitli unsurlardan oluşmaktadır.

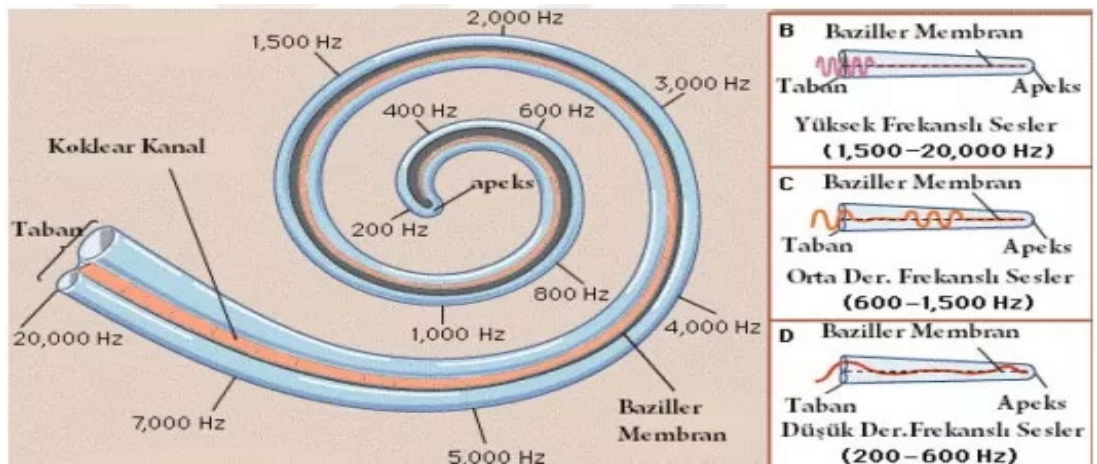
Kulak zarının yüzey alanı etkisine bakıldığında; erişkin bir bireyin kulak zarı hemen hemen 85 mm^2 olup ses iletimi esnasında titreşen bölümü 55 mm^2 'lik bir bölümdür. Stapes tabanı yaklaşık olarak 3.2 mm^2 olduğundan kulak zarının titreşen kısmının stapes tabanı alanına oranlandığında, iletilen ses enerjisinde yaklaşık 17 katlık bir artış

olmaktadır.

Bu duruma ek olarak; malleus ve inkus kaldıraç görevi görerek, stapes tabanına akustik enerjiyi yaklaşık 1.3 kat fazla bir güç olarak iletirler. Toplamda 22 katlık bir artış gerçekleştirilerek ortalama 25 dB'lik bir kazanç sağlanır. Bunun dışında kemikçikler vasıtası ile akustik enerji hareket enerjisi ile oval pencereye aktarılır. Sonrasında oval pencerede bir titreşim dalgası oluşur ve yuvarlak pencereye iletilir. Her iki pencere arasında bir faz farkı oluşur. Bu da yaklaşık 4 dB'lik küçük bir işitme kazancı sağlar.

2.11.3. İç Kulak Fizyolojisi

İnkudostapedial eklem vasıtası ile stapes akustik enerji iletilir. Bu taban vasıtası ile oval pencereye aktarılır. Bununla birlikte koklea içerisinde bir dalga hareketi başlamış olur. Oluşan bu dalga ilerleyerek bu dalga baziler membran ve tektoriyal membranda harekete neden olur. Bu dalga amplitüdü giderek artarak baziler membranın tabanından apeksine doğru ilerler. Baziler membran, farklı bölgelerinde farklı kalınlık ve esnekliğe sahiptir. İletilen dalga, frekansına göre baziler membranın kendine özel bölgesinde maksimum amplitüde ulaşır ve bu bölgedeki sinir liflerini uyarır (Şekil 7). Kokleanın bu şekilde farklı bölgelerinin farklı frekanslara duyarlı olacak şekilde dizilimine tonotopik organizasyon adı verilmektedir (17). Bu nedenle bazal koklea daha tiz seslere duyarlıdır. Koklear apekse doğru gidildiğinde pes seslerin hakimiyeti başlar. Baziler ve tektoriyal membranda oluşan hareket, tüylü hücreleri stereosilyaları aracılığı ile depolarize eder. Dolayısı ile mekanik bir kuvvet elektrokimyasal bir enerjiye dönüşür. Uyarılan koklear sinir lifleri vasıtası ile işitme merkezine uyarılar iletilmektedir.



Şekil 7: İlerleyen Dalga Teorisi (18)

2.12. Santral İşitme Yolları

Kulak yolu ile alınan mekanik enerji, elektrofizyolojik potansiyellere dönüştürülür ve sinirlere aktarılır. Bu aşama sonrasında çeşitli yollarla işitme korteksine iletilir ve sesin algılanması gerçekleşmiş olur. Koklear nükleuslardan başlayarak sırası ile işitme yollarının özellikleri ve bu yolda görevli yapılar aşağıdaki gibidir.

2.12.1. Koklear Nükleuslar ve Akustik Stria

Afferent işitsel sinir liflerindeki aksiyon potansiyelinin iletiildiği ilk yer koklear nükleuslardır. Bu yapılar bilateral olarak pontomedüller bileşkede yer almaktadırlar. Koklear nükleuslar temel olarak iki grupta incelenir. Bunlar dorsal ve ventral nükleuslardır. Ventral grup, kendi arasında çeşitli bölümlere ayrılmıştır. Ventral koklear nükleus kendi içinde bölümlere ayrılır. Her bir bölüm ve her bir hücre, kendine özel frekansları temsil eden lifleri alırlar ve hücrel yapıları farklıdır. Koklea apikali kaynaklı aksonlar en ventrale ulaşırken, bazal bölümünden gelen aksonlar en dorsale gider. Her hücre için nöronun en duyarlı olduğı tek frekans mevcuttur (19). Nöronların aksonları farklı gruplar oluşturur. Bu gruplar dorsal, ventral ve intermediate akustik striadır (20).

2.12.2. Superior Olivar Kompleks ve Olivokoklear Demet

Pons gri cevherinin dorsalinde, kaudal ponsta yer almaktadır. Birden çok çekirdek grubunun birleşiminden oluştuğı için superior olivar kompleks adı verilmiştir. Superior olivar kompleks; trapezoid cisim medial çekirdeğı, periolivar çekirdek, süperior olive'in lateral ve medial çekirdeklerinden oluşmaktadır. İki taraflı koklear çekirdeklerden lif aldığı için binaural işitmede önemli bir yapıdır. Lateral lemniskuse ve bu yolla inferior kollikulusa çıkan lifler bu kompleksten yönlendirilir. Olivokoklear yol ile Corti organına da inen lifler gönderir. Olivokoklear demetin bir özelliğı de medialdeki sinirlerin miyelin kılıfa sahip olmasıdır. Lateraldeki olivokoklear demet lifleri ise miyelin kılıfa sahip değildir. Bu inen bağlar ve özellikle çaprazlaşan lifler sese karşı koklear hassasiyeti düzenleme görevini üstlenmektedir. Bunu da dış saçlı hücrelerin kontraktıl özelliklerini etkileyerek gerçekleştirirler (20).

2.12.3. Lateral Lemnisküs

Önemli bir bağlantı yoludur. İşitme yollarının alt seviyelerini inferior kollikulusa bağlar. Lateral lemnisküs üç farklı hücre grubundan oluşmaktadır. Bunlar ventral, intermediate ve dorsal gruplardır. Lateral lemnisküsün hücre gruplarında tonotopik

organizasyon mevcuttur. Daha pes yani düşük frekanslı sesler dorsal bölüme iletilirken; daha tiz yani yüksek frekanslı sesler ventral hücre grubu ile ilişkilidir. Her iki taraftaki dorsal grup lifleri birbiri ile bağlantılıdır. Bu lifler orta hattı medial longitudinal fasikülün altında çaprazlamaktadır. Bu yolun inhibitör resiprokal bir bağlantı olduğu düşünülmektedir. Lateral lemnisküsten çıkan eferent lifler, inferior kollikulusun santral nükleusuna yollanmaktadır (20).

2.12.4. Inferior Kollikulus

Bilateral olarak izlenen mezensefalonda yer alan yapılardır. Çıkan işitme yollarının esas durağıdır. İlgili lifleri medial genikulat cisme iletme görevi bulunur. Bunun yanı sıra direkt olarak kortekse giden lifleri de mevcuttur. Temel olarak üç farklı hücre tipinden oluşmaktadır. Bunlar perisantral, santral ve eksternal nükleustur. İçlerinde en baskın olup en çok alanı dolduran, santral nükleustur. Ayrıca düşük frekanstan yüksek frekansa doğru tonotopik bir organizasyona sahiptir. Inferior kollikulusun esas efferent lifleri medial genikulat cisme ulaşır. Inferior kollikulus komissür yolu ile karşı taraf inferior kollikulusa da lifler gönderir. Ayrıca; periakvaduktal gri cevhere, kaudal süperior kollikulusun derin tabakalarına, posterior talamusa da zayıf lifler gönderir. Sesin algılandığı pozisyon bilgisi ile görme alanı süperior kollikulusta birbirlerine entegre edilmektedir (20).

2.12.5. Medial Genikulat Cisim

Talamusta yerleşmiştir. Inferior kollikulustan gelen lifleri kortekse aktarır. Yerleşim bölgelerine göre dorsal, ventral ve medial olmak üzere üç bölgeye ayrılmaktadır. Tüm bölümler inferior kollikulustan ve işitme korteksine giden liflerle ilişkilidir. Ventral bölümde tonotopik olarak organizasyon mevcuttur. Medial bölüm, süperior kollikulus ve vestibüler sistemden lifler almaktadır. Dorsal bölüm ise lateral tegmental sistem ile bağlantılıdır. Bu bağlantı işitme duyusu, dokunma duyusu ve görsel uyarıların birlikte işlenmesinde görev almaktadır (20).

2.12.6. İşitme Korteksi

Temelde işitme korteksi, primer işitme korteksi ve asosiye bölgelerden meydana gelir. Anatomik olarak primer işitme korteksi temporal lobun üst kısmına yerleşmiştir. Etrafında spesifik işitme ve nonspesifik işitme bölgeleri mevcuttur. Broadmann'ın 41. ve 42. alanları (işitsel korteksin birincil akustik bölgesi – AI) primer işitme korteksi olarak kabul edilir. Bu bölge anterior transvers temporal gyrusta yer alır ve lateral

sulkus içine uzanım gösterir. Nonspesifik işitme bölgeleri ise Broadmann'ın 22. ve 52. alanlarına (işitsel korteksin ikincil akustik bölgesi – AII) denk gelmektedir. Bu bölge ise anatomik olarak superior temporal girusta AI bölgesinin inferiorunda yer almaktadır. Bu asosiasyon sahaları primer işitme korteksi ile konuşma ve görmeyle ilgili bölgeleri bağlamaktadır. Bu alanlar temporoparietal ve frontal bölgelerde bulunur.

AI ve AII alanlarına, medial genikulat cisimden ve karşı korteksten lifler gelmektedir. Primer işitme korteksi tonotopik ve binaural bir organizasyona sahiptir. Primer işitme korteksinin rostral bölgesinde yüksek frekanslar yerleşirken, daha kaudal bölgesi olan ektoslyvian girusun dorsal bölümüne düşük frekanslar yerleşmektedir.

İşitme korteksi üç inen yol ile çeşitli bölgelere bağlanmaktadır. Bunlar talamus, orta beyin ve ponsdur. Broadmann'ın 41. ve 42. alanları inferior kollikulusun santral nükleuslarına bilateral olarak, perisantral nükleuslarına ise ipsilateral olarak lifler göndermektedir. Asosiasyon alanları ile, işitsel bilginin anlaşılması ve bu bilginin konuşmayı anlamlandırma, görsel stimuluslarla birleştirilerek anlamlandırılmasında rol almaktadır. Ayrıca korpus kallosum bağlantısı ile her iki hemisferde bulunan işitsel bilgi aktarımı sağlanmaktadır. Bu vasıta ile işitsel bilgi dominant olmayan hemisferden dominant olana aktarılabilir (20).

2.13. Normal İşitme Gelişimi ve İşitme Kayıpları

2.13.1. Normal İşitme Gelişimi

Çevreden gelen ses dalgalarının kulak yoluyla algılanması ve beyin vasıtasıyla yorumlanması süreci işitme olarak adlandırılır. Dinleme daha karmaşık bir süreç olup, konuşma seslerini ve işitme bilgilerini algılayıp yorumlama, tanımlama ve anlamlandırma olarak tanımlanabilir (21).

Normal işitme gelişim sürecine bakıldığında her yaş grubunda farklı beceriler gelişmektedir. Doğumdan sonra ilk 3 ayda; yüksek ses ile uyarılır, ses çıkarıldığında dinler, gülümseme davranışı gösterebilir. Bu dönemde mutluluk sesleri çıkarmaya başlar, ihtiyacına göre farklı şekillerde ağlama davranışı gösterebilir. 3-6 aylık dönemde ise; gözleri ile sese tepki verir, sesli oyuncakların farkına varır. Bakım verenin ses tonu değişikliklerine cevap verebilir. Bazı sessiz harfleri içeren “p,b,m” konuşma benzeri sesler çıkarır. Bununla birlikte heyecan duyduğunda ya da memnun olmadığında değişik sesler ile bunu bildirebilir. Yine bu dönemde oyun oynarken

“agu” benzeri sesler çıkarabilir. 6 ay – 1 yaş arası döneme bakıldığında ise; sesleri l kalize eder, konuşmaları dinler, basit isteklere yanıt verir. Sesleri taklit etmeye başlamıştır. Bazı basit kelimeleri “baba, anne” söyleyebilir. 1-2 yaş arası dönemde; vücudundaki organları gösterebilir, bazı kolay direktifleri “topu at vb.” yerine getirebilir. Bazı nesnelerin adı söylendiğinde fotoğraflarından gösterebilir. Her geçen gün gelişir ve daha fazla sözcük öğrenir. Birkaç kelimelik basit sorular sorabilir “baba nerede vb.”. 2-3 yaş arası dönemde ise; zıt anlamlı sözcükleri anlamaya başlar. Ardışık iki isteği yerine getirebilir. Bu dönemde fazlasıyla konuşur ve herkese verebilecek bir yanıtı vardır. Bakım veren kişiler dediklerini anlamaya başlamıştır. Ayrıca eşyaları adları ile sorup gösterebilir. 3-4 yaş arası dönemde artık elektronik aletlerden gelen sesleri aile bireyleri kadar duyabilir, başka odadan seslenildiğinde yanıt verebilir. Kreşteki arkadaşları ve olaylar hakkında konuşur. Yabancı insanlar da artık dediklerini anlamaya başlamıştır. 4-5 yaş arası dönemde kısa öyküleri anlayıp öykü hakkında kolay sorular sorabilir. Ailesinin veya yabancıların söylediklerini duyar ve anlar. Ayrıntılı c mler kurabilir. Diğer çocuk ve erişkinlerle konuşabilir. Aile ile benzer bir gramere sahiptir (22).

2.13.2. İşitme Kayıpları

İşitme kayıpları, temel olarak dört farklı işitme kaybı tipi olarak sınıflandırılmıştır.

2.13.2.1. İletim Tipi İşitme Kayıpları:

Aurikula, dış kulak yolu ve orta kulaktaki sorunlardan kaynaklanabilir. Çeşitli dış kulak yolu enfeksiyonları, gelişimsel problemler, yabancı cisimler, timpanik zarda perforasyon veya kemikçik zincirde defekt olmasından kaynaklanabilmektedir.

2.13.2.2. Sensörinöral Tip İşitme Kayıpları

İç kulaktaki yapısal veya fonksiyonel bozukluklardan kaynaklanabilmektedir. Konjenital iç kulak anomalileri, presbiakuzi, akustik travma, ani işitme kayıpları, ototoksisite, iç kulağın etkilendiği enfektif durumlar (labirentit, menenjit, kızamık ve kabakulak enfeksiyonları gibi), işitme sinirine bası yapan tümörler (akustik nörinom) bu tip bir işitme kaybına yol açabilir.

2.13.2.3. Mikst Tip İşitme Kayıpları

Kronik otitis media veya otoskleroz benzeri nedenler ile ortaya çıkabilir. Bu tip işitme kaybında SN K’e, iletim tipi işitme kaybı da ( T K) eşlik etmektedir.

2.13.2.4. Santral İşitme Kayıpları

Koklear sinir, işitme yolları, beyin sapı veya işitsel korteksteki patolojiler sebebi ile ortaya çıkan işitme kaybı tipidir.

2.13.2.5. İşitme Kaybının Derecesi

2.13.2.5.1. Yetişkinlerde İşitme Kaybının Dereceleri

25 dB sınırına dek olan kayıplar normal olarak değerlendirilir. 26 ile 40 dB arası kayıplarda hafif derecede işitme kaybı olduğu ifade edilir. İşitme eşikleri 41 ile 55 dB aralığında ise bu kayıp orta derece olarak sınıflanır. 56 ile 70 dB arası kayıplarda orta-ileri derece işitme kaybı olduğu söylenir. 71 ile 90 dB aralığındaki işitme eşikleri ileri derece işitme kaybı olarak değerlendirilir. 90 dB üzeri kayıplar çok ileri derece işitme kaybı olduğu anlamına gelir (17).

2.13.2.5.2. Çocuklarda İşitme Kaybının Değerlendirilmesi

Çocuklarda, 15 dB sınırına kadar olan kayıplar normal olarak değerlendirilir. 16 ile 25 dB arası kayıplarda çok hafif derecede işitme kaybı olarak, işitme eşikleri 26 ile 30 dB aralığında ise bu kayıp hafif derece olarak sınıflanır. 31 ile 50 dB arası kayıplarda orta derece işitme kaybı olduğu söylenir. 51 ile 70 dB aralığındaki işitme eşikleri ileri derece işitme kaybı olarak değerlendirilir. 70 dB üzeri kayıplar çok ileri derece işitme kaybı olduğu anlamına gelir (17).

2.13.2.6. İşitme Kaybının Etiyolojisi

İşitme kaybı en sık görülen duyu kaybıdır. Konjenital olarak ya da kazanılmış olarak işitme kayıpları ortaya çıkabilir. Konjenital işitme kayıplarının yaklaşık olarak %50'si genetik, %25'i çevresel (prenatal-perinatal), %25 ise idiopatik nedenlere bağlıdır. Genetik nedenlerle gözlenen işitme kayıplarının ise %70'i non sendromik nedenlerden kaynaklanırken, %30'unda işitme kaybına bir sendrom eşlik eder.

2.13.2.6.1. Konjenital İşitme Kayıpları

%50'si genetik, %25'i çevresel (prenatal-perinatal), %25'i idiopatik nedenlerle ortaya çıkar.

Genetik olmayan işitme kayıplarının %25'i çevresel sebeplere bağlıdır. Bu nedenler arasında; enfeksiyonlar (TORCH), ototoksisite, prematürite, ekstrakorporeal membran

oksijenizasyonu, hipoksi, hipotiroidi, kernikterus, teratojenik ajanlar sayılabilir. Genetik olmayan işitme kayıplarının %25'i ise idiopatik olarak ortaya çıkmaktadır.

Genetik işitme kayıpları, konjenital işitme kaybı sebeplerinin %50'sini oluşturmaktadır. Bu genetik nedenlerin %70'i herhangi bir sendrom ile ilişkili olmayıp, %30'u birtakım sendromlar ile ilişkilidir.

%70'lik sendromik olmayan genetik işitme kaybı sebeplerinin %70-80'lik kısmı otozomal resesif geçişlidir. Otozomal resesif geçişte DJNB1(13q12) ve DFNB2 (11q13) mutasyonları mevcuttur. DJNB1 mutasyonundan GJB2/Connecsin 26 ve GJB2/Connecsin 30 proteinleri, DFNB2 mutasyonundan ise MYO7A proteini etkilenmektedir. Sendromik olmayan genetik işitme kaybı sebeplerinin %15-20'lik kısmı ise otozomal dominant geçiş paterni gösterir. Bu hastalarda DFNA1(5q31) gen mutasyonu mevcuttur ve DIAPH proteini etkilenmektedir. Sendromik olmayan genetik işitme kaybı sebeplerinin %1-3'lük kısmı ise X'e bağlı kalıtılır ve DFNX gen mutasyonu mevcuttur.

Genetik işitme kayıplarının %30'luk kısmı ise bir sendromun parçası olarak kendini göstermektedir. Bu nedenler; otozomal resesif, otozomal dominant veya X kromozomuna bağlı olarak kalıtılır. Otozomal resesif nedenler arasında; Usher Sendromu (SNİK ve Retinitis pigmentosa), Pendred Sendromu (Guatr, İyot metabolizma bozukluğu, ilerleyici SNİK) ve Jervell Lange Nielsen Sendromu (Uzun QT, SNİK) sayılabilir. Otozomal dominant nedenler arasında; Brakiootorenal sendrom (Renal ve servikal problemler, işitme kaybı), Nörofibromatozis tip 1 (cafe au lait lekeleri, optik gliom, iriste nodül), Nörofibromatozis tip 2 (bilateral akustik nörinom, cafe au lait lekeleri, katarakt), Osteogenezis İmperfekta (fajil kemikler, mavi sklera, işitme kaybı), Otoklerez, Stickler Sendromu (yarık damak, mikrognat, göz sorunları, işitme kaybı), Treacher Collins Sendromu (göz kapağı, mandibula, aurikula, dış kulak yolu anomalileri) ve Waardenburg Sendromu (beyaz perçem, heterokrom iris, geniş burun kökü) sayılabilir. X kromozomuna bağlı nedenler arasında ise; Alport Sendromu (progresif SNİK, renal yetmezlik), Norrie Sendromu (oküler sorunlar, mental retardasyon, progresif SNİK), Otopalatodigital Sendrom (hipertelorizm, kraniofasial anomaliler, İTİK), Wildervanck Sendromu (Klippel Feil, 6. kranial sinir paralizisi) ve Charcot-Marie-Tooth Sendromu sayılabilir.

2.13.2.6.2 Kazanılmış İşitme Kayıpları

Kazanılmış işitme kaybı sebepleri arasında; menenjit ve labirentit gibi enfeksiyonlar, kafa travmaları, kronik otitis media, ototoksik ilaçlar, cerrahi girişimler gibi iyatrojenik sebepler, metabolik hastalıklar, Meniere Hastalığı, perilenfatik fistüller ve otoimmün durumlardır.

2.13.2.7. İşitme Kaybının Tedavisi

İşitme kaybının etiyojisi, ne zaman başladığı, hangi hastalık kaynaklı olduğu, kişinin beklentileri, kaybın derecesi tedavi öncesi göz önünde bulundurulmalıdır. Çocuk yaşta başlayan işitme kaybı ne kadar erken tespit edilirse, tedavi o kadar erken başlayacaktır. Dolayısıyla çocuğun psikolojik, zihinsel gelişimi tedavi ile en iyi şekilde korunmaya çalışılır. Çocuğun duyarak ve konuşarak düzgün iletişim kurması, eğitiminin en iyi şekilde sağlanması esas amaçtır.

Bazı işitme kaybı tiplerinde ameliyat veya ilaç tedavisi ile kayıp iyileştirilmeye çalışılabilir. Kolestetomlu otitis mediada kemikçik zincir hasarının tıbbi protezler ile düzeltilmesi ya da otoskleroz hastalığında stapedotomi uygulaması bunlara örnek olabilir. Bu tedavilerle düzeltilemeyen hastalarda işitme cihazı seçeneği değerlendirilmektedir. Tüm işitme kaybı düzeylerinde cihaz kullanımı bir seçenek olabilir. Koklear implantasyon, işitme cihazından fayda görmeyen hastalarda tedavi seçeneği olarak düşünülebilir.

Özellikle yaşamın ilk yılları bilişsel, lingual, sosyal, duygusal ve motor gelişim açısından çok önemlidir (23). Amerika Birleşik Devletleri'ndeki 5 çocuktan 1'i 18 yaşına gelene kadar işitme kaybından az veya çok etkilenmektedir (24). İşitme rehabilitasyonunda ileri düzey işitme kaybı olan hastalarda koklear implantasyon giderek yaygınlaşmakta ve dünya çapında her geçen gün daha fazla kullanılmaktadır. İşitme cihazları ve koklear implantların yaşamın erken dönemlerinde sağlanmasının, birçok çocuğun, standartlaştırılmış dil puanları kullanılarak büyüme eğrileri ile ölçülen, normale yakın konuşma ve dil yörüngelerine ulaşmalarına yardımcı olduğu kanıtlanmıştır (25) (26). Mart 2020'den beri Amerika Birleşik Devletleri'nde koklear implantların uygulama yaşı 9 aya düşürülmüştür (27).

2.13.3. Koklear İmplant

Bu cihazlar akustik enerjiyi elektriksel bir sinyale dönüştürerek koklear sinire iletir. Böylelikle, sesin algılanmasına yardımcı olur. Koklear implantasyon, her iki kulağında

çok ileri derece SNİK'e sahip olan ve klasik işitme cihazlarından yarar göremeyen hastalarda uygulanmaktadır. İmplantasyon yapılacak hastalar, ameliyat sonrası rehabilitasyon programına devam edebilecek, mental açıdan stabil olan, herhangi bir psikolojik rahatsızlığı olmayan, sağlıklı kişilerden seçilmektedir. Koklear implant dil gelişimi sonrası meydana gelen işitme kayıplarında faydalı olsa da esas endikasyonu dil gelişimi öncesi gelişen işitme kayıplarıdır (28).

2.13.3.1. Koklear İmplant Tarihi ve Gelişimi

Alessandro Volta 1700'lü yılların sonunda işitme sistemini elektriksel olarak uyarma fikrini ortaya atmıştır. Bu doğrultuda her iki kulağına da iletken çubuklar sokarak 50 Volt akım vermiştir. Bu esnada kafasında bir basınç hissi algılamış ve su fokurdamasına benzer bir ses duyduğunu iddia etmiştir (29) (30). 1957 yılında Djourno ve Eyries işitme sinirinin direkt olarak uyarımı ile oluşturulmuş işitme hissini tanımlamıştır. İleri derece işitme kaybı olan bir kişiye fasiyal dekompresyon operasyonu sırasında buldukları yöntemi denemişlerdir. Operasyon sonrası, ilkel bir sinyal jeneratörü bağlanan hasta, rulet çarkı veya kriket sesi benzeri bir şeyler duyduğunu söylemiştir (29).

W.House ve J.Doyle 1961 yılında işitme sinirini skala timpani aracılığıyla uyarabilmiştir. Bundan yaklaşık olarak 3 yıl sonra B.Simmons vestibüle yerleştirdiği elektrot vasıtası ile modiolar segmenti direkt olarak uyarmıştır ve belli bir düzeyde tonal ayırım gerçekleştirmiştir (29) (31) (32) (33).

1968 yılında R.Michelson elektrodları hayvanlar üzerinde denemiş ve olumsuz bir sonuç gözlemlememiştir (34). 1972 yılında W.House, J.Urban ile 23 konuşma işlemcisine sahip House 3M tek elektrotlu koklear implantı tasarlamıştır. Bu cihazlar 1980'lerin ortalarına kadar birkaç yüz kişiye implante edilmiştir (29).

Graeme Clark 1969 senesinde çok kanallı koklear implantı geliştirmiştir. Çok kanallı olan bu implantın, tek kanallıya üstünlüğünü tespit etmiştir. Bugün kanal sayısı 24'e kadar ulaşmıştır. Kanal sayısının artmasının işitmenin anlaşılabilirliği üzerine etkileri mevcuttur. 1980 yılında W. House pediatrik grupta ilk koklear implant operasyonunu yapmıştır. Türkiye'de ise koklear implant ilk kez 1987 yılında Dr.Bekir Altay tarafından uygulanmıştır (35).

Food and Drug Adminisitation (FDA) 1984'te yetişkinlerde, 1990'da ise çocuklarda koklear implant uygulanmasına izin vermiştir. Ticari şirketlerin koklear implant

üretimi ile ilgilenmeleri ile cihazların gelişimi hızlanmıştır. Mart 2020'den beri Amerika Birleşik Devletleri'nde koklear implantların uygulama yaşı 9 aya düşürülmüştür (27).

2.13.3.2. Koklear İmplantların Özellikleri

Bu cihazlar temel olarak iki kısımdan meydana gelmektedir; iç ve dış (36).

2.13.3.2.1. Dış Kısımdaki Parçalar

Alıcı Mikrofon: Ses enerjisini elektriksel uyarılara çevirir. Bu uyarıları konuşma işlemcisine iletir. Son zamanlardaki çalışmalar, çok sesli yerlerde işitme kalitesini iyileştirmek için iki mikrofonlu mekanizmalar üzerine eğilmiştir (29).

Konuşma Sinyal İşlemcisi: Sağlıklı insanlarda ses uyarıları kokleada işlenir. Sonrasında koklear sinire iletilir. Koklear implantasyon yapılan hastalarda işitmenin koklear süreci es geçilip uyarılar direkt olarak koklear sinire yönlendirilir. Bu parça uyarıyı kodlayıp amplifiye eder, koklear uyarım için hazır duruma ulaştırır. Sonrasında uyarı dış antene gönderilir.

Dış Anten: Dışarıdan gelen uyarıyı iç antene iletir. Konuşma işlemcisi uyarıyı oluşturur. Dış anten ise radyofrekans dalgaları yolu ile bunları alır. Konuşma işlemcisinin oluşturduğu sinyaller dış antenden içeriye radyofrekans dalgaları ile aktarılmaktadır. Temporal kemik üzerinde yer alan alıcı uyarıcı ile dış anten manyetik olarak bağlıdır. Bu manyetizma mıknatıs kullanılarak sağlanır. Böylelikle dış anten temporal bölge üzerinde sabit tutulur.

2.13.3.2.2. İç Kısımdaki Parçalar

İç Anten: Dış antenden gelen uyarıyı alıcı-uyarıcı mekanizmaya yönlendirir.

Alıcı-Uyarıcı: Uyarıyı alır ve kodları analiz ederek elektrotlara iletir. Temporal kemik içerisine konulan mıknatıs, manyetizma gücü ile dış anteni yerinde tutmak ile görevlidir (37).

Elektrot Demeti: Elektrik sinyalini kokleaya iletir ve alakalı bölgenin stimüle edilmesini mümkün kılar.

2.13.3.3. Koklear İmplantasyon Kriterleri ve Hasta Seçimi

Koklear implant operasyonu tüm yönleri ile ekip halinde çalışmayı gerektiren özel bir durumdur. Hastanın nörolojik muayenesinin ve ameliyatın gerçekleştirilmesi için

kulak burun boğaz (KBB) hekimi gerekir. Operasyon öncesi dönemde iyi bir odyolojik değerlendirme, intraoperatif olarak yapılacak ölçümler, operasyon sonrasında ise takip için bir uzman odyolog gereklidir. Ailenin ve hastanın eğitimini yönetebilecek, dil gelişimi için takip edecek bir dil konuşma terapisti mutlak ihtiyaçtır. Hasta ve ailenin psikolojik durumunu değerlendirebilecek bir psikolog, hastanın nörolojik değerlendirmesi için bir nöroloji hekimi ve radyolojik görüntülemelerin değerlendirilmesi için temporal kemiğin değerlendirilmesinde uzman bir radyoloji hekimi ile ekip oluşturmalıdır (38). Koklear implantasyon yapılacak kişiler belirlenirken; tıbbi öykü ve muayene, odyoloji testleri, radyoloji görüntülemeleri, dil gelişimi ve psikolojik durum mutlak surette hesaba katılmalıdır (35).

Hasta medikal olarak da detaylı bir şekilde değerlendirilmelidir. Hikayesi dikkatle alınmalıdır. Tıbbi özgeçmişi, gelişim durumu, yüz görünümü, göz teması kurması, ses çıkarabilmesi, etraf seslerine gösterdiği reaksiyonlar değerlendirilmelidir. İşitme kaybının tanısının ne zaman konulduğu, işitme cihazı kullanma yaşı, işitsel rehabilitasyon süreci mutlaka değerlendirilmelidir (39).

Otolojik değerlendirme iyi bir öykü ve fizik muayene ile başlar. Otolojik muayene tam olarak yapılarak olası hastalıklar belirlenmeye çalışılır. Ardından hasta odyolojik değerlendirme için yönlendirilir. Odyolojik değerlendirme yapılırken hem cihazsız hem de uygun cihaz ile yapılan odyolojik değerlendirme koklear implantasyon için uygunluğun değerlendirilmesinde temel yöntemdir. Cihazlı konuşmayı anlama skorları erişkin koklear implantasyon adayları için temel belirleyici yöntemdir. Çok küçük çocuklarda ve sınırlı dil gelişimi olanlarda ise ailelerin değerlendirdiği sorgulama formları işitme cihazı değerlendirmesi için kullanılmaktadır. Operasyon sonrası dönemde rehabilitasyonu başarılı olması çok önemlidir. Bunun için ameliyattan önce hastanın mutlaka işitme cihazı taşıması ve bununla yaşamaya alışkın olması hayati bir konudur.

Psikolojik değerlendirme, operasyon sırası ve sonrasında hasta ve yakınlarının rehabilitasyona ne kadar uygun olduklarını saptanmayı amaçlar. Buradaki amaç, kişilerin olası durumlardaki tepkilerini anlayabilmektir. Lüzum halinde rehabilitasyon sürecinde iş birliği yapılabilmelidir. İmplantasyon adayı ve yakınlarının sorularına uygun şekilde cevap verilerek stres yaratabilecek olayların ve kötü durumların önüne geçilmeye çalışılır (39). İmplant adayı, psikolojik olarak hazır ve istekli olmalıdır.

Koklear implantasyon yapılacak hasta ve yakınlarının operasyon sonrası beklentileri düzgün bir biçimde anlaşılmalıdır. Buna göre gerçekçi beklentiler oluşturulmalıdır.

Radyoloji, koklear implant adayının operasyon öncesi değerlendirilmesinde çok önemli bir yer tutmaktadır. Radyolojik görüntülemeler, koklear implantasyonun kontrendike olduğu durumları ortaya çıkarmakta ve cerrahın operasyon sırasında karşılaşılabileceği olası patolojileri saptamak amacı ile yapılmaktadır. Bu amaçla esas olarak kullanılan yöntemler Temporal BT ve Kulak MRG'dir (40). Kokleadaki gelişim bozuklukları, olası koklear anomaliler, timpanik kavite ve mastoidin durumu Temporal BT ile anlaşılabilir. Kulak MRG ile ise temel olarak koklear sinirin durumu değerlendirilmektedir.

Dil değerlendirmesi, operasyon öncesi oldukça önemlidir. Bir takım işitsel algı testleri ile hasta değerlendirilmektedir. Yetişkinler için bu değerlendirme, hastanın işitme kaybının konuşma becerilerine etkisini, koklear implantasyonun hastaya olası faydalarını ve implantasyon sonrası dönemde işitsel ve sözel terapi ihtiyacını belirlemede etkilidir. Bebeklerde ve çocuklarda ise; hastanın işitme ve konuşma becerilerini kazanabilme potansiyelinin değerlendirilmesine yardımcıdır (39) (41). Alıcı dil gelişimi ve ifade edici dil gelişimi, dil gelişim sürecinde esas önemli olan durumdur. Alıcı dil ifade edici dil gelişimi için bir temel oluşturmaktadır. Alıcı dil konuşulanları anlama, seslerle hareketleri eşleştirme, konuşulanları anlama ile ilgilidir. Kişinin kendini sözlerle ifade etme yeteneği ifade edici dil olarak adlandırılır.

2.13.3.4. Koklear İmplantasyon Kriterleri

Kasım 2016'da Sosyal Güvenlik Kurumu tarafından yayınlanan Sağlık Uygulama Tebliği'ne göre koklear implantasyon için adaylık kriterleri şu şekilde özetlenebilir:

Koklear implant yapılacak merkez gerekli ekipmanlar bulunmalı ve hasta takibinin ilk iki yılda en az yılda iki kez olmak üzere operasyonun yapıldığı kurumda yürütüleceği belgelendirilmelidir.

İç kulak gelişiminin elektrod yerleşimine engel olmayacak ölçüde tamamlanmış olması ve koklear sinirin varlığının operasyon öncesi yapılan radyolojik görüntülemeler gösterilmesi gereklidir.

Hastalar bir yaşından büyük olmalıdır. İki yaşından küçük çocuklarda, bilateral 90 dB HL'den daha fazla SNİK olduğu ve çocuğun en az 3 ay süre ile binaural işitme cihazı kullandığı ancak fayda görmediği raporda belirtilmelidir.

İki yaş üzeri çocuk ve yetişkin hastalarda 500, 1000, 2000, 4000 Hz’lerde saf ses işitme ortalaması 80 dB’den daha kötü olması ve konuşmayı ayırt etme testi yapılabilen hastalarda konuşmayı ayırt etme skoru %30 altında olması gerekir. Bu hastalar için de en az 3 ay süre ile binaural işitme cihazı kullandığı ancak fayda görmediği raporda belirtilmelidir.

Alıcı ve ifade edici dil yaşı ile normal yaşı arasına 4 yıldan daha az fark olan veya alıcı ve ifade edici dili 4 yaş ve üzeri olan çocuklarda kronolojik yaşa bakılmadan koklear implantasyon yapılabilir.

500, 1000, 2000, ve 4000 Hz saf ses işitme eşik ortalamaları bir kulakta 70 dB veya daha kötü, diğer kulakta ise 90 dB ve üzeri olan ve konuşmayı ayırt etme skoru %30 altında kalan kişilerde işitmesi kötü olan kulağa koklear implantasyon yapılması uygun olup bedel kurumca karşılanır.

Menenjit sonrası gelişen ani bir işitme kaybı ve koklear ossifikasyon durumunda herhangi bir özel şart aranmadan rapor çıkarılarak operasyon yapılabilir.

İşitsel nöropati tanılı, en az 6 ay işitme rehabilitasyonundan fayda görmeyen kişiler koklear implantasyon için uygundur.

İki kulağa aynı anda veya farklı zamanlarda koklear implant uygulaması, menenjit sonrası oluşan ileri derece SNİK’de, ileri işitme kaybı ile her iki gözde körlük olması durumunda, corpus callosum agenezisinde ve herhangi bir kriter aranmaksızın 12-48 ay arası çocuklarda bilateral koklear implant uygulanabilir.

2.13.3.5. Koklear İmplantasyon Cerrahi Prosedürü

Operasyon öncesi detaylı bir otolojik muayene yapılarak, akut veya kronik herhangi bir enfeksiyon olmadığı belirlenmelidir. Cerrahi, endotrakeal entübasyon ve anestezi uygulaması ardından intraoperatif fasiyal monitörizasyon ile başlar. Operasyon sahası uygun şekilde antiseptik solüsyon ile temizlenerek operasyona hazır hale getirilir.

Mastoidektomi ve sonrasında posterior timpanotomi yöntemi koklear implant için kullanılan ana tekniktir. Bu tekniği ilk olarak W.House tanımlayıp uygulamıştır (33). Bu yaklaşıma alternatif olarak kullanılan, Banfai ve ark, Schindler ve Chouard tarafından geliştirilen endomeatal yaklaşım, operasyon sonrası gelişen enfektif durumlar ve elektrotların DKY’dan atılması sebebiyle artık uygulanmamaktadır (42) (43). Orta fossa yolu ile ulaşımı Colletti tanımlamıştır (44). Singh anomalili vakalarda

‘canal wall down’ tekniğini uygulamıştır (45). 2000’de Kriatzidis Veria yaklaşımını göstermiş ile ve mastoidektomi yapmadan, mastoid bölge ile orta kulak arasına tünel oluşturmuştur (46). 2001 yılında ise Kronenberg ve arkadaşları benzer bir yöntem ile suprameatal yaklaşımı tanımlamıştır (47). Günümüzde koklear implantasyon için daha az invaziv yöntemler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Ancak şu an kullanılan bizim de kullandığımız yöntem olan klasik mastoidektomi-posterior timpanotomi yöntemi en yaygın kullanılan yöntemdir.

Koklear implantasyon cerrahisine, postaurikular sulkusun posteriorundan, DKY izdüşümü alt sınırından süperiora doğru uzanacak şekilde 3-4 cm’lik bir cilt insizyonu ile başlanır. Periost insizyonu ise cilde yapılan insizyonun 1 cm kadar posteriorundan yapılmaya çalışılır. Bu insizyonların üst üste gelmemesi önemlidir. Olası bir enfeksiyon durumunda cilt insizyonunun açılması, revizyon cerrahileri gerektirecek ciddi durumlara yol açabilir.

Sonrasında mastoidektomi aşaması başlar. Sınırlı bir mastoidektomi yapılır ve küçük bir kavite meydana getirilir. Ardından implant iç parçası için periost altında bir yatak oluşturulur.

Daha sonra mikroskop eşliğinde, DKY arka duvarı inceltir. İşlem sırasında DKY arka duvarında bir defekt olursa mutlaka bir fasya ya da kıkırdak ile onarılmalıdır. Eğer bu yapılmazsa, zaman içinde DKY epiteli kavite içine doğru ilerler ve kolesteatoma neden olabilir. Önce inkus uzun kolu ve lateral semisirküler kanal bulunur. Böylelikle fasiyal resesin güvenli bir şekilde açılması için önemli alanlar belirlenmiş olur.

Fasiyal reses açılır ve posterior timpanotomi yapılır. Fasiyal resesin sınırlarını, lateral bölgede korda timpani, medial kısımda fasiyal sinir, süperiorda ise inkus uzun kolu oluşturmaktadır. Bu aşamada fasiyal sinire yakın çalışıldığından bir kişi fasiyal monitörü izlemek için görevlendirilir. Burada mümkün olduğunca elmas tur ile çalışılarak olası fasiyal sinir hasarından kaçınılmalıdır. Fasiyal reses, inkusun lentiküler çıkıntısı, stapes, stapedi tendonu ve inferiorda yuvarlak pencere nişinin kenarı görününceye kadar genişletilmelidir (48).

Bu aşamadan sonra kokleaya hangi yöntemle girileceği seçilecektir. Yuvarlak pencere membranı perfore edilerek girilebilir. Yuvarlak pencere anteriorundan gerçekleştirilecek bir kokleostomi aracılığı ile de kokleaya girilebilir. Yuvarlak pencere yolu ile kokleaya girmenin kokleostomiye göre birtakım üstünlükleri yapılan

alışmalarla gösterilmiştir. Yuvarlak pencere yolu daha az turlama gerektirir ve akustik travma riskini azaltır (49). Ayrıca bu yöntemde perilemf kaybı minimize edilir ve koklea içine kemik talaş girme ihtimali azaltılır. Yuvarlak pencere yolu ile uygulanan implantasyonda rezidüel işitmenin kokleostomi metoduna göre daha iyi korunduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (5). Kang ve arkadaşları, kokleostomi ve yuvarlak pencere yaklaşımı metodunun karşılaştırıldığı bir çalışmada implantasyon sonrası yapılan konuşma algısı değerlendirmesinde; kokleostominin yuvarlak pencere metoduna herhangi bir üstünlüğünün olmadığını göstermişlerdir (50). Başka bir çalışmada ise yuvarlak pencere yaklaşımında, kokleostomi yaklaşımına göre elektrotların perimodiolar bölgeye daha iyi yerleştiği ve koklear nöral elemanlara daha yakın olduğu belirlenmiştir (51).

Elektrot skala timpaniye yerleştirildikten sonra, elektrotun yuvarlak pencereye girdiği yerde bir kas dokusu ile etrafı kapatılır. Enfeksiyon gelişmesi durumunda kokleaya geişinlemek amaçtır. Bunun yanı sıra elektrotların mevcut durumunu koruyabilmesi için de bu işlem gereklidir.

Elektrotlar yerleştirildikten ve etrafı kas dokusu ile kapatıldıktan sonra odyolojik testler yapılır. Bilgisayar sistemine bağlanan implantın her elektrodu için stapes refleksi, impedans ve nöral response telemetri (NRT) değerlendirilmelidir.

Testler tamamlandıktan sonra insizyonlar, usule uygun olarak sırası ile kapatılır (48).

2.13.3.6. Koklear İmplantasyon Cerrahisinin Komplikasyonları

Bu cerrahinin komplikasyonları iki şekilde sınıflanabilir. Bunlardan ilki operasyon öncesi ve operasyon sonrası komplikasyonlardır. Bunun dışında majör ve minör komplikasyonlar olarak da bu cerrahinin komplikasyonları sınıflanabilmektedir (52). Clark tarafından yapılan sınıflamada intraoperatif ve postoperatif komplikasyonlar olarak sınıflandırılmıştır (53).

2.13.3.6.1. İnteroperatif Komplikasyonlar

Hemoraji: İmplant yatağı hazırlanırken, mastoid kemiğin emisser venlerinden kanamalar olabilir. Skala timpaniye geçen kanamaların yeni kemik oluşumlarını hızlandırabileceği düşünülür. Dolayısıyla kokleostomi aşamasından önce mutlaka kanama kontrol altına alınmış olmalıdır.

Fasiyal Sinir ve Korda Timpani Hasarı: Koklear implant cerrahisi sırasında fasiyal sinir parezisi veya paralizisi erişkinlerde %0.43, çocuklarda ise %0.27-0.39 olarak bildirilmiştir (54). Çoğunlukla hasar sinirin dirsek bölgesinde keskin bir açı yaparak dönmesi durumunda ya da fasiyal reses açılması sırasında sinir dışı doğru yaylanmışsa sinirin vertikal bölümünde olabilmektedir. Operasyon esnasında fasiyal monitörizasyon kullanarak, turlama sırasında serum fizyolojik ile devamlı yıkayarak olası termal hastadan korunmaya çalışılır (55). Bunun dışında fasiyal sinir üzerindeki kemik kanalın korunması ve tur şaftı ile fasiyal sinire dokunmaktan kaçınılması da hasar oluşturmamak adına önemlidir.

Perilenf Sızıntısı ve Beyin Omurilik Sıvısı Kaçağı: Bu durum konjenital malformasyonlarda ve kafatası kırıklarında görülebilmektedir. Kalıcı fistülün ve buna bağlı gelişebilecek labirentit ve menenjit gibi enfeksiyonların önlenmesi için kokleostomi bölgesinin kas veya fasya dokusu ile iyice kapatılması gerekir. Perilenf sızıntısını bazı yazarlar komplikasyon olarak değerlendirmemektedir (56).

Elektrotun Hatalı Yerleştirilmesi: Elektrot kokleaya değil farklı bölgeye yerleştirilebilir. En sık yapılan hata hipotimpaniuma elektrot yerleştirilmesidir. Şüphe durumunda intraoperatif çekilecek röntgen ile görüntülenebilir. Ancak şüphe olmasa da operasyon sonrası rutin iki yönlü kafa grafisi çekilmesi daha uygun olacaktır.

2.13.3.6.2. Postoperatif Komplikasyonlar

Seroma ve Hematom: Operasyon sırasında yapılacak iyi bir kanama kontrolü ve sıkı bir mastoid bandaj ile önlenabilir bir komplikasyondur. Ancak hematom gelişirse acil olarak boşaltılmalıdır. Görülme sıklıkları çok düşük olsa da subdural veya epidural kanamalarda mutlaka akılda tutulmalıdır (57).

Flep ile İlgili Problemler: Postoperatif dönemde gelişen yara yeri enfeksiyonları, yara iyileşmesinin gecikmesi ve sütürlerin açılması gibi durumlar genellikle medikal tedavi ile düzeltilebilmektedir. Hematom gelişmesi, enfeksiyonlar ve insizyonun düzgün şekilde kapatılmaması flebi nekroza kadar götürebilir. Bu yüzden cilt insizyonunu dikkatli tasarlamak önemlidir. Flep nekrozu durumu kimi vakalarda implantın çıkartılmasını dahi gerektirebilir.

Enfeksiyonlar: Koklear implant yapılan hastalarda diğer dış kulak ve orta kulak enfeksiyonları da zaman içinde gözlenebilmektedir. Bu enfeksiyonların tanısının erken aşamada konarak etkili şekilde tedavi edilmeleri gerekir.

Menenjit: Nadir görülse de en ciddi komplikasyonlardan biridir. Pnömonokok en çok izole edilen ajandır. Pnömonokok aşısı ülkemizde çocukluk çağı aşılama programında yer almaktadır. Menenjit geçirme hikayesi, rekürren kulak enfeksiyonları, koklear ve temporal kemik anomalileri olan hastalarda menenjit gelişim riski daha yüksektir (58).

İşitsel Olmayan Uyarımlar: Elektrotlardan gelen elektriksel enerjinin ekstrakoklear alana yayılması ve etraf dokuları uyarması sonucunda oluşmaktadır. Genellikle fasiyal sinirde ani uyarımlar veya boğaz ve kulakta ağrı ile kendini göstermektedir. Erişkinlerde özellikle koklear otoskleroz ve petröz kemik fraktürü olan durumlarda daha sık gözlenmektedir (56). Cihazın yeniden programlanması ile genellikle sorun düzeltilmektedir.

Tinnitus: Postoperatif erken dönemde sık görülse de genellikle geçici bir durumdur. Erişkinlerde daha sık olmakla birlikte nadiren implantasyon sonrası tinnitus şikayetlerinin arttığı bildirilmiştir. Bu durum belli elektrotların uyarılmaması ile izah edilmiştir (53). Yapılan bazı çalışmalar bunun tersi olarak koklear implantasyon operasyonunun çınlamayı azalttığını bildirmiştir (59).

Vertigo veya Dizziness: Operasyon sonrası vertigo ve dizziness şikayetleri sık görülse de genellikle geçicidir. Sebatiyen durumlarda perilemf fistülü akla gelmelidir. Böyle bir durumda mutlaka explore edilerek onarım gerekir.

1.13.4. Kulak Radyolojik Görüntülemeleri

1.13.4.1. Bilgisayarlı Tomografi

İç kulak yapılarının değerlendirilmesi için temporal kemik yüksek çözünürlüklü olarak BT çekimi ile aksiyel ve koronal planlarda incelenmelidir. Aksiyel çekim, infraorbitomeatal plana paralel kesitler şeklinde yapılmalıdır. Aksiyel kesit petröz apeksten mastoid tipe kadar alanı kapsayacak şekilde olmalı ve mümkün olduğunca ince kesit kalınlığında uygulanmalıdır (60).

1.13.4.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme

Manyetik rezonans görüntüleme çekimi için 1.5 veya 3 Tesla MRG cihazları uygun bulunmaktadır. Özellikle çocuk hastalarda sedasyon gerektirir. Membranöz labirentin sıvı dolu kısımlarının ve vestibülokoklear sinirin görüntülenmesi için gereklidir. Aksiyel, koronal ve vestibülokoklear sinirin seyrine dik olacak şekilde sagittal oblik yönlerde inceleme yapılmalıdır. Çekimlere T1, T2 sekanslar da eklenmeli, neoplazi

veya inflamatuvar kulak patolojisi şüphesi varsa kontrastlı ve yağ baskılı T1 sekanslar yapılmalı, olası bir kolesteatom şüphesinde difüzyon MRG de çekime eklenmelidir (60).

1.13.4.3. Bilgisayarlı Tomografi ve Manyetik Rezonans Görüntüleme Karşılaştırması

Bilgisayarlı tomografi; radyasyon maruziyetine yol açsa da özellikle kemik yapıların, orta ve dış kulak yapılarının değerlendirmesinde getirdiği avantajlarla en önemli görüntüleme yöntemidir. Bunun yanında maliyetinin MRG'ye göre düşük olması, çekim sürelerinin kısa olması mevcut avantajlarından birkaçıdır. Temporal kemiğin yapısını iyi gösterir. Çeşitli malformasyonlar, fasiyal sinirdeki problemler, koklea ve İAK ilişkisi BT ile gözlenebilir. Dezavantajları ise; düşük yumuşak doku kontrastı sağlaması, koklear apertür, serebellopontin köşe ve beyin parankimi hakkında kısıtlı bilgi vermesi ve buna ek olarak radyasyon maruziyetidir.

Manyetik rezonans görüntüleme; yüksek yumuşak doku çözünürlüğü sayesinde koklear apertür, İAK, serebellopontin köşe ve beyin parankimi hakkında iyi bilgi verir. Radyasyon maruziyetine neden olmaması önemli bir tercih sebebidir. Kimi anomalilerde koklear sinir bulunmaz. Bu durum koklear implantasyon için mutlak kontrendikasyondur (61). Bunun yanında çekim sürelerinin uzun olması, çocuklarda uzun sedasyon süreleri gerektirmesi, hareket artefaktlarının fazla olması dezavantajlarıdır.

Koklear implantasyon öncesi BT ve MRG çekilmesinin gereklilikleri üzerine çeşitli çalışmalar mevcuttur. Ancak bugün için geçerli görüş ikisinin de gerekli ve vazgeçilmez olduğudur (62). Bilgisayarlı tomografi çekilmeden girilecek bir operasyonda olası komplikasyonların sadece MRG çekilerek önüne geçilemeyeceği yaygın görüş birliği mevcuttur (63).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma için Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 27.04.2023 tarihli ve B.30.2.ODM.0.20.08/182-257 nolu sayı ile onay alındı. Çalışma Helsinki Deklarasyonu ilkelerine uygun olarak yürütüldü

Ocak 2019 ile Mart 2023 arasında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Kliniği'nde koklear implantasyon operasyonu geçirmiş olan hastalar retrospektif olarak incelendi.

3.1. Çalışmaya Dahil Edilme ve Dışlanma Kriterleri

Çalışma gruplarımıza Ocak 2019 ile Mart 2023 arasında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Kliniği'nde koklear implantasyon operasyonu geçirmiş olan 41 hasta ve 52 koklear implantasyon vakası dahil edildi.

3.1.1. Dahil Edilme Kriterleri:

- Operasyona ait yüksek çözünürlüklü cerrahi video kayıtları olması
- Yüksek Çözünürlüklü Temporal BT'sinin Ondokuz Mayıs Üniversitesi Radyoloji Bölümü'nde çekilmiş olması

3.1.2. Dışlanma Kriterleri:

- Dış/Orta/İç Kulak anomalisi olması
- Kronik Otitis Media olması
- Cerrahi video kayıtlarının çözünürlüğünün yeterli olmaması veya kayıta operasyon alanının net değerlendirilememesi
- Yüksek Çözünürlüklü BT'nin farklı bir merkezde çekilmiş olması

3.2. Cerrahi Video Kayıtlarının İncelenmesi

Çalışmaya dahil edilen vakaların cerrahi video kayıtları, iki hafta ara ile, koklear implant cerrahisi alanında deneyimli iki farklı KBB uzman hekimi tarafından izlendi ve YPMG, St.Thomas Hastanesi Klasifikasyonu doğrultusunda sınıflandı (9). İki farklı zaman diliminde verilen veya iki farklı uzmanın verdiği kararın farklı olması durumunda, her iki uzman video kayıtlarını birlikte izleyerek ortak bir karar verdiler.

3.2.1. St.Thomas Hastanesi Klasifikasyonu ile Yuvarlak Pencere Membran Görünürlüğünün Değerlendirilmesi

St.Thomas Hastanesi Klasifikasyonu ilk olarak 2007 yılında Jiang ve ark. tarafından yapılan çalışma ile tanımlanmıştır. Bu sınıflandırma sistemi optimum bir posterior

timpanotomi yapıldığında ortaya çıkan YPMG'nin dört sınıfa ayrılması ile kategorize edilmiştir (9). Optimal bir posterior timpanotomi demek; fasiyal sinirin, korda timpaninin, DKY arka duvarının bütünlüğünün korunarak en geniş şekilde yapılan posterior timpanotomi demektir (9).

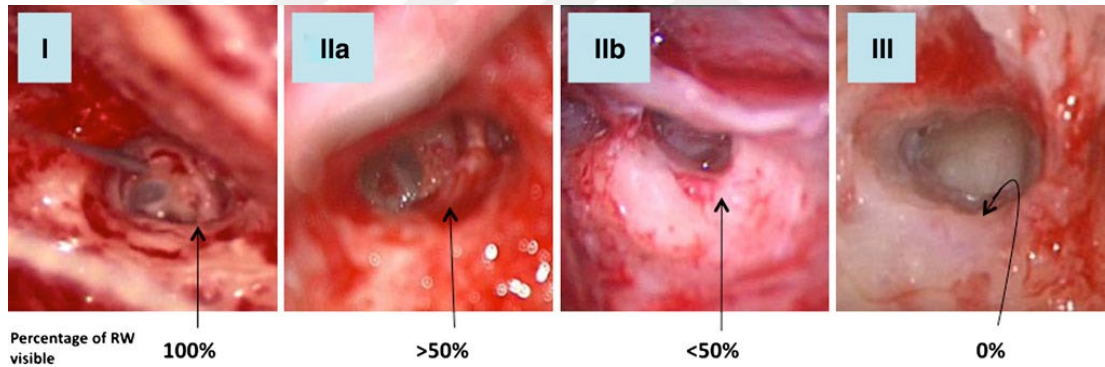
Bu sınıflamaya göre optimal posterior timpanotomi ardından YPMG dört tiptir (9):

Tip I: Yuvarlak pencere membranının tamamen görünür olması

Tip IIa: Yuvarlak pencere membranının tamamen gözlenememesine rağmen, tüm membranın %50'den fazlasının gözlenebilmesi

Tip IIb: Yuvarlak pencere membranının %50'den az olmak üzere bir miktar gözlenebilmesi

Tip III: Yuvarlak pencere membranının optimal posterior timpanotomi yapılmasına rağmen gözlenememesi



Şekil 8: St. Thomas Hastanesi Klasifikasyonu (9).

Çalışmamızda opere ettiğimiz kulakları, St. Thomas Hastanesi Klasifikasyonu'nu referans alarak iki gruba ayırdık. Grup 1'e, YPMG'si Tip I ve Tip IIa olan kulaklar, Grup 2'ye ise; Tip IIb ve Tip III olan kulaklar dahil edildi.

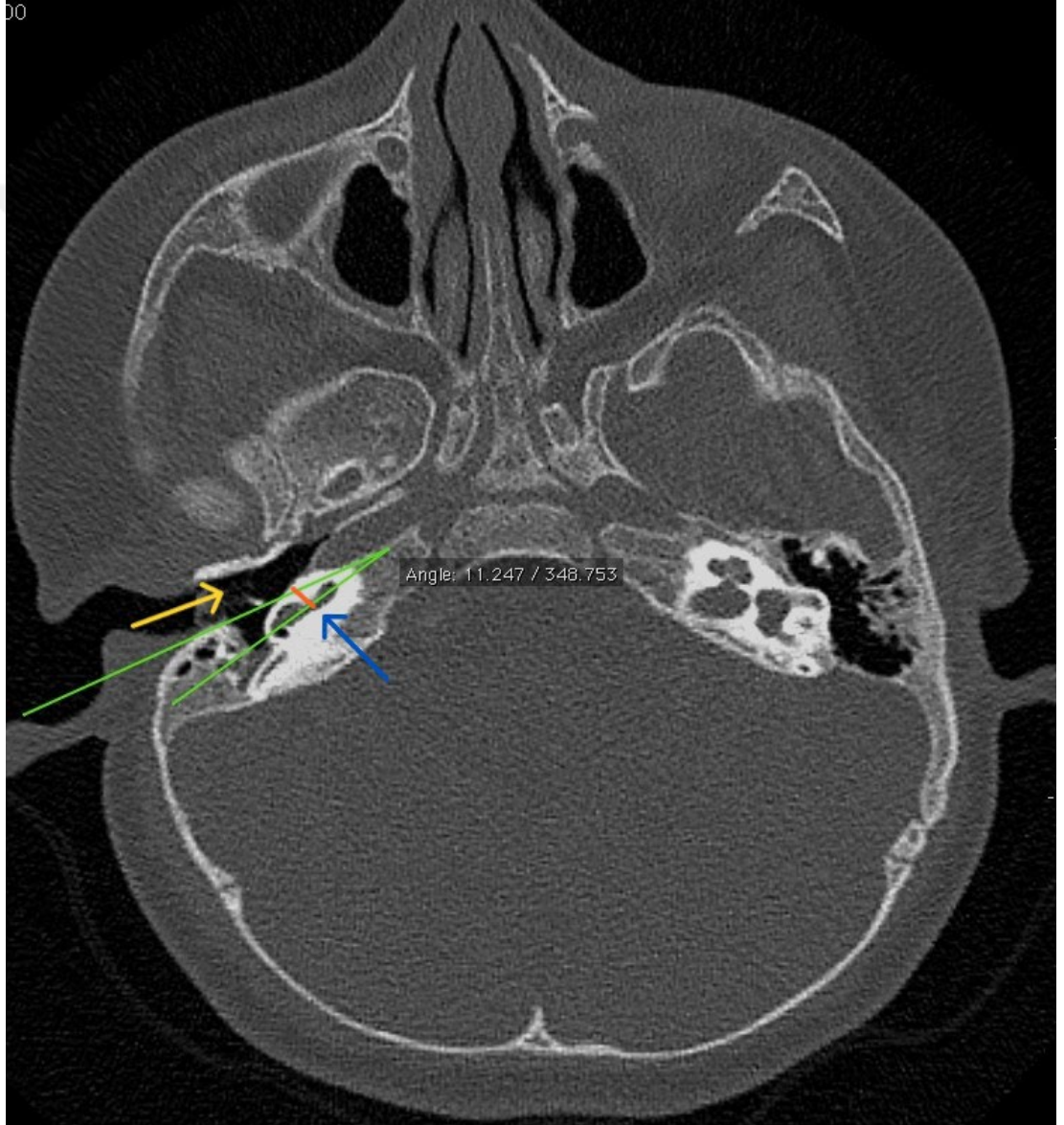
3.3. Kullanılan Bilgisayarlı Tomografi Ölçümleri

Çalışmaya dahil edilen hastaların BT görüntülerindeki ölçümler Ondokuz Mayıs Üniversitesi Radyoloji bölümünde görevli, nörootolojik radyoloji alanında uzman bir radyoloji hekimi tarafından 2 hafta ara ile yapıldı. İki farklı zaman dilimindeki ölçümlerin ortalaması alınarak nihai sonuç elde edildi.

Tüm ölçümlerde, mesafe birimi olarak santimetre (cm), açı birimi olarak ise derece (°) kullanıldı.

3.3.1. Ölçüm 1, Dış Kulak Yolu Açısı

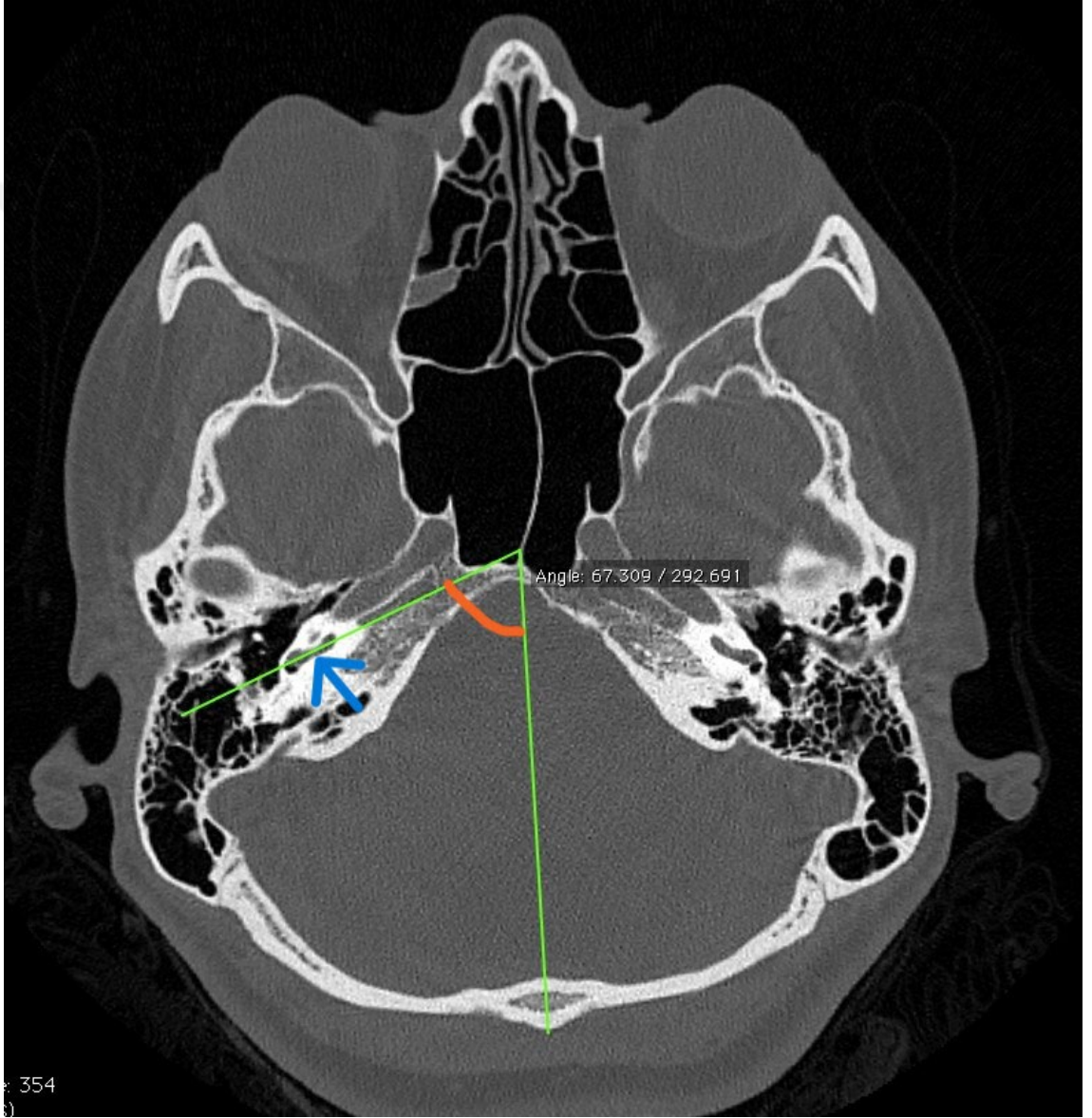
Öncelikle aksiyal ekseninde DKY arka duvarı kemik kıkırdak bileşke ve anulusundan geçecek bir çizgi çizildi. Sonrasında koklear bazal dönüşün merkezinden ve koklear bazal dönüşe paralel olacak şekilde bir çizgi daha çizildi. Bu çizilen çizgiler arasındaki açı, dış kulak yolu açısı olarak kabul edildi. Çekim açısına da bağlı olarak DKY çizgisi bazal dönüş çizgisi ile aynı kesitte çizilemediği durumlarda, en yakın BT kesitinden çizgi çizilerek aynı görüntü üzerine taşındı (2) (64).



Şekil 9: Dış Kulak Yolu Açısı. Sarı ok işareti: dış kulak yolu, Mavi ok işareti: koklear bazal dönüş.

3.3.2. Ölçüm 2, Bazal Dönüş-Orta Hat Açısı

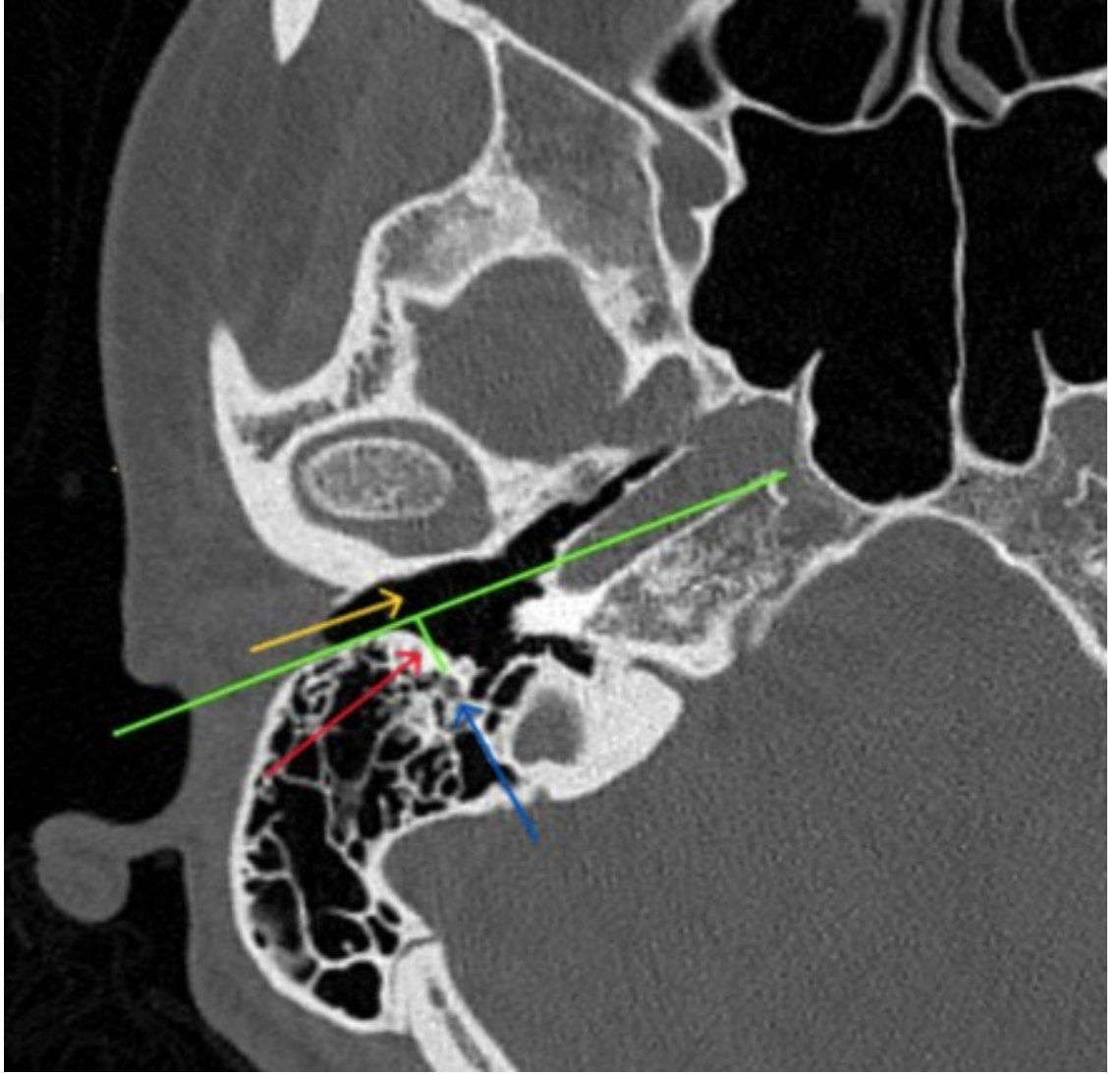
Aksiyal ekseninde koklear bazal dönüşü en iyi gösteren kesit seçildi. Sonrasında koklear bazal dönüşün merkezinden geçecek şekilde, bazal dönüşe paralel bir çizgi çekildi. Diğer çizgi ise eksenin tam ortasından geçmekte idi. Orta hattı belirlemek için önde, sfenoid sinüslerin ön kısmının nazal septum ile birleştiği nokta ve arkada internal oksipital protubarance referans alındı. İki çizgi arasındaki açı ölçüldü ve bazal dönüş orta hat açısı olarak belirlendi (65).



Şekil 10: Bazal Dönüş – Orta Hat Açısı. Mavi ok: koklear bazal dönüş, Turuncu işaret: ölçülen açıyı göstermektedir.

3.3.3. Ölçüm 3, Fasiyal Reses Genişliği

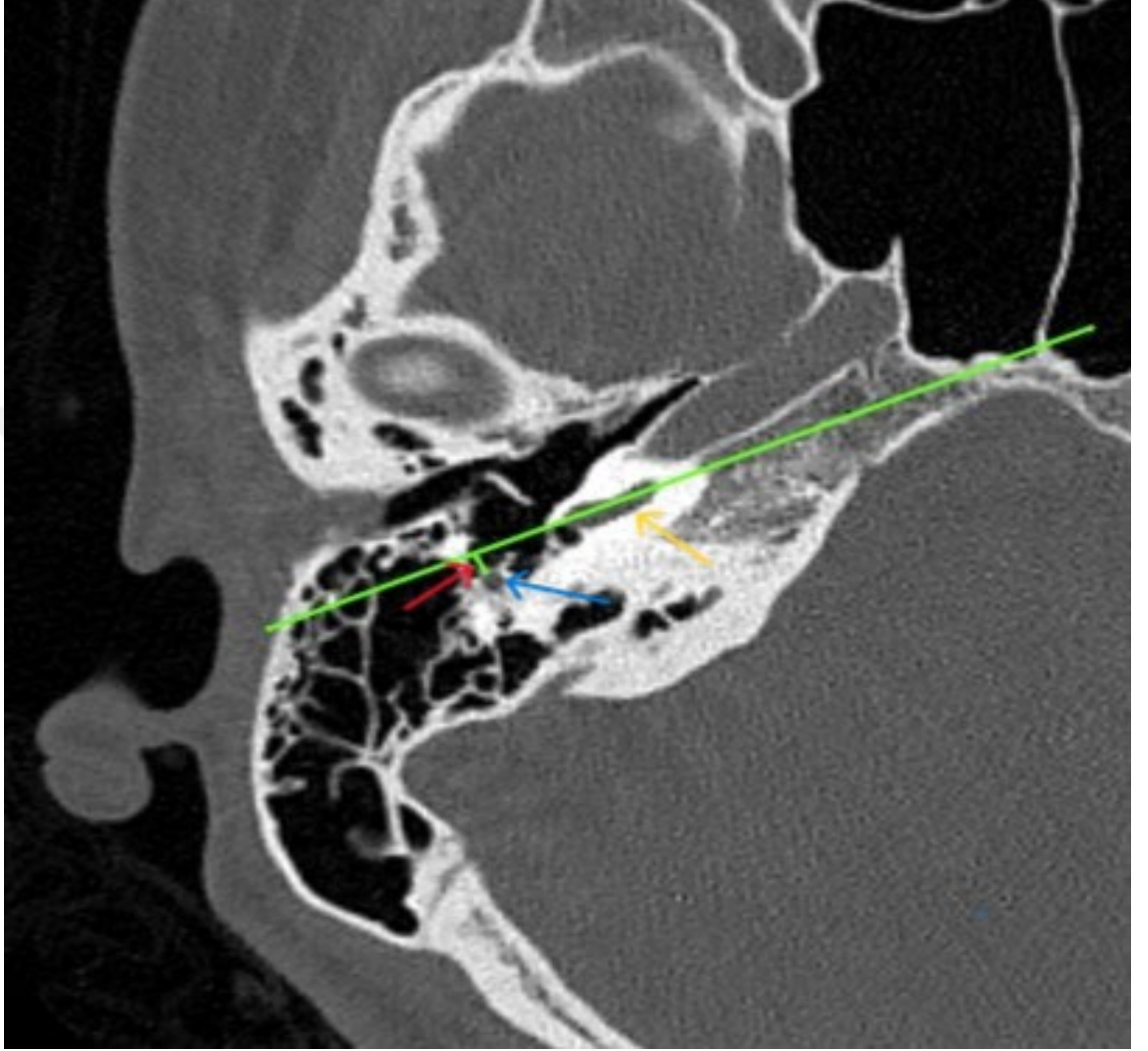
Bu ölçüm için, öncelikle aksiyal eksende DKY arka duvarı kemik kıkırdak bileşke ve anulusundan geçecek bir çizgi çizildi. Sonrasında bu kesitte fasiyal sinirin konumu bulundu. Bu çizgi ile fasiyal sinirin anterolateral kısmı arasındaki dikey mesafe ölçüldü. Bu ölçüm fasiyal reses genişliği olarak tanımlandı (2) (64).



Şekil 11: Fasiyal Reses Genişliği. Sarı ok: dış kulak yolunu, mavi ok: fasiyal siniri, kırmızı ok: ölçülen mesafeyi göstermektedir.

3.3.4. Ölçüm 4, Fasiyal Sinir Lokalizasyonu

Birinci ölçümde bahsedilen bazal dönüş çizgisi ile fasiyal sinirin anterolaterali arasındaki dikey mesafe, fasiyal sinir lokalizasyonu olarak ölçüldü (2) (64).



Şekil 12: Fasiyal Sinir Lokalizasyonu. Sarı ok: koklear bazal dönüşü, mavi ok: fasiyal siniri, kırmızı ok: ölçülen mesafeyi göstermektedir.

3.3.5. Ölçüm 5, Yuvarlak Pencere Niş Açısı

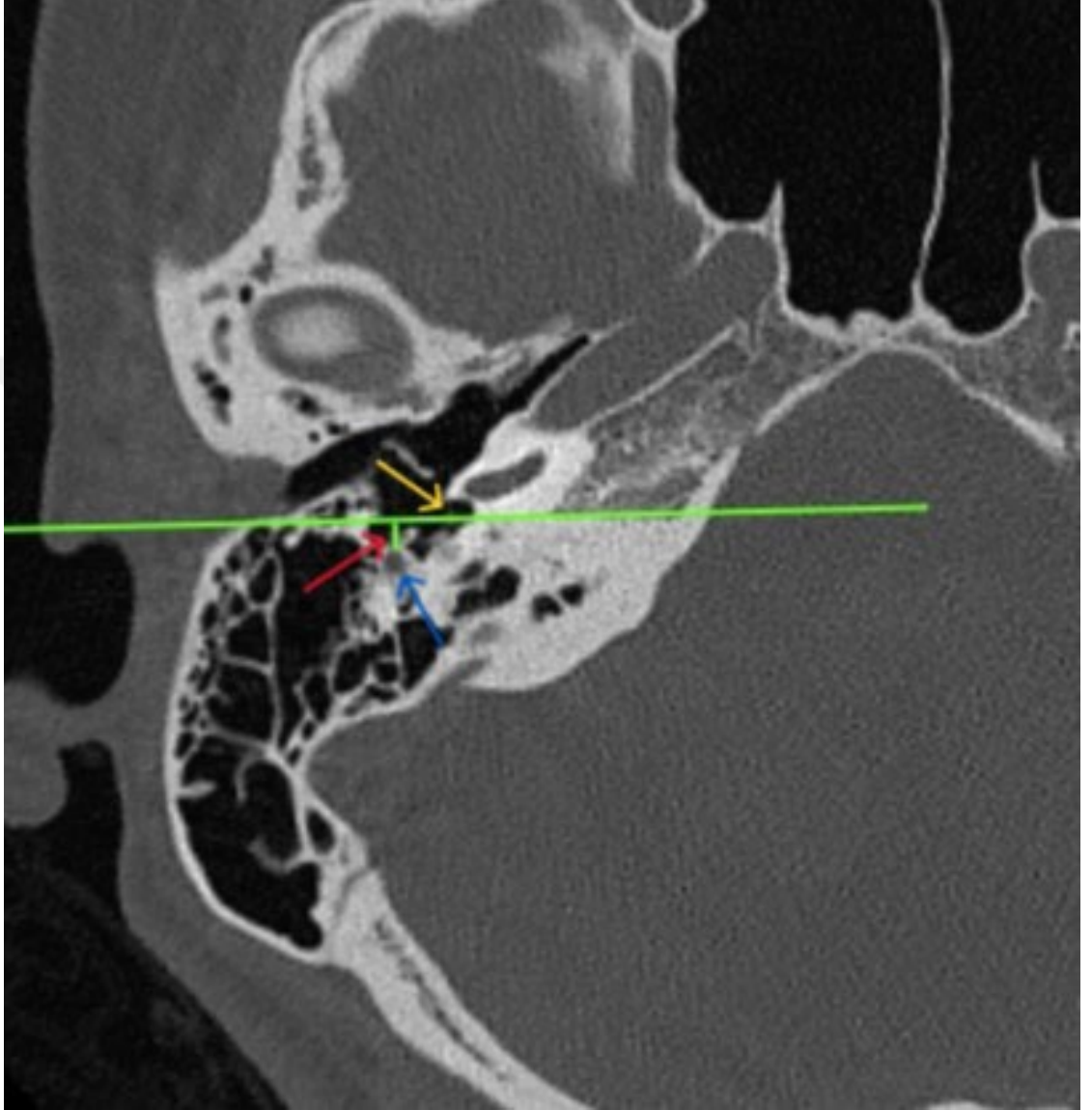
Aksiyal eksende, yuvarlak pencere nişinin ortasından geçen koronal eksene paralel bir çizgi çizildi. Sonrasında fasiyal sinirin anteriorundan geçip yuvarlak pencere nişinin ortasına uzanan bir çizgi daha çizilir. Her iki çizgi arasındaki açı yuvarlak pencere niş açısı olarak ifade edildi (2).



Şekil 13: Yuvarlak Pencere Niş Açısı. Mavi ok: fasiyal siniri, sarı ok: yuvarlak pencere nişini, kırmızı ok: ölçülen açıyı göstermektedir.

3.3.6. Ölçüm 6, Modifiye Edilmiş Fasiyal Reses Mesafesi

Aksiyal eksende, yuvarlak pencere nişinin ortasından geçen koronal eksene paralel bir çizgi çizildi. Bu çizgi ile fasiyal sinirin anterioru arasındaki dikey mesafe ölçüldü. Bu mesafe modifiye edilmiş fasiyal reses mesafesi olarak tanımlandı (2).



Şekil 14: Modifiye Edilmiş Fasiyal Reses Mesafesi. Mavi ok: fasiyal siniri, sarı ok: yuvarlak pencere nişini, kırmızı ok: ölçülen mesafeyi göstermektedir.

3.4. İstatiksel Analiz

Veriler Statistical Package for the Social Sciences for Windows (SPSS version 23,0; IBM Corp, Armonk, NY, USA) ile analiz edildi. Normal dağılımı değerlendirmek için Shapiro–Wilk, Kolmogorov–Smirnov testleri kullanıldı. Tekli analizlerde kategorik değişkenler Continuity correction testi; sayısal değişkenler Mann Whitney U testi ile analiz edildi. Sayısal verilerde tanımlayıcı bilgiler ortalama ve standart sapma olarak verildi. Ölçüm 1-6 değerlerinin gruplara göre incelenmesinde yaş covariate değişken alınarak MANOVA (Multivariate Analysis of Variance) testi kullanıldı. Gruplar için risk faktörlerinin belirlenmesinde olası faktörler kullanılarak binary lojistik regresyon analizinden yararlanıldı. Kesme değerinin belirlenmesi ise Receiver Operating Characteristic (ROC) analizi yöntemi ile inceleme yapıldı. ROC analizi sonuçlarına göre ölçme yönteminin geçerlilik değerleri sensitivite, spesifite, pozitif prediktif değer (PPV) ve negatif prediktif değer (NPV) olarak hesaplandı. Sonuçlar %95 güven aralığında değerlendirildi ve $p<0.05$ değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmamızda, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Kliniği'nde Ocak 2019-Mart 2023 arasında ameliyat edilen koklear implantasyon vakaları retrospektif olarak incelenmiş ve çalışmaya toplam 41 hasta, 52 ameliyat edilen kulak dahil edilmiştir.

St.Thomas Hastanesi Klasifikasyonu'na göre hastalar iki gruba ayrılmıştır. Grup 1'de YPMG tip I ve tip IIa olan kulaklar bulunmaktadır. Grup 2'de ise YPMG tip IIb ve tip III olan kulaklar bulunmaktadır. Toplam 52 kulaktan 23'ü (%44.2) Grup 1'de, kalan 29'u (%55.8) ise Grup 2'de yer almaktadır.

Tablo 1: St Thomas Hastanesi Klasifikasyonu'na Göre Hastaların Dağılımı

	Sayı	Yüzde %
Tip I ve Tip IIa (Grup 1)	23	44.2
Tip IIb ve Tip III (Grup 2)	29	55.8
Toplam	52	100

Ameliyat edilen vakaların ortalama yaşı 12.16, ortanca yaş değeri 4 idi. Ameliyat edilen en genç hasta 1 yaşında iken en yaşlı hasta 72 yaşındaydı. Grup 1'de yer alan vakaların ortalama yaş değeri 8.17 iken, ortanca yaş değeri 4'dü. Grup 2'de yer alan vakaların ortalama yaş değeri 15.33 iken, ortanca yaş değeri 4'dü. Grupların yaş dağılımı istatistiksel olarak benzerdi ($p=0.259$).

Çalışmaya dahil edilen hastaların 22'si (%53.6) erkek, 19'u (%46.4) ise kadındı. Çalışmaya dahil edilen toplam vaka 52 adet olup, 29'u (%55.8) erkek, 23'ü (%44.2) kadınlara ait kulaktı. Grup 1'de yer alan 23 vakanın 15'i erkek (%65.2), 8'i (%34.8) ise kadınlara ait kulaktı. Grup 2'de yer alan 29 vakanın 14'ü (%48.2) erkek, 15'i (%51.8) ise kadınlara ait kulaktı. Gruplar arasında cinsiyet dağılımı açısından anlamlı fark yoktu ($p=0.347$).

Opere edilen 52 kulağın 26 tanesi sağ kulak, 26 tanesi ise sol kulak idi. Grup 1'de yer alan vakaların 14'ü (%60.8) sağ kulak, 9'u (%39.2) ise sol kulaktı. Grup 2'de yer alan vakaların 12'si (%41.3) sağ kulak, 17'si (%58.7) ise sol kulaktı. Bu açıdan gruplar arasında anlamlı fark yoktu ($p=0.264$).

Grupların yaş, cinsiyet ve opere edilen kulak dağılımları Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2: Grupların Yaş, Cinsiyet ve Opere Edilen Kulak Dağılımı

	Grup 1	Grup 2	Total	p
Yaş (yıl)	8.17	15.33	12.16	0.259 ^a
Ortanca (min-maks)	4 (1-58)	4 (1.25-72)	4(1-72)	
CAA	4.2	12.25	8.9	
Cinsiyet (K/E)	8 (%34.8) /	15 (%51.7)/	23 (%44.2) /	0.347 ^b
n (%)	15 (%65.2)	14 (%48.3)	29 (%55.8)	
Taraf (Sağ/Sol)	14 (%60.9) /	12 (%41.4) /	26 (%50) /	0.264 ^b
n (%)	9 (%39.1)	17 (%58.6)	26 (%50)	

^aMann Whitney U test, ^bContinuity correction

p değeri sütundaki kalın baskılar, gruplar arasında 0.05 düzeyinden fazla istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir.

Kısaltmalar: %, yüzde; min, minimum; maks, maksimum; CAA, çeyrekler arası aralık; K, kadın; E, erkek

MANOVA analizi sonucunda:

Ölçüm 1 (Dış Kulak Yolu Açısı, °): Grup 1’de ortalama değer 13.32 ± 1.61 iken, Grup 2’de ortalama değer 14.23 ± 2.01 olarak elde edilmiştir. Bu ortalama değerler gruplara göre farklılık göstermemektedir ($p=0.070$).

Ölçüm 2 (Bazal Dönüş – Orta Hat Açısı,°): Grup 1’de ortalama değer 62.78 ± 2.98 iken, Grup 2’de ortalama değer 61.48 ± 2.84 olarak elde edilmiştir. Bu ortalama değerler gruplara göre farklılık göstermemektedir ($p=0.167$).

Ölçüm 3 (Fasiyal Reses Genişliği, cm): Grup 1’de ortalama değer 0.46 ± 0.07 iken, Grup 2’de ortalama değer 0.45 ± 0.06 olarak elde edilmiştir ve elde edilen ortalama değerler gruplara göre farklılık göstermemektedir ($p=0.649$).

Ölçüm 4 (Fasiyal Sinir Lokalizasyonu, cm): Grup 1’de ortalama değer 0.12 ± 0.02 iken, Grup 2’de ortalama değer 0.12 ± 0.02 olarak elde edilmiştir. Bu ortalama değerler gruplara göre farklılık göstermemektedir ($p=0.801$).

Ölçüm 5 (Yuvarlak Pencere Niş Açısı, °): Grup 1’de ortalama değer 29.49 ± 2.78 iken, Grup 2’de ortalama değer 27.38 ± 3.76 olarak elde edilmiştir. Bu ortalama değerler gruplara göre farklılık göstermektedir ($p=0.045$).

Ölçüm 6 (Modifiye Edilmiş Fasiyal Reses Mesafesi, cm): Grup 1’de ortalama değer 0.35 ± 0.05 iken, Grup 2’de ortalama değer 0.31 ± 0.08 olarak elde edilmiştir. Bu ortalama değerler gruplara göre farklılık göstermemektedir ($p=0.066$).

Tablo 3: MANOVA Analizi ile Grupların Karşılaştırılması

Ölçüm Ort±SS	Grup 1	Grup 2	F*	p	Kısmi Eta Kare
Ölçüm 1 (°)	13.32±1.61	14.23±2.01	3.428	0.070	0.065
Ölçüm 2 (°)	62.78±2.98	61.48±2.84	1.963	0.167	0.039
Ölçüm 3 (cm)	0.46±0.07	0.45±0.06	0.210	0.649	0.004
Ölçüm 4 (cm)	0.12±0.02	0.12±0.02	0.064	0.801	0.001
Ölçüm 5 (°)	29.49±2.78	27.38±3.76	4.239	0.045	0.080
Ölçüm 6 (cm)	0.35±0.05	0.31±0.08	3.529	0.066	0.067

*MANOVA test istatistiği; Wilk’s Lambda= 44; $p=0.057$

p değeri sütunundaki kalın baskılar, gruplar arasında 0,05 düzeyinden fazla istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir

Kısaltmalar: ort,ortalama; SS, standart sapma; °,derece; cm, santimetre

Univariate analiz sonucunda yaş, cinsiyet ve ölçüm 1-6 değerlerinin risk faktörü olmadığı tespit edilmiştir. Multiple regresyon analizi sonucunda ise tüm değişkenler modele eklendiğinde sadece ölçüm 2 ve ölçüm 6 değişkeninin risk faktörü olduğu belirlenmiştir (p değerleri sırasıyla 0.038 ve 0.029). Ölçüm 2 değerindeki 1 birimlik azalma Grup 2’de olma riskini 2.94 kat ($1/0.38$) artırmaktadır. Benzer şekilde ölçüm 6 değerindeki bir birimlik artış Grup 2’de olma riskini 41.67 kat ($1/0.024$) artırmaktadır.

Tablo 4: Lojistik Regresyon Analizi Sonuçları

	Univariate		Multiple	
	OR (%95 CI)	p	OR (%95 CI)	p
Yaş	1.023 (0.989 - 1.059)	0.191		
Cinsiyet	2.009 (0.652 – 6.191)	0.224		
Ölçüm 1*	1.102 (0.894- 1.359)	0.361		
Ölçüm 2*	1.056 (0.925 – 1.206)	0.417	0.38 (0.152 – 0.95)	0.038
Ölçüm 3	0.059 (0.000 – 327.551)	0.520		
Ölçüm 5*	1.064 (0.904 – 1.254)	0.456		
Ölçüm 6*	0.742 (0.462 – 1.194)	0.219	0.024 (0.001 – 0.678)	0.029

*Ölçüm değerlerinin LN dönüşümleri modele eklenmiştir

p değeri sütunundaki kalın baskılar, gruplar arasında 0,05 düzeyinden fazla istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir

Kısaltmalar: OR: Odds Ratio (Odds oranı), CI: Confidence Interval (Güven aralığı)

Lojistik regresyon analizinde anlamlı çıkan değişkenler için ROC analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda Ölçüm 2 için elde edilen ≤ 63.4340 değeri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ölçüm 6 için elde edilen ≤ 0.3389 değeri ise istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu değer dikkate alındığında AUC değeri 0.684 ($p=0.023$), Sensitivity %72.41, Specificity %60.87, PPV %70 ve NPV %63.64 olarak elde edilmiştir.

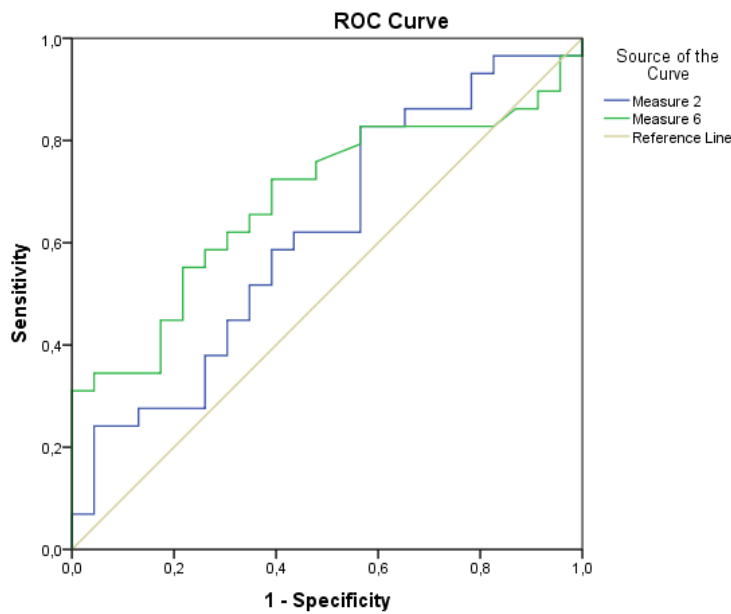
Tablo 5: ROC Analizi Sonuçları

	Cutpoint	AUC (%95 CI)	p	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV
Ölçüm 2	≤ 63.4340	0.618(0.463-0.773)	0.148	82.76	43.48	64.86	66.67
Ölçüm 6	≤ 0.3389	0.684(0.539-0.830)	0.023	72.41	60.87	70	63.64

p değeri sütunundaki kalın baskılar, gruplar arasında 0,05 düzeyinden fazla istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterir.

Kısaltmalar: AUC, Area Under the Curve (ROC Eğrisi altında kalan alan), PPV: Positive predictive value (Pozitif prediktif değer), NPV: Negative predictive value (Negatif prediktif değer)

Tablo 6: ROC Eğrisi



5. TARTIŞMA

Koklear implant ses enerjisini elektrik enerjisine dönüştürebilen bir cihazdır. Koklear implantasyon, dünyada en başarılı işitsel rehabilitasyon yöntemi olarak kabul görmektedir (2). Operasyon endotrakeal entübasyon ve anestezi uygulaması ardından yapılan intraoperatif fasiyal monitörizasyon işlemi ile başlar. Ardından postaurikular sulkusun posteriorundan cilt insizyonu yapılır. Periost insizyonu yapılır ve periost flebi eleve edilir. Ardından sınırlı bir mastoidektomi yapılarak küçük bir mastoidektomi kavitesi oluşturulur. Sonrasında fasiyal resesin açılması ve posterior timpanotomi aşamasına geçilir. Posterior timpanotomi yapıldıktan sonra, koklear implant elektrotlarını kokleaya yerleştirmek için temel olarak iki cerrahi yaklaşım mevcuttur. Bunlar standart kokleostomi yöntemi ve yuvarlak pencere metodudur (66). Bunun dışında genişletilmiş yuvarlak pencere metodu da tanımlanmıştır. Bu metod yuvarlak pencerenin anterior-inferior yönde birkaç mm uzatılması anlamına gelmektedir (9). Elektrotların yuvarlak pencere yolu ile yerleştirilmesinin çeşitli avantajları olduğu gösterilmiştir. Bu avantajlardan belki de en önemlisi rezidüel işitmenin korunması ile ilgilidir. Daha önce yapılan çalışmalarda, yetişkin ve çocuk hastalarda rezidüel işitmenin korunmasında yuvarlak pencere metodunun anlamlı derecede olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir (67). Yuvarlak pencere metodunda, kokleaya direkt olarak bir delik açılması gerekmediği için skala timpaniye kemik tozu girmez ve bu koklea içi travmayı azaltır (49). Koklea içi travmanın en aza indirilmesi, rezidüel işitmenin korunması için çok önemlidir (68). Bu durum büyük ölçüde koklear yapıların daha az travmatize olması ile ilişkilidir (67, 69). Bunun yanı sıra, yuvarlak pencere metodunda, standart kokleostomilere göre elektrot modiolus mesafesinin daha kısa olduğu bildirilmiştir (51). Bunun faydası tam olarak anlaşılamasa da, potansiyel faydalarından birisi implant pillerinin daha uzun ömürlü olmasıdır (67).

St.Thomas Hastanesi Klasifikasyonu'nun temeli, Jiang ve ark. tarafından 2007 yılında yapılan bir çalışmaya dayanmaktadır. Bu klasifikasyon ile çalışmacılar; cerrahi olarak yapılabilecek en geniş posterior timpanotominin ardından YPMG'ye göre uygulanacak cerrahi yöntemin güvenli olarak belirlenmesini amaçlamıştır (9). St.Thomas Hastanesi Klasifikasyonu bu bağlamda oldukça kullanışlıdır. Leong ve ark. 2013 yılında yaptıkları çalışmada, klasifikasyona göre tip III olan tüm hastalarda standart kokleostomi yaklaşımı gerektiğini saptamışlardır. Bu sonuç şaşırtıcı değildir. Ayrıca yine aynı çalışmadaki tip IIb sınıfındaki hastaların üçte ikisinde yine standart

kokleostomi metodunu kullanmışlardır. Bunun yanında yine bu çalışmada tip I vakaların sadece %2'sinde standart kokleostomi yaklaşımı kullanılmıştır. Tip IIa vakaların ise hiçbirinde standart kokleostomi yaklaşımı kullanılmamıştır (9).

Leong ve ark. tarafından yapılan 128 adet koklear implant operasyonunun analiz edildiği çalışmada, YPMG'nin yetişkin hastalarda çocuk hastalara göre daha fazla gözlenebileceğini bildirmişlerdir. Çalışmalarında yetişkin grupta St.Thomas Hastanesi Klasifikasyonu'na göre YPMG tip I ve YPMG tip IIa olan vakaların oranı %89 iken, pediatrik grupta bu oranı %78 olarak saptamışlardır. Yuvarlak pencere membran görünürlüğünün daha kısıtlı olduğu grup olan tip IIb ve tip III vakaları, çocuklarda iki kat daha fazla olarak tespit etmişlerdir (9). Benzer bir şekilde Stuermer ve ark. tarafından yapılan 110 vakalık bir çalışmada erişkin hastaların %94'ü tip I ve tip IIa YPMG'ye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Çocuk hastalarda ise bu oranı, %82 olarak saptamışlardır (70). Bizim çalışmamızda bu çalışmalardan farklı olarak 52 koklear implant vakasının %44.2'lik kısmına karşılık gelen 23 vaka tip I veya tip IIa (Grup 1) YPMG'ye sahipti. Bu durumun ana nedenlerinden birisi çalışmamızdaki 52 vakanın yalnızca 10'unun yetişkin hasta olması olabilir. Ayrıca aynı nedenden dolayı, bu çalışmadaki istatistiksel sonuçlar yetişkin-çocuk ayrımı yapılarak değerlendirilmemiştir. Stuermer ark. ve Leong ve ark. pediatrik grupta yuvarlak pencere membranının, yetişkin hasta grubuna göre daha az görünür olarak saptamışlardır. Bizim çalışmamızdaki oranımızla bu çalışmaları kıyasladığımızda, arada önemli bir fark olduğu gözlenmektedir.

St.Thomas Hastanesi Klasifikasyonu ile optimal posterior timpanotominin ardından elde edilen YPMG sınıflanmıştır (9). Optimal posterior timpanotomi; fasiyal sinirin, korda timpaninin, DKY arka duvarının ve kemik halkasının bütünlüğünün korunabildiği maksimum cerrahi çaba olarak tanımlanmıştır (9). Stuermer ve ark. erişkin hastalarda %94, pediatrik grupta ise %82'lik bir tip I ve tip IIa YPMG elde etmişlerdir. Ancak bu sonuçları elde ederken erişkin hastaların %10'unda, pediatrik grubun ise %26'sında fasiyal sinirin kemik kanalının üzerinin en az bir noktada açıldığını bildirmişlerdir (70). Fakat hastalarda operasyon sonrası fasiyal sinirde herhangi bir hasar saptamamışlardır (70). Mandour ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise koklear implantasyon operasyonu sırasında fasiyal sinir kemik kanalının açılma oranını %47 olarak bildirmişlerdir (71). Jwair ve arkadaşlarının çalışmasında ise 153 vakalık bir grubun %6'lık kısmında fasiyal sinir kemik kanalı açılmak

durumunda kalınmış ancak hiçbir hastada operasyon sonrası fasiyal sinir hasarı gelişmediği bildirilmiştir (72). Struemer ve arkadaşlarının çalışmasında; korda timpaninin, yetişkin grupta %10, pediatrik grubun ise %14'ünde kesildiği bildirilmiştir (70). Wang ve arkadaşlarının bildirdiği 180 vakalık bir çalışmada ise hastaların %18'inde korda timpani bütünlüğü korunamamıştır (73). Yine Jwair ve arkadaşlarının bildirdiği seride korda timpani hasarı oranı %8'dir. Ancak hastaların uzun dönemde herhangi bir şikayette bulunmadıkları belirtilmiştir (72). Bizim bildirdiğimiz vakalarda, herhangi bir fasiyal sinir veya korda timpani hasarı yaşanmamıştır. Optimal posterior timpanotomiye sağlarken, fasiyal sinir, korda timpani, DKY arka duvarının bütünlüğünün korunması konusunda fazla hassas davranmış olabiliriz. Dolayısı ile vaka grubumuzda YPMG gruplarından tip I ve tip IIa'nın (Grup 1) daha düşük sayıda olmasını bu şekilde açıklayabiliriz.

1. ölçüm olan dış kulak yolu açısı için, çalışmamızda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. YPMG'nin tip I ve IIa olduğu Grup 1'de ortalama açı $13.32 \pm 1.61^\circ$ olarak bulunurken, Grup 2'de ortalama açı $14.23 \pm 2.01^\circ$ olarak hesaplanmıştır. Bu değerler bir miktar farklılık gösterse de yapılan analizde istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç alınmamıştır. Fouad ve arkadaşları tarafından pediatrik hastalarda yapılan çalışmada, DKY ile koklear bazal dönüş çizgisi arasındaki açı ortalama olarak 17.83° bulunmuş ancak YPMG ile ilişkisi saptanmamıştır (74). Rajati ve arkadaşları, pediatrik bir hasta grubu üzerinde yaptıkları çalışmada, DKY ile koklear bazal dönüş çizgisi arasındaki açının YPMG ile ilişkisinin olmadığını bildirmişlerdir (2). Her iki çalışmadaki bulgular bizim bulgularımız ile örtüşmektedir. Kashio ve arkadaşları bir grup koklear implant hastası üzerinde yaptıkları çalışmada, dış kulak yolu açısını yetişkin grupta $11.4 \pm 8^\circ$, pediatrik grupta ise $6.2 \pm 8.0^\circ$ olarak bulmuşlardır. Bizim çalışmamızdan farklı olarak Kashio ve arkadaşları, dış kulak yolu açısı ile YPMG'nin arasında bir korelasyon olduğunu ve bunun istatistiksel olarak anlamlı olduğunu tespit etmişlerdir (64). Bu açıdan konu ile ilgili daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak bu durum çalışmalardaki hastaların farklı yaş ve etnik kökene sahip olmalarına ve farklı cerrahlar tarafından yapılmış cerrahiler olmasına bağlı olabilir.

2. ölçüm olan bazal dönüş orta hat açısı için, her iki grup arasında anlamlı bir fark bulunamadı. Yuvarlak pencere membran görünürlüğünün tip I ve IIa olduğu Grup 1'de ortalama değer $62.78 \pm 2.98^\circ$ iken, Grup 2'de $61.48 \pm 2.84^\circ$ olarak bulunmuştur.

Sharma ve arkadaşları, 19 vakalık bir çalışmada, YPMG'si tip I olan hastalarda bazal dönüş orta hat açısı ortalama 64.06° , tip IIa YPMG olan hastalarda ortalama 63.81° ve tip IIb olan hastalarda ortalama 56.48° olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu göstermişlerdir (65). Ancak bu çalışmada YPMG'si kısıtlı olan tip IIb hasta grubu sadece 3 hastadan oluşmaktadır. Bu nedenle bu çalışmanın sonuçları tartışmalıdır. Lloyd ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada ise yaş ile, bazal dönüş orta hat açısının azaldığı bildirilmiştir (75). Bu durumun koklear implant operasyonu için potansiyel bir zorluk olabileceği düşünülse de bizim çalışmamızda benzer bir sonuç saptanmamıştır.

3. ölçüm olan fasiyal reses genişliği için, her iki grup arasında anlamlı bir fark bulunamadı. Yuvarlak pencere membran görünürlüğünün tip I ve IIa olduğu Grup 1'de ortalama değer 0.46 ± 0.07 cm iken, Grup 2'de ortalama değer 0.45 ± 0.06 cm olarak bulunmuştur. Rajati ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada bizim ile benzer şekilde fasiyal reses genişliği ile YPMG arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (2). Fouad ve arkadaşlarının pediatrik koklear implantasyon hastalarında yaptıkları çalışmada, ortalama fasiyal reses genişliği 0.507 ± 0.085 cm olarak ölçülmüş ve bunun YPMG ile anlamlı bir ilişkisi olmadığı gösterilmiştir (74). Kashio ve arkadaşları yaptıkları benzer bir çalışmada YPMG ile fasiyal reses genişliği arasında bir ilişki olmadığını bildirmişlerdir (64). Yine benzer bir çalışma olan Kang ve arkadaşları, bizim bulgularımıza benzer olarak fasiyal reses genişliği ile YPMG arasında ilişki saptanmamışlardır (76). Tüm bu çalışmalar ve bizim bulgularımız da birlikte ele alındığında, fasiyal reses genişliği ölçümünün YPMG'yi tahmin etmede başarılı bir radyolojik ölçüm olmadığı söylenebilir.

4. ölçüm olan fasiyal sinir lokalizasyonu için, her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı. Yuvarlak pencere membran görünürlüğünün tip I ve tip IIa olduğu Grup 1'de ve tip IIb ve tip III olduğu Grup 2'de ortalama ölçümler oldukça benzer sonuçlar ortaya çıkardı. Her iki grupta da ortalama fasiyal sinir lokalizasyonu ölçümü, 0.12 ± 0.02 cm olarak ölçüldü. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında bizim bulgularımız Rajati ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya benzerdir. O çalışmada da fasiyal sinir lokalizasyonu ölçümü ile YPMG arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (2). Kashio ve arkadaşlarının çalışmasında, fasiyal sinir lokalizasyonu ile YPMG'nin ilişkili olduğu bildirilmiştir (64). Yine benzer bir çalışma olan Fouad ve arkadaşlarının çalışmasında ortalama fasiyal sinir lokalizasyonu ölçümü, YPMG ile

ilişkili olarak saptanmıştır (74). Bu farkların olası sebebi olarak, fasiyal sinir lokalizasyonu ölçümünün oldukça küçük bir değer olması ve ölçümün bu nedenle zor olması söylenebilir. İleride daha ince kesitli ve üç boyutlu radyolojik incelemelerle yapılacak çalışmalar ile aradaki ilişki daha net olarak saptanabilir. Bu konuda daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Çalışmamızda 5. ölçüm olan yuvarlak pencere niş açısı için, her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark mevcuttur. Yuvarlak pencere membran görünürlüğünün tip I ve IIa olduğu Grup 1’de ortalama açı, $29.49 \pm 2.78^\circ$ iken, Grup 2’de ise ortalama açı, $27.38 \pm 3.76^\circ$ olarak hesaplanmıştır. Bu ölçümün ilk yapıldığı çalışma olan Rajati ve arkadaşlarının çalışmasında da çalışmamıza benzer olarak yuvarlak pencere niş açısı, YPMG ile ilişkili bulunmuştur (2). İlgili çalışmada, yuvarlak pencere membranının daha görünür olduğu grupta ortalama açı, $30.09 \pm 6.94^\circ$ iken, yuvarlak pencere membranının daha az görünür olduğu grupta ortalama açı, $25.08 \pm 6.47^\circ$ olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla Rajati ve arkadaşlarının çalışması ile bizim çalışmamızın sonuçları bu anlamda tutarlıdır. Kokleanın anatomik özellikleri göz önüne alındığında, YPMG’yi tahmin etmeye çalışırken fasiyal sinirin konumunun ve kokleaya göre durumunun ön planda değerlendirilmesi önemli olacaktır.

Çalışmamızdaki 6. ölçüm olan modifiye edilmiş fasiyal reses mesafesi için, her iki grup arasında bir miktar fark olsa da bu istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Yuvarlak pencere membran görünürlüğünün tip I ve IIa olduğu Grup 1’de ortalama mesafe, 0.35 ± 0.05 cm iken, Grup 2’de ortalama mesafe, 0.31 ± 0.08 cm olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü üzere gruplar arasında bir miktar farklılık olsa da bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.066$). Bu ölçüm için de örnek aldığımız çalışma Rajati ve arkadaşlarının çalışmasıdır. Rajati ve arkadaşları pediatrik hasta grubunda yaptıkları çalışmada, yeni tanımladıkları modifiye fasiyal reses mesafesini YPMG ile ilişkili bulmuşlardır. Bu çalışmadaki modifiye fasiyal reses mesafeleri, tip I ve tip IIa grubunda ortalama olarak 0.32 ± 0.007 cm iken, tip IIb ve tip III grubunda 0.26 ± 0.006 cm olarak hesaplanmıştır (2). Ölçüm sonuçları çalışmamız ile benzeşse de biz her iki grup arasında anlamlı bir fark bulamadık. Bunun ölçülen mesafenin çok küçük olması ile alakalı olabileceği düşünülebilir.

Çalışmamızda gruplarla ilişkili ölçümleri saptayabilmek için lojistik regresyon analizi yapıldı. Yapılan analiz sonucunda 2. ölçüm olan bazal dönüş orta hat açısındaki bir birimlik azalmanın, Grup 2’ye kayma riskini 2.94 kat artırdığını saptandı. Lojistik

regresyon testinde anlamlı çıkan her değişken ROC eğrisi analizi ile değerlendirildi. 2. ölçüm olan bazal dönüş orta hat açısı için cutpoint değeri 63.434° olarak hesaplandı. Bu değer için AUC değeri 0.618 olarak bulundu. Güven aralığı 0.463-0.773 olarak hesaplandı. p değeri 0.148 olarak hesaplanan test istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Bu da bizim MANOVA testindeki bulgumuz ile uyumluydu.

Yapılan lojistik regresyon analizine göre, 6. ölçüm olan modifiye fasiyal reses mesafesi ölçümündeki bir birimlik artışın, Grup 2’de olma ihtimalini 41.67 kat artırmış olduğu görüldü. Bunun üzerine 6. ölçüm ROC eğrisi analizi ile değerlendirildi. Cutpoint değeri 0.3389 cm olarak hesaplandı. AUC değeri 0.684 olarak bulundu. Güven aralığı 0,539-0,830 olarak hesaplandı. p değeri 0.023 olarak hesaplanan test istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Testin sensitivite değeri %72.41, spesifite değeri ise %60.87 olarak hesaplandı. Pozitif prediktif değeri %70, negatif prediktif değeri ise %63.64 olarak bulundu. Bizim çalışmamızın nihai amacı koklear implant cerrahisinde yuvarlak pencere metodunu uygulamakta önemli olan YPMG’yi preoperatif olarak öngörebilmektir. Bu bağlamda, 6. ölçüm için cutpoint değeri 0.3389 cm alındığında, bu ölçümün altındaki tüm vakaların %72.41’i Grup 2’ye dahildir. Her ne kadar testin spesifite değeri, %60.87 olarak hesaplanmış olsa da bizim için esas önemli olan, operasyon öncesi dönemde bizi zorlayacak olan Grup 2 vakaları öngörebilmektir. Bu bağlamda modifiye fasiyal reses mesafesi önemli olabilir. MANOVA analizinde modifiye fasiyal reses mesafesi için gruplar arasında bir miktar fark olsa da bu istatistiksel olarak anlamlı değildi. Ancak sonrasında yapılan lojistik regresyon analizi ve ardından yapılan ROC eğrisi analizinde modifiye fasiyal reses mesafesinin YPMG ile istatistiksel olarak ilişkili olabileceği saptandı. Bu bulgu ölçümü ilk kez tanımlayan Rajati ve arkadaşlarının bulgularını desteklemektedir (2). Ancak bu konuda yeni araştırmalara ihtiyaç vardır.

6. SONUÇ

Koklear implantasyon, günümüzde kullanılan en başarılı işitsel rehabilitasyon yöntemidir. Zamanla daha hassas elektrotların geliştirilmesi ve koklear anatominin daha iyi anlaşılması ile cerrahi yaklaşımlar değişmektedir. Günümüzde kullanılan posterior timpanotomi sonrası, yuvarlak pencere membranı yolu ile elektrotların kokleaya yerleştirildiği metodun en atravmatik ve rezidüel işitmeyi en iyi koruyan yöntem olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir.

Koklear implantasyon operasyonlarında yuvarlak pencere metodunun uygulanması için elzem olan faktör YPMG'dir. Çalışmamız, daha önceki çalışmalarda standart kokleostomi metoduna üstünlüğü ortaya konmuş olan yuvarlak pencere metodunun, operasyon öncesinde hangi hastalarda uygulanabilir olduğunu tahmin etmek üzerine kuruludur. Hastaları retrospektif olarak taradık. Bu amaçla çeşitli BT ölçümleri yaptık. Operasyonlara ait video kayıtlarını inceledik. Bilgisayarlı tomografi aracılığı ile yaptığımız ölçümler ile, operasyon kayıtlarındaki görüntüleri kıyasladık. Daha önceki çalışmalarda tanımlanan, radyolojik olarak ölçülen yuvarlak pencere niş açısı ve modifiye fasiyal reses mesafesinin, cerrahi sırasındaki YPMG ile ilişkili olabileceğini saptadık. Ancak bu konuda daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu açıktır.

7. KAYNAKLAR

1. Dedhia K, Graham E, Park A. Hearing Loss and Failed Newborn Hearing Screen. *Clin Perinatol*. 2018;45(4):629-43.
2. Rajati M, Afzalzadeh MR, Nourizadeh N, Ghasemi MM, Zandi B. Predicting round window visibility by HRCT during cochlear implantation in children. *Cochlear Implants Int*. 2020;21(5):269-74.
3. Mudry A, Mills M. The early history of the cochlear implant: a retrospective. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. 2013;139(5):446-53.
4. Briggs RJ, Tykocinski M, Xu J, Risi F, Svehla M, Cowan R, et al. Comparison of round window and cochleostomy approaches with a prototype hearing preservation electrode. *Audiol Neurotol*. 2006;11 Suppl 1:42-8.
5. Adunka O, Unkelbach MH, Mack M, Hambek M, Gstöttner W, Kiefer J. Cochlear implantation via the round window membrane minimizes trauma to cochlear structures: a histologically controlled insertion study. *Acta Otolaryngol*. 2004;124(7):807-12.
6. Shim T, Zalzal H, Kumar N, Tercyak S, Whitehead MT, Reilly B, et al. Round window anatomy predicts ease of cochlear implantation in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2021;149:110852.
7. Arnoldner C, Lin VY. Expanded selection criteria in adult cochlear implantation. *Cochlear Implants Int*. 2013;14 Suppl 4:S10-3.
8. Park E, Amoodi H, Kuthubutheen J, Chen JM, Nedzelski JM, Lin VY. Predictors of round window accessibility for adult cochlear implantation based on pre-operative CT scan: a prospective observational study. *J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2015;44(1):20.
9. Leong AC, Jiang D, Agger A, Fitzgerald-O'Connor A. Evaluation of round window accessibility to cochlear implant insertion. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2013;270(4):1237-42.
10. Lee KJ. Essential Otolaryngology Baş ve Boyun Cerrahisi. In: Lee KJ, editor. *Kulak Anatomisi*. 1. 9 ed: Güneş Tıp Kitabevleri; 2012. p. 1-24.
11. Putz R, Pabst R. Sobotta İnsan Anatomisi Atlası. 21 ed. Münih: Urban&Fischer 2001.
12. Cruz OLM. Kafa tabanı, temporal kemik, dış kulak ve orta kulak anatomisi. *Cummings Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi*. 42007. p. 2801-14.
13. Magnan J, Baki F. Cochlear Implantation Using Posterior Tympanotomy and Cochleostomy. In: DeSaSouza S, editor. *Cochlear Implants: New and Future Directions*. Singapore: Springer Nature Singapore; 2022. p. 193-214.
14. Fawcett DW, Bloom W, Raviola E, Angevine JB. Bloom and Fawcett: a Textbook of Histology: Chapman & Hall; 1994.
15. Pickles JO. Auditory pathways: anatomy and physiology. *Handb Clin Neurol*. 2015;129:3-25.
16. Gordon KA, Papsin BC, Harrison RV. Activity-dependent developmental plasticity of the auditory brain stem in children who use cochlear implants. *Ear Hear*. 2003;24(6):485-500.

17. Lee KJ. Essential Otolaryngology Baş ve Boyun Cerrahisi. In: Lee KJ, editor. Odyoloji. 1: Güneş Tıp Kitabevleri; 2012. p. 24-69.
18. Erdal B, Kindap Tepe Y, Çelik S, Güçyetmez B, Çiğdem B, Topaktaş S. The magic of frequencies - 432 Hz vs. 440 Hz: Do cheerful and sad music tuned to different frequencies cause different effects on human psychophysiology? A neuropsychology study on music and emotions: Frekansların sihri – 432 Hz 440 Hz'e karşı: Ayrı frekanslara göre akortlanmış neşeli ve hüzünlü müzikler insan psikofizyolojisi üzerinde farklı etkiler yaratır mı? Müzik ve duygular üzerine bir nöropsikoloji araştırması. Journal of Human Sciences. 2021;18(1):12-33.
19. Liberman MC. The cochlear frequency map for the cat: labeling auditory-nerve fibers of known characteristic frequency. J Acoust Soc Am. 1982;72(5):1441-9.
20. Cruz OLM. Cummings Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi. Koklear Anatomi ve Santral İşitme Yolları. 42007. p. 3373-401.
21. Fernald A. Hearing, Listening, and Understanding: Auditory Development in Infancy. Blackwell Handbook of Infant Development 2004. p. 35-70.
22. McCormick S. Early language intervention. In: Hall DM, ed. The child with handicap. Oxford: Alden Press. 1984:53-7.
23. Celik P, Keseroglu K, Er S, Sucakli IA, Saylam G, Yakut HI. Early-auditory intervention in children with hearing loss and neurodevelopmental outcomes: cognitive, motor and language development. Turk J Pediatr. 2021;63(3):450-60.
24. Lieu JEC, Kenna M, Anne S, Davidson L. Hearing Loss in Children: A Review. JAMA. 2020;324(21):2195-205.
25. Yoshinaga-Itano C, Baca RL, Sedey AL. Describing the trajectory of language development in the presence of severe-to-profound hearing loss: a closer look at children with cochlear implants versus hearing aids. Otol Neurotol. 2010;31(8):1268-74.
26. Walker EA, Holte L, McCreery RW, Spratford M, Page T, Moeller MP. The Influence of Hearing Aid Use on Outcomes of Children With Mild Hearing Loss. J Speech Lang Hear Res. 2015;58(5):1611-25.
27. Liu CC, Anne S, Horn DL. Advances in Management of Pediatric Sensorineural Hearing Loss. Otolaryngol Clin North Am. 2019;52(5):847-61.
28. Luxford WM. Surgery for Cochlear Implantation. In: Brackmann DE, Shelton C, Arriaga MA, editors. Otologic Surgery. Philadelphia: WB. Saunders Company; 1994. p. 426-36.
29. Niparko J. Cochlear implants, auditory brainstem implants, and surgically implantable hearing aids. Cummings CW ed Otolaryngology Head and Neck Surgery. St Louis, Missouri 1998. p. 2934-71.
30. Akyıldız N. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi; 2002. p. 590-607.
31. Penfield W, Perot P. THE BRAIN'S RECORD OF AUDITORY AND VISUAL EXPERIENCE. A FINAL SUMMARY AND DISCUSSION. Brain. 1963;86:595-696.

32. Simmons FB, Epley JM, Lummis RC, Guttman N, Frishkopf LS, Harmon LD, et al. AUDITORY NERVE: ELECTRICAL STIMULATION IN MAN. Science. 1965;148(3666):104-6.
33. House WF. Cochlear Implants. Annals of Otology, Rhinology & Laryngology. 1976;85(3_suppl):3-.
34. Michelson RP. Electrical stimulation of the human cochlea. A preliminary report. Arch Otolaryngol. 1971;93(3):317-23.
35. Sennaroğlu L. Koklear İmplantasyon. In: Koç C, editor. Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi. Ankara: Turgut Yayıncılık; 2004. p. 403-14.
36. Webb RL, Pyman BC, Franz BKH, al. E. The surgery of cochlear implantation. In: Clarck GM, Tang YC, Patric JF, editors. Cochlear Prosthesis. London: Churchill Livingstone; 1990. p. 153-79.
37. Nadol JB, Jr. Histological considerations in implant patients. Arch Otolaryngol. 1984;110(3):160-3.
38. Sennaroğlu L, Sennaroğlu G, Yücel E. Koklaer İmplantasyon. In: Çelik O, editor. Kulak Boğaz Hastalıkları ve Baş, Boyun Cerrahisi. Ankara: Turgut Yayıncılık; 2002. p. 326-38.
39. Sennaroğlu G, Batuk M, Kaya Ş. Koklear İmplantasyon: Odyolojik Değerlendirme, Preoperatif, İntraoperatif ve Postoperatif Takip. Türk Odyoloji ve İşitme Araştırmaları Dergisi. 2019;2:24-9.
40. Lo WW. Imaging of cochlear and auditory brain stem implantation. AJNR Am J Neuroradiol. 1998;19(6):1147-54.
41. Tuz D, editor Erken Dönem Koklear İmplantasyonda Zamansal İşleme Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi 2014.
42. Chouard CH, MacLeod P. Implantation of multiple intracochlear electrodes for rehabilitation of total deafness: preliminary report. Laryngoscope. 1976;86(11):1743-51.
43. Banfai P, Kubik S, Hortmann G. Our extra-scalar operating method of cochlear implantation. Experience with 46 cases. Acta Otolaryngol Suppl. 1984;411:9-12.
44. Colletti V, Fiorino FG, Carner M, Pacini L. Basal turn cochleostomy via the middle fossa route for cochlear implant insertion. Am J Otol. 1998;19(6):778-84.
45. Singh RS. Modification of the standard surgical approach for cochlear implants. Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl. 1995;166:432-4.
46. Kiratzidis T. 'Veria operation': cochlear implantation without a mastoidectomy and a posterior tympanotomy. A new surgical technique. Adv Otorhinolaryngol. 2000;57:127-30.
47. Kronenberg J, Migirov L, Dagan T. Suprameatal approach: new surgical approach for cochlear implantation. J Laryngol Otol. 2001;115(4):283-5.

48. Atay G, Sennaroğlu L. Koklear İmplantasyon. In: Koç C, editor. Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2013.
49. Pau HW, Just T, Bornitz M, Lasurashvili N, Zahnert T. Noise exposure of the inner ear during drilling a cochleostomy for cochlear implantation. *Laryngoscope*. 2007;117(3):535-40.
50. Kang BJ, Kim AH. Comparison of cochlear implant performance after round window electrode insertion compared with traditional cochleostomy. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2013;148(5):822-6.
51. Jiam NT, Jiradejvong P, Pearl MS, Limb CJ. The Effect of Round Window vs Cochleostomy Surgical Approaches on Cochlear Implant Electrode Position: A Flat-Panel Computed Tomography Study. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. 2016;142(9):873-80.
52. Tuncer Ü. Koklear implant komplikasyonları. *Türkiye Klinikleri Surgical Medical Sciences*. 2006;2(10):48-50.
53. Clark G. Cochlear Implants Fundamentals & Applications. New York: Springer-Verlag 2003. p. 621-39.
54. Kempf HG, Johann K, Lenarz T. Complications in pediatric cochlear implant surgery. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 1999;256(3):128-32.
55. Tarkan Ö, Tuncer Ü, Özdemir S, Sürmelioglu Ö, Çetik F, Kiroğlu M, et al. Surgical and medical management for complications in 475 consecutive pediatric cochlear implantations. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2013;77(4):473-9.
56. Green KM, Bhatt YM, Saeed SR, Ramsden RT. Complications following adult cochlear implantation: experience in Manchester. *J Laryngol Otol*. 2004;118(6):417-20.
57. Gosepath J, Maurer J, Mann WJ. Epidural hematoma after cochlear implantation in a 2.5-year-old boy. *Otol Neurotol*. 2005;26(2):202-4.
58. Woollorton E. Cochlear implant recipients at risk for meningitis. *Cmaj*. 2002;167(6):670.
59. Ramakers GG, van Zon A, Stegeman I, Grolman W. The effect of cochlear implantation on tinnitus in patients with bilateral hearing loss: A systematic review. *Laryngoscope*. 2015;125(11):2584-92.
60. Joshi VM, Navlekar SK, Kishore GR, Reddy KJ, Kumar EC. CT and MR imaging of the inner ear and brain in children with congenital sensorineural hearing loss. *Radiographics*. 2012;32(3):683-98.
61. Sennaroglu L, Sarac S, Ergin T. Surgical results of cochlear implantation in malformed cochlea. *Otol Neurotol*. 2006;27(5):615-23.
62. Vogl TJ, Tawfik A, Emam A, Naguib NN, Nour-Eldin A, Burck I, et al. Pre-, Intra- and Post-Operative Imaging of Cochlear Implants. *Rofo*. 2015;187(11):980-9.
63. Vaid S, Vaid N, Manikoth M, Zope A. Role of HRCT and MRI of the Temporal Bone in Predicting and Grading the Degree of Difficulty of Cochlear Implant Surgery. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2015;67(2):150-8.

64. Kashio A, Sakamoto T, Karino S, Kakigi A, Iwasaki S, Yamasoba T. Predicting round window niche visibility via the facial recess using high-resolution computed tomography. *Otol Neurotol*. 2015;36(1):e18-23.
65. Sharma R, Meher R, Passey JC, Kumar J, Gupta A, Kharbanda S. Comparative evaluation of round window niche accessibility pre-operatively on high-resolution computed tomography of the temporal bone with intra-operative findings. *J Laryngol Otol*. 2019;133(7):575-9.
66. Mangus B, Rivas A, Tsai BS, Haynes DS, Roland JT, Jr. Surgical techniques in cochlear implants. *Otolaryngol Clin North Am*. 2012;45(1):69-80.
67. Avasarala VS, Jinka SK, Jeyakumar A. Complications of Cochleostomy Versus Round Window Surgical Approaches: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cureus*. 2022;14(5):e25451.
68. Martins Gde S, Brito Neto RV, Tsuji RK, Gebrim EM, Bento RF. Evaluation of Intracochlear Trauma Caused by Insertion of Cochlear Implant Electrode Arrays through Different Quadrants of the Round Window. *Biomed Res Int*. 2015;2015:236364.
69. Shapira Y, Eshraghi AA, Balkany TJ. The perceived angle of the round window affects electrode insertion trauma in round window insertion - an anatomical study. *Acta Otolaryngol*. 2011;131(3):284-9.
70. Stuermer K, Winter T, Nachtsheim L, Klussmann JP, Luers JC. Round window accessibility during cochlear implantation. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2021;278(2):363-70.
71. Mandour MF, Khalifa MA, Khalifa HMA, Amer MAR. Iatrogenic facial nerve exposure in cochlear implant surgery: incidence and clinical significance in the absence of intra-operative nerve monitoring. *Cochlear Implants Int*. 2019;20(5):250-4.
72. Jwair S, van Eijden JJM, Blijleven EE, Dankbaar JW, Thomeer H. Radiological and surgical aspects of round window visibility during cochlear implantation: a retrospective analysis. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2022;279(1):67-74.
73. Wang LE, Xia J, Shen XX, Wang ZX, Wang W, Zhang DX. Retaining Chorda Tympani Nerve Integrity During Cochlear Implant Surgery. *Chin Med J (Engl)*. 2015;128(15):2115-8.
74. Fouad YA, Elaassar AS, El-Anwar MW, Sabir E, Abdelhamid A, Ghonimy M. Role of Multislice CT Imaging in Predicting the Visibility of the Round Window in Pediatric Cochlear Implantation. *Otol Neurotol*. 2017;38(8):1097-103.
75. Lloyd SK, Kasbekar AV, Kenway B, Prevost T, Hockman M, Beale T, et al. Developmental changes in cochlear orientation--implications for cochlear implantation. *Otol Neurotol*. 2010;31(6):902-7.
76. Kang JY, Chung JH, Park HS, Park YH, Choi JW. Radiological parameters related to success of the round window approach in cochlear implantation: A retrospective study. *Clin Otolaryngol*. 2018;43(6):1535-40.

8. EKLER

8.1. Ek .1. Tez Çalışması Orijinallik Raporu

KOKLEAR İMPLANT CERRAHİSİ SIRASINDA YUVARLAK PENCERE GÖRÜNÜRLÜĞÜNÜ TAHMİN ETMEDE RADYOLOJİK ÖLÇÜMLERİN ETKİSİ – RETROSPEKTİF KOHORT ÇALIŞMASI

ORJİNALLİK RAPORU

% 6	% 5	% 1	% 2
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	% 1
2	www.alpinguneri.com İnternet Kaynağı	% 1
3	libratez.cu.edu.tr İnternet Kaynağı	% 1
4	dspace.gazi.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
5	nek.istanbul.edu.tr:4444 İnternet Kaynağı	<% 1
6	www.kbb.org.tr İnternet Kaynağı	<% 1
7	Karaca, Sait. "Co2 Lazer ve Perforator Stapedotomi Tekniklerinin Cerrahi Sonuclarinin Karsilastirilmesi ve Postoperatif Denge Sorunlarına Etkisinin Videonistagmografi İle Degerlendirilmesi", Bursa Uludag University (Turkey), 2021	<% 1

8.2. Ek .2. Etik Kurul Onay Belgesi



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı: B.30.2.ODM.0.20.08/182-257

29.05.2023

Sayın Dr. Öğretim Üyesi Esra KAVAZ UŞTU

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz Koklear İmplant Cerrahisi Sırasında Yuvarlak Pencere Görünürlüğünü Tahmin Etmede Radyolojik Ölçümlerin Etkisi-Retrospektif Kohort Çalışması başlıklı OMÜ KAEK 2023/105 Karar nolu Radyoloji çalışması+Dosya taraması nitelikli araştırma projeniz amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları açısından Klinik Araştırmalar Etik Kurulu yönergesine göre incelenmiş ve etik açıdan bir sakınca olmadığına, çalışmanın süresi 6 ayı geçerse 6 aylık bildirimlerinin yapılmasına, çalışma tamamlandıktan sonra sonucunun tarafımıza en geç üç(3) ay içerisinde bildirilmesine 27.04.2023 tarihli Etik kurulumuzda oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize arz/rica ederim.