



**T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**PRELİNGUAL KOKLEAR İMPLANT
OLGULARINDA PREOPERATİF ODYOLOJİK VE
RADYOLOJİK BULGULARIN POSTOPERATİF
İŞİTME SONUÇLARIYLA KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

**Dr. Mustafa ÇELİK
KULAK BURUN BOĞAZ ANABİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI
Yard. Doç. Dr. Erkan KARATAŞ**

HAZİRAN-2008

**T.C.
GAZIANTEP ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**PRELİNGUAL KOKLEAR İMPLANT
OLGULARINDA PREOPERATİF ODYOLOJİK VE
RADYOLOJİK BULGULARIN POSTOPERATİF
İŞİTME SONUÇLARIYLA KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

**Dr. Mustafa ÇELİK
KULAK BURUN BOĞAZ ANABİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI
Yard. Doç. Dr. Erkan KARATAŞ**

ÖNSÖZ

İnsanlık tarihinin ilk zamanlarından bu yana, işitme engelli bireylerin duyabilme yeteneklerinin kazandırılabilmesi için çok yoğun uğraşlar verilmiş ve birçok değişik tedavi yöntemi denenmiştir. İşitme sistemi ilk olarak 1790 yılında Kont Alessandro Volta tarafından elektriksel olarak uyarılmıştır. Koklear implantasyon uygulamalarına temel oluşturan gelişme, 1957 yılında Djourna ve Eyries tarafından işitme sinirinin direkt uyarılması ile olmuştur.1961 yılında Dr. William House ve arkadaşları, skala timpaniye elektrot yerleştirerek işitme sinirini uyarılmışlardır. 1973 yılında Dr. William House ve ekibi, ilk olarak koklear implant uygulamasını yapmış ve bu konuda çığır açmışlardır.

Totale yakın veya total sensörinöral işitme kaybı olan çocuklarda ve erişkinlerde, iç kulağa yerleştirilen koklear implant cihazı ile işitme fonksiyonu sağlanabilmekte ve bu şekilde insanlar arasındaki temel iletişim yolu olan konuşarak anlaşma mümkün olabilmektedir. Bir insanın gerek çocukluk çağında ve gerekse de erişkin çağında her yönüyle gelişebilmesi için konuşma fonksiyonunun mevcut olması, konuşabilmesi için de işitme fonksiyonunun sağlıklı bir şekilde işlemesi gereklidir.

Koklear implant cerrahisi, tedavinin sadece bir yönüdür. Gerçekte tedavinin esas yönü ameliyat sonrası eğitim desteğidir. İşitme kaybında tedavinin başarılı bir şekilde sonuçlandırılabilmesi için cerrahi tedavi, eğitim desteği ile tamamlanmalıdır.

Uzmanlık eğitimimde bana her konuda çok kıymetli yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen, Anabilim Dalı Başkanımız Saygıdeğer Hocam Sayın Prof.Dr.Muzaffer KANLIKAMA'ya ve tez danışman hocam Sayın Yard.Doç.Dr.Erkan KARATAŞ'a; asistanlığım süresince eğitim ve öğrenimime verdikleri değerli katkıları nedeniyle Sayın Prof.Dr.Semih MUMBUÇ'a, Sayın Yard.Doç.Dr.Tekin BAĞLAM'a, Sayın Yard.Doç.Dr.Cengiz DURUCU'ya, olguların değerlendirilmesinde katkılarını esirgemeyen sayın Uzman Odyolog Murat DENİZ'e, işitme, denge ve ses ünitesinde çalışan ve bana destek olan odyometristler sayın Mustafa OYUCU'ya ve sayın Fehime HAYIRSEVER'e teşekkür ederim.

Bu çalışmanın otaya çıkmasında ve gelişmesinde büyük emeği geçen tez danışman hocam Sayın Yard. Doç.Dr. Erkan KARATAŞ'a ayrıca teŖekkürlerimi sunarım. Ayrıca kendilerinden çok Ŗey öğrendiğim mezun olmuş ağabeylerime, desteklerini her zaman yanımda hissettiğim asistan arkadaşlarıma, kliniğimizin tüm hemŖire ve personeline, gösterdikleri özveri ve sabırdan dolayı eŖime, çocuklarıma ve aileme teŖekkür ederim.

Dr.Mustafa ÇELİK

GAZİANTEP–2008

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET	VI
ABSTRACT	VII
KISALTMALAR	VIII
TABLO LİSTESİ	X
ŞEKİL LİSTESİ	XI
RESİM LİSTESİ	XII
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. İÇ KULAK EMBRİYOLOJİSİ, ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ	3
2.1.1. İÇ KULAK EMBRİYOLOJİSİ	3
2.1.2. İÇ KULAK ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ	3
2.2. SANTRAL İŞİTME YOLLARI	6
2.2.1. KOKLEAR ÇEKİRDEK	6
2.2.2. SÜPERİOR OLİVAR KOMPLEKS VE OLİVOKOKLEAR DEMET	7
2.2.3. LATERAL LEMNİSKUS	7
2.2.4. İNFERİOR KOLLİKULUS	7
2.2.5. SÜPERİOR KOLLİKULUS	7
2.2.6. MEDİAL GENİKULAT CİSİM	7
2.2.7. İŞİTME KORTEKSİ	7
2.3. İŞİTME FİZYOLOJİSİ	9
2.4. İŞİTME TESTLERİ	10
2.4.1. DİAPOZON TESTLERİ	10
2.4.1.1. RİNNE TESTİ	10
2.4.1.2. WEBER TESTİ	11
2.4.1.3. SCHWABACH TESTİ	11
2.4.2. SAF SES ODYOMETRİ	11
2.4.3. KONUŞMA ODYOMETRİSİ	12
2.4.4. İMPEDANS ODYOMETRİ	12
2.4.5. AKUSTİK REFLEKS TESTİ	13
2.4.6. ELEKTROKOKLEOGRAFİ	13
2.4.7. BEYİN SAPI ODYOMETRİSİ	13
2.4.8. OTOAKUSTİK EMİSYONLAR	14
2.4.8.1. SPONTAN OAE	15
2.4.8.2. UYARILMIŞ OAE	15
2.4.8.2.1. STİMULUS FREKANSI OAE	15
2.4.8.2.2. GEÇİCİ UYARILMIŞ OAE	15
2.4.8.2.3. DİSTORSİYON ÜRÜNÜ OAE	15
2.5. İŞİTSEL ALGI TESTLERİ	16
2.5.1. EARS TESTİ	16
2.6. KOKLEAR İMPANTIN TARİHÇESİ	17
2.7. KOKLEAR İMPLANTIN GENEL ÖZELLİKLERİ	18

2.7.1. KOKLEAR İMPLANTIN EKSTERNAL BÖLÜMLERİ	19
2.7.1.1. ALICI MİKROFON	19
2.7.1.2. KONUŞMA SİNYAL İŞLEMCİSİ	20
2.7.1.3 RADYOFREKANS İLETİMİ SAĞLAYAN	
VERİCİ BOBİN	20
2.7.2. KOKLEAR İMPLANTIN İNTERNAL BÖLÜMLERİ	20
2.7.2.1. ALICI BOBİN	20
2.7.2.2. ELEKTROT DİZİNİ	20
2.8. SİNYAL İŞLEME	21
2.8.1. SIKIŞTIRILMIŞ ANALOG İŞLEME STRATEJİSİ	21
2.8.2. FEATURE EKSTRAKSİYON STRATEJİSİ	22
2.8.3. FİLTRE BANKASI STRATEJİSİ	22
2.9. KONUŞMA BİLGİSİNİN KODLANMASI	23
2.10. KOKLEAR İMPLANT MODELLERİ	23
2.10.1. TEK KANALLI KOKLEAR İMPLANT SİSTEMLERİ	23
2.10.1.1. HOUSE/3M KOKLEAR İMPLANTLARI	23
2.10.1.2. VIENNA/3M KOKLEAR İMPLANTLARI	23
2.10.2. ÇOK KANALLI KOKLEAR İMPLANT SİSTEMLERİ	23
2.10.2.1. NUCLEUS KOKLEAR İMPLANTLARI	23
2.10.2.2. CLARİON KOKLEAR İMPLANTLARI	24
2.10.2.3. MED-EL KOKLEAR İMPLANTLARI	24
2.10.2.4. DİGİSONİC KOKLEAR İMPLANTLARI	25
2.11. KOKLEAR İMPLANT ENDİKASYONLARI	25
2.11.1. ERİŞKİN ADAYLAR İÇİN KRİTERLER	25
2.11.2. ÇOCUK ADAYLAR İÇİN KRİTERLER	25
2.12. ADAYLARIN SINIFLANDIRILMASI	26
2.12.1. POSTLİNGUAL ADAYLAR	26
2.12.1.1. POSTPUBERTAL ADAYLAR	26
2.12.1.2. PREPUBERTAL ADAYLAR	26
2.12.2. PERİLİNGUAL ADAYLAR	27
2.12.3. PRELİNGUAL ADAYLAR	27
2.12.3.1. PRELİNGUAL PRİMER ADAYLAR	27
2.12.3.2. PRELİNGUAL SEKONDER ADAYLAR	27
2.12.3.3. DEĞİŞEBİLEN ADAYLAR	27
2.13. KOKLEAR İMPLANTASYON EKİBİ	27
2.14. KOKLEAR İMPLANTASYONA ADAY HASTALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ	27
2.14.1. ANAMNEZ	27
2.14.2. FİZİK MUAYENE	28
2.14.3. ODYOLOJİK DEĞERLENDİRME	28
2.14.4. DİL DEĞERLENDİRMESİ	29
2.14.5. PSİKOLOJİK DEĞERLENDİRME	30
2.14.6. RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME	30
2.14.6.1. BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ	30
2.14.6.2. İÇ KULAĞIN KONJENİTAL	
MALFORMASYONLARI	31
2.14.6.3. MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME	32
2.15. KOKLEAR İMPLANTASYONDA CERRAHİ TEKNİK	33

2.16. KOKLEAR İMPLANT KOMPLİKASYONLARI	35
2.16.1. AMELİYAT SIRASINDA ORTAYA ÇIKABİLECEK KOMPLİKASYONLAR	35
2.16.2. AMELİYAT SONRASINDA OLUŞABİLECEK KOMPLİKASYONLAR	35
2.16.2.1. MAJÖR KOMPLİKASYONLAR	35
2.16.2.2. MİNÖR KOMPLİKASYONLAR	35
2.17. KOKLEAR İMPLANTIN AYARLANMASI VE REHABİLİTASYON	35
2.17.1. FİTTİNG	35
2.17.2. REHABİLİTASYON BASAMAKLARI	36
2.17.2.1. TONLARI VE SESLERİ DİNLEME	36
2.17.2.2. ÇEVRE VE İNSAN SESLERİNİ DİNLEME	36
2.17.2.3. SUPRASEGMENTAL ÖZELLİKLER-TANIMA	37
2.17.2.4. SUPRASEGMENTAL ÖZELLİKLER-AYIRT ETME	37
2.17.2.5. İŞİTSEL ANLAMA	37
2.18. ERİŞKİNLERDE POSTOPERATİF İŞİTMENİN DEĞERLENDİRİLMESİ	37
2.18.1. HASTA İLE İLGİLİ DEĞİŞKENLER	37
2.18.2. CİHAZLA İLGİLİ DEĞİŞKENLER	37
2.18.3. ÖLÇÜM DEĞİŞKENLERİ	37
2.19. ÇOCUKLARDA POSTOPERATİF İŞİTMENİN DEĞERLENDİRİLMESİ	38
3. GEREÇ VE YÖNTEM	39
4. BULGULAR	43
5. TARTIŞMA	57
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	65
7. KAYNAKLAR	66

ÖZET**PRELİNGUAL KOKLEAR İMPLANT OLGULARINDA PREOPERATİF ODYOLOJİK VE RADYOLOJİK BULGULARIN POSTOPERATİF İŞİTME SONUÇLARIYLA KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. Mustafa ÇELİK

Uzmanlık Tezi, Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yard. Doç. Dr. Erkan KARATAŞ

Haziran-2008, 73 Sayfa

Bu çalışma, koklear implant uygulanmış yaşları 8 ay ile 72 ay arasında değişen, tümü prelingual, iç kulak anomalisi olmayan 41 ve iç kulak anomalisi bulunan 14 hastanın işitsel performansını, EARS test bataryası ile değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Hastalar iç kulak yapısı normal olan (Grup 1) ve iç kulak anomalisi mevcut olan (Grup 2) olmak üzere iki gruba ayrıldı. İmplant öncesi ve implant sonrası dönemdeki EARS test bataryasının alt test grupları olan LİP ve MTP skorları iki grup arasında karşılaştırıldı.

İmplant öncesi dönemde LİP skorları, her iki grupta da ortalama 5 (%12) olarak saptandı. İlk fitting sonrası ortalama değerler: 1. ayda Grup 1’de 18.5(%44.1), Grup 2’de 19(%45.6); 3. ayda Grup 1’de 27(%64.2), Grup 2’de 28(%67.3); 6. ay’da Grup 1’de 31(%75), Grup 2’de 34(%83) olarak tespit edildi. İmplant öncesi dönemde MTP skorları %0 olarak saptandı. İmplant sonrası MTP testi skorları yaklaşık olarak: 3’lü kelime setinde Grup 1’de 7.5(%62), Grup 2’de 7.7(%64); 6’lı kelime setinde Grup 1’de 10.4(%58), Grup 2’de 10.6(%59); 12’li kelime setinde Grup 1’de 14.3(%60), Grup 2’de 14(%59) olarak tespit edildi. Elektrotların çalışma hızı incelendiğinde ortalama olarak Grup 1’de 1345 qu, Grup 2’de 1310 qu olarak saptandı.

Tüm parametreler değerlendirildiğinde, istatistiksel olarak, iki grup arasında anlamlı bir farklılık saptanmadı.

Özetle, koklear implant iç kulak anomalisi olmayan hastalarda güvenle uygulandığı gibi, iç kulak anomalisi bulunan hastalarda da güvenle uygulanabilir. Bu hastaların işitme ve konuşma gelişimlerinin değerlendirilmesi ve takibinde EARS test bataryası objektif bir değerlendirme yöntemi olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Koklear İmplant, İç Kulak Anomalisi, EARS Test Bataryası, İşitsel Performans.

ABSTRACT**COMPARING PREOPERATIVE AUDIOLOGICAL AND RADIOLOGICAL FINDINGS WITH POSTOPERATIVE AUDITORY OUTCOMES PRELINGUALLY IN COCHLEAR IMPLANT CASES**

Dr. Mustafa ÇELİK

Residency thesis, Department of Ear Nose Throat

Supervisor: Assist. Prof.Dr. Erkan KARATAŞ

June–2008, 73 pages

The purpose of this study is to evaluate the auditory performances of total 55 prelingual hearing loss patients, using cochlear implant (whom are from 8 months of age and 72 months of age) 14 of them with inner ear anomalies and 41 of them with no inner ear anomalies by means of EARS (evaluation of auditory responses to speech) test battery. These patients were divided into two groups: Group 1–those with normal inner ear structure, and Group 2–those with inner ear anomalies. LIP and MTP scores (two sub-test groups of EARS test battery) were compared during the pre-implant and post-implant periods.

LIP scores during the pre-implant periods were calculated as 5 on average (12%) in both groups. The average values after the first fitting are as follows: At the end of the first month: 18.5 (44.1%) for group 1, 19 (45.6%) for group 2; In the third month: 27 (64.2%) for group 1, 28 (67.3%) for group 2; In the sixth month: 31 (75%) for group 1, 34 (83%) for group 2. MTP test scores during the pre-implant periods were calculated as 0. MTP test scores of the post-implant are approximately as follows: 3-word set: 7.5 (62%) for group 1, 7.7 (64%) for group 2; 6-word set: 10.4 (58%) for group 1, 10.6 (59%) for group 2; 12-word set: 14.3 (60%) for group 1, 14 (59%) for group 2. Functioning speed of electrodes was approximately: 1345 qu (quick/unit) for group 1, 1310 qu for group 2.

When all these parameters were evaluated, no statistically significant difference was observed between the two groups.

In conclusion, cochlear implants can be used safely for patients with or without inner ear anomalies. EARS test battery can be used as an objective evaluating method in the management and assessment the auditory and speech improvements of these patients.

Key words: Cochlear Implant, Inner Ear Anomaly, EARS Test Battery, Auditory Performance.

KISALTMALAR

- ABR: Auditory brainstem response
ATP: Adenozin tri fosfate
AVCN: Antero ventral koklear nukleus
BOS: Beyin omurilik sıvısı
BT: Bilgisayarlı tomografi
CAS: Sürekli analog stratejisi
CIS: Sürekli arabırakan örnekleme
CN: Koklear nukleus
COT: Common objects token
daPa: dekaPaskal
dB: Desibell
DCN: Dorsal koklear nukleus
DLL: Dorsal lateral lemniskus
DPOAE: Distorsiyon ürünü otoakustik emisyon
EAOE: Uyarılmış otoakustik emisyon
EARS: Evaluation of auditory responses to speech test bataryası
FDA: Amerikan gıda ve ilaç dairesi
FSE: Fast spin echo
GASP: Glendonald auditory screening procedure
HINT: The hearing in noise test
IC: İnférieur kollikulus
ICS: İmplantable koklear stimülatör
ILL: İntermediate lateral lemniskus
LİP: Listening progress profile
LSO: Lateral süperior olive
MAIS: Meaningful auditory integration skala
MGB: Medial genikulat cisim
MRG: Manyetik rezonans görüntüleme
MSBT: The minumum speech test battery

MSO: Medial süperior olive
MSP: Mini speech processor
MTB: Medial trapezoid cisim
MTP: Monosyllabic Trochee- polysyllabic test
MUSS: Meaningful use of speech scala
NLL: Nukleus lemniskus lateralis
NRT: Nöral response telemetry
OAE: Otoakustik emisyon
PVCN: Posterior ventral koklear nukleus
SFOAE: Stimulus frekansı otoakustik emisyon
SOAE: Spontan otoakustik emisyon
SOC: Süperior olivar kompleks
S-PEAK: Spektral tepe işlemci
SSK: Semisirküler kanal
TEOAE: Geçici uyarılmış otoakustik emisyon
VLL: Ventral lateral lemniskus

TABLO LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1: EARS (Evaluation of Auditory Responses to Speech) test bataryası.	16
Tablo 2: İç kulak malformasyonu saptanan hastaların radyolojik bulguları ve etiyolojileri.	49
Tablo 3: Aktif olarak çalışan/çalışmayan elektrot sayısı, elektrot hızları ve hastalar.	52

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1: Koklea ve denge organları	4
Şekil 2: Korti organı	6
Şekil 3: Santral işitme yollarının beyin sapındaki kısmı	8
Şekil 4: Santral işitme yollarının kortikal uzanımı	8
Şekil 5: Von Bekesy'nin "İlerleyen Dalga Teorisi" ne göre işitme mekanizması	10
Şekil 6: Hastaların etiyolojilerine göre sınıflandırılmaları	43
Şekil 7: LİP testi değerleri (Puan)	53
Şekil 8: LİP testi değerleri (%)	54
Şekil 9: Grup1 ve Grup 2 arasındaki elektrot hızlarının karşılaştırılması	55
Şekil 10: Grup1 ve Grup 2 arasındaki preoperatif ve fitting sonrası 6. aydaki MTP testi skorları sonuçları	56

RESİM LİSTESİ

	Sayfa
Resim 1: Medel koklear implant cihazı. A: Toprak hat. B: İntrakoklear hat. C: Receiver	20
Resim 2: Koklear implant cerrahisinde kullanılan postauriküler minimal insizyon	34
Resim 3: Minimal postauriküler insizyon	41
Resim 4: İnkomplet partitasyon tip-II (Klasik Mondini deformitesi). Aksiyel bilgisayarlı tomografi kesiti	44
Resim 5: İnkomplet partitasyon tip-II (Klasik Mondini deformitesi). Koronal bilgisayarlı tomografi kesiti	45
Resim 6: Koklear ossifikasyon. Manyetik rezonans görüntüleme kesiti	46
Resim 7: Posterior timpanotomi ve promontorium kokleostomisi	47
Resim 8: Koklear implant cihazının yerleştirilmiş görüntüsü	48
Resim 9: Elektrotun iç kulaktaki pozisyonunu gösteren postoperatif transorbital petröz grafi	50
Resim 10: Postoperatif dönemde Stenvers grafisi ile elektrotun kontrolü	51
Resim 11: Elektrotun iç kulaktaki pozisyonunu gösteren postoperatif Stenvers grafisi	52

GİRİŞ VE AMAÇ

İnsanlar toplumsal yaşamlarının gereği olarak, çevrelerini kuşatan canlı ve cansız bileşenlerle sürekli bir iletişim ve etkileşim halindedirler. Bireyler bu iletişim ve etkileşim yollarını etkili ve sağlıklı kullanabildikleri sürece, kişisel ve toplumsal gelişimlerini sürdürebilmektedirler. İletişim ve etkileşim yollarının en etkili olanı da konuşma yoluyla olmaktadır. Bu nedenle insanların konuşmaları ve çevredeki sesleri duyabilmeleri, iletişim için zorunludur. Ancak sağlıklı bir şekilde işleyen işitme mekanizmasına sahip bireylerin normal gelişimlerini sürdürebildikleri açıktır.

İşitme kaybı, hangi düzeyde olursa olsun bireylerin, topluma uyumunu engellemekte, kişisel ve sosyal bir takım sorunlara yol açmaktadır. Bu bireyler normal gelişimini elde edememiş, toplumsal uyumu yetersiz bireyler olarak kalmaktadırlar. Bu nedenle Dünya Sağlık Örgütü konuya önem vermiş, dünya genelinde işitme kayıplı olgulara yönelik önemli yayınlar yapmıştır. Bu sorun ülkemizde de önemli bir sağlık sorunudur. İşitme kaybıyla doğan olguların önemli bir kısmında, radyolojik görüntüleme yöntemleriyle çeşitli derecelerde iç kulak anomalileri saptanmaktadır.

İşitme kayıplı bireylere, işitme yetilerinin kazandırılabilmesi yolunda uzun yıllardır yoğun uğraşlar verilmektedir. Teknolojinin ilerlemesine paralel olarak işitme protezi sistemleri de hızlı bir gelişim göstermektedir. İlk olarak 1973 yılında Dr. William House ve ekibi tarafından uygulanmaya başlanan koklear implantasyon sistemi, o günden bu güne çok hızlı bir şekilde gelişim göstermiştir. Bugün tüm dünyada başarıyla uygulanan bu sistem, iç kulağa implante edilmekte ve totale yakın veya total sensörinöral işitme kayıplı hastalarda, belirli oranlarda işitmeyi sağlayabilmektedir. Koklear implantasyon uygulanmış bireyler artık ek bir yola gereksinim duymadan iletişim kurabilmekte ve konuşabilmektedir.

Koklear implant sistemi, ekonomik olarak maliyeti yüksek bir sistemdir. Koklear implant adayı hastaların bir kısmında, ameliyat sonrası dönemde ki işitme ve konuşma performansını olumsuz etkileyebilecek iç kulak malformasyonları mevcut olabilmektedir. Bu durumda koklear implantın hastaya sağlayacağı katkının oranı merak konusu olmaktadır. Tezin amacı, iç kulak yapısı normal olan ve iç kulak anomalisi bulunan

prelingual koklear implant olgularında, ameliyat öncesi odyolojik ve radyolojik bulguların, ameliyat sonrası dönemde ki performans üzerine etkilerini ortaya koymaktır. Belki de bu araştırma ile daha sonraki uygulamalarda, ameliyat öncesi bulgulardan yararlanılarak, hasta seçim kriterleri ile ilgili yeni fikirler elde edilebilecek ve ameliyat sonrası dönemde ki performans ile ilgili öngörülerde bulunulabilecektir.

GENEL BİLGİLER

2.1. İÇ KULAK EMBRİYOLOJİSİ, ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ

2.1.1. İç Kulak Embriyolojisi

İç kulak, gelişimin 4. haftasında yüzey ektoderminden ayrılan otik vezikülden köken alır. Otik vezikül; sakkül ve koklear kanalı oluşturan ventral (pars inferior) ve utrikül, semisirküler kanallar ve endolenfatik kanalı oluşturan dorsal (pars superior) komponentlere ayrılır. Bu yapılara topluca membranöz labirent adı verilir.

Otik vezikülün oluşumu sırasında, küçük bir hücre grubu vezikül duvarından ayrılarak statoakustik ganglionu oluşturur. Daha sonra dördüncü ve beşinci haftalarda statoakustik ganglion spiral ve vestibüler ganglionları oluşturmak üzere ikiye ayrılır. Bu gangliondan gelişen sinir lifleri Korti organı, maküla ve kristaya ulaşır.

Gestasyonun 26–28. haftalarında saçlı hücreler ve işitme sinirinin gelişimi büyük ölçüde tamamlanmıştır. Böylece normal bir insan fetüsü, doğumdan 2.5-3 ay önce işitme yeteneğini kazanmış olur (1).

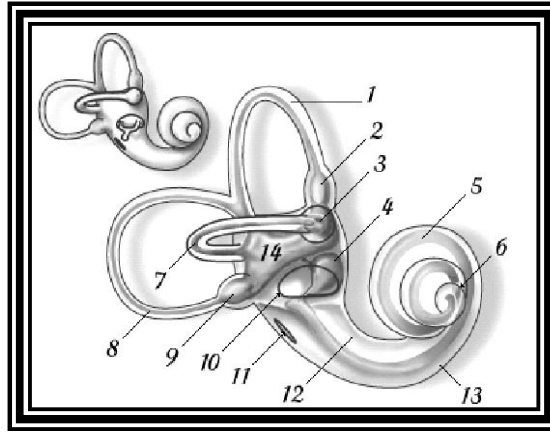
2.1.2. İç Kulağın Anatomisi ve Fizyolojisi

Petröz kemiğin derinlerine yerleşmiş olan iç kulak; işitme ve denge organlarını içerir (Şekil 1). Kemik ve zar labirent olmak üzere iki kısımdan oluşur. Koklea, vestibül ve yarım daire kanallarından oluşan kemik labirenti, zar labirent aynen taklit eder ve zar labirent kemik labirentin 1/3'ünü doldurur.

Koklea, iç kulağın işitme organını içeren bölümüdür. Ortasında modiulus adı verilen koni şeklinde bir kemik yapı mevcuttur. Modiulus etrafında ise yaklaşık 35 mm uzunluğunda olan ve 2.75 tur yapan duktus koklearis sarılı durumdadır. Bu turlar bazal, medial ve apikal tur olarak adlandırılır. Mezoimpanumda kokleanın bazal dönüşünü örten promontoryumun arkasında birer kemik nişinin dibinde bulunan iki kemik pencere bulunur. Oval (vestibüler) pencere, yukarıda ve sagittal planda yerleşmiş olup, stapes tabanını içerir. Yuvarlak (koklear) pencere ise transvers planda ve daha aşağıda yerleşmiştir ve sekonder timpanik membran adı verilen ince bir zarla örtülüdür.

Koklea, ortasında modiulus adı verilen ve otik kapsüle bir septum aracılığıyla tespit edilmiş santral bir kemik spiral ile desteklenir. Modiulus kokleanın dönüşlerini ayırır ve

sınırlar. Membranöz labirenti inceleyebilmek için, modiulus seviyesinden geçen bir kesitte koklea üç bölüme ayrılır. Bunlar; skala vestibüli, oval pencereden başlar ve koklear apekse uzanır, helikotrema vasıtasıyla skala timpani ile ilişkilidir. Skala timpani, yine helikotrema vasıtasıyla skala vestibüli ile koklear apekse devamlılık gösteren ve kokleanın bazal kıvrımı civarında yuvarlak pencere membranına kadar uzanan bir bölmedir. Kesitte bu iki perilenfatik skala arasında kalıp endolenf içeren bölme ise skala media (duktus koklearis) adını alır. Skala media üçgen şeklinde, bir fibröz doku bandı aracılığıyla kemiksi spiral laminadaki dar bir tutunma yerinden otik kapsülün dışındaki geniş tutunma yerine doğru uzanan spiral bir ligamandır.



Şekil 1- Koklea ve denge organları. 1. Superior kanal (SSK), 2. Ampulla, superior kanal, 3. Ampulla, anterior kanal, 4. Sakkulus, 5. Koklear kanal, 6. Helikotrema, 7. Lateral SSK, 8. Posterior SSK, 9. Ampulla, posterior kanal, 10. Oval pencere, 11. Yuvarlak pencere, 12. Skala vestibuli, 13. Skala timpani, 14. Utrikül (SSK: Semisirküler kanal)

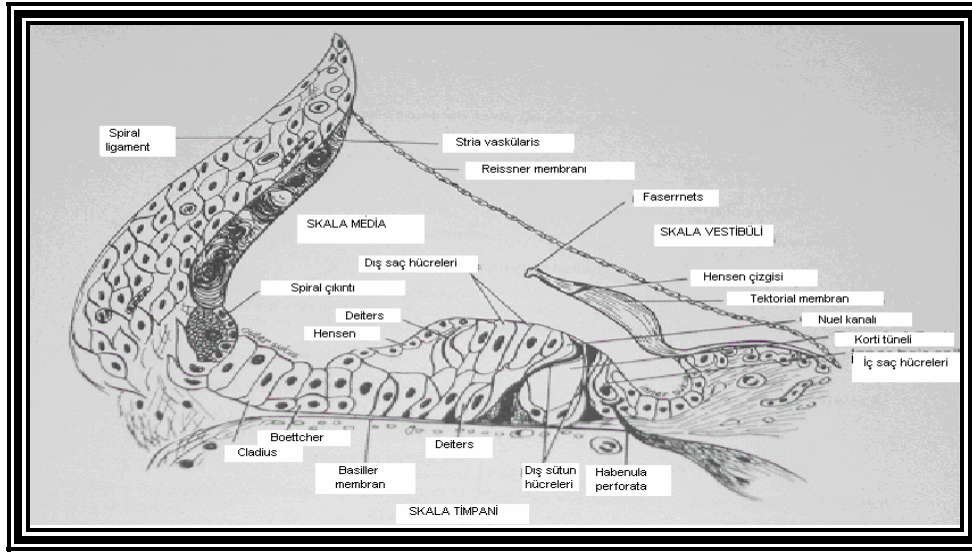
Reissner membranı, skala media ile skala vestibüliyi birbirinden ayırır. Uzunluğu 31.5 mm olan bazal membran ise skala media ve skala timpaniyi birbirinden ayırır. Kemiksi spiral lamina burada çengele benzer bir şekilde sonlanarak hamulus adını alır ve modiulus tepesiyle birlikte helikotrema denen yuvarlak açıklıkta skala vestibüli ve skala timpani birleşir. Skala timpani, proksimalde kör bir kese şeklinde sonlanır ve burası aynı zamanda yuvarlak pencerenin açıldığı yerdir. Skala vestibüli direkt olarak vestibüle açılır. Akuaduktus koklea denilen kemiksi bir geçiş, skala timpaninin sonlanma noktasıyla subaraknoid boşluğu birleştirir ve BOS ile perilenf arasında madde değişimini sağlayan trabeküler bir bağ dokusu oluşturur.

VIII'inci sinire ait liflerin hücre gövdelerinin yer aldığı spiral ganglion, Rosenthal kanalı olarak adlandırılan modiolar kemik içindeki bir alana yerleşmiştir ve osseöz spiral lamina ve modiulus arasında koklear duktus boyunca uzanır. Bazal membran 2.5 dönüş

yaptığı halde spiral ganglion sadece 1.5 dönüş tamamlar. Böylece apikal kısımdan gelen periferik uzantılar, daha aşağıda yerleşmiş ganglion hücrelerine ulaşırlar. Bu nedenle, koklear implanta ihtiyaç duyan hastalarda, düşük frekans hücrelerini uyarmak için elektrot dizisini bu bölgeden daha yukarı uzatmaya gerek yoktur. Spiral gangliondaki bipolar nöronlar, koklear reseptörleri santral sinir sistemine bağlar. Bipolar nöronlar bir uçları ile hebenula perforata denen açıklıklardan sensöriyel epitele ulaşırken, diğer uçları ile de fasikül halinde gruplanmış aksonlar olarak Rosenthal kanalından çıkarlar ve VIII'inci sinirin akustik komponentini oluştururlar. Spiral ganglion, bu afferent liflere ilaveten süperior olivar komplekste ki nukleustan uzanan efferent nöronlara ait aksonlar da içerir.

Koklear duktus, reissner membranı (vestibüler membran), stria vaskülaris, baziler membran ve Korti organı olmak üzere histolojik olarak birbirinden farklı dört yapı içerir. Reissner membranı, spiral ligamentten spiral limbusa uzanırken koklear duktusun üst çatısını oluşturur. Bu membranöz yapı, endolenfle perilenfin birbirine karışmasını önleyen iki tabaka epitel hücre dizisinden meydana gelir. Baziler membran, osseöz spiral ligamentin alt kısmından spiral ligamente horizontal olarak uzanarak koklear duktusu skala timpaniden ayıran ve üzerinde Korti organını barındıran bir yapıdır. Histolojik olarak ince filamanlardan ve ekstrasellüler materyalden oluşur. Baziler membran genişliği kokleanın bazal kıvrımından apeksine doğru artar. Stria vaskülaris, koklear duktusun lateral duvarını yapar ve yoğun bir kapiller ağ ile üç sıra epitel hücre tabakasından oluşur. Stria vaskülarisin duktus koklearisin lümenine bakan ucunda en iç kısımda endolenfle temas edecek şekilde yerleşmiş dark hücre tabakası bulunur. Diğer iki tabaka intermediate ve bazal tabaka adını alır. Intermediate tabakadaki hücreler fagositik aktivite gösterirler ve karbonik anhidraz enzimi içerdikleri bildirilmiştir. Stria vaskülaris, endolenfin iyonik kompozisyonunun aktif olarak devamını sağlar. Bu fonksiyonda, sodyum-potasyum ATP'az pompası ile skala mediadan sodyumu alıp potasyum veren dark hücre tabakası rol oynar. Bu aktif transportun fonksiyonel sonucu, 60–100 mV seviyesinde pozitif endokoklear potansiyel oluşumudur.

Bazal membran üzerinde bulunan Korti organı içinde oluşan elektriksel aktivite, modiolus içinde bulunan spiral gangliondaki sinir hücrelerinin dentritleri tarafından algılanır. Korti organı, işitmenin reseptör organıdır ve sensöriyel ve destek hücrelerinden oluşur. Bu hücreler, baziler membran tarafından desteklenir ve üzerinde tektoryal membran bulunur. Korti organının primer fonksiyonu, baziler membranın mekanik titreşimlerini, beyne ileten nöral impulslara çevirmektir. Korti organı lateralden mediale doğru şu yapılardan oluşur;



Şekil 2-Korti organı

Hensen hücreleri, Korti'nin dış tüneli, dış saçlı hücreler, Deiters hücreleri, Nuel boşlukları, dış pılar hücreler, Korti'nin iç tüneli, iç saçlı hücreler, iç falangeal hücreler ve iç sınır hücreleri (Şekil 2). İşitme fizyolojisi açısından iç ve dış saçlı hücreler ile bunların üzerindeki sterosilyalar önemlidir. Dış saçlı hücreler silindir şeklindedirler ve Korti organı ile Deiters hücreleri vasıtasıyla ilişkilidir. İnsanda yaklaşık 13400 dış saçlı ve 3000 iç saçlı hücre bulunur. Hücrelerin uzunlukları apekse doğru artar. İç saçlı hücreler birçok noktada dış saçlı hücrelerden ayrılır. Bazal uçlarında çok sayıda sinaptik uç bulunur. Sinapsı %90–95 oranında afferent sinir uçları iledir. Buna karşın, dış saçlı hücreler aynı oranda efferent sinir uçları ile de sinaps yapar.

İç ve dış saçlı hücrelerin her ikisi de apikal sterosilyar içerir ki, bunlar sinirsel iletim için çok önemlidir. Bu sinir hücrelerinin aksonları nervus koklearis adını alarak bu elektriksel aktiviteyi beyin sapına götürür. Nervus koklearis, pontaki koklear nükleuslarda (ventral ve dorsal) sonlanır (2–4).

2.2. SANTRAL İŞİTME YOLLARI

İşitsel bilginin işlenmesi için santral işitme yollarında yedi ana merkez mevcuttur (Şekil 3, Şekil 4).

2.2.1. Koklear Çekirdek: Koklear sinirde taşınan bilginin merkezi işlenmesi, tüm sinir lifleri için ilk zorunlu sinaps olan koklear çekirdekte başlamaktadır. Çekirdekler pontomedüller kavşakta bulunup simetriktirler.

Koklear nükleuslar; ventral koklear nükleus ve dorsal koklear nükleus olmak üzere iki büyük alt gruba ayrılır. Ventral koklear nükleus ta kendi içinde yapısal olarak ön ve arka olmak üzere iki parçaya ayrılır. Bunlara anteroventral koklear nükleus ve posteroventral

koklear nükleus isimleri verilir. Anteroventral koklear nükleus ta kendi içinde ön ve arka olarak ikiye ayrılır.

Hücreler yapılarına göre sferik hücreler, globüler “bushy” hücreler, multipolar (stellat) hücreler, “octopus” hücreleri ve granüler hücreler olmak üzere beş değişik biçime sahiptir. Bu hücrelerin her biri, farklı frekansları temsil eden sinir liflerini alır ve bu yüzden farklı fizyolojik yanıt karakteristikleri vardır. Kokleanın bazal bölgesinden gelen lifler çoğunlukla dorsal çekirdeklere, apekten gelenler ise ventral çekirdeklere sonlanır. Her hücrenin en hassas olduğu tek bir frekans vardır. Buna “karakteristik frekans” adı verilir.

Hücrelerden çıkan aksonlar üç demet oluşturur: Ventral akustik stria (Trapezoid cisim), intermediate akustik stria (Helde striası) ve dorsal akustik stria (Monakow striası). Ventral akustik stria, medullayı geçerek süperior lateral oliva, süperior medial oliva ve inferior kollikulusta sonlanır (5).

2.2.2. Süperior Olivar Kompleks ve Olivokoklear Demet: Süperior olivar kompleks, ponsun gri cevherinin hemen arka-alt kısmında yerleşmiştir. Birkaç çekirdekte oluşur. Süperior olivar kompleks, her iki koklear çekirdekte lifler alır; bu sayede her iki kulağa seslerin geliş zamanı ve seviyelerini monitörize ederek sesi yer tespiti için sıralar.

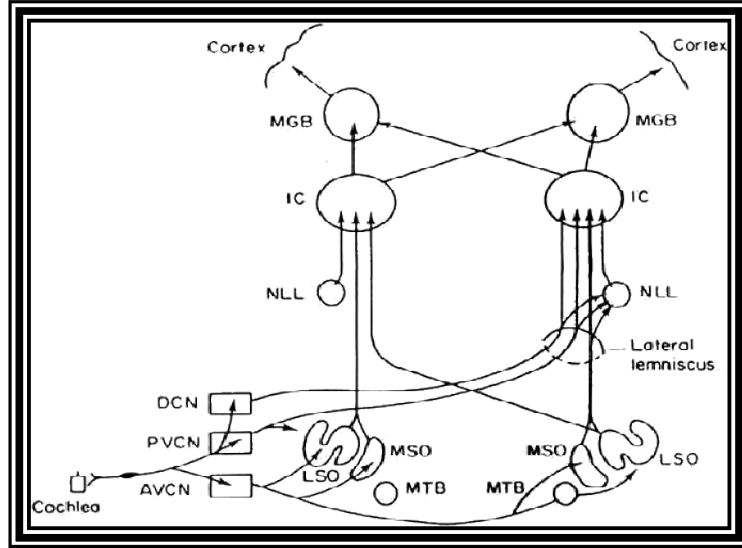
2.2.3. Lateral Lemniskus: Koklear çekirdekleri ve süperior olivar kompleksi, inferior kollikulusa bağlar. Kokleadan gelen ses pes (alçak) frekanslar lateral lemniskusun dorsal çekirdeğine; tiz (yüksek) frekanslar ise ventral çekirdeğine gider.

2.2.4. Inferior Kollikulus: Çıkan işitme lifleri için belli başlı konağı oluşturur ve akustik bilgileri hazırlar. Süperior olivar kompleksin yer tespit yeteneği ile dorsal koklear nükleusun frekans analizi özelliğini birleştirir (6). Alt beyin sapından gelenleri üst kısımdaki medial genikülat cisme ve işitme korteksine gönderir.

2.2.5. Süperior Kollikulus: Süperior kollikulusta uzaydaki sesin pozisyon bilgisi görme alanı ile entegre edilir.

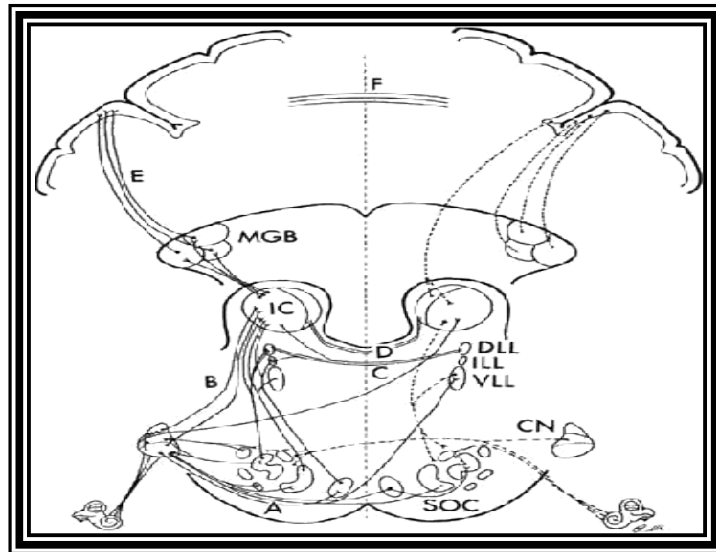
2.2.6. Medial Genikülat Cisim: Burası inferior kollikulus ile işitme korteksi arasında çıkan liflerin konak yaptığı bir ara istasyondur Medial genikülat cisim işitsel korteks yanında görsel ve dokunsal duyulardan da girdi alır.

2.2.7. İşitme Korteksi: İşitme korteksi, primer işitme korteksi ve assosiyasyon sahaları olmak üzere ikiye ayrılır. Brodmann’ın 41 ve 42 numaralı alanlarını kapsayan primer işitme korteksi (işitsel korteksin birincil akustik bölgesi-AI), anterior transvers temporal girusu (Heschel girusu) oluşturur ve lateral sulkus içinde uzanır. Spesifik ve nonspesifik assosiyasyon sahaları ile çevrelenen bu alan, bir miktar süperior temporal girusa da taşar. Hem



Şekil 3- Santral işitme yollarının beyin sapındaki kısmı;

AVCN: Anteroventral koklear nükleus DCN: Dorsal koklear nükleus IC: İnförior kollikulus LSO: Lateral süperior olive MGB: Medial genikulat body MSO: Medial süperior olive MTB: Medial trapezoid body NLL: Nükleus lateral lemniscus PVCN: Posteroventral koklear nükleus (From Pickles JO: An introduction to the physiology of hearing. London, 1988, Academic Press).



Şekil 4- Santral işitme yollarının kortikal uzanımı.

A: Trapezoid body B: Lateral lemniscus C: Probst komissürü D: İnförior kollikulus komissürü E: Odituar radrasyon F: Korpus kallozum CN: Koklear nükleus DLL: Lateral lemniskusun dorsal çekirdeği ILL: Lateral lemniskusun intermediate çekirdeği VLL: Lateral lemniskusun ventral çekirdeği IC: İnförior kollikulus MGB: Medial genikulat body SOC: Süperior olivar kompleks (Cummings CW. Otolaryngology-head and neck surgery.3rd ed, St. Louis: Mosby Year Book, 1995; 2823).

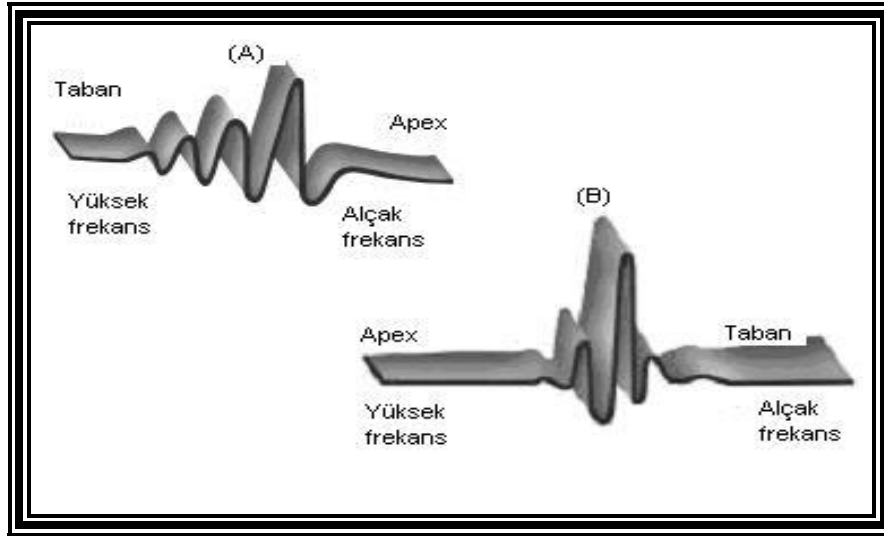
akustik hem de diğer duyuşal girdileri alan ikincil akustik bölge (AII) ise süperior temporal girusta, AI'in altında uzanır. Burası Brodmann'ın 22 ve 52 numaralı alanlarına denk gelir. Assosiasyon sahaları primer korteksi, konuşma ve kelime hazneleri ve görmeyle ilgili olan

frontal ve temporoparietal bölgeye bağlar. Bazı yazarlara göre Ep adı verilen yakın olmayan bir uzanım alanı da tanımlanmıştır (7).

2.3. İŞİTME FİZYOLOJİSİ

Atmosferden gelen ses dalgalarının, beyin sapı ve kortikal merkezde algılanıp, karakter ve anlamının anlaşılabilmesi için bir takım değişikliklere uğraması gerekmektedir. Bu değişim basamakları, işitme fizyolojisinin ana konusunu oluşturmaktadır (8). İç kulakta sesin algılanması ile ilgili çeşitli teoriler ortaya atılmıştır (9). Günümüzde en fazla kabul gören ve geçerli olan, Von Bekesy'nin "Traveling Wave (İlerleyen Dalga) Teorisi"dir (Şekil 5). Bu teoriye göre, stapes hareketi ile başlayan ve perilemf ile iletilen mekanik dalga, bazal membranı koklea tabanından helikotemaya (apekse) doğru hareketlendirir. Bu dalganın özelliği, amplitüdün giderek artması ve titreşimlerin belli bir bölgede maksimum amplitüde ulaştıktan sonra birden sönmesidir. İletim dalgası, bazal membran üzerinde, uyarının taşıdığı frekansa denk gelen bölgede maksimum amplitüde ulaşır ve bu bölgeyi hareket ettirerek Korti organına ulaşır. Korti organına gelen mekanik uyarı elektriksel uyarana çevrilip, akustik nöronların dendritlerini uyarır. Akustik uyarı kortekse ulaştığı zaman önceki ses deneyimlerine göre bellek tarafından hatırlanarak algılanır. İşitsel bilgi nöral cevaba iki yolla kodlanır; bunlar temporal (zamansal) kodlama ve yer (frekans) kodlamasıdır. Temporal kodlama, konuşma seslerinin uzunluğu, hece sayısı, vurgu ve tonlama (örneğin; ifade ve soru cümleleri) temeline dayalı bilgileri taşır. Bu karakteristikler, temel frekans özelliği, şiddet ve konuşma sesinin süresini değiştirerek değiştirilebilir.

Yer (frekans) kodlaması ise, nöronların koklear lokalizasyonundan kaynaklanan sesin perdesi gibi spesifik algısal özellikleri yansıtır. Özel konuşma seslerinin ayırımı için en önemli ipuçları, frekans temeline dayanır. Vokal yolun titreşimi tarafından üretilen enerji yoğunlaşmaları, formant piklerine bölünür. İlk formant (F1) 1.2 ile 1 kHz arasını, ikinci formant (F2) 1 ile 2 kHz arasını ve üçüncü formant (F3) ise 2 ile 3 kHz arasını kapsar. 400 Hz'in üzerindeki frekanslarda perde (pitch) algısı, tonotropik olarak dizilmiş nöronların aktivasyonu tarafından belirlenen yüksekten alçağa ses frekansı algısını temsil eder (10,11). Hem tek hem de çok elektrotlu koklear implant sistemleri, sesin temporal özelliklerini iletir, ancak sadece çok kanallı implant sistemleri yer kodlamasının avantajından yararlanabilmeyi sağlar. Bir elektrotun elektriksel stimülasyonla oluşan perde algısı, elektrotun tonotropik lokalizasyonu ve stimülasyon hızı ile belirlenir.



Şekil 5- Von Bekesy'nin "İlerleyen Dalga Teorisi"ne göre işitme mekanizması.
 A- Tabanda yüksek frekans dalgaları.
 B- Apekte alçak frekans dalgaları.

Her elektrotun karakteristik bir frekans sahası vardır. Konuşmanın anlaşılabilmesi için frekans bilgisi veren en az dört kanal gereklidir. Yıllar içinde koklear implantların elektrot sayısı fazlalaştıkça işitsel performanslar da artmaya başlamıştır. Bunun nedeni artan elektrot sayısı olduğu kadar, sinyal işlemedeki iyileşmedir. Farklı koklear implant üreticileri, farklı kelime kodlama stratejileri, farklı kanal sayıları ve stimülasyon modları ile çeşitli sinyal işleme yöntemleri geliştirmişlerdir.

2.4. İŞİTME TESTLERİ

2.4.1. Diapozon Testleri: Diapozon kabaca Y harfine benzeyen ve saniyede belirli bir titreşim sayısına sahip bir alettir. En sıklıkla 512 Hz'lik diapozon tercih edilir. Bir diapozonun titreşimi ile meydana gelebilecek en yüksek ses şiddeti 60 dB'dir. İletim tipi ve sensörinöral işitme kaybının ayırtedilmesini sağlar (12).

2.4.1.1. Rinne Testi: Titreşimli diyapozonun ucu hasta işittiği sesin bittiğini söyleyene kadar mastoide dokundurular, bu safhada ses kemik yolu ile dış ve orta kulağı atlayarak doğrudan kokleaya iletilir. Daha sonra diyapozonun titreşen çift ucu aurikula önünde tutulur, hastanın normalde sesi yeniden işitmeye başlaması gerekir. Bu duruma Rinne (+) denir. Hastanın işitmemesi durumuna ise Rinne (-) denir. Kısaltılmış Rinne testinde ise, titreştirilen diyapozon önce kemik yolu ile iletim için mastoid kemiğe dokundurular, hemen sonra hava yolu ile iletim için kulak önünde tutulur. Hastaya hangi durumda sesin daha yüksek olduğu sorulur. Normalde hava yolu ile işitme, kemik yolu ile olan işitmeden daha etkin olduğu için Rinne testinin pozitifliği normal, negatifliği ise patolojik bir durumdur. Eğer ses iletim mekanizmasında bir engel varsa, Rinne negatif olarak bulunur. Eğer iletim

tipi işitme kaybı 15–20 dB'den daha yüksek ise, Rinne testi negatif olarak neticelenir. Rinne pozitif bir durum normal bir işitme veya sensorinöral bir işitme kaybını ifade eder, bunları birbirinden ayırtetmek için Weber testi yapılmalıdır (13).

2.4.1.2. Weber Testi: Sadece kemik iletim yolunun kullanıldığı bu testte, diyapozon titreştirildikten sonra vertekse veya glabellaya veya üst insisör dişler üzerine konur. Kafanın orta hattında titreşerek kemik yolu ile her iki kokleaya eşit şiddette ses ulaşır. Hastaya sesi ortada mı, yoksa bir tarafta mı işittiği sorulur. Normalde her iki kulağın işitme eşiği birbirine yakın olduğu için ses ortada işitilir. Sensörinöral bir işitme kaybı durumunda, sesin koklear işitme seviyesi daha iyi olan kulaktan duyulması umulur. İletim tipi işitme kaybında ise, ses tam ters olarak işitmenin etkilendiği veya daha fazla etkilendiği kulağa yönelir. Weber testi her iki taraf arasındaki 5 dB'lik işitme kaybı farkına kadar hassasiyet gösterir.

2.4.1.3. Schwabach Testi (Absolut Kemik İletim Testi): İşitmesi normal olan test edici ile hastanın kemik yolu işitmesinin mukayese edildiği bir testtir. Diyapozon titreştirilir, tabanı hastanın mastoidi üzerine konur. Diyapozon sesinin artık işitilmediği zaman hasta işaret eder. Diyapozon derhal test edicinin mastoidi üzerine konur. İşitmesi normal olan test edici diyapozonun sesini duyuyorsa hastanın iç kulak fonksiyonunun azaldığı ve Kısalmış Schwabach olarak ifade edilir. İletim tipi işitme kaybı varsa test edici ses duyamaz buna Uzamış Schwabach denir.

2.4.2. Saf Ses Odyometri: Farklı frekanslardaki saf ses stimuluslara karşı hastanın işitme eşiğinin sessiz bir kabin içinde subjektif olarak belirlenmesidir. Bir grafik şeklinde çizilmiş haline odyogram denir. Test, hava yolu ve kemik yolu ile farklı şiddetlerde sunulabilen 250, 500, 1000, 2000, 4000 ve 8000 Hz'lik frekanslardaki sesler ile yapılır. Teste bir kulaklık ile, önce hava yolu 1000 Hz ile başlanarak hastanın duyduğunu bir düğmeye basarak veya bir el işareti yaparak ifade ettiği bir ses şiddetinden 10 dB'lik basamaklar halinde duyamadığı şiddete kadar inilir, duyamadığı seviyede ses şiddeti duyabildiği seviyeye kadar 5 dB'lik basamaklar halinde arttırılır. Duyabildiği seviye hastanın işitme eşiğidir. Sonra diğer frekanslar için aynı şekilde hava yolu işitme eşikleri tespit edilir. Konuşma frekansları genellikle 500, 1000 ve 2000 Hz sınırında olduğu için işitme eşiklerinin ortalaması alınır. Kemik yolu ile işitme eşiklerinin araştırılması mastoid üzerine bir vibratör yerleştirildikten sonra aynı şekilde yapılır. Kemik yolu ile işitme eşiğinin tespitinde karşı kulak daima maskelenir, hava yolu işitme eşiğinin tespitinde ise her iki kulak işitme eşiği arasında 40 dB veya daha fazla fark varsa işitmesi iyi olan kulak maskelenmelidir (14).

2.4.3. Konuşma Odyometrisi: Bu subjektif testte saf ses yerine kelime veya cümleler kullanılır. Bu test işitme eşiğini ve anlamayı değerlendirmekte kullanılır. İşitmeyi algılama eşiği: hastanın fonetik olarak dengeli (eşit vurgulu) iki heceli kelimelerin %50'sini doğru tekrar edebildiği ses şiddeti seviyesidir. Konuşma diskriminasyon skoru: İşitme eşiğinin üzerindeki şiddetlerde sunulan tek heceli kelimelerin doğru tekrar edilme oranıdır. Konuşma odyometresi işitme kaybı hakkında bilgi verir, hastanın işitme cihazından fayda görüp görmeyeceğini daha iyi belirler. İletim tipi işitme kaybında ses şiddetinin yükseltilmesi kelimeleri anlamaya yeterlidir. Nöral bir işitme kaybında ise ses şiddetinin yükseltilmesine rağmen diskriminasyon skoru artacağına azalma gösterir. Saf ses odyogramda elde edilen işitme eşiğine orantısız olarak çok kötü işitme retrokoklear nedenli bir işitme kaybını düşündürür. Koklear nedenli işitme kayıplarında diskriminasyon önemli ölçüde bozulmaz.

2.4.4. İmpedans Odyometri (Timpanometri): Dış kulak yoluna yerleştirilmiş bir kulak probu içinden kulak zarına doğru sunulan bir sese karşı orta kulak iletim sisteminin hareket etmeye karşı direncini ve kulak zarından geriye yansıyan ses miktarını ölçen objektif bir testtir. Dış kulak yoluna sıkıca yerleştirilen bir prob içinden kulağa sunulan bir ses, orta kulak sistemi tarafından kısmen absorbe olur, kısmen de timpanik membranın yüzeyinden dışarı doğru yansıma yapar. Dış kulak yolundaki basınç ile orta kulak basıncı birbirine eşit olduğu zaman absorpsiyon en fazladır. Bir manometreye bağlı bir pompa ile dış kulak yolundaki basınç değiştirilirken, timpanik membrandan yansıyan ses miktarı bir mikrofon ile ölçülür. Dış kulak yolunda +200 daPa'dan -400 daPa'a kadar değişen basınca karşı orta kulak iletim mekanizmasının impedansı tespit edilir (daPa-dekaPaskal=mmH₂O). Bu ölçüm yöntemine **timpanometri**, bunun bir trase halinde elde edilmesine **timpanogram** denir. Dış kulak yolu basıncı orta kulak basıncına eşit olduğu zaman impedans en az, komplians en yüksektir.

Üç temel grup timpanogram trasesi vardır (15).

Tip A: Normal bir orta kulak mekanizmasını gösterir.

Tip A_d: Kemik zincir dislokasyonu, erozyonu veya atrofik bir timpanik membranı gösterir.

Tip A_s: Otosklerozda olduğu gibi gergin bir sistemi gösterir.

Tip B: Orta kulakta bir sıvı varlığı, timpanik perforasyon veya buşon durumunda elde edilen timpanogram trasesidir.

Tip C: Orta kulakta negatif basınç olduğunu gösteren bir trasedir.

2.4.5. Akustik Refleks (Stapes Refleks) Testi: İşitme eşiğinden 70–80 dB daha yüksek sesle karşılaşıldığında stapedius kası kasılır. Bu kontraksiyon komplansda ölçülebilir değişikliğe neden olur. Refleks eşiği, saf ses işitme eşiğinin 70–95 dB üzerindedir. Objektif bir test olması hastanın işitme kabiliyeti hakkında kabaca bir fikir verir. Simülatörlerin tespitinde, rekrutman araştırmasında, fasial paralizilerde lezyonun lokalizasyonunda faydalı bir testtir. Koklear, retrokoklear ve iletim tipi işitme kayıplarının ayırıcı tanısında kullanılabilir (16).

2.4.6. Elektrokokleografi: Klik stimulusa karşı kokleada meydana gelen elektriksel aktivite timpanik membran arasından sokulan ve promontoriuma temas ettirilen iğne elektrod ile ölçüm yapılarak işitmenin objektif olarak incelenmesidir. Özellikle başka testlerle incelenemeyen çocukların işitme eşiğinin tayininde kullanılır.

2.4.7 Beyin Sapı Odyometrisi (Auditory Brainstem Response Audiometry-ABR): ABR'yi hem nörootolojik hem de odyolojik değerlendirmelerde kullanma imkanı vardır. Bu hızlı cevap serisi, uyarımdan sonraki ilk 10 ile 12 ms.'de görülen uzak saha potansiyelleridir. ABR, 7 adet pozitif tepeden oluşur ve literatürde dalgalar Jewett ile Williston' un tariflediği gibi verteks pozitif tepelerine göre Roma rakamlarıyla gösterilir.

ABR tarafından görüntülenen aktivite periferik işitme organı, işitme siniri ve beyin sapının bir bölümünü içerir.

ABR' de kaydedilen dalgalar ve kaynaklandığı bölgeler:

Moller ve Janetta' nın (1985) (17) intraoperatif olarak işitme sinirinden direkt olarak yaptıkları ABR kayıtlarına göre:

- Dalga I: Akustik sinir distal kısmı.
- Dalga II: Koklear nukleuslar ve proksimal akustik sinir.
- Dalga III: Superior oliver kompleks.
- Dalga IV: Lateral lemniskus (pons).
- Dalga V: İnférieur colliculus (orta beyin).
- Dalga VI: Medial geniculate nükleus (talamus).
- Dalga VII: Talamokortikal bölge.

Dalgalar ve kaynaklandığı yerleri gösteren bu tablo her ne kadar klasik kitaplara girmiş olsa bile oldukça tartışmalıdır. Daha sonra yapılan çalışmalar, ABR oluşumunun önceki bulguların aksine bu denli basit olmayıp, çok kompleks bir mekanizma ile meydana geldiğini ortaya koymuştur. Sonuçta ABR'da izlenen dalgaların her birinin, birden fazla işitme nükleusundan ve işitme yollarını meydana getiren sinir fibrillerinden oluştuğu kanaati hasıl olmuştur (18).

Bununla beraber her dalga kendi nükleusunun etrafındaki diğer nükleuslardan da etkilenmektedir. Bu durum, ABR oluşma mekanizmasının daha üstte bahsedildiği gibi bire bir eşleşme yerine, her dalganın birkaç çekirdeğin oluşturduğu kompleksten meydana geldiği gerçeğini ortaya çıkarmıştır (19,20). (ABR dalgalarının oluşmasında işitme nükleusları ile işitme siniri fibrillerinin rolü halen kesin olarak ortaya konulamamış olsa bile günümüzde en geçerli olan teori Moller ve Janetta'nınkidir).

Günümüzdeki bilgiler ışığında, ABR'lerin yaratılış bölgelerini klinik uygulamalara göre üçe ayırmak imkanı doğmaktadır. Buna göre:

I. Dalga: İpsilateral akustik sinirden,

II. ve III. Dalgalar: Aşağı beyin sapından,

IV. ve V. Dalgalar: Yukarı beyin sapından köken almaktadır.

Normal bir kişide, 1.5 ile 2 ms.'den itibaren başlayarak yaklaşık birer ms. aralıklarla görünen beş ila yedi dalga bulunur. Dalga V, en az değişken ve klinik olarak en fazla yararlanılan dalgadır. ABR' da değerlendirilen esas veri Dalga V' in latensi ve bunun diğer dalgalarla olan ilişkisidir (21). ABR cevapları objektiftir; uyanıklık durumundan, dikkat veya dikkatsizlikten etkilenmez. Koklear endorgandan, beyin sapındaki işitme merkezlerine kadar olan işitme fonksiyonu doğrudan değerlendirilebilir. Dalgalar arası latensler değerlendirilerek lezyonun yeri hakkında bilgi elde edilebilir. Bu sayede, işitme kayıpları ile nörolojik patolojiler arasında ayırım yapmak mümkün olur. ABR ile beyin sapında bir bozukluk olduğunu anlamak mümkün ise de, ayırıcı tanıya gitmek bugün için imkan dahilinde değildir.

2.4.8. Otoakustik Emisyonlar (OAE): Otoakustik emisyonlar, insanların ve hayvanların dış kulak yolundan tespit edilen, koklear kaynaklı, hafif şiddette akustik enerji yayılımlarıdır. OAE'lar prenöral bir olay olup, stapes tabanı ile afferent koklear sinir liflerinin sinapsları arasında meydana gelir (22). Oluşumunda, dış tüylü hücrelerin önemli rolleri olduğuna dair birçok kanıt mevcuttur. İşitme kaybının olduğu frekanslarda emisyonların saptanamayıp, işitmenin normal olduğu frekanslarda emisyonun saptanması, OAE'ların koklear orjinli olduğunu gösteren bulgulardandır. OAE'nun yüksek frekans bileşenleri stimulus ardından kısa gecikme ile oluşurken, alçak frekans bileşenleri daha geç oluşurlar. Bu da kokleadaki ilerleyen dalga teorisi ile uyumludur.

Bazal membran titreşimleri, uyarı şiddetindeki artışa paralel olarak orta kulaktaki lineer artışa karşın, nonlinear özellik gösterir. Buna göre orta veya yüksek şiddette olan uyarılar, OAE amplitüdlerinde çok kısıtlı miktarda (nonlinear tarzda) artışa yol açar. OAE amplitüd gelişimi, çoğu kulakta düşük amplitüdü uyarılar için artan uyarı amplitüdü ile lineer artış

gösterir. Ancak uyarı amplitüdü arttıkça, OAE oluşumu da nonlineer olur. Bu da OAE'ların koklear orjinli olduğunu destekler (23).

Koklear kaynaklı herhangi bir sesin dış kulak yolundan alınarak kaydedilmesi sonucu OAE cevapları ortaya çıkar. OAE'lar iki grupta tanımlanmaktadır:

- 1- Spontan OAE
- 2- Uyarılmış OAE

2.4.8.1. Spontan OAE: Spontan otoakustik emisyonlar (SOAE), dışardan akustik uyarı olmadan kendiliğinden oluşan koklear kaynaklı, tonal, düşük seviyedeki dar bant sinyalleridir. SOAE'lar, normal işiten kulakların yaklaşık %40-50'sinde saptanabilen, amplitüdüleri -10 ile +20 dB SPL (Sound Pressure Level) civarında olan saf tonlardır.

2.4.8.2. Uyarılmış OAE (EOAE): EOAE'ların üç tipi vardır:

- a) SFOAE (Stimulus Frekans OAE)
- b) TEOAE (Geçici Uyarılmış OAE)
- c) DPOAE (Distorsiyon Ürünü OAE)

2.4.8.2.1. SFOAE: SFOAE, düşük seviyedeki uzun süreli sabit tonlarla akustik uyarı sonucu oluşan cevaplardır. Frekans spesifiktir, ancak uyarılar sürekli verildiği için cevaplarla uyarıların ayrı olarak algılanmasında güçlük vardır. Bu nedenle ve teknik zorluklardan dolayı klinik kullanımı kısıtlıdır.

2.4.8.2.2 TEOAE: TEOAE, kısa klik gibi akustik uyarılarla elde edilir. Bu kısa akustik uyarıların sonrası, zaman ortalama yöntemi ile kayıta geçmektedir. Uyarının özelliği ise geçici olmasıdır. Ölçüm için genellikle 80 dB SPL şiddetinde bir ses kaynağı ve 260 adet uyarı kullanılır. TEOAE'lar, tüm kokleayı uyaran ve geniş band sinyal olan klik şeklindeki uyarıya cevap olarak meydana geldikleri için, frekanslar hakkında DPOAE'ler kadar özellikli bilgi verememektedir. TEOAE'lar işitmesi normal olan vakaların %98-100'ünde vardır. İşitme kaybı 25–30 dB'i geçerse saptanamaz.

2.4.8.2.3. DPOAE: Aralarında belirli bir oranda frekans farkı olan ve f_1 ve f_2 frekanslarında ve L_1 ve L_2 şiddetinde olan iki uyaran, kokleaya aynı anda sunulduğunda bir veya daha fazla frekansta akustik enerji yayılımı meydana gelir. Bu akustik enerji yayılımına DPOAE denir. Klinikte iki farklı ölçüm yöntemi vardır:

1- Ses seviyeleri sabit iken, farklı (f_1 ve f_2) frekanslarda uyarıların verilmesi ile elde edilir. DPOAE verileri farklı frekans bölgelerinden kaydedilir. Bu metoda distorsiyon ürünü odyogram (DP gram) denir.

2- Frekans sabit tutulurken uyarı şiddeti yükseltilir. Bu yöntem Girdi/Çıktı (I/O) fonksiyonu adı verilir.

İşitmesi normal ve bozulmuş erişkinlerde pür ton odyogram ve DPOAE arasında iyi bir korrelasyon olduğu gösterilmiştir.

OAE tekniği özellikle yenidoğanlarda ve küçük bebeklerde işitme taraması, otistiklerde, mental retarde hastalarda koklear işitme kaybının saptanmasında, gürültüye bağlı koklear işitme kaybının erken tanınmasında, ototoksik ilaç kullanan hastaların monitörizasyonunda ve odituvar nöropatili olguların tanınmasında kullanılmaktadır(24–29).

2.5. İŞİTSEL ALGI TESTLERİ

2.5.1. EARS TESTİ (EVALUATION OF AUDİTORY RESPONSES TO SPEECH): Kapalı uçlu testler, açık uçlu testler ve anketlerden oluşan EARS (Evaluation of Auditory Responses to Speech) test bataryası, koklear implantlı bireylerde işitme ve konuşma performansının değerlendirilmesi, izlenmesi ve rehabilitasyonuna destek olma amacıyla kullanılmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1- EARS (Evaluation of Auditory Responses to Speech) Test Bataryası.

KAPALI UÇLU TESTLER	
LİP (Listening Progress Profile)	Hece sayılarını, ritmik özellikleri, fonemleri, çevresel sesleri tanıma ve ayırt etmeyi test eder.
MTP (Monosyllabic-Trochee-Polysyllabic Test)	Farklı hece kalıplarını tanıma yeteneğini test eder. Çocuğun yaşına göre kelime setleri farklı sayılarda (3, 6, 12) kullanılır.
İki Heceli Kapalı Uçlu Test (Monosyllable Closed-Set Test)	Benzer iki heceli yapıları tanıma yeteneğini test eder. Çocuğun yaşına göre kelime setleri farklı sayılarda (4, 12) kullanılır.
Önceden Belirlenmiş Cümle Testi-Matrisler (Closed- Set Sentence Test)	Benzer fonolojik bağlamda benzer kelimeleri tanıma yeteneğini test eder. Çocuğun yaşına göre kelime setleri farklı sayılarda (2x3, 3x3, 3x4 or 4x4 matrisler) kullanılır.
COT Testi (Common Objects Token)	Kompleks kapalı uçlu testlerde konuşmayı algılama, işitsel hafıza ve işitsel entegrasyon yeteneğini test eder.
Açık Uçlu Testler	
İki Heceli Açık Uçlu Test (Monosyllable Open-Set Test)	Ünlü- ünsüz- ünlü (ÜZÜ) iki heceli yapıların tanınma yeteneğini test eder. Doğru tanımlanan kelime ve fonemler değerlendirilebilir.
GASP (Glendonald Auditory Screening Procedure)	Basit cümlelerin anlaşılma yeteneğini test eder.
Anketler	
MAIS-Anlamlı İşitsel Entegrasyon Ölçeği (Meaningful Auditory Integration Scale)	Gün içersinde işitsel davranışın gözlenmesini değerlendirir.
MUSS- Anlamlı Konuşmayı Kullanma Ölçeği (Meaningful Use of Speech Scale)	Ses kontrolü, konuşma üretimi ve iletişim becerilerini dikkate alarak, gün içerisindeki davranışların gözlenmesini değerlendirir.

Araştırmalar koklear implant öncesinde işitme cihazı kullanan ve dil ve konuşma edinimini kazanmış ya da belli bir seviyeye kadar ilerlemiş olguların koklear implant sonrası gelişiminin daha iyi olduğunu göstermiştir. Ameliyat öncesi işitsel bilginin belli bir seviyede bulunması koklear implant sonrası nöral entegrasyon ve plastisite açısından önemlidir. Bu bilgiler ışığında işitme kaybının erken tanısının koklear implanttan sağlanan fayda açısından kritik öneme sahip olduğunu söyleyebiliriz (30). Koklear implant kullanım süresi arttıkça kullanıcıların işitsel becerilerinde ve iletişim performanslarında ilerlemeler olduğu gösterilmiştir (31).

Koklear implant olgularında objektif bir takip değerlendirme testi, bireylerin işitsel algılarının gelişimsel değerlendirmeleri ve takibi açısından son derece önemlidir. Ayrıca, bu testleri koklear implant adaylarının belirlenmesinde, özellikle de yaşı ileri ve işitme cihazı kullanma süresi kısıtlı olanların işitme performanslarının değerlendirilmesinde kullanmak da mümkündür. EARS test bataryasının Türkçeleştirilmiş hali, aday seçimi ve özellikle koklear implant sonrası olguların takibinde etkin bir şekilde kullanılabilir (32).

2.6. KOKLEAR İMPLANTIN TARİHÇESİ

İşitme sistemini elektriksel olarak stimüle etme girişimi, ilk olarak 1790'lı yıllarda başlamıştır. Kount Alessandro Volta her bir kulağına metal çubuklar sokmuş ve bu çubukları 50 volt akıma bağlamıştır. 1930 yılında kulağa değişken akım uygulandığında işitsel duyumların ortaya çıktığının fark edilmesi üzerine çalışmalar yeni bir boyut kazanmıştır. Ayrıca bilim adamları kokleanın temel olarak, akustik enerjiyi elektriksel enerjiye çeviren bir transdüser olduğunu ortaya atmışlardır. Bu iki gelişmenin sonucunda, işitme sinirinin elektriksel olarak uyarılmasıyla yapay işitmenin elde edilebileceği fikri ortaya atılmıştır (33).

Djourno ve Eyries 1957 yılında işitme sinirini direkt olarak uyarılmışlardır. Bu iki bilim adamı, fasiyal sinir paralizisi ve ileri derecede işitme kaybı mevcut olan iki hastanın işitme sinirini ameliyat sırasında elektriksel olarak uyarılmışlardır. Hastalar uyarı sonucunda rulet çarkının dönme sesine benzeyen bir ses duyduklarını ifade etmişlerdir (33).

1960'ta House işitme protezleri üzerine çalışmalar yapmış ve skala timpaniye elektrot yerleştirerek işitme sinirinin uyarılmasını tanımlamıştır. 1964'te Simmons, Mongeon, Lewis ve Huntington işitme kayıplı kişilerde koklear siniri bipolar elektrotlarla uyarılmışlardır. House ve bir elektrik mühendisi olan Jack Urban, hasta tarafından taşınabilen ve bugün kullanılmakta olan sistemin temelini oluşturan bir implant sistemi geliştirmişlerdir (33).

Dr. House ile eşzamanlı olarak çalışmalarını sürdüren Dr. Blair Simmons ve Dr. Robin Michelson'ta hayvan ve insan çalışmaları sonucunda koklear implantın gelişimine katkıda bulunmuşlardır. 1973 yılında House ve ekibi hasta seçim kriterlerini belirlemiş ve rehabilitasyon programını hazırlamışlardır. FDA tarafından onaylanan ilk implant 3M/House İmplantı 1985 yılında 3M tarafından piyasaya sürülmüştür (34).

1970'li yıllarda Dr. Graeme Clark çok kanallı implantlar üzerine çalışmalar yapmaya başlamıştır. Dr. Chouard 1970'li yılların başında, eksternal düzenekten internal cihaza bilgi ve gücü radyofrekans dalgalarını kullanarak iletmeyi başarmıştır. Dr. Clark, Nucleus Şirketi ile birlikte yaptığı çalışmalar sonucunda, 1984 yılında ilk multikanal implantı uygulamış ve bunların monokanal implantlara üstünlüğünü göstermiştir (33).

1980'li yılların sonunda koklear implant sistemleri, ileri derecede işitme kayıplarının tedavisinde güvenilir olarak kabul edilmiştir. 1990'lı yıllarda teknolojiye baş döndürücü gelişmeler koklear implant alanında da kendini hissettirmiş ve elektrot sayısı 8'den 24'e kadar yükselmiştir.

2.7. KOKLEAR İMPLANTLARIN GENEL ÖZELLİKLERİ:

Baziller membranda yer alan tüysü hücreler, mekanik bilginin nöral bilgiye dönüşümünde görevlidirler. Bu tüysü hücrelerin hasarlanması halinde, işitsel sistemin akustik basınç dalgalarını (ses) nöral impulslara dönüştürmenin herhangi bir yolu kalmamakta ve bu da işitme kaybına yol açmaktadır. Yapılan çalışmalarda, ileri derecede işitme kayıplarının en sık nedeninin işitme sinirinin kaybından çok tüysü hücrelerin kaybı olduğu görülmüştür. Bu durum, koklear implantların geliştirilmesinde oldukça cesaret verici olmuştur, çünkü bu sayede arta kalan nöronlar elektriksel stimülasyonla uyarılabilecektir.

Koklear implant uygulanan kişilerde titrek tüylerin yokluğuna karşılık, ganglion hücrelerinin yeterli sayıda ve fonksiyonda olduğu kabul edilir. Yine işitme siniri ve çekirdeklerinin de sağlam olduğu, işitme merkezlerinin de iyi çalıştığı kabul edilmektedir. Derin nörosensoryel işitme kayıplı hastalarda canlı nöron sayısı etiyolojiye bağlı olsa da, yapılan histolojik çalışmalar normalde olması gereken 35.000–40.000 hücre sayısının %10–70 kadarının canlılığını sürdürdüğünü göstermiştir (35). Canlı nöron sayısı ototoksositeye bağlı sağırılıkta en fazla, bakteriyel enfeksiyonlarda ise en azdır. Kerr ve Schucknecht (36) konuşmayı tanıma kapasitesinin korunabilmesi için, üst bazal ve ikinci kıvrımdaki (yuvarlak pencereden 15–22 mm uzaklıkta) nöronların en kritik olduğunu bildirmişlerdir. Otte ve ark. (37) ciddi nörosensoryel işitme kaybı olan vakalarda konuşmayı ayırt etmenin korunabilmesi için, 3000 ve daha fazlası kokleanın apikal 10 mm dahilinde olmak kaydıyla

en az 10.000 spiral ganglion hücresinin gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Ganglion hücrelerinin sayısı her 10 yılda bir 2000 civarında azalır. Bu nedenle yaşlı kişilerde koklear implantın başarı şansı gençlere oranla daha azdır (33).

Koklear implanttan amaçlanan görev, fonksiyon görmeyen titretilmiş tüylü hücreleri bypass etmek ve ses stimuluslarını doğrudan ganglion spirale hücrelerine ya da işitme sinirine aktarmaktır. Bu durumu ile koklear implant titretilmiş tüylü hücrelerin görevini üstlenir ve dış ortamla sinir sistemi arasında bağlantı sağlar. Bu nedenle ilke olarak konvansiyonel işitme cihazlarından bütünüyle farklıdır. Konvansiyonel işitme cihazları fonksiyonları azalmış bile olsa titretilmiş tüylü hücreleri kullanır (33).

Günümüze kadar geliştirilen koklear implant çeşitleri şunlardır:

A) Tek kanallı koklear implant sistemleri

- 1) House/3M koklear implant sistemi
- 2) Vienna/3M koklear implant sistemi
- 3) Ineraid koklear implant sistemi (Günümüzde üretilmemektedir.)

B) Çok kanallı koklear implant sistemleri

- 1) Nucleus çok kanallı koklear implant sistemi
- 2) Digisonic çok kanallı koklear implantsistemi(Üretilmemektedir.)
- 3) Clarion çok kanallı koklear implant sistemi
- 4) Med-El çok kanallı koklear implant sistemi

Koklear implant sistemleri, dış (eksternal) ve iç (internal) olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır.

Koklear implantın eksternal bölümleri:

- Alıcı mikrofon
- Konuşma sinyal işlemcisi (Speech processor)
- Radyofrekans iletimi sağlayan verici bobin

Koklear implantın internal bölümler:

- Kemik içine yerleştirilen ve içinde mikroişlemci olan alıcı bobin (Receiver)
- Alıcı bobine bağlı ve koklea içine yerleştirilerek uyarımı sağlayan elektrot dizini.

2.7.1.Koklear İmplantın Eksternal Bölümleri:

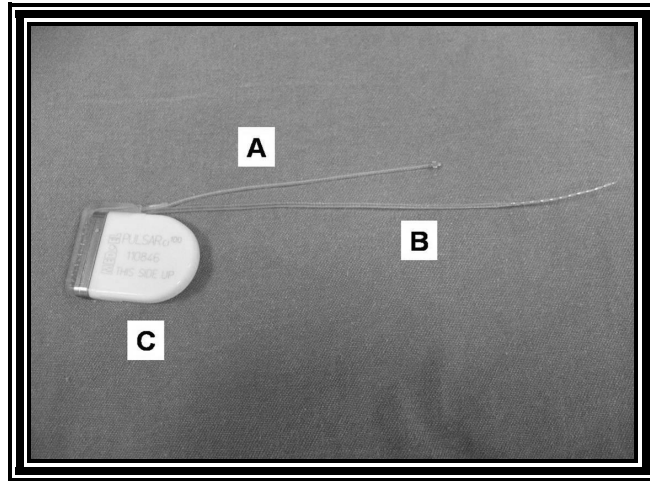
2.7.1.1. Alıcı Mikrofon: Mikrofon kulak arkası cihazlara benzer şekilde kulağa takılan sistemin içinde yer almaktadır. Mikrofon multikanal sistemlerde bir wolkman büyüklüğünde olan ‘konuşma işlemci’ye bağlanmaktadır.

2.7.1.2. Konuşma Sinyal İşlemcisi: Sinyal işlemede uygulanan düşünce, bir konuşmanın en önemli karakteristiklerini yani frekanslardaki enerjiyi ve bunların sürelerini seçme ve bu karakteristikleri sinir sistemine aktarmak olarak özetlenebilir (33).

2.7.1.3. Radyofrekans İletimi Sağlayan Verici Bobin: İşlemci mikrofondan gelen sinyali uygun bir uyarım şekli ile elektrotlara göndermektedir. Sinyal elektrotlara perkütan bağlantı ile direkt gönderilebildiği, gibi günümüzde daha çok kullanılan şekli ile mastoid kemiğe yuva açılarak yerleştirilen, alıcı bobine cilde mıknatıs ile bağlanan verici bobinin radyofrekans uyarımı ile gönderilmektedir.

2.7.2. Koklear İmplantın İnternal Bölümleri:

2.7.2.1. Kemik İçine Yerleştirilen ve İçinde Mikroişlemci Olan Alıcı Bobin (Receiver): Mastoid kemik içine sıkıca yerleştirilmiş olan magnet, dış parçanın verici bobinini manyetik kuvvetle yerinde tutar ve sinyal işlemciden gelen sinyalleri elektrot dizinine gönderir (33).



Resim 1: Medel koklear implant cihazı. A: Toprak elektrod. B: İntrakoklear elektrod. C: Alıcı bobin (Receiver).

2.7.2.2. Alıcı Bobine Bağlı ve Koklea İçine Yerleştirilerek Uyarımı Sağlayan Elektrot Dizini: Elektriksel veriler işlemciden kokleaya implante edilen elektrotlara iletilmektedir. Elektrotlar kokleanın yuvarlak penceresine yakın (ekstrakoklear) veya skala timpani içine (intrakoklear) veya koklear nukleusun yüzeyine yerleştirilebilir. En sık olarak elektrot skala timpaniye yerleştirilir, çünkü elektrotlar bu sayede kokleanın uzunluğu boyunca yerleşen işitsel nöronlara en yakın hale gelir. Elektrot bölgesine elektrik akımının uygulanması artı kalan nöral elemanların direkt stimülasyonu ile sonuçlanmaktadır. İşitsel nöronların elektriksel deşarjları ise santral işitme merkezine iletilmekte ve ses olarak değerlendirilmektedir. Elektrotlar başlangıçta monopolar olarak kullanılmışlardır. Bunlarda

aktif elektrot sinir hücrelerine yakın ve toprak elektrodu koklea dışında idi ve siniri uyararak için daha düşük elektrik akımına gereksinim gösteriyordu. Buna karşılık bipolar elektrotlarda aktif ve toprak elektrotlar koklea içine yerleştirilmişlerdir. Daha sınırlı bir bölgeyi stimüle ederler ve kanallar arasında etkileşim monopolar olanlara göre daha azdır.

Koklear implant tiplerinin özelliklerini ayrı ayrı tartışmadan önce koklear implanta sinyal işleme yöntemi hakkında bilgi verilmesi gerekmektedir.

2.8. SİNYAL İŞLEME

Koklear implant kullanıcılarının, konuşulanları anlayabilmeleri için seslerin anlaşılabilir düzeyde kodlanması ve elektrot düzeneğine aktarılması gerekmektedir. Buna 'sinyal işleme' denir. Yani koklear implant akustik sinyalleri, normal dinleyicilere ait konuşmayı anlamak için kritik olan özellikleri karşılamak üzere stimulus stratejisine kodlamaktadır. Normal işitmede, işitme sinirinin proksimalinde sadece az miktarda sinyal işleme yapılmaktadır (38).

Normal insanlarda, akustik sinyaller kokleadaki hücreler tarafından hazırlanır ve kodlanır. Ancak kokleanın işlevini yerine getiremediği implant kullanıcılarında, kodlama işlemi koklear implantın konuşma işlemcisine kalmaktadır. Konuşmanın anlaşılabilmesi için, konuşmanın en önemli karakteristikleri olan frekans enerjilerinin ve bunların sürelerinin seçilmesi ve sinir sistemine aktarılması gerekmektedir. Sinyal işlemede, ses yeterli bir hızda ve yüksek güvenilirlikle formantlara ayrılır. Başarılı bir işleme için, ganglion hücrelerinin sayısı normalin %10'unun altında olmamalıdır. Konuşma frekansına uyan bölgelerdeki yani apikal ve median koklea turlarındaki ganglion hücrelerinin sağlam olmasında önemli bir noktadır.

Koklear implantta optimum bir sinyal işlemci şekli üzerinde kesin bir görüş birliği olmamakla beraber Sürekli Arabirakan Örneklemme "Continuous Interleaved Sampling (CIS)" ve Spektral Tepe İşlemci "Spectral peak processing (S-PEAK)" güncel olarak en popüler iki uyarım stratejisi olarak kabul edilmektedir.

Çok kanallı implantlarda sinyal işleme için 3 strateji kullanılmaktadır:

2.8.1. Sıkıştırılmış Analog İşleme Stratejisi: Elektrotlar, yüksek intensitedeki sinyallerin sıkıştırılmasıyla elde edilen sinüzoidal dalgalar tarafından stimüle edilirler. Her bir elektrot kanalı için ayrı frekans kodlu filtreler kullanılmaktadır ve yerleşim yerine bağlı olmak üzere intrakoklear elektrotlara simültane olarak dağıtılmaktadır. Tek kanallı implantlara oranla, konuşmayı tanıma performansı çok kanallılarda daha üstündür (39).

Ancak, bu stratejide bütün elektrotlar simültane uyarıldığı için, elektrotlar arasında ortaya çıkan etkileşim önemli sakıncalar meydana getirebilir (40).

2.8.2. "Feature Ekstraksiyon" Stratejisi: Bu yaklaşım diskriminasyon için kritik olan frekans tabanlı bilgiyi konuşma sinyalinden ekstrakte eder. Temel formant (F_0) ile diğer formant frekansları (F_1 , F_2 ve diğerleri) konuşma sinyallerinden ayrılır ve F_0 'a denk gelecek hızda stimüle edecek şekilde sekanslar halinde elektrotlara taşınırlar ve tonotropik düzende dağıtılırlar. Feature ekstraksiyon stratejisi oldukça gelişmiştir ve artık F_2 'nin üstündeki formantlar kadar diğer yüksek frekanslı aperiodyik sesleri de iletmek üzere bazal elektrotların aktivasyonunu da içermektedir. Elektrotlar, uzak bir toprak elektrotu yoluyla monopolar tarzda veya bipolar çiftler şeklinde birbirine yakın elektrotlar arasında aktive edilebilirler. İlk durum güç tüketiminde indirim avantajı sağlasa da, ikinci durum daha farklı stimülasyon avantajı sunmaktadır. Bir hasta için seçilen optimal stimülasyon bireyin tercihi ve performansına dayanmalıdır.

S-PEAK stratejisi "feature extraction" teknolojisinden gelişmiştir. Feature ekstraksiyon teknolojisinde sesin formantik içeriği yani "sesin önemli öğeleri sinyal içinden çıkarıldıktan" sonra frekanslarına göre farklı kanallara ayrılarak seçilmiş elektrotlar uyarılmaktayken, S-PEAK teknolojisinde ses sinyalinin kanal için kısa süreli spektral analizi yapıldıktan sonra en yüksek amplitüdü 6 kanal belirlenmekte ve bunlar birbirlerinden farklı zamanlarda (non-simultane) uyarılmaktadırlar. Bu stratejide sinyal içindeki spektral tepeler otomatik olarak ortaya çıkmaktadır. Bu spektral tepeleri de konuşmanın ve diğer seslerin temel içeriğini yani anlaşılmasını sağlayan elemanlar oluşturmaktadır. Böylece sinyalin önemli öğeleri için, yani varlığı veya frekansı için, daha önceki teknolojide kullanılan analitik karara gereksinim olmamaktadır.

2.8.3. Filtre Bankası Stratejisi: En son geliştirilmiş olan bu işleme stratejisinde iç alıcı stimülatörün, işlem filtresi tarafından seçilmiş olan kritik noktaların vurgulanması için yüksek uyarım hızlarında çalışması gerekmektedir. Bu strateji simultane olmayan stimülasyon yoluyla (aralıklı uyarım) kanal içi etkileşimi minimuma indirmek ve aynı zamanda elektrot dizini tarafından iletilen toplam bilgi miktarını arttırmak üzere geliştirilmiştir (41). Her bir elektrot kanalı için filtreler oluşturulmuş ve her bir kanal arasında iletilen uyarılar için uyarı yüksekliği-ses yüksekliği korelasyonu sağlayan intensiteler yaratılmıştır. Her bir kanal belli bir akustik girdi için bazalden apekte doğru tonotopisiteye uygun düzende bir uyarı dağıtır. Bu stratejinin son uyarılmasında, her bir elektrot çiftine tonotopisiteye uyacak şekilde birer frekans bandı geliştirilmiştir (42). Uyarılar, her bir akustik uyarının 16–20 adet band geçişli kanal tarafından anlık atımlar

şeklinde yaratıldığı örnekleme şemasına dayanarak non-simultane olarak dağıtılır. Sabit olarak 4 msn zaman aralıkları ile bu işlem tekrarlanır.

2.9. KONUŞMA BİLGİSİNİN KODLANMASI:

İntensite her bir filtredeki aktif ünite sayısı tarafından, temporal bilgi ise her bir filtrenin çıktısındaki fluktuasyonlar tarafından kodlanır. Tek kanallı cihazlara ait orijinal stratejiler, kokleanın ilk 6–12 mm'sine yerleştirilmiş olan tek kanallı dizinlerin nöron (topluluklarının farklı stimülasyonunu olanaksız kılması nedeniyle koklear tonotopisiteyi gerçekleştirmede başarısız olmuşlardır. Ayrıca bu cihazlar yüksek intensiteli sinyallerde çıktı amplitüdünü sıkıştırma da başarısız olmuşlardır. Bu nedenle de, eski tek kanallı cihazlarda konuşmayı tanıma kapasitesi sınırlı kalmıştır (43–45). Elektrot sayısında ve geometrisindeki değişiklikler sayesinde kokleanın tonotopik düzenine daha fazla yaklaşılması ve son zamanlarda sunulmuş olan elektrot dizinlerinin tam insersiyonu (25 mm) ile 650 Hz'e kadar düşük frekansları içeren ikinci koklear kıvrımdaki nöronlara yakınlaşması sağlanmıştır.

2.10. KOKLEAR İMPLANT MODELLERİ

2.10.1. Tek Kanallı Koklear İmplant Sistemleri:

2.10.1.1. House/3M Koklear İmplantı: William House tarafından 1970'li yılların başında geliştirilen tek kanallı House koklear implant sistemi, daha sonra 3M şirketi tarafından düzenlenerek House/3M koklear implant sistemi adını almıştır (34).

House/3M sistemi, sınırlı temporal bilgi sunması nedeniyle hastaların çoğu open-set konuşma testlerinde yeterli başarıyı sağlayamamıştır. Danhauer ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, 18 hastadan sadece 4'ü %2 skor elde etmiş ve sadece 1 hastatek heceli kelime tanıma testinde %4 başarı göstermiştir (46).

2.10.1.2. Vienna/3M Koklear İmplantı: 1980'li yılların başında Vienna Teknik Üniversitesi'nde geliştirilmiştir. Vienna/3M cihazı konuşma sinyalindeki temporal değişiklikleri korur.

2.10.2. Çok Kanallı Koklear İmplant Sistemleri: Çok kanallı implantlar değişik sayılarda intrakoklear elektrot dizisine sahip olduklarından koklea içinde pek çok noktadan tonotropik stimülasyon sağlar.

2.10.2.1. Nucleus Çok Kanallı Koklear İmplantı: Avustralya Melbourne Üniversitesi'nde Clark ve arkadaşları tarafından geliştirilen bu sistem Nucleus Şirketi tarafından pazarlanmaktadır.

İlk konuşma işlemcisi olan MSP (Mini Speech Processor) geliştirilmiştir. 1994'te Spectra konuşma işlemcisi üretilmiş, 1996'da Nucleus 24 implantı kullanıma girmiştir. 1996'da vücuda takılan bir işlemci olan Sprint geliştirilmiş, 1998'de ise ilk kulak arkası işlemci olan ESPrıt geliştirilmiştir. 2000 yılında Nucleus 24 Contour ve ESPrıt3G kulak arkası konuşma işlemcisi uygulanmaya başlanmıştır.

En son modeli C124 (CS)'dir ve ESPrıt3G kulak arkası konuşma işlemcisini kullanır. 22 adet intrakoklear elektrot mevcuttur.

2.10.2.2. Clarion Çok Kanallı Koklear İmplantı: Advanced Bionics Corporation tarafından üretilen Clarion çok stratejili koklear implant sistemi, Kaliforniya San Fransisco Üniversitesi koklear implant proje biriminde yapılan araştırmalar sonucunda üretilmiştir (47).

Clarion-sistemi 8 kanallı bir sistemdir ve sekanslar halinde veya simultane olarak monopolar veya bipolar uyarım sağlayabilmektedir. Monopolar stimülasyonda aktif veya uyarıcı elektrot intrakokleardır, toprak veya referans elektrotu ise kokleanın dışındadır. Bipolar stimülasyon, aktif ve toprak elektrotun her ikisinin de koklea içinde olduğu, iki elektrot arasında akımın iletilmesine dayanır.

Üç versiyonu mevcuttur; 1.0, 1.2 ve S-serisi. Üçü de Implantable Cochlear Stimulator (ICS) durumunu ve elektrot empedans bilgisini eksternal işlemciye geri gönderen telemetri fonksiyonuna sahiptir. Odyologlar, cihazı programlarken bu bilgiyi kullanırlar.

Clarion işlemcisi, hem CA (Continuous Analogue) stratejisi, hem de CIS (Continuous Interleaved Sampling) stratejisini kullanabilmektedir.

2.10.2.3. Med-EI Çok Kanallı Koklear İmplantı: Avusturya'da Med-EI Anonim Şirketi tarafından pazarlanan Med-EI koklear implant işlemcisi, yüksek hızlı CIS veya SPEAK stratejilerini kullanarak programlanabilmektedir. Med-EI koklear implantı (Combi 40), elektrotun kokleada daha derine yerleştirilmesini sağlayan çok yumuşak bir elektrot taşıyıcısı kullanır. Combi 40 implantının kemiğe yerleştirilen mikroelektronik devrelerini barındıran iç kısmı, seramikten yapılmıştır. İçinde alıcı bobin ve mıknatıs sistemi de yer aldığından, tüm sistem tek bir seramik koruyucu içine yerleştirilmiştir. Seramik implantlar çok pahalı olmalarına karşın, sinyal iletimini etkilememesi ve düşük enerji gerektirmesi gibi avantajlara sahiptir. Ayrıca seramiğin mekanik direnci yüksek olup, çevresinde ki kemik yapıya eşit sertliktedir. Kokleanın ossifiye olduğu ve derin yerleştirmenin mümkün olmadığı hastalarda elektrot aralıklarınının daha kısa olduğu 'sıkıştırılmış elektrot sistemi' de kullanılabilir.

Silikondan yapılmış elektrot dizini, kokleanın değişik yerlerini uyaran 8 çift platin elektrottan meydana gelmiştir. Daha derine (30 mm) elektrot yerleştirebilme kapasitesi nedeniyle, elektrotlar diğer implant sistemlerine oranla koklea içinde daha geniş mesafeye (20.6 mm) ulaşacak şekilde birbirine 2.8 mm uzaklıkta yerleştirilmişlerdir. Elektrot çapı apikal uçta 0.5 mm, bazal uçta ise 0.6 mm'dir, Elektrotlar arasındaki mesafeyi arttırmaktaki amaç algılanabilir kanal sayısını arttırmaktır.

Med-EI işlemcisi, CIS stratejisini kullanarak yüksek hızda (12500 atım/sn) uyarı üretebilme kapasitesine sahiptir. Elektrot dizininin yumuşak ve çapının oval olmasından dolayı, kokleaya yerleştirilme sırasında istenilen şekli vermek te mümkün olabilmektedir. Şeklinin oval olmasının bir avantajı da koklear sinir uzantıları ile elektrotlar arasında uygun bir temas yüzeyi sağlamasıdır.

Günümüzde bu implantın bir üst modeli olan C40+ (standart electrode) modelinde elektrot sayısı 12'ye çıkarılmıştır. C40+ S (compressed electrode) adı verilen kısa elektrot dışında, yine kokleanın ossifiye olduğu durumlarda daha fazla elektrot temasının sağlanmasına olanak sağlayan C40+ GB (split electrode) modeli de dahil üç değişik seçenek bulunmaktadır.

Med-EI Tempo+ Konuşma işlemcisi 1999'da piyasaya sunulmuştur. Tempo+ kulak arkası olarak kullanılıp, vücuda takılan CIS Pro+ işlemcisi ile aynı seviyede ve hızda stimülasyon sağlamaktadır. Bu durum, konuşmayı işleme için gerekli enerjiyi, %95 kadar azaltacak özel bir metodla sağlanmıştır.

2.10.2.4. Digisonic Çok Kanallı Koklear İmplantı: MXM Laboratoires, Vallauris, France tarafından üretilen bu implant, kelime kodlama stratejisi olarak CIS veya ASR (Adaptive Stimulation Rate) kullanılır. Üretimi yapılmamaktadır.

2.11. KOKLEAR İMPLANT ENDİKASYONLARI

2.11.1. Erişkin Adaylar İçin İmplantasyon Kriterleri:

1. Bilateral totale yakın veya total sensörinöral işitme kaybı (500, 1000, 2000 Hz işitme eşik ortalaması 80 dB HL ve daha fazla) olması,
2. Postlingual işitme kaybı olması,
3. İşitme cihazıyla yapılan testte, özellikle 2000 ve 4000 Hz'de 55 dB HL'nin üzerinde işitme eşiği saptanması,
4. Bilateral işitme cihazı kullanarak 65 dB HL'de yapılan konuşmayı ayırt etme testinde %30 ve altında skora sahip olmak,
5. Psikolojik olarak istekli olması gerekmektedir.

2.11.2. Çocuk Adaylar İçin İmplantasyon Kriterleri:

- 1- Bilateral totale yakın veya total sensörinöral işitme kaybı,
- 2- Hastanın işitme cihazıyla ses deneyiminin olması (işitme cihazını en az 6- 12 ay kullanmış olması gerekmektedir. Menenjit varlığında süre daha kısa tutulabilir.)
- 3- İşitme cihazından çok az yarar sağlanması veya hiç yarar sağlanamaması,
- 4- Ailenin motivasyonunun ve beklentilerinin uygun olması,
- 5- Ailenin ameliyat sonrası dönemde gerçekleştirilecek eğitim programlarını izleyebilecek yapıda olması,
- 6- İşitme cihazıyla yapılan uygun konuşma testlerinde ve rehabilitasyon programında çocuğun yeterli performans gösterememesi, yani işitme cihazlı olarak yapılan open-set testlerde %20 veya altında başarı elde edilmesi,
- 7- Kronolojik yaş ve konuşma lisansı arasındaki farkın 3 yıldan fazla olmaması olarak sayılabilir.

Ayrıca, hem erişkin hem de çocuk adaylarda, radyolojik ve medikal kontrendikasyon bulunmaması gerekir. Yani akustik sinir veya santral işitme yollarına ait patolojilere bağlı işitme kaybı olmamalı, aktif orta kulak hastalığı ve timpanik membran perforasyonu olmamalı, koklear agenezi olmamalıdır. Mental retarde çocuklarda işitsel performansları düşük olduğu için koklear implantasyon kontrendikedir (48).

2.12. ADAYLARIN SINIFLANDIRILMASI:

2.12.1. Postlingual Adaylar: Konuşma gelişimi tamamladıktan sonra, işitme kaybı meydana gelen adayların oluşturduğu, bu grup içine giren hastalar; postpubertal ve prepubertal olmak üzere iki gruba ayrılabilir.

2.12.1.1. Postpubertal Grup: 13 yaş üzerindeki adaylar bu gruba dahil edilir. Konuşma dilinin birçok özelliğini öğrendikleri için, bu adaylar koklear implant için ideal grubu oluşturmaktadır.

Postpubertal adaylarda işitme kaybının süresi de çok önemli bir faktördür. Özellikle 4 yıldan daha kısa süre sesli uyarandan yoksun kalan kişilerde, koklear implant uygulaması daha başarılı sonuçlar vermektedir.

2.13.1.2. Prepubertal Grup: 4-12 yaş arasındaki çocuklar prepubertal grup içinde kabul edilebilir. Puberteden önce işitme kaybedildiğinden işitsel plastisite halen devam etmektedir. Puberteden sonra düzeltilemeyecek artikülasyon kusurları da bu adaylarda görülebilmektedir. Yoğun oral eğitimin kullanılabilir bir konuşmayı korumasına karşın artikülasyon hatalarının önlenmesi çok zordur. Hatta başarılı bir implantasyon sonrası bile konuşma hatalarını düzeltmek mümkün olmamaktadır.

2.12.2. Perilingual Adaylar: Konuşma gelişimi esnasında yani 2- 4 yaş arasında işitme kaybı meydana gelen hastalar perilingual adaylar olarak kabul edilmektedir. Çoğu zaman birkaç ay gibi çok kısa bir sürede tüm konuşma belleklerini yitirdikleri için, işitsel gelişim yönünden prelingual adaylar gibi değerlendirilirler.

2.12.3. Prelingual Adaylar: Doğuştan veya ilk iki yaş içinde işitme kaybı meydana gelen çocuklar bu gruba dahil edilir. Üç grup içinde değerlendirilmelidir;

2.12.3.1. Prelingual Primer Adaylar: Nöral plastisite çok önemli olduğundan ve iletişim için herhangi bir yönteme sahip olmadıklarından, mümkün olan en erken zamanda etkili bir koklear implant uygulanmalı ve rehabilitasyon programına alınmalıdır. Eğitimde oral yaklaşım mutlaka uygulanmalı ve "işitsel sözel" eğitim teknikleri ile iyi sonuçlar alınacağı bilinmelidir.

2.12.3.2. Prelingual Sekonder Adaylar: Bu adaylar konuşma dışında bir iletişim dili geliştirmiş veya geliştiren adaylardır. Genellikle oral becerileri sınırlı da olsa bu becerilerini geliştirmek isteyen adaylar yine bu grup içinde değerlendirilmelidir. Özellikle 5 yaşından sonra işitsel nöral plastisitenin eksikliği gelişimi engellemektedir. Yaşlı sekonder adaylar koklear implant uygulaması ile kötü performans göstermektedir ve koklear implant ailelerin beklentilerine cevap vermemektedir. Konuşmayı ayırtedip anlayamadıklarından veya vokalizasyonları düzelmediğinden bu kişilerin bazıları "koklear implant kullanamaz" (non-user) durumuna gelmektedir.

2.12.3.3. Değişebilen (Change-Over) Adaylar: Bu kişiler oral iletişimi işitme cihazı ile öğrenmiş adaylardır. Çok az işitme kalıntıları olabilir veya kullandıkları işitme cihazları artık yeterli olamamaktadır. Bu kişiler koklear implant uygulaması sonrası mükemmel implante kişiler olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.13. KOKLEAR İMPLANTASYON EKİBİ

- 1- Koklear implantasyon konusunda kendini deneyimli bir kulak burun boğaz ekibi.
- 2- Koklear implantın programlanması ve izlenmesi için bir uzman odyolog.
- 3- Eğitim odyoloğu.
- 4- Psikolog veya psikiyatrist.
- 5- Otolojik değerlendirmede deneyimli radyoloji uzmanı.

2.14. KOKLEAR İMPLANTASYON ADAYININ DEĞERLENDİRİLMESİ

2.14.1. Anamnez: İşitme kaybı saptanan bir hastanın değerlendirilmesinde ayrıntılı bir anamnez alınması en önemli başlangıç aşamasıdır. Hastalığın başlama zamanı belirlenmelidir. İşitme kaybının doğumsal veya kazanılmış işitme kaybı olduğu saptanmalıdır. İletim tipi işitme kaybının yanında ilerlediği durumlarda sensörinöral, işitme

kaybı da yapabildiği kronik otitis media ve otoskleroz durumlarında da koklear implantasyon gerekebileceğinden sorgulama yapılmalıdır. Hamilelik döneminde annenin ilaç kullanması, geçirdiği enfeksiyonlar, ek doğumsal patolojiler, doğum sonrası geçirilen enfeksiyonlar, ototoksik ilaç kullanımı, travma gibi bilateral sensörinöral işitme kaybı yapabilecek patolojiler yönünden de sorgulama yapılmalıdır. Retrokoklear patolojiler ise koklear implantasyona kontrendikasyon oluşturur (49).

Bilateral ileri derecede işitme kaybı tanısı almış olan çocuklar, fasiyal resesin gelişimini tamamladığı 1 yaşından itibaren implante edilebilirler. Beş yaşından sonra hiç cihaz kullanmamış bir prelingual hastaya implantasyon yapıldığında, beyin plastisitesi tam olarak gelişmediği için aynı derecede yarar sağlanamayacaktır. Postlingual hastalarda da işitme kaybından sonra çok uzun süre geçmişse, başarı şansı azalmaktadır. Bunun nedeni, muhtemelen, uzun süreli işitmeye bağlı olarak santral sinir sisteminde meydana gelen yoksunluk sonucu, iletilen bilgilerin kullanılamamasıdır. Özellikle çocuk hastaların koklear implantasyon öncesinde en az altı aylık işitme cihazı deneyiminin olması gereklidir. Bu süre içinde hastanın yoğun bireysel terapi alması hem çocuğu koklear implantasyona hazırlama, hem de çocuğun işitme cihazından yeterince yararlanıp yararlanmadığını görme açısından şarttır. Menenjit geçiren hastalarda ise, eğer iç kulakta ossifikasyon başlarsa bu altı aylık süre beklenmeden cerrahi uygulanmalıdır.

2.14.2. Fizik Muayene: Dış kulak yolu ve orta kulakta herhangi bir enfeksiyon olmamalıdır. Hastada effüzyonlu otit varlığı durumunda, işitme cihazı ile izleme döneminde bu hastalık tedavi edilmeli, medikal tedaviden yanıt alınamazsa en kısa zamanda ventilasyon tüpü uygulanmalıdır. Takılan tüpler, koklear implantasyon öncesinde veya ameliyat sırasında çıkartılabilir. Ancak zardaki perforasyonun kapanmasından sonra implantın yerleştirilmesi, daha uygun bir yaklaşımdır. Kronik otitis media olgularında implantasyon öncesinde yapılacak timpanomastoid cerrahi ile sağlıklı bir orta kulak ve kulak zarı elde edilmelidir. Geçirilmiş mastoidektomi konusunda değişik görüşler mevcuttur (50). İki seanslı savunan yazarlara göre, radikal mastoidektomi düşünülenlerde, ilk seansta kavite enfeksiyondan tamamen temizlenip yağ dokusu ile oblitere edilir ve dış kulak kanalı kapatılır, ikinci seansta ise koklear implant yerleştirilir. Diğer görüşe göre enfeksiyon yoksa implantasyonla aynı seansta dış kulak yolu ve kavite obliterasyonu yapılarak koklear implant yerleştirilir (49).

2.14.3. Odyolojik Değerlendirme: Koklear implantasyona uygunluğun değerlendirilmesinde en önemli yöntemdir. Değerlendirmede şu aşamalar izlenir:

1. İşitme cihazsız işitme eşiklerinin tespiti.

2. İşitme cihazı ile işitme eşiklerinin tespiti.
3. İşitme cihazı ile konuşma testlerinin (yaşa uygun testlerle) yapılması.
4. Akustik empedansmetre.
5. Otoakustik emisyon ve ABR (özellikle 5 yaşından küçüklerde).
6. Özellikle çocuklarda 6 ay süre ile işitme cihazı veya vibrotaktil cihazlar ile deneyim kazandırılması.
7. Promontoryum stimülasyon testi (özellikle 10 yaşın üzerindeki hastalarda ve VIII. kranyal sinirin etkilendiği düşünülen durumlarda).

Çocuklarda işitme kaybının erken tanınması, rehabilitasyonun başarısı için önemlidir. Bu nedenle, çocuklara yönelik odyolojik çalışmalar, üzerinde durulan önemli bir konudur. Yaş küçüldükçe, işitmenin değerlendirilmesi daha zor olmaktadır. Öncelikle yüksek risk faktörleri bulunan yenidoğanlar ilk 3 ay içerisinde tarama testlerine tabi tutulmalıdır. Bu süre hiçbir zaman altı ayı geçmemelidir. Tarama testleri her zaman güvenilir olmadığından bu hastalar takip programına alınmalıdır.

1 yaşın üzerindeki çocuklar, anne-babalarını ve organlarını tanır, iki kelimelik konuşmalar yapabilirler. Bu yeteneklerin olmayışı, işitme kaybı açısından araştırılmayı gerektirir. Çocuk seslere başını veya gözlerini çevirerek yanıt verir. Çocuğun işitmesi bu dönemde konuşma seslerine verdiği yanıtla da değerlendirilmektedir. Çocuğun ses duyduğunda oynadığı oyunu, konuşmayı ya da ağlamayı durdurması önemlidir. İsmi söylendiğinde verdiği reaksiyona da dikkat edilmelidir.

Oyun odyometrisi 3 yaşından itibaren yapılır. Çocuğun iki tarafına koyulan hoparlörler aracılığıyla ses verilir. Çocuk seslere yanıt olarak değişik oyuncakları kullanmaya şartlandırılır. Buna göre hangi seviyede sese yanıt verdiği işitme eşiği hakkında bilgi verir. 5 yaşından itibaren çocuklarda konvansiyonel odyometri kullanılabilir.

Objektif odyometri testleri olarak stapes refleksi, otoakustik emisyon ve ABR kullanılır. ABR infantlarda yetişkinlerdekinden farklıdır. V. dalga olgunlaşmamış olup latansı uzundur, 6. haftada ve 6–12. aylar arasında iki kez kısalma izlenir. Bu nedenle ABR'nin 6–12 aylıktan itibaren kullanılabilceği unutulmamalıdır.

2.14.4. Dil Değerlendirmesi: Koklear implantasyon aday hastaların konuşma ve dil becerilerinin değerlendirilmesi önemli bir aşamadır. Hastalar, işitsel kapasite açısından farklılık gösterir. İşitsel kapasite, ses yapılarını fark ve ayırt edebilme anlamına gelir. Bu hastalarda konuşma seviyesinin belirlenmesi, hem implant başarısının tahmini hemde seçilecek rehabilitasyon programının tespiti için gereklidir. Çocuğun işitme kaybından önce kazannılmış yeterli deneyimi varsa işitsel kapasitenin değerlendirilmesi, işitsel performansın

da değerlendirilmesi anlamına gelebilir. Ancak küçük çocuklar ve yeterli işitsel deneyimi olmayanlarda implantasyon öncesi değerlendirme işitsel performansı kapsamalıdır. Amplifikasyon ve rehabilitasyon programına rağmen sınırlı işitsel performans gösteren çocuklarda santral patolojiler bulunabileceğinden koklear implantasyon endikasyonu verirken temkinli olunmalıdır. İşitme kaybının meydana geldiği yaş implantasyon sonucunu önemli ölçüde etkiler.

Çocuğun kronolojik yaşı dil-konuşma yaşına eşitse ve normal bir formal lisan gelişimi yansıtıyorsa implantasyondan oldukça yararlanacak bir aday olduğu düşünülebilir. Koklear implantasyon, çocuğun işitsel geri besleme mekanizmalarını geliştirip konuşmasının anlaşılabilirliğinin artmasını sağlayacağından, çocuğun mevcut performansı ortaya çıkartılarak implantasyon sonrası dönemdeki konuşma terapisi belirlenir. Kronolojik yaş ve dil- konuşma yaşı arasındaki fark 1–3 yıl arasında ise, formal dil sisteminde sorun vardır; ancak gelişim için iyi bir ipucudur. Bu olgular, rehabilitasyonla dil gelişimindeki eksikliği kısa sürede giderirler. Ancak kronolojik yaş ve dil-konuşma yaşı arasındaki fark 3 yıl veya daha fazla ise ve formal dil sistemi oluşmamışsa implantasyon kararı risklidir. Çünkü bu hastaların, algıladıkları konuşma seslerini yorumlama şansları azalmıştır. Bu çocuklar, ortamdaki sesleri fark etme veya konuşma seslerinin yapılarını algılama becerisi kazanabilir, ancak daha üst seviyede işitsel algı ve formal dil kullanma becerisi kazanamaz.

2.14.5. Psikolojik Değerlendirme: Koklear implant adayı ve ailesinin bu işlemde beklentileri uzman kişilerce gerçekçi bir biçimde ortaya konmalıdır. İmplant adayı psikolojik olarak stabil ve işlem için istekli olmalıdır.

2.14.6. Radyolojik Değerlendirme: Radyolojik teknikler, koklear implant adayı hastaların preoperatif değerlendirilmesinde çok önemli bir yer tutmaktadır. Radyolojik incelemeyle; işitme kaybının nedeninin ortaya konması, cerrahiye kontrendikasyon teşkil eden bir durumun olup olmadığına, cerrahinin hangi kulağa uygulanacağını tespitine, ameliyat sırasında karşılaşılabilecek anatomik varyasyonların tespitine ve bu nedenlerle ortaya çıkması muhtemel komplikasyonların önlenmesi amaçlanır. Yani preoperatif radyolojik inceleme, cerrahinin şeklinin belirlenmesi ve başarısını etkileyebilecek bulguların tespitinde olmazsa olmaz yöntemlerdir.

Preoperatif radyolojik değerlendirmede esas olarak, bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme yöntemleri kullanılmaktadır.

2.14.6.1. Bilgisayarlı Tomografi (BT): Koklear implant adayı hastaların preoperatif değerlendirmesinde, standart radyolojik inceleme yöntemi, iç kulak ve koklea yapısını ayrıntılı bir şekilde ortaya koyan, aksiyel ve koronal planda çekilen yüksek rezolüsyonlu

bilgisayarlı tomografi yöntemidir (51). Kesit aralığı 1.5 mm'yi geçmemelidir. Kesitler tercihen 1 mm olmalıdır (52).

Bilgisayarlı tomografi ile; orta kulakta enfeksiyon durumu, kemikçik anomalileri, aberan vasküler anomaliler, mastoid pnömatizasyon derecesi, sigmoid sinüsün pozisyonu, koklear anomaliler, vestibüler akuaduktusun genişliği, koklear akuaduktusun genişliği, internal akustik kanal genişliği, ossifikasyon varlığı araştırılır.

Bilgisayarlı tomografi, iç kulak sıvıları ve internal akustik kanaldaki sinirler ile ilgili yeterli bilgi vermemektedir.

2.14.6.2. İç Kulağın Konjenital Malformasyonları:

İç kulakla ilgili doğumsal malformasyonların sınıflamasında günümüze kadar Jackler ve arkadaşlarının yaptığı sınıflandırma sistemi kullanılmıştır. Jackler ve arkadaşlarının (53) embriyogenezisi temel alarak yaptıkları sınıflamada koklear displaziler 5 ana grupta incelenmiştir.

1- Komplet labirentin aplazi (Michel aplazisi): 3. gebelik haftasında ortaya çıkan bir duraklama nedeniyle iç kulakta total aplazi meydana gelir. Orta kulak yapıları genellikle normaldir.

2- Ortak kavite deformitesi (Kommon kavite deformitesi): Gebeliğin 4. haftasında meydana gelen gelişimsel bir bozukluk sonucu oluşur. Koklea, vestibül ve semisirküler kanallar 7-10 mm uzunluğunda, ortak, kistik bir kavite şeklindedir.

3- Koklear aplazi: Gebeliğin 5. haftasında gelişimsel bir duraklama ortaya çıkması halinde koklear agenezi meydana gelir. Koklea hiç yoktur. Semisirküler kanallar deforme veya normal olabilir.

4- Koklear hipoplazi: Koklear tomurcuk 1-3 mm çapında olup, normale göre daha küçüktür. Semisirküler kanallar çoğunlukla deforme.

5- Mondini displazisi: 7. gebelik haftasında koklea 1.5 veya 1.75 dönüşüne sahiptir. Bu aşamada bir duraklama olması durumunda, klasik Mondini displazisi meydana gelir. Kokleanın bazal kıvrımı normal ancak orta ve apikal kısmı kistik şekildedir.

Sennaroğlu ve arkadaşları (54), Jackler ve arkadaşlarının yaptıkları sınıflamanın yetersiz olduğunu ileri sürmüşlerdir. 2002 yılında iç kulak anomalisi olan 23 hastanın bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme tekniklerindeki bulguları değerlendirilerek yeni bir sınıflama sistemi geliştirmişlerdir. Buna göre iç kulak anomalileri, en ağır şekilden en hafif anomaliye doğru şu şekilde sınıflandırılmıştır:

1- Michel aplazisi: İç kulak yapılarından hiçbiri de gelişmemiştir. Orta kulak yapıları genellikle normaldir.

2- Koklea aplazisi: Koklea hiç oluşmamıştır.

3- Ortak kavite deformitesi (Common cavity): Koklea ve vestibül, tek bir kistik kavite halinde gelişmiştir.

4- İncomplete partition tip 1: Kistik kokleovestibüler malformasyonda denir. Kokleada hiçbir kompartman gelişmeyip, bir boşluk şeklindedir ve vestibülde büyük dilatasyon mevcuttur.

5- Koklea hipoplazisi: Koklea normale göre daha küçük boyutlardadır.

6- İncomplete partition tip 2: Mondini deformitesidir. Klasik triadta, kokleanın bazal kıvrımı normal ancak orta ve apikal kısmı kistik şekilde, geniş vestibüler akuadukt ve vestibülde dilatasyon mevcuttur.

2.14.6.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG): Koklear implantasyon yapılacak hastaların preoperatif değerlendirilmesinde BT'nin mi, MR'ın mı daha faydalı sonuçlar verdiği tartışmalıdır. Bazı otorler BT'yi tercih ederken (51); bazıları MR'ı tercih eder (55). Bazıları ise her ikisini birden tercih eder (56).

BT temporal kemiğin anatomisi hakkında detaylı bilgiler verir. Mastoid hücre havalanmasını, kokleanın pozisyonunu, koklea anatomisi ve olası malformasyonlarını, modiulus deformiteleri, fasial sinirin seyrini net bir biçimde gösterir. Ayrıca fraktür hatları ve ossifikasyonlar BT ile kolayca izlenir. Diğer otolojik cerrahilerde de kullanıldığından cerrahlar BT'ye hakimdirler ve ameliyat planlarını BT üzerinden yapabilirler; fakat BT'nin yetersiz kaldığı noktalar da vardır.

Koklea içerisinde oluşabilecek yeni kemiklere BT ile tanı konulabilir. Fakat hata riski vardır. Seidman (57) yaptığı retrospektif çalışmada 104 implantta %22 oranında BT'de saptanamayan obstruksiyon görüldüğünü bildirmiştir. MR ise hem yeni kemik oluşumunu hem de fibrozisi BT'ye oranla çok daha iyi gösterir. Koklea içerisinde ki sıvı ve membranöz labirent lezyonları sadece MR ile gösterilebilir (58).

Kokleanın açık olup olmadığının gösterilmesinde T2A sekanslar kullanılır. Osifikasyondan önce oluşan fibröz obliterasyon MR'da T2A görüntülerde yüksek sinyal alınmaması şeklinde görülür. FSE (Fast Spin Echo) T2A görüntülerinde kemik (sinyalsiz), BOS (hiperintens), labirent içindeki sıvı (hiperintens) ve sinirler (orta sinyal) yüksek kontrast oluşturur. Yüksek matriks ve yüksek NEX ile iç kulağın ayrıntılı görüntüleri elde edilebilir (56).

Vestibülokoklear sinir yokluğu koklear implantasyon için kontrendikasyon oluşturur. Vestibülokoklear sinir BT ile görülemeyeceği halde MR ile görülebilir. BT'de internal akustik kanalın 2 mm'den daha dar olması vestibüler sinir hipoplazisi açısından önemli bir

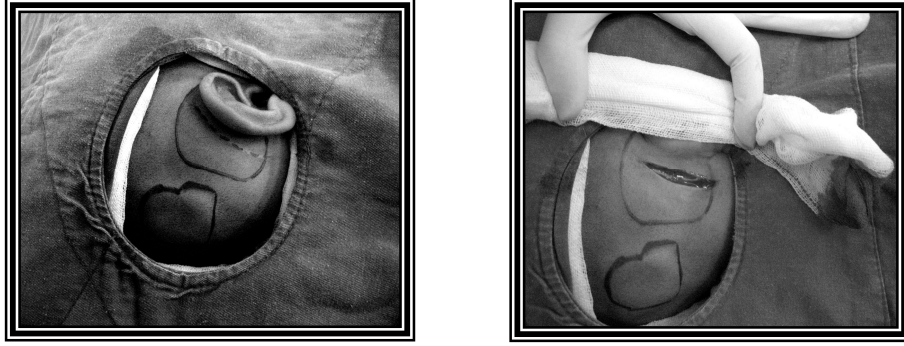
ipucudur ve MR ile değerlendirilmelidir. Yalnız BT ile vestibülokoklear hipoplazilerin %60'ına tanı konulamaz.

2.15. KOKLEAR İMPLANTASYONDA CERRAHİ TEKNİK

Koklear implant endikasyonu konulduktan sonra, implantın hangi kulağa uygulanacağına karar verilmelidir. İlk başlarda kötü kulak tercih edilmişse de zamanla elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, işitme açısından daha iyi olan kulağın tercih edilmesi günümüzde kabul görmektedir. Örneğin; bir kulağında doğumsal, diğer kulağında edinsel işitme kaybı olan bir hastada, daha fazla işitsel uyaran aldığı için edinsel kayıp olan kulak seçilmelidir. Farklı zamanlarda oluşmuş eşit miktarda işitme kaybı varsa, daha kısa süreli işitme kaybı olan kulak tercih edilmelidir. Her iki kulağın işitme kaybı etiyojisi ve süreleri eşit olan bir hasta, eğer tek kulağına işitme cihazı kullanmışsa aynı kulağına koklear implant uygulanmalıdır. Ancak bu kararı verirken o kulağına ameliyattan sonra işitme cihazı kullanamayacağı hastaya ve ailesine anlatılmalıdır.

Ameliyat öncesinde, kulak bölgesindeki akut ve kronik enfeksiyonlar kontrol altına alınmalı, kulak zarı sağlam olmalıdır. Peroperatif olarak antibiyotik profilaksisi uygulanmalı, saçlar aurikulanın 5-6 cm üst ve arkasına kadar traş edilmeli, cilt povidon iyot solüsyonu ile silinmelidir (49).

Postauriküler insizyonda, modifiye minimal insizyon yapılır (Resim 2). Cilt altı dokular geçilerek periosta ulaşılır. Muskuloperiostal flep için cilt insizyonu üst üste gelmeyecek şekilde kesisi yapılır. Burada amaç, periost ve cilt flebinin üst üste gelmesini önlemektir. Alıcı-uyarıcının çıkıntılı kenarını sabitlemek amacıyla posterosüperiora geniş bir sahada periost kemikten kaldırılır. İmplant kalıbı sayesinde alıcı/uyarıcının sinodural açının arkasında temporal kemik içine yerleştirileceği dairesel yatağın yeri ve büyüklüğü saptanır. Daha sonra, sigmoid sinüs ve diğastrik kası ortaya koyacak şekilde mastoidektomi yapılır. Bu mastoidektominin kronik otittekinden farkı, kavitenin üst ve arka kenarlarının sağlam ve dik olarak korunmasıdır. Çünkü iç parçayı tutturmak için bu kemiğe delikler açılacaktır. Lateral semisirküler kanal ve inkusun kısa kolu ortaya konur. Fasiyal sinirin ortaya konulan piramidal bölümü ile korda timpani arasından posterior timpanotomi yapılır. Ameliyatın bu aşamasında yuvarlak pencere ekspozurunun çok iyi sağlanması gerekmektedir. Sıra kokleostomi aşamasına gelmiştir. Skala timpaniye iki yolla girilebilir: Yuvarlak pencere ve yuvarlak pencerenin hemen önünde promontoryuma açılan bir delikten.



Resim 2: Koklear implant cerrahisinde kullanılan postauriküler minimal insizyon.

Yuvarlak pencereden giriş önceleri daha çok tercih edilmekteydi. Ancak bu yolda elektrot skala timpani içerisinde daha kıvrımlı bir yol izler. İmplantın alıcı/uyarıcı parçası kranyumda açılan oyuğa yerleştirildikten sonra, dakron veya ipek iplikler, implant yuvasının çevresinde turla açılan deliklere düğümlenerek sabitlenir. Toprak (ball) elektrot, temporal kasın altına, periost ile kemik arasına yerleştirilir. Daha sonra intrakoklear elektrot dizisi, penset ile ucundan tutularak kokleostomi deliğine yerleştirilir. Elektrot, skala timpani içine implant modeline göre değişen itici (claw/insert) denilen aletle itilir. Elektrot insersiyonu sırasında elektrotu ezecek alligator gibi aletler kullanılmamalıdır. Elektrot yerleştirildikten sonra kokleostomi bölgesinde elektrot çevresindeki açıklık temporal kastan alınan kas dokusu ile kapatılır. Ameliyat sırasında koklear implant bilgisayar sistemine bağlanarak empedans ölçümü, stapes refleksi ve Neural Response Telemetry (NRT) ölçümleri yapılır.

Elektrot empedans telemetri, aktif elektrotlardaki voltajı ölçerek elektrot anormalliklerini gösterir. Komplians telemetride ise çevre dokuların empedansı değerlendirilir. Bu iki telemetri yöntemi ile elektrot fonksiyonları hakkında bilgi edinilir. Neural Response Telemetry (NRT), elektriksel olarak uyarılmış sinir aksiyon potansiyeli olup, işitme sinirinin elektriksel uyarıya verdiği elektrofizyolojik yanıtın ölçülmesidir. Ameliyat sırasında elde edilen NRT, özellikle çocuk hastalarda ameliyat sonrasında programlama sırasında eşiklerin belirlenmesi için yararlıdır. Stapes refleksi ise her elektrot için bakılarak VIII-VII refleks arkı kontrol edilir. Bu ark tamamlanmışsa, işitme siniri stimüle edildiğinde mikroskoptan stapedius kasının kontraksiyonları görülebilir.

Testlerde sorun çıkmazsa, uygun şekilde kapatma işlemine geçilir. Postoperatif birinci gün elektrotun intrakoklear yerleşimi Stenvers grafisi veya transorbital petröz grafi ile kontrol edilir.

Koklear implantasyonda farklı cerrahi teknikler de tanımlanmıştır. Suprameatal yaklaşımda, mastoidektomi yapılmadan dış kulak yolunun süperiorunda açılan tünelden elektrotlar ilerletilir. Pediyatrik koklear implantasyon için tanımlanan bir yöntem olan minimal giriş cerrahisinde ise, saç traş edilmeden yapılan kısa, oblik bir insizyondan girilerek, küçük bir subperiostal flep yoluyla kemikte çukur açılır (59).

2.16. KOKLEAR İMPLANTASYON KOMPLİKASYONLARI

2.16.1. Ameliyat Sırasında Ortaya Çıkabilen Komplikasyonlar: Koklear implant cerrahisinde, genel anestezi ve otolojik cerrahi ile ilişkili komplikasyonların hepsi meydana gelebilir. Bunlar; Fasiyal sinir veya korda timpani zedelenmesi, kulak zarı perforasyonu, perilenf kaçağı (gusher), kanama, elektrot hasarı ve yanlış yerleştirilmesi.

2.16.2. Ameliyat Sonrasında Oluşabilen Komplikasyonlar:

2.16.2.1. Major Komplikasyonlar: Perilenf fistülüne bağlı postoperatif sürekli vertigo, dolaşım bozukluğuna bağlı cilt flebi nekrozu ve yara açılması, alıcı/uyarıcı bobinin atılması, implantın arızalanması, labirentit/menenjit.

2.16.2.2. Minör Komplikasyonlar: Yüz veya boyunda istemsiz kasılmalar, vertigo/dizziness, tinnitus, tat duyusunda değişiklikler, hematoma, enfeksiyon, aerosel, cilt flebinin kalın olması, ağrı.

2.17. KOKLEAR İMPLANTIN AYARLANMASI VE REHABİLİTASYON

2.17.1. Fitting: Yara yerinde yeterli iyileşme sağlandıktan sonra, koklear implant ilk olarak çalıştırılmaya başlanır. Bu süre genellikle operasyondan sonraki 3. haftaya rastlar. Telemetrik işlem yapılarak fonksiyon gören elektrotlar belirlenir. Bu işlem sırasında ayrıca, elektrotlar arasında kısa devre olup olmadığı ve elektrot dirençleri saptanmaktadır. Konuşma işlemcisi bilgisayara bağlanarak, değişik elektrotlardan kokleaya sinyaller gönderilir. Bu sinyaller farklı perdede ve şiddette sesler oluşturur. Hastadan bu sesleri, en az (Threshold/T-level) ve en rahat (Comfort/C-level) duyduğu sesler şeklinde sıralaması istenir. Fitting sonunda, değişik sinyaller ile bunların meydana getirdiği seslerin şiddeti arasındaki korrelasyon konuşma işlemcisine yüklenir. Bu bilgi ileride işlemci ve implant tarafından günlük seslerin, rahat ve yararlı işitmeyi sağlayacak sinyallere dönüştürülebilmesi için kullanılacaktır. Böylece dinamik işitme ayarı yapılarak her elektrotun diğer elektrotlar ile olan tizlik ve şiddet ilişkileri de belirlenebilmektedir.

Bilgisayar yazılımları ile yapılan bu işlem, uyum sağlayan yetişkinlerde gerçeğe son derece yakın değerlerde ve kolaylıkla mümkün olabilmekte, eşik ve rahat dinleme seviyesine ait değerlerde değişiklikler (mapping) kolaylıkla yapılabilmektedir. Yetişkin hastalarda hastanın uyumu ve katkıları ile yapılan bu değişiklikler sonucu konuşmanın

en iyi anlaşıldığı eşikler elde edilebilmektedir. Ancak 2 yaş civarındaki prelingual işitme kayıplı çocuklarda bu işlem güçtür.

Postlingual ve işitmeden yoksunluk süresi kısa olan hastalarda, koklear implant ile en iyi sonuçların alınmasının yanı sıra rehabilitasyon gereksinimi de çok azdır. Hastalar için yeni bir tecrübe olan bu farklı sese, alışma ve beynin bu sinyalleri etkili bir şekilde algılaması için geçen süre, hastadan hastaya farklılık göstermekte ve bazen birkaç ay sürebilmektedir.

Başlangıçta işlemciye şiddet ayarları farklı iki ayrı program yüklenmekte ve böylece hastaya seçme olanağı sağlanmaktadır. Bu sayede hasta değişik ses ortamlarında en rahat ettiği programı seçme imkânına sahip olacaktır. Genelde konuşma işlemcisinin programlanması ve ince ayarları, ilk aylarda birkaç kere, daha sonra yılda 1 kez yapılmaktadır.

Koklear implant uygulandıktan sonraki eğitim programı belirli basamakları içermektedir. Çocuklarda koklear implant sonrası eğitim, özellikle prelingualerde büyük güçlükler göstermektedir. Eğitimin uygulanması ve uygun fitting'in sağlanabilmesi deneyimli ekiplerde bile uzun zaman almaktadır.

Prelingual çocuklarda endikasyon koyarken de bazı testlerin uygulanması gerekmektedir. Burada çocuğun duygusal durumu ve çevreye olan ilgisi de değerlendirilmektedir. Eğitimde ise fitting'i yapacak uzman, eğitim odyoloğu ile birlikte çalışmaktadır.

2.17.2. Rehabilitasyon Basamakları:

2.17.2.1. Tonları ve Sesleri Dinleme: Başlangıçta öncelikle hastanın dikkati sese çekilmektedir. Hastanın, sesin başlama ve bitişini fark edebilmesi gerekmektedir. Daha sonra belirli aralıklarla sesler verilmekte ve hasta kaç adet ses stimülasyonu olduğunu ayırt etmektedir. Bu aşamalardan sonra hastanın, seslerin kısa ya da uzun, zayıf ya da şiddetli, ince ya da kalın olduğunu ayırt etmesi gerekmektedir.

2.17.2.2. Çevre ve İnsan Seslerini Dinleme: Bu aşamayı geçtikten sonra, çevre ve insan seslerine yönelik çalışmalar yapılmakta ve hastanın bu sesleri tanınması istenmektedir (davul, su akması, kaza sesi gibi). Eğer bu sesler hastaya bir liste halinde verilirse, buna "kapalı set" (closed-set) denir. Hastaya listede olmayan bir ses verilirse, buna "açık set" (open-set) denir. Bu ses örnekleri daha sonra ikili, üçlü, dörtlü gruplar halinde verilerek hasta çalıştırılmaktadır. Daha sonra insan seslerinin ayırt edilmesi ve tanınmasına geçilmektedir. Burada ses örnekleri kadın, erkek ve çocuk sesleriyle verilmekte, daha sonra değişik kişi sesleriyle örnekler zenginleştirilmektedir.

2.17.2.3. Suprasegmental Özellikler – Tanıma: Daha sonra kelime ve uzunluğunun algılanması egzersizlerine geçilmektedir. Bu aşamadan sonra, cümle içinde vurgu yapılan kelimenin ayırt edilmesi egzersizlerine geçilmektedir. Ayırt etme egzersizlerinde, tek ve çift heceli kelimeleri ayırt etmesi istenmektedir. Bu örnekler dört kelimeye kadar çıkarılabilmektedir.

2.17.2.4. Suprasegmental Özellikler - Ayırt Etme: Eğitimin ilerleyen dönemlerinde, kelime setleri okunarak hastadan önceden verilen kelimeyi bulması istenmektedir. Daha sonra sesli ve sessiz harfleri ayırt edebilmesi için ikili kelime setleri verilerek bunları ayırt etmesi istenmektedir.

2.17.2.5. İşitsel Anlama: İşitsel olarak ayırt etme için öncelikle sayılar, daha sonra "merhaba, günaydın" gibi çok kullanılan sesleri tanıması istenmektedir. Sonra kelime listeleri ile önce kapalı listeler, daha sonra da açık listeler kullanılarak anlama yeteneği ölçülmektedir.

2.18. ERİŞKİNLERDE POSTOPERATİF İŞİTMENİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Koklear implanttan faydanın değerlendirilmesi, konuşmayı anlamadaki kazançla ölçülür. Koklear implantla konuşmanın anlaşılma düzeyini belirlemek için, çok değişkenli bir analiz gereklidir. Hasta ve cihazla ilişkili bu değişkenler arasında:

2.18.1. Hasta ile ilgili değişkenler: İşitme kaybının başlama yaşı, implantasyon yaşı, sağırılık süresi, preoperatif işitme düzeyi, spiral gangliyon hücrelerinin sayı ve yerleşim yeri, skala timpaninin açık olması, bilişsel beceriler, kişilik, görsel dikkat, motivasyon, iletişim biçimi ve işitsel hafıza.

2.18.2. Cihazla ilgili değişkenler: İşlemci, implant, elektrot biçimi ve sayısı, implant kullanım süre ve tarzı ve konuşma işlemcisi stratejisi gibi değişkenlerin çoğundan etkilendiği ortaya konmuştur. Konuşmayı anlama düzeyinde en etkili değişkenin, implant kullanım süresi olduğu saptanmıştır.

2.18.3. Ölçüm Değişkenleri: Ölçüm değişkenleri mümkün olduğunca standardize edilmelidir. Konuşmanın algılanması, dudak ve yüz hareketlerindeki ipuçlarından da yararlanılarak, implant kaynaklı işitsel stimulus yoluyla meydana gelir. Testleri uygulayan kapalı-uçlu veya açık-uçlu kelime veya cümle testlerini tercih edebilir. Kapalı uçlu testlerde, hastadan listedeki dört şıktan birini seçmesi istenir. Açık uçlu testte ise, sadece işitsel bilgi verilerek tekrarı istenir. Kapalı-uçlu testler ve (tekrar edilebilen kelime sayısı ile skorlanan) cümle testlerinde, tipik olarak, açık-uçlu testler veya tek kelime testlerinden daha fazla doğru cevap yüzdeleri elde edilir. Bu durum, kapalı uçlu ve cümle testleri kullanıldığında, kavramsal bütünlüğün algıyı kolaylaştırmasından kaynaklanır. Sesin sunum

biçimi de konuşmayı anlama skorlarını etkileyebilir. Genel olarak canlı sunumlar, kayıttan dinletilen sunumlardan daha yüksek skorlar sağlar.

Yeni implant teknolojilerinin gelişimi ve implant kullanım sürelerinin artmasıyla, açık-uçlu konuşma algısının iyileşmesi, algısal yeteneğin daha hassas değerlendirilmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. Bir konuşmayı algılama testinin zorluğunun artırılması, basit, günlük ifadelerle test yapmaktan kaynaklanan kolaylaştırıcı etkileri sınırlar. Testlerin zorlaşması, karşılaştırmalar için daha yararlı verilerin elde edilmesini sağlar.

2.19. ÇOCUKLARDA POSTOPERATİF İŞİTMENİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çocuklarda konuşmayı anlama sonuçları ileri derecede değişken olup, temel olarak olgu seçiminden çok fazla etkilenir. İşitmesini çok erken kaybeden çocuklar, implant aracılıklı işitsel uyarılarla eşleştirebilecekleri işitsel bellekten yoksundurlar ve bu nedenle lisan öğrenmelerini engelleyecek diğer problemlere de sahiptirler. Performans değişkenliğini arttıran bu durum, implantasyon öncesi kapsamlı incelemenin önemini ortaya koyar. Aile desteğini değerlendirirken, psikososyal eğilimlerdeki büyük farklılıkları göz önünde bulundurmak gereklidir. Çok erken başlangıçlı sağırılığı olan hastalara uygulanacak koklear implantasyonda başarılı olabilmek için yapılacak girişimin erken olmasının önemi gittikçe belirginleşmiştir. İşitme kaybının süresi, iletişim biçimi, işitme kaybının başlangıç yaşı ve kullanılan konuşma işlemcisi, kapalı-uçlu testlerdeki değişkenliğin kabaca %35'inden sorumluyken, implant kullanım süresi ise tek başına daha fazla yüzdeden sorumludur.

İmplantlı çocukların işitsel performans kapasiteleri geniş bir dağılım gösterdiğinden, bu çocuklara uygulanacak testler de sesin basit olarak farkında olmaktan, sesteki vurgu ayırımına, kapalı uçludan, açık uçlu konuşma algısına kadar geniş bir yelpazeyi değerlendirmelidir. Bu testler postoperatif 3 ila 6. aylarda yapılmaya başlanmalıdır. Çeşitli kapalı ve açık uçlu testler mevcuttur. Örneğin 25 sorudan oluşan bir testte, altı adet resim gösterilir ve birinin adı söylenerek seçmesi istenir. Resimlerin çoğu fonetik olarak birbirine yakındır. Açık uçlu testler ise, genellikle günlük yaşamda sık karşılaşılan kelimelerden oluşur. Açık uçlu testler içinden zoru, 'fonetik olarak dengeli-anaokulu testi'dir. Bu test fonetik olarak dengeli tek heceli kelimelerden oluşur, 4 yaşın üzerindeki çocuklar için uygundur.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmaya, Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak-Burun-Boğaz Anabilim Dalı'nda, Ekim-2006 ve Aralık-2007 tarihleri arasında, prelingual bilateral totale yakın veya total sensörinöral işitme kaybı olan, işitme cihazından fayda görmeyen koklear implantasyon uygulanmış ve postoperatif dönemde en az 6 ay geçmiş olan 55 hasta dahil edildi.

Çalışma ile ilgili olarak, Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Etik Kurulunun 28.05.2007 tarihli toplantısında, kurulun 05-2007/17 nolu kararıyla araştırmanın yapılmasının uygunluğuna onay alındı.

Polikliniğimize işitme kaybı ve konuşma problemi şikayetleri ile aileleri tarafından getirilen ve yapılan tetkikler sonucunda ileri derecede sensörinöral işitme kaybı saptanan ve koklear implant uygulanan hastaların verileri retrospektif olarak incelendi. Koklear implant uygulanan hastaların preoperatif klinik, odyolojik ve radyolojik bulguları, postoperatif işitme sonuçlarıyla karşılaştırıldı.

İlk olarak hastaların birinci dereceden yakınlarından hikayeleri ayrıntılı olarak alındı. Kulak burun boğaz muayeneleri yapıldı. Daha sonra saf ses/serbest saha odyometrisi, timpanometri, akustik refleks ölçümleri, takiben de ABR ve OAE testleri uygulandı. Tüm hastalar çocuk psikiyatrisi bölümüne ve gerekli görülen hastalar çocuk nörolojisi bölümüne konsulte edildi. Uzman odyolog tarafından hastaların odyolojik verileri, işitsel algı performansları değerlendirildi.

Bilateral totale yakın veya total sensörinöral işitme kaybı olan hastalara, en az altı ay süre ile bilateral işitme cihazı uygulandı. İşitme cihazından fayda görüp göremedikleri, uzman odyolog tarafından değerlendirildi. İşitme cihazından fayda görmeyen ve koklear implant uygulamasına karar verilen hastalara, radyolojik olarak yüksek rezolüsyonlu temporal bilgisayarlı tomografisi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) tetkikleri yapıldı.

Anabilim Dalımız öncülüğünde, içinde KBB uzmanı, uzman odyolog, çocuk psikiyatrisi uzmanı, çocuk nörolojisi uzmanı ve radyoloji uzmanı bulunan bir konsey oluşturuldu. İlgili uzmanların görüşleri alınarak, koklear implant operasyonu olacak

hastalar belirlendi. İmplant adayını her hasta için, uzman odyolog aile değerlendirmesi de yapıldı. Aileye koklear implantasyonun ne olduğu, ameliyat sonrası dönemde kendilerini ne gibi bir durumun beklediği, rehabilitasyonun önemi hakkında bilgiler verildi. Hastalar ameliyat öncesi dönemde en az 6 ay süre ile bilateral işitme cihazı ile takip edildi.

Koklear implant ameliyatının hangi kulağa yapılacağına tespitinde; odyometrik test sonuçları, radyolojik görüntüleme yöntemlerindeki bulgulara ve hastanın genel durumuna bakılarak karar verildi. Radyolojik olarak herhangi bir engelin bulunmadığı durumlarda, işitsel performansı iyi olan kulak tercih edildi. Radyolojik yöntemlerle yüksek juguler bulbus veya mastoid havalanmasının yetersiz olduğunun saptanması halinde diğer kulak seçildi. Odyolojik ve radyolojik bulguların aynı olduğu durumlarda, hasta sağ elini kullanıyorsa sağ kulak, sol elini kullanıyorsa sol kulak tercih edildi.

Hastalara genel anestezi altında, modifiye minimal postaurikuler insizyon (Resim 3), mastoidektomi ve posterior timpanotomi yaklaşımı ile koklear implant cerrahisi yapıldı. Koklear implant cihazı, posterior timpanotomi veya oval pencere yolu ile hastalara tatbik edildi. Hastaların hepsine çok kanallı, Medel Koklear İmplant Cihazı (Medel Pulsar C1 100, Austria) uygulandı. İntraoperatif olarak telemetrik ölçümler ile elektrotlar kontrol edildi ve akustik stapes refleksine bakıldı. Telemetrik ölçümler fitting cihazı (Medel dib II, Austria) kullanılarak yapıldı ve Maestro by Medel fitting programı kullanılarak kayda alındı. Postoperatif erken dönemde çekilen Stenvers grafisi ve transorbital petröz grafi ile implant yeri kontrol edildi.



Resim 3: Minimal postauriküler insizyon.

Çalışmaya dahil edilen 55 hastaya, ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası dönemde EARS (Evaluation of Auditory Responses to Speech) test bataryasının LİP ve MTP alt grup testleri uygulandı. EARS test bataryasının diğer alt grupları olan iki heceli kapalı uçlu, Matris, iki heceli açık uçlu ve GASP testleri, implant sonrası ileri dönemlerde uygulandığından dolayı bizim çalışmamızda kullanılmadı. LİP testinde 30 puan ve üzerinde puan alan hastalara MTP testi uygulandı. Hastalar iç kulak anomalisi olmayanlar (Grup 1) ve iç kulak anomalisi olanlar (Grup 2) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Tüm hastaların ameliyat öncesi test sonuçları, ameliyat sonrası test sonuçlarıyla karşılaştırıldı. Ayrıca ameliyat öncesi BT ve MRG tetkiklerinde, iç kulak malformasyonu saptanan hastaların, EARS test bataryası sonuçları; koklear implant kullanma süresi eşit olan ve görüntüleme yöntemlerinde iç kulaklarında herhangi bir malformasyon saptanmayan hastaların EARS test bataryası sonuçları ile karşılaştırıldı. Hastaların hepsi ameliyat sonrası dönemde fitting ayarları yapıldıktan sonra özel rehabilitasyon programlarına yönlendirildi. Çalışmamıza dahil edilen olgu serisi henüz yeni olduğu için, EARS test bataryasının LİP ve MTP alt grup testlerinin sonuçları değerlendirildi.

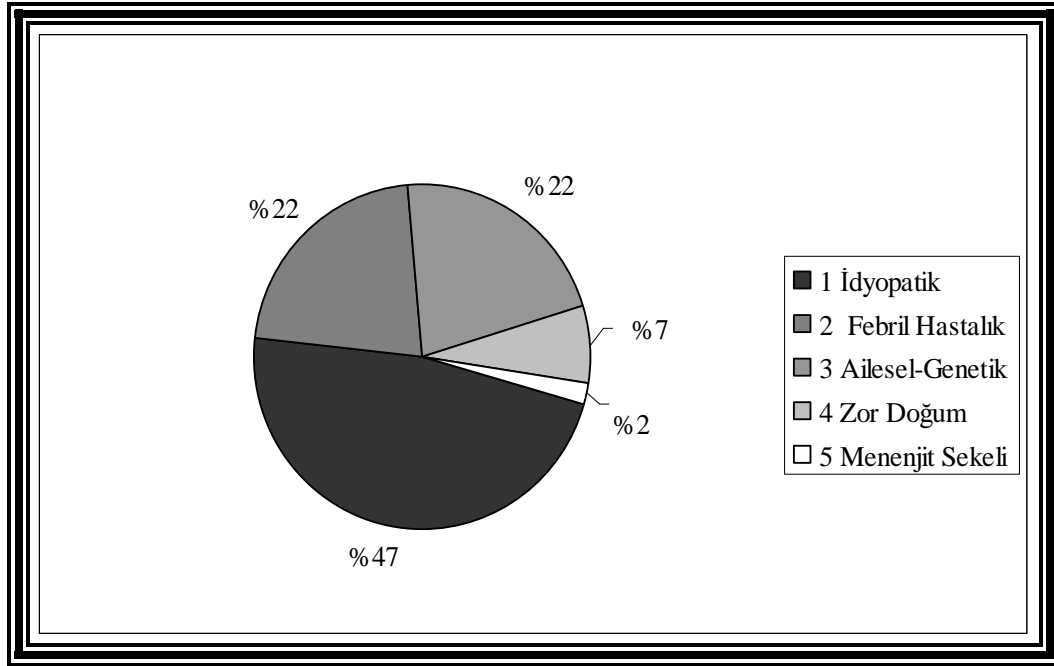
Hastaların postoperatif telemetri ölçümlerindeki hız değerleri, preoperatif ve postoperatif EARS testi sonuçları anomalili grupta ve anomalisi olmayan grupta, Mann Whitney- U tekniği kullanılarak istatistiksel olarak karşılaştırıldı. $p < 0.05$ değerleri anlamlı olarak kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen prelingual 55 hastadan 30'u erkek (%54.5), 25'i kız çocuğu (%45.4) olup; yaş ortalamaları 36 ay (8–72 ay) olarak saptandı. Postlingual olgular çalışma dışı bırakıldı.

Koklear implant uygulaması, hastaların 29'unda (%53.5) sağ kulağa, 26'sında (%46.4) sol kulağa yapıldı.

Çalışmaya katılan 55 hasta, işitme kaybının başlangıcına göre sınıflandırıldığında tamamı (%100) prelingual olarak değerlendirildi. Çalışmaya dahil edilen 55 hasta, işitme kaybı etiyojisine göre değerlendirildiğinde; 26 hastada idyopatik (%47.2), 12 hastada febril hastalık (%21.8), 12 hastada ailesel-genetik (%21.8), 4 hastada zor doğum (%7.2), 1 hastada menenjit sekeli (%1.8) geçirdiği tespit edildi (Şekil 6).



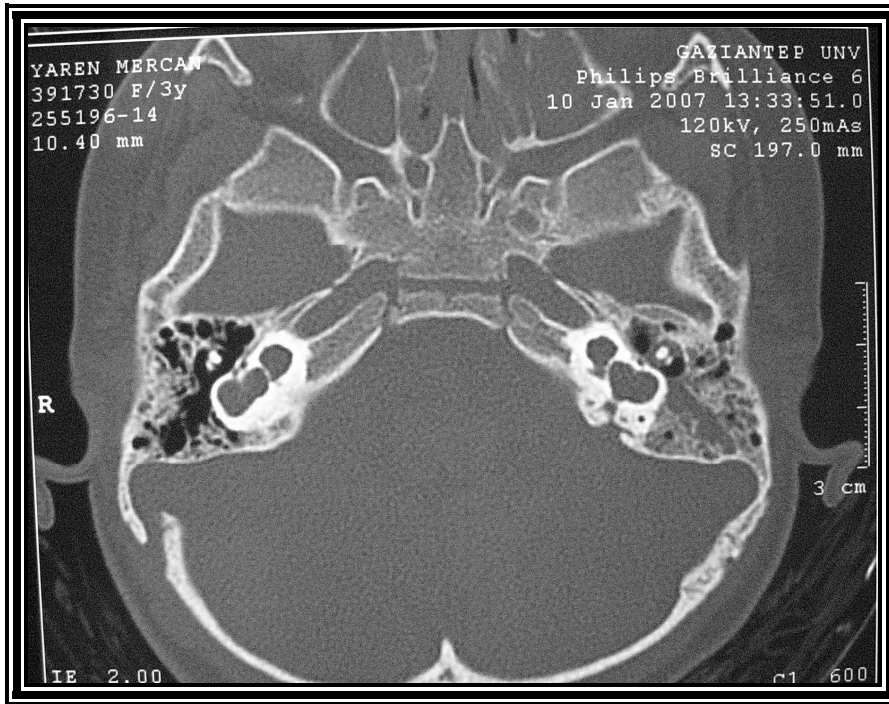
Şekil 6: Hastaların etiyojisine göre sınıflandırılmaları.

Hastaların odyometrik test sonuçları değerlendirildiğinde; tüm hastalarda ABR değerlerinin 94–102 dB'in arasında (ortalama 98 dB), totale yakın veya total sensörinöral işitme kaybı olduğu tespit edildi.

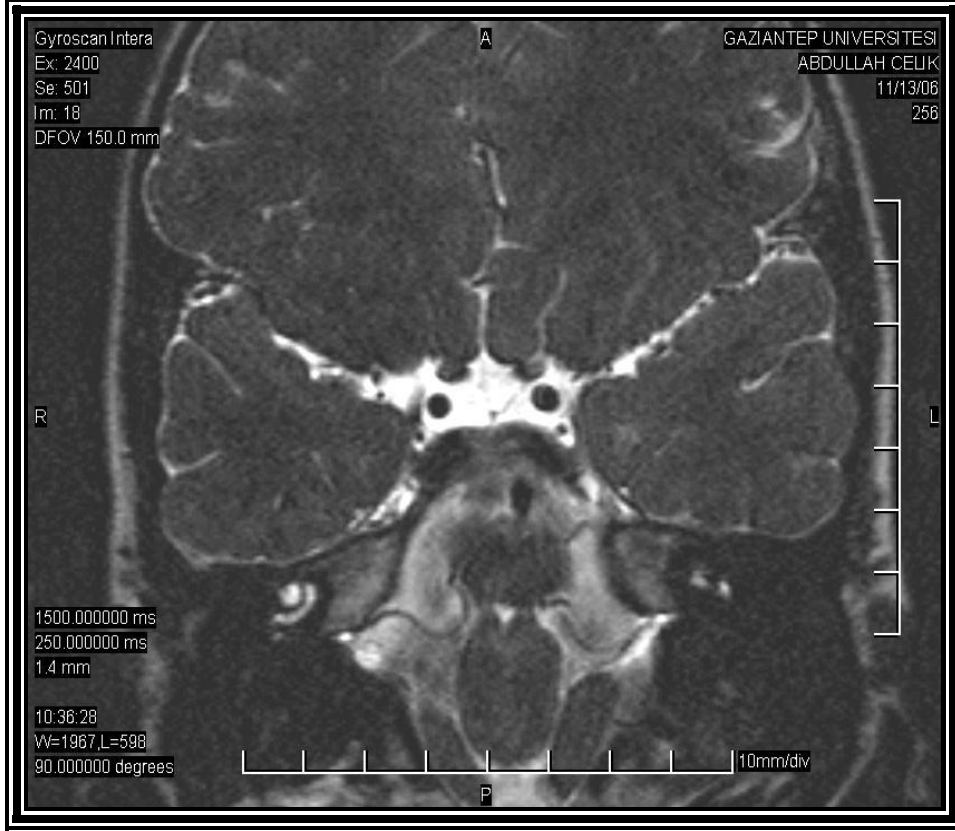
Bir hastada otoskopik muayenede, bilateral seröz otitis media tespit edildi ve bu hastanın timpanogram testinde bilateral tip-B eğri görüldü. Bu hastaya, uzun süreli antibiyoterapi uygulandı. Seröz otitis media durumunun devam etmesi üzerine, bilateral ventilasyon tüpü tatbik edildi. Yaklaşık dört ay sonra, tüpler çıkartıldı ve bir ay sonra koklear implant cerrahisi yapıldı.

Bir hastada, OAE testine yanıt alındı, koklear mikrofonik potansiyeller saptandı ancak ABR testinde 98 dB işitme kaybı olduğu görüldü. Bu hasta odituvar nöropati olarak kabul edildi. Hasta 6 ay boyunca takip edildi, işitme cihazından fayda görmediği tespit edildi. Sağ kulağına koklear implant uygulandı.

Hastaların tümüne ameliyat öncesi yüksek rezolüsyonlu bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme tetkikleri yapıldı. 55 hastanın 14'ünde radyolojik olarak çeşitli formlarda iç kulak malformasyonu tespit edildi (Tablo 2) (Resim 4, Resim 5, Resim 6).



Resim 4: İnkomplete partitasyon tip-II (Klasik Mondini deformitesi). Aksiyel bilgisayarlı tomografi kesiti.



Resim 6: Koklear ossifikasyon. Manyetik rezonans görüntüleme kesiti.

Hastaların hepsine posterior timpanotomi yapıldı (Resim 7). 55 hastanın 53'üne promontorium kokleostomisi, 2'sine yuvarlak pencere kokleostomisi yoluyla koklear implant yerleştirildi (Resim 8).



Resim 7: Posterior timpanotomi ve promontorium kokleostomisi.



Resim 8: Koklear implant cihazının yerleştirilmiş görüntüsü.

İntraoperatif telemetrik ölçümlerde, 3 hastada stapes adale refleksi alınmadı. 52 hastada stapes adale refleksi alındı.

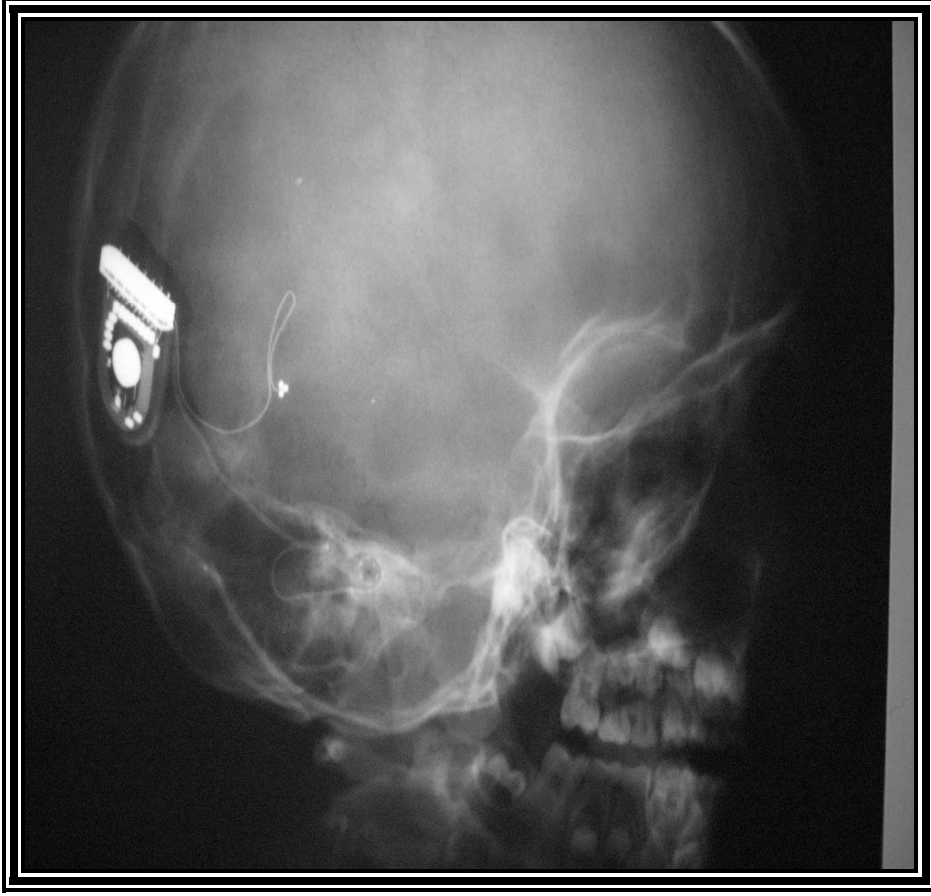
Hastaların 42'sinde 12 elektrot aktif olarak çalışmaktaydı. 13 hasta da bazı elektrotlar çalışmamaktaydı (Tablo 3). Ameliyat sonrası erken dönemde, Stenvers Grafisi ve transorbital petröz grafi ile yapılan kontrollerde tüm elektrotların uygun şekilde yerleşmiş oldukları tespit edildi (Resim 9, Resim 10, Resim 11).

Tablo 2: İç kulak malformasyonu saptanan hastaların radyolojik bulguları ve etiyolojileri.

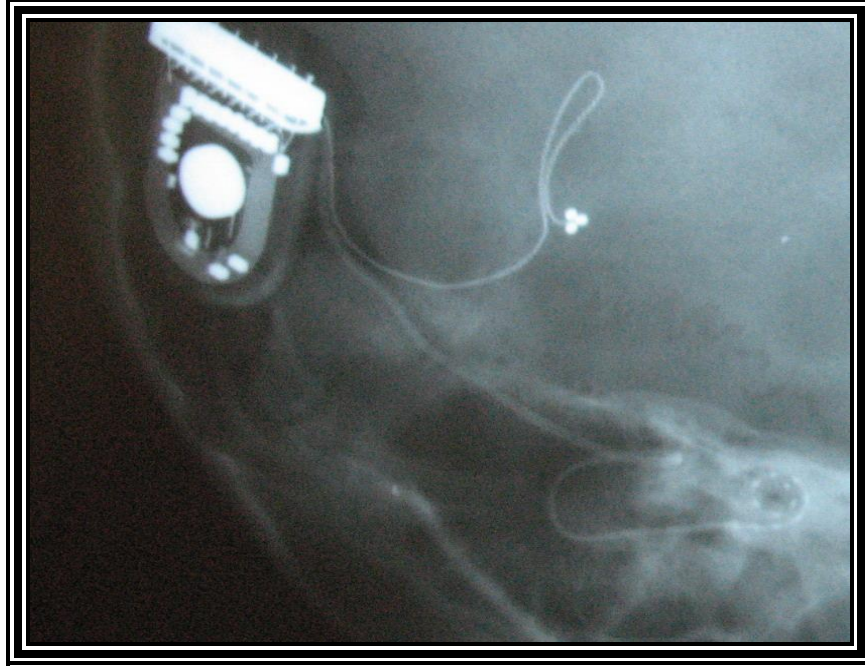
HASTA NO	ETİYOLOJİ	RADYOLOJİK BULGULAR
7	Menenjit sekeli	Koklear akuadukt genişliği, sağda 4 mm, solda 5mm ölçülmüştür. Solda kokleanın ve semisirküler kanalların büyük kesiminde diffüz ossifikasyon izlenmekte olup, labirent oblitere görünümündedir. Görünüm labirentitis ossifikans ile uyumludur. Sağda koklea bazal turu ile vestibül arasında ki membranöz labirentte plak tarzı kalsifikasyonu düşündüren görünüm izlenmektedir.
13	İdyopatik	Bilateral vestibül ve süperior semisirküler kanal posterior kesimi geniş izlenmekte olup, posterior semisirküler kanallar izlenmemektedir.
14	İdyopatik	Bilateral posterior ve süperior semisirküler kanalların çatısında ayrılma izlenmektedir.
18	Zor doğum	Bilateral koklealar, kaviter ve displastik görünümündedir. Bilateral vestibül ile lateral ve posterior semisirküler kanallar birleşik ve displastik, tek kavite görünümündedir. Solda süperior semisirküler kanal ile posterior semisirküler kanal devamlılık göstermekte ve tek bir kanal olarak izlenmektedir. Sağda süperior semisirküler kanal, vestibülden yukarı uzanan dilate, displastik sadece kısmen şekillenmiş bir kanal şeklindedir. Solda vestibüler akuadukt geniş izlenmektedir. Sağda ise vestibüler akuadukt izlenmemiştir.
20	Prematür	Bilateral süperior ve posterior semisirküler kanalların çatılarında milimetrik defekt izlenmektedir.
21	Ailesel	Bilateral süperior semisirküler kanal çatısında defekt izlenmektedir.
22	Zor doğum.	Bilateral koklea ve semisirküler kanallar kistik görünümündedir.
23	İdyopatik	Bilateral kokleovestibüler displazi izlenmektedir.Mondini anomalisi.
26	İdyopatik	Bilateral lateral semisirküler kanallar hipoplazik görünümündedir.
29	Ailesel	Bilateral vestibüler akuadukt dar olarak izlenmektedir.
30	Ailesel	Bilateral süperior ve posterior semisirküler kanalların çatılarında defekt izlenmektedir.
32	İdyopatik	Bilateral posterior semisirküler kanalların çatısında defekt izlenmektedir.
48	İdyopatik	Solda süperior semisirküler kanalın çatısında defekt izlenmiştir.
50	Febril hastalık	Sağda koklea küçük, kistik ve displazik yapıda izlenmektedir. Sağda vestibül- semisirküler kanallara ait görünüm saptanmamıştır. Solda koklear kıvrımlar gelişmemiş olup, koklea displazik ve kistik görünümündedir. Solda vestibülde, lateral semisirküler kanalda ve süperior semisirküler kanal ön bacağında belirgin kistik dilatasyon mevcuttur. Solda vestibül akuadukt geniş izlenmektedir. İnternal akustik kanal çapı, sağda 2 mm, solda 4 mm olarak ölçülmüştür.



Resim 9: Elektrotun iç kulaktaki pozisyonunu gösteren postoperatif transorbital petröz grafi.



Resim 10: Postoperatif dönemde Stenvers grafisi ile elektrotun kontrolü.

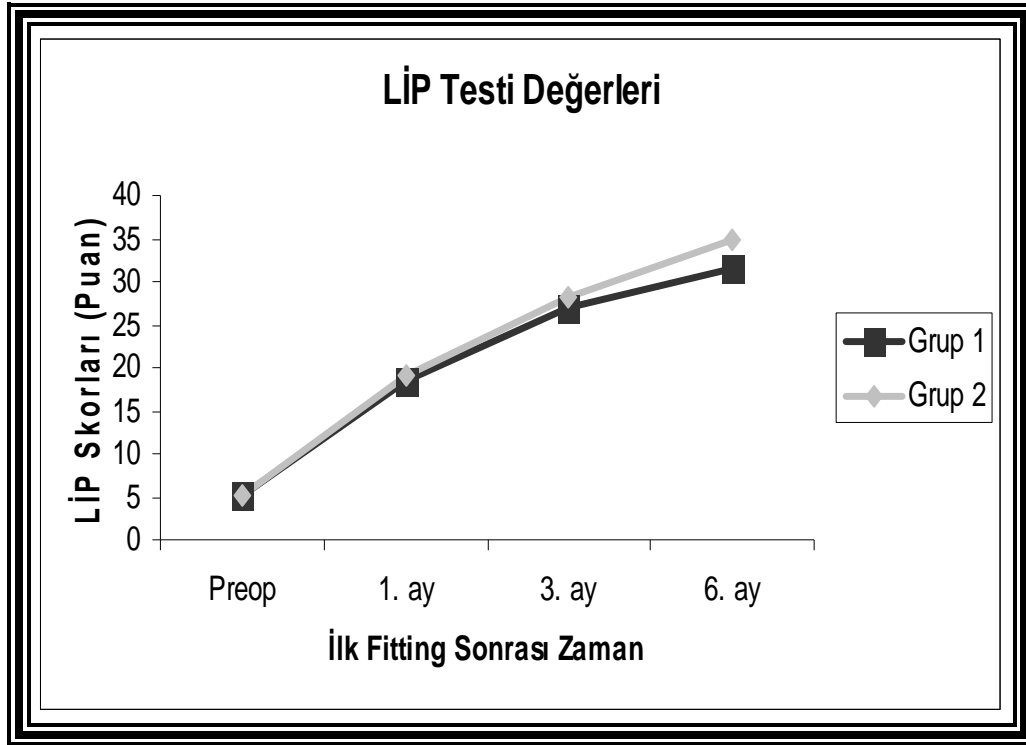


Resim 11: Elektrotun iç kulaktaki pozisyonunu gösteren postoperatif Stenvers grafisi.

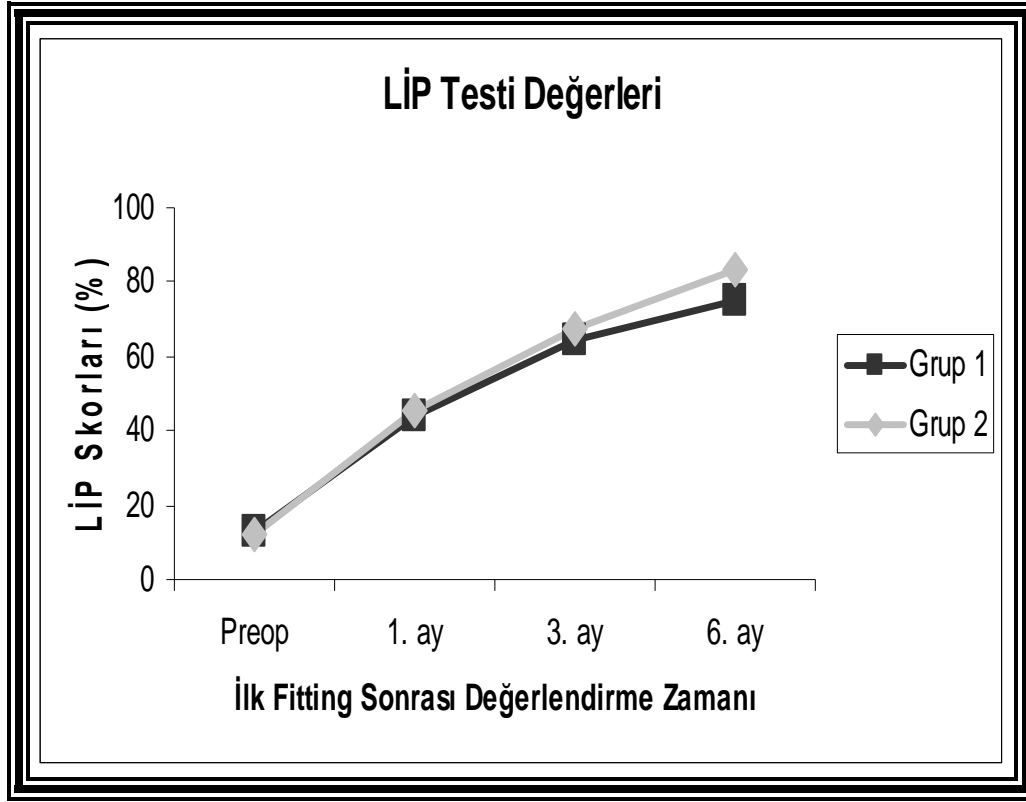
Tablo 3: Aktif olarak çalışan/çalışmayan elektrot sayısı, elektrot hızları ve hastalar (q/u: quick/unit).

Hasta No	SAR(Stapes adele refleksi)	Telemetri	Hız(q/u)	Aktif Elektrotlar	Çalışmayan elektrotlar
3	+	8	1240	10	2
8	+	9	1056	11	1
13	+	6	1345	10	2
14	+	5	1835	11	1
17	+	8	1258	8	4
18	+	4	1054	10	2
20	+	7	1357	10	2
23	+	6	1054	9	3
24	+	6	1151	10	2
25	-	9	1149	10	2
27	+	7	1029	11	1
42	+	6	1050	11	1
48	+	8	1043	11	1
50	+	6	988	10	2

Anomalisi olmayan (Grup1) ve anomalili (Grup 2) hastaların LİP değerleri sonuçları preoperatif dönemde ve fitting sonrası 1. ay, 3. ay ve 6. aylarda istatistiksel olarak incelendiğinde anlamlı bir fark tespit edilmedi ($p>0.05$). İmplant öncesi dönemde LİP skorları, her iki grupta da ortalama 5 (%12) olarak saptandı. İlk fitting sonrası ortalama değerler: 1. ayda Grup 1’de 18.5 (%44.1), Grup 2’de 19 (%45.6); 3. ayda Grup 1’de 27 (%64.2), Grup 2’de 28 (%67.3); 6. ayda Grup 1’de 31 (%75), Grup 2’de 34 (%83) olarak tespit edildi (Şekil 7, Şekil 8).

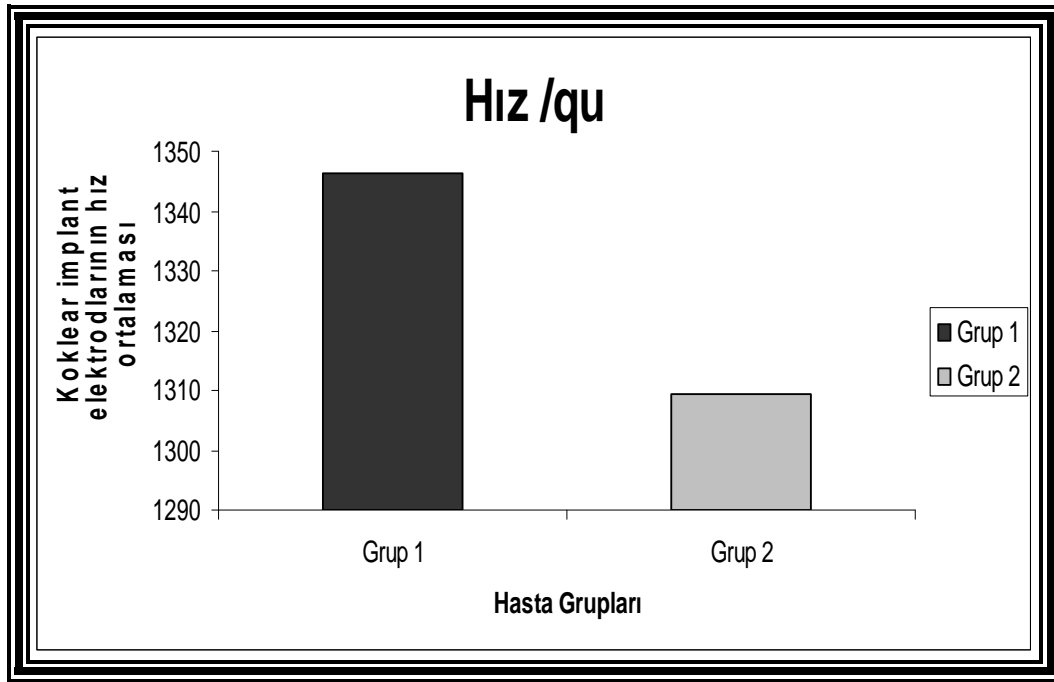


Şekil 7: LİP Testi Değerleri (Puan). Grup 1 ve Grup 2.



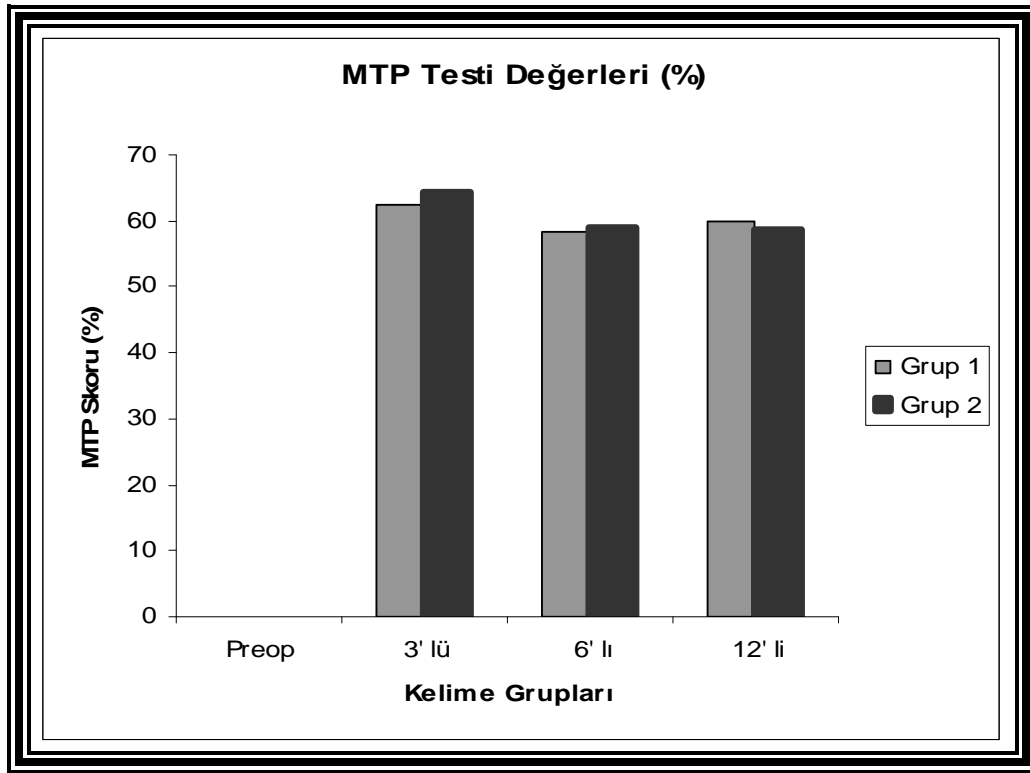
Şekil 8: LİP testi değerleri (%). Grup1 ve Grup 2.

Anomalisi olmayan olgular (Grup 1) ve anomalisi olan olguların (Grup 2) elektrot hızlarının ortalama değerleri karşılaştırıldığında, anomalisi olmayan olguların elektrot hızlarının ortalama değerlerinin daha yüksek olduğu saptandı. Elektrotların alışma hızı incelendiğinde ortalama olarak Grup 1’de 1345 qu, Grup 2’de 1310 qu olarak saptandı. 42 olguda 12 elektrotun tamamının çalıştığı görüldü. 13 olguda ise hız düşüklüğü nedeniyle bazı elektrotlar devre dışı bırakıldı (şekil 9).



şekil 9: Grup 1 ve Grup 2 arasındaki elektrot hızlarının karşılaştırılması.

Anomalisi olmayan olgular (Grup 1) ve anomalisi olan olgular (Grup 2) arasındaki, preoperatif ve postoperatif 6. aydaki MTP skorları istatistiksel olarak karşılaştırıldığında anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0.005$). İmplant öncesi dönemde MTP skorları %0 olarak saptandı. İmplant sonrası MTP testi skorları yaklaşık olarak: 3'lü kelime setinde Grup 1'de 7.5 (%62), Grup 2'de 7.7 (%64); 6'lı kelime setinde Grup 1'de 10.4 (%58), Grup 2'de 10.6 (%59); 12'li kelime setinde Grup 1'de 14.3 (%60), Grup 2'de 14 (%59) olarak tespit edildi (Şekil 10).



Şekil 10: Grup 1 ve Grup 2 arasındaki, preoperatif ve fitting sonrası 6. aydaki MTP testi skorları sonucu.

TARTIŞMA

Dünya sağlık örgütü (The World Health Organization (WHO)), 2001 yılında dünya genelinde yaklaşık olarak 250 milyon işitme kayıplı olgunun mevcut olduğunu açıklamıştır (60). Amerika'da 22 milyon, İngiltere'de 9 milyon, Almanya'da 15 milyon işitme kayıplı olgu olduğu tahmin edilmektedir (61). İşitme kaybı, konjenital anomaliler arasında oldukça sık görülür. Yenidoğan bebeklerde 1:1000 ile 6:1000 oranında işitme kaybı olduğu saptanmıştır. Bu oran yenidoğan yoğun bakım ünitelerindeki risk grubu bebeklerde 10:1000'e kadar çıkmaktadır. İşitme kayıpları, her yenidoğanın taramaya tabi tutulduğu fenilketonüriden 20 kat daha fazla görülmektedir (60). Tanı koymadaki gecikme, dil ve konuşma gelişimi ile bilişsel, zihinsel ve sosyal gelişim açısından önemli bir zaman kaybıdır. Buna karşın erken tanınan ve uygun şekilde rehabilite edilen bir işitme kaybı, bu bireylerin toplumsal ve ekonomik hayata kazandırılması açısından çok önemlidir.

Ülkemizde ise işitme kayıplı hastaların oranı, çeşitli nedenlerle tam olarak tespit edilememiş ve işitme kayıplarıyla ilgili güvenilir bir veri tabanı oluşturulamamıştır. Bu nedenler arasında; hastaların sosyoekonomik ve daha çok da sosyo-kültürel nedenlerle sağlık kuruluşlarına başvuramamaları veya geç başvurmaları, halk sağlığı hizmetlerindeki aksaklıklar ve yeterli tarama programlarının yapılamaması sayılabilir. Ülkemizde her yıl 500 civarında çeşitli derecelerde işitme kaybı bulunan bebek doğmaktadır (62). Ülkemizde 18 yaşından küçük, 158.226 işitme kayıplı olgu olduğu tahmin edilmektedir (63).

Normal bir işitme sistemi, dil ve konuşma gelişimi için şarttır. Ayrıca normal işitme, bebeğin annesi ve çevresi ile iletişimi yanında sosyal ve emosyonel gelişimi için de şarttır. Yenidoğan bebek yaşamın ilk 6 ayında ana dilini oluşturan sesleri çıkarmayı öğrenmekte ve ilk yılın sonunda da anlamlı kelimeleri söylemektedir. İşitme kayıpları, bebeklik döneminde iletişim becerilerinin gelişiminde yarattıkları sensöriyal derivasyon ile hem dil gelişiminde hem de öğrenmede geriliğe neden olabilmektedir. 35–40 dB'lik hafif derecedeki işitme kayıplarında bile çocuk işitme cihazı olmadan günlük yaşantısında sözel iletişiminin %50'sini kaçırabilmektedir.

Yenidoğan döneminde işitme taramasından geçmemiş bir işitme kayıplı bebeğin işitme kaybı tanısı, ortalama 12–30 ay civarında konulabilmektedir. Yenidoğan işitme taramalarının amacı, yenidoğan döneminde işitme kaybı tanısının konulması, ilk altı ay içinde uygun işitme cihazı uygulanması ve işitme kaybının derecesine göre bu cihaz ile ya da koklear implant yapılarak eğitime devam edilmesidir. Bu nedenler ile dünyada ve ülkemizde yenidoğan işitme tarama programları başlatılmaktadır. Benzer şekilde Anabilim Dalımız İşitme-Denge-Ses Ünitesinde, yeni doğan işitme tarama programı başlatılmış olup, işitme kayıplı olduğu tespit edilen 2 bebek takibe alınmıştır.

İşitme kayıplı olguların, etiyolojik nedenleri çok çeşitlidir. Literatürler incelendiğinde edinsel nedenler, genetik nedenlerden daha fazla tespit edilmiştir. Daya H. ve arkadaşları (64) tarafından 80 vakalık implante hastalarda yapılan bir çalışmada; 50 hastada idiyopatik işitme kaybı, 13 hastada genetik işitme kaybı, 6 hastada Mondini malformasyonu, 5 hastada menenjit sekeli işitme kaybı, 3 hastada Usher sendromu, 3 hastada ise nedeni bilinmeyen ilerleyici işitme kaybı saptanmıştır. Brookhouser PE. ve arkadaşları (65) tarafından yapılan 200 vakalık bir çalışmada; %31.5 vakada idiyopatik işitme kaybı, %19 vakada menenjit sekeli, %16 vakada perinatal yüksek risk faktörü, %16 vakada ailesel, %8.5 vakada heredite, %6 vakada CMV enfeksiyonu, %3 vakada kızamık olduğu saptanmıştır. Karataş ve arkadaşlarının (66) yaptığı bir çalışmada ise akraba evliliğinin yaygın olduğu bölgede, ailesel-genetik hikaye daha sık tespit edilmiştir. Çalışmamıza dahil edilen, olgularımızın etiyolojik dağılımlarına baktığımızda; 26 hastada idiyopatik (%47.2), 12 hastada febril hastalık (%21.8), 12 hastada ailesel-genetik (%21.8), 4 hastada zor doğum (%7.2), 1 hastada menenjit sekeli (%1.8) tespit edildi. Çalışmamızın sonuçları da genel olarak literatürler ile uyumluluk göstermektedir.

İşitme kaybı olan bir olgunun, işitmesini ve buna paralel olarak da normal gelişiminin sağlanabilmesi için yoğun bir çaba sürdürülmektedir. Yenidoğan döneminde işitme kaybı tanısının konulması, ilk altı ay içinde uygun işitme cihazı uygulanması ve işitme kaybının derecesine göre bu cihaz ile ya da koklear implant yapılarak eğitime devam edilmesi gerekmektedir. Bu çabaların son aşaması bugünlerde, dünyanın her bölgesinde yaygın olarak başarıyla uygulanan ve total işitme kaybı olan ve işitme cihazlarından fayda görmeyen hastalara koklear implantasyon uygulanmasıdır. Koklear implantasyon uygulanan işitme kayıplı bireyler, gelişimini belirli ölçüde sağlayabilmekte, iş gücü ve ekonomik olarak toplumuna daha yararlı hale gelmektedirler. Bu umut verici sonuçlar bu konudaki çalışmalara cesaret vermektedir.

İleri derecede işitme kaybı saptanan hastalara uygulanan koklear implant protezleri, iç kulağa implante edilmekte ve işitme fonksiyonunu belirli düzeylerde sağlayabilmektedir. Koklear implantasyon uygulanan bireyler, başka ek bir yönteme gerek duymadan iletişim kurabilmektedir. Koklear implant, hemen herkes tarafından bilinen işitme cihazlarından farklı özellikleri olan bir protez sistemidir. İşitme cihazları seslerin şiddetini arttırarak işitme sistemine ek destek sağlarlar. Koklear implant ise bu sistemden farklı olarak, dış ve orta kulağın görevlerine ve sesin yükseltilmesine gerek kalmadan, iç kulağa ameliyatla yerleştirilen elektrotlarla işitme sinirinin elektriksel olarak uyarılmasına bağlı olarak çalışan bir protez sistemidir. Bu sistemin amacı, işitme cihazlarından fayda sağlayamayan işitme kayıplı hastalarda, kullanılabilir bir işitme sağlayabilmektir.

Balkany ve arkadaşları (67) yaptıkları bir çalışmada, koklear implantın adaylık sürecini, cerrahisini, etik kurallarını, rehabilitasyon dönemini ve sonuçlarını değerlendirmişlerdir. İletim tipi işitme kaybı tedavisinde, önemli ve başarılı yöntemler geliştirilmiş olmasına karşın; 20. yüzyılın son çeyreğine kadar sensörinöral işitme kaybı tedavisinde etkili ve başarılı bir yöntem mevcut değildi. Ancak koklear implantasyon uygulamasının tanımlanması ve yaygınlaşması, derin sensörinöral işitme kaybı tedavisinde yeni dönemin başlamasına neden olmuştur. Bu çalışmada, koklear implant uygulamasının işitme kayıplı olguların tümünde olmasa da, büyük çoğunluğunda işitme ve konuşma gelişimi yönünden tatminkar ilerlemeler sağladığı ileri sürülmüştür.

Koklear implantasyon, totale yakın veya total işitme kaybı olan ve konvansiyonel işitme cihazlarından fayda görmeyen ve iç kulak aplazisi olmayan her hastaya uygulanmaktadır. Burada koklear implantasyona aday olma kriterlerinden belkide en önemlisi nöral plastisite kavramıdır. Konuşma ve işitme için zorunlu olan nöral plastisite kavramı henüz çok iyi anlaşılammıştır. Nöral plastisite, merkezi sinir sisteminin özel bir görevi öğrenmeye programlanabilme yeteneğini ifade eder. İnsanlarda pek çok fonksiyon için nöral plastisite gereklidir. İşitme kaybı mevcut olan bir çocuğun erken dönemde tanınması, birçok tedavi yönteminin kullanılabilme şansını da beraberinde getirir. Ancak tanının gecikmesi durumunda, nöral plastisite dönemi kaybolduğu için tedavi seçenekleri de önemli ölçüde azalmaktadır. Buna paralel olarak ülkemizin de dahil olduğu gelişmekte olan ülkelerde, hem sosyoekonomik şartların yetersizliği hem de halk sağlığı hizmetlerindeki yetersizliklerin sonucunda işitme kaybıyla dünyaya gelen bebeklerin tanısındaki gecikmeler, tedavi programlarına olumsuz yönde etki etmektedir (66).

İlk olarak uygulandığı 1960'lı yıllardan bu yana hızlı bir ilerleme gösteren koklear implantasyonun, işitme kaybı olan hastalara olan katkısı yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. İç kulak yapısı normal olan olguların yanı sıra, iç kulak anomalisi bulunan olgularda da başarılı sonuçlar verdiği gösterilmiştir. Totale yakın veya total işitme kaybı tanısı almış olan olguların bir kısmında, değişik derecelerde iç kulak anomalilerinin var olduğu tespit edilmiştir. Konjenital işitme kayıplı çocukların yaklaşık olarak %20'sinde radyolojik tekniklerle iç kulak anomalileri saptanabilmektedir.

Kebapçı ve arkadaşları (68) doğumsal sensörinöral işitme kaybında yüksek rezolüsyonlu bilgisayarlı tomografinin tanı değeri isimli çalışmalarında; sensörinöral işitme kaybı bulunan 98 olguyu incelemiştir. Bu çalışmada yüksek rezolüsyonlu bilgisayarlı tomografi incelemesiyle 23 (%23.5) olguda iç kulak anomalisi saptamışlardır. Yücel ve arkadaşları (69) sensörinöral işitme kaybı olan 40 hastaya yüksek rezolüsyonlu bilgisayarlı tomografi incelemesi yapmışlar ve 2 (%5) hastada iç kulak anomalisi tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda 55 olgunun 14'nün iç kulak yapılarında çeşitli anatomik anomaliler ve 1 olguda radyolojik anomali tespit edildi. Bizim çalışmamızda bu oran yaklaşık olarak %25 olarak saptanmıştır.

Kontrendikasyon olmaması koşuluyla, nedeni ne olursa olsun, totale yakın veya total işitme kaybı olan hastalara uygulanan koklear implantasyon cerrahisini takiben, hem koklear implantasyon ekibini hem hastayı ve hem de ailesini uzun ve zahmetli bir rehabilitasyon sürecinin beklediği açıktır. Bu nedenle implantasyon programına alınan ailelerin ve hastaların beklentileri çok iyi belirlenmeli ve gerçekçi bir düzleme oturtulmalıdır. Çünkü beklenti ve gerçek arasındaki uyumsuzluklar rehabilitasyon döneminde ciddi ve belki de aşılması zor problemlere yol açabilecektir.

Rehabilitasyon sürecinde, implantlı bir hastanın değerlendirmesi objektif kriterler üzerine kurulmaya çalışılmalıdır. Bu şekilde, koklear implanttan sağlanan yarar hastalar arasında ortak bir çerçeveye belirlenmeli ve hastalar arasındaki gelişim oranları objektif bir şekilde elde edilebilmelidir. Bu amaçla hazırlanan EARS test bataryası, implantlı hastaların takibinde gelişim seviyelerini tespit etmek için kullanılmaktadır.

Gstoettner ve arkadaşları (70) koklear implant uyguladıkları ileri derece işitme kaybı olan prelingual 31 çocuk hastanın konuşma ve işitme performanslarını EARS test bataryasını kullanarak incelemiştir. Başlangıç fittingini takiben 1, 3, 6, 12, 18, 24 ve 36. aylarda değerlendirme yapmışlar. Preoperatif LIP skoru %4 iken, postoperatif 1'inci ayda

%30, 3'üncü ayda %55, 6'ıncı ayda %65 ve 36'ıncı ayda %93 olarak tespit etmişlerdir. Olguların MTP testinde de, çok yüksek bir konuşma algı seviyesi elde ettiklerini bildirmişlerdir. MTP testinin 3 seviyesinde de (3 kelime, 6 kelime, 12 kelime) skorların, implantasyon öncesinde %0 iken, implantasyondan sonra 3'üncü ayda %100 olduğunu saptamışlardır. EARS test bataryasının diğer testlerini, sadece 12'inci ve 36'ıncı aylar arasında değerlendirmişler ve closed-set ve open-set testlerin sonucunu %100'e yakın olarak bulduklarını bildirmişlerdir. GASP testinde ki skorların, 18'inci ayda %10 iken, 36'ıncı ayda %100'e sığradığını bildirmişlerdir. Language-Specific Sentence (LSS) Test skorları, 36'ıncı ayda ortalama %78 olarak saptamışlardır. Bu çalışmanın sonucunda, prelingual işitme kayıplı çocuklarda kişisel bir takım farklılıklar olsa da, implantasyon sonrası dönemde işitme ve konuşma performanslarında, sürekli bir iyileşme olduğu ileri sürülmüştür.

Sainz ve arkadaşları (71) yaptıkları bir çalışmada, cerrahileri farklı merkezlerde yapılan, Medel Combi 40/40+ koklear implant kullanıcısı, prelingual 140 çocuk hastanın işitsel performanslarını EARS protokolu ile değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada, EARS test bataryasının LIP ve MTP testleri kullanılmıştır. LIP verilerinin analizine göre, implanttan 1 ay sonra elde edilen skorlar, preoperatif skorlarla karşılaştırıldığında önemli ölçüde gelişme olduğunu göstermişlerdir. MTP testi skorlarının analizinde, 6 ay sonra kelime tanıma becerilerinde, önemli ölçüde gelişme ortaya çıktığını bildirmişlerdir.

Weber ve arkadaşları (72) koklear implantlı hastalarda konjenital malformasyonları inceledikleri çalışmada; iç kulak malformasyonu olan 30 çocuk hastanın bulgularını değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada, Jackler klasifikasyonuna göre; 13 hastada major koklear veya kokleovestibüler malformasyon, 10 hastada saf vestibüler malformasyon ve 7 hastada da geniş vestibüler akuadukt sendromu tanımlamışlardır. Şiddetli koklea malformasyonu olan çocuklarda bile, koklear implantın postoperatif rehabilitasyon sonuçları değerlendirildiğine son derece cesaret verici olduğunu söylemişlerdir. Ayrıca anomalili olgularda, cerrahinin planlamasında ve elektrot yerleştirilmesi aşamasında yüksek rezolüsyonlu bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme tekniklerinin kolaylaştırıcı bir faktör olduğunu ileri sürmüşlerdir. Ancak bütün bunlara rağmen anomalili hastalarda koklear implant uygulamasının, gusher, fasiyal sinir injürisi gibi birtakım risklere daha açık olduğunu söylemişlerdir. Özellikle geniş vestibüler akuadukt varlığında gusher riski ve iç kulak anomalilerine orta kulak anomalilerinin eşlik ettiği durumlarda da fasiyal sinir injürisi riskinin belirgin olduğunu ifade etmişlerdir.

Arnolder ve arkadaşları (73) iç kulak malformasyonlu 6 çocuk hastanın, işitme ve konuşma performanslarını, EARS test bataryasını kullanarak değerlendirmiş ve sonuçların normal kokleası olan hastalarla benzer özellikler gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada da iç kulak anomalisi olan hastaların, konjenital işitme kayıplı hastalara oranı yaklaşık olarak %20 olarak saptanmıştır. İmplantın başarısını etkileyen faktörler arasında en önemlilerin; preoperatif tam bir radyolojik inceleme, iyi bir cerrahi ve bireysel olarak düzenlenen postoperatif rehabilitasyon programı olarak sunulmuştur. 6 hastanın, 2'sinde klasik Mondini Displazisi, 1'inde hipoplastik koklea, 2'sinde lamina kribrozada kemik defekti, internal kulak kanalının geniş olması ve cerrahi sırasında serebrospinal sıvı gelmesi, 1'inde bilgisayarlı tomografi tetkikinin normal olmasına karşın membranöz anomali olduğu tespit edilmiştir. Bu hastaların 5'inde 12 elektrot, 1'inde 9 elektrot tam olarak yerleştirilmiştir. Hastaların değerlendirilmesinde EARS test bataryası kullanılmıştır. Değerlendirme sonucunda, 5 hastanın son derece ileri düzeyde gelişim kaydettiği görülmüş. Diğer hastanın başlangıçta ümit verici şekilde gelişim göstermesine karşın; ailesinin uyumunun yetersiz oluşu ve ailesinin rehabilitasyon programına ciddi şekilde direnç göstermesi nedeniyle performansı yeterli olmamıştır.

Jackler ve arkadaşlarının (74) yaptıkları bir çalışmada, implante edilmiş koklear malformasyonlu 4 hastanın bulguları değerlendirilmiş ve benzer sonuçlar elde edildiğini bildirmişlerdir.

Slattery III ve Luxford (75) implant uygulanmış 7 çocuk ve 3 erişkin iç kulak malformasyonlu hastanın, postoperatif bulgularını titiz bir şekilde değerlendirmiş ve iç kulağı normal olan implantlı hastalarla benzer özellikler gösterdiklerini belirtmişlerdir.

Bizim çalışmamızda da anomalisi olmayan (Grup 1) ve anomalili (Grup 2) hastaların EARS test bataryası sonuçları, preoperatif ve ilk fitting sonrası 1, 3 ve 6. aylarda istatistiksel olarak incelendiğinde anlamlı bir fark tespit edilmedi ($p>0.05$). İmplant öncesi dönemde LİP skorları, her iki grupta da ortalama 5 (%12) olarak saptandı. İlk fitting sonrası ortalama değerler: 1. ayda Grup 1'de 18.5 (%44.1), Grup 2'de 19 (%45.6); 3. ayda Grup 1'de 27 (%64.2), Grup 2'de 28 (%67.3); 6. ay'da Grup 1'de 31 (%75), Grup 2'de 34 (%83) olarak tespit edildi. Anomalisi olmayan olgular (Grup 1) ve anomalisi olan olgular (Grup 2) arasındaki, preoperatif ve postoperatif 6. aydaki MTP skorları istatistiksel olarak karşılaştırıldığında anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0.005$). İmplant öncesi dönemde MTP skorları %0 olarak saptandı. İmplant sonrası MTP testi skorları yaklaşık olarak: 3'lü kelime

setinde Grup 1'de 7.5 (%62), Grup 2'de 7.7 (%64); 6'lı kelime setinde Grup 1'de 10.4 (%58), Grup 2'de 10.6 (%59); 12'li kelime setinde Grup 1'de 14.3 (%60), Grup 2'de 14 (%59) olarak tespit edildi. Anomalisi olan olgularda da oldukça başarılı sonuçlar elde edildi.

Çalışmamıza dahil edilen olgu serisi, oldukça yeni bir seri olduğu için EARS test bataryasının diğer alt test gruplarının skorlarıyla ilgili güvenilir veriler elde edilememiştir. LİP ve MTP dışındaki diğer testlerin skorlarının, ilerleyen zamanlarda yapılacak olan çalışmalarda değerlendirilmesi daha sağlıklı ve güvenilir olacaktır.

Odituvar nöropati tablosu, literatürde gittikçe artan sıklıkla karşımıza çıkan bir durumdur. Odituvar nöropati, OAE ve koklear mikrofonik potansiyellerin korunduğu ancak ABR' de derin sensörinöral işitme kaybıyla karakterize otolojik bir sendromdur. Görülme sıklığının derin sensörinöral işitme kaybı tanısı almış olan çocuklarda, %0.1 ile %1.4 arasında olduğu tahmin edilmektedir (76,77). İşitme kaybı, pür ton odyometri ve beyin sapı odyogramlarında (ABR) gösterilmesine karşın, otoakustik emisyonlar ile dış tüylü hücrelerin fonksiyonu normal olarak değerlendirilir. Patoloji dış tüylü hücrelerde olmayıp, iç tüylü hücrelerden beyine kadar uzanan herhangi bir bölgeyi etkileyebilir. İnfantlarda, çocukluk döneminde veya erişkinlerde seyrek görülür. İnfantlarda ve çocuklarda tedavileri için erken tanı koymak ve etyolojilerini araştırmak gerekmektedir. Erişkin hastalarda, işitme eşiklerine göre uyumsuz olan bir diskriminasyon skoru mevcuttur. Olguların çoğunda MRG'ler yapılmış, ancak elektrofizyolojik testlerde saptanan bozukluğu açıklayacak bir patoloji ile karşılaşılmamıştır. Prelingual dönemdeki odituvar nöropatilerde, konuşmayı anlamaları son derece kötüdür. İşitme cihazlarından fayda görmezler. İç tüylü hücreler sağlam olduğu için, işitme cihazları akustik travma bile oluşturabilir. İşitme cihazından fayda gören hastalarda konuşmayı ayırt etme skoru artmamaktadır. Doyle ve arkadaşları (78) erişkin hastalar için dudak okuma egzersizlerini, pediatrik hastalar içinse işaret dili, dil ve konuşma terapilerini önermektedir. Bu olgularda, koklear implant kullanımı tartışmalıdır. Literatürde birbirine zıt sonuçlar veren çalışmalar mevcuttur. Buss ve arkadaşları (79) yaptıkları bir çalışmada, koklear implant uyguladıkları odituvar nöropatili 4 olgunun verilerini, implant kullanıcısı genel pediatrik popülasyonla karşılaştırmış ve odituvar nöropatili olgularda sonuçların iyi olmadığını bildirmişlerdir. Shallop ve arkadaşlarıysa (80), koklear implant uyguladıkları 5 odituvar nöropatili hastanın sonuçlarının iyi olduğunu bildirmişlerdir. Walton ve arkadaşları (81), odituvar nöropati ile

birlikte koklear sinir eksikliği bulunan olgulardaki (Grup A) koklear implant sonuçlarıyla, koklear siniri normal olan odituvar nöropatili olgulardaki (Grup B) koklear implant sonuçlarını karşılaştırmışlardır. 54 odituvar nöropatili olgunun, 15'inde (%28) koklear sinir eksikliği bulmuşlardır. Koklear sinir eksikliği olan odituvar nöropatili olgularda ki işitme ve konuşma performanslarının, koklear siniri normal olanlardan daha kötü olduğunu bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar birkaç küçük seride de bildirilmekle beraber, odituvar nöropatili hastalara uygulanan koklear implant sonuçlarının daha iyi anlaşılabilmesi için ilerde yapılacak olan çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Çalışmamıza dahil edilen bir olgumuzda da odituvar nöropati tespit edildi. Bu hasta işitme cihazı ile belli bir süre takip edildi. Ancak işitme cihazından fayda görmediği saptanınca koklear implantasyon uygulandı. Postoperatif EARS test bataryası sonuçları da kötü olarak tespit edildi.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- 1- Bu çalışma ülkemizde koklear implant uygulanan iç kulak anomalili prelingual total ve totale yakın sensörinöral işitme kayıplı bireylerin işitsel performanslarının değerlendirildiği ilk çalışma özelliğindedir.
- 2- İşitme kaybı olan bir olgunun, işitmesini ve buna paralel olarak da normal gelişimini sağlamak için yoğun bir çaba göstermek gerekir.
- 3- Yenidoğan döneminde işitme kaybı tanısının konulması, ilk altı ay içinde uygun işitme cihazı uygulanması ve işitme kaybının derecesine göre bu cihaz ile olguların takip edilmesi gerekir.
- 4- Total işitme kaybı olan ve işitme cihazlarından fayda görmeyen hastalar, koklear implantasyon adayı olarak değerlendirilmelidir.
- 5- Bu olgular odyometrik test sonuçları, radyolojik görüntüleme yöntemleri, psikolojik değerlendirmeler ile ayrıntılı olarak incelenmelidir.
- 6- Koklear implant uygulanmış hastaların işitme ve konuşma gelişimlerinin değerlendirilmesinde ve takibinde, EARS test bataryası, objektif bir değerlendirme imkanı sunar.
- 7- Total işitme kaybı olan, işitme cihazlarından fayda görmeyen, nöral plastisite dönemi kaybolmayan ve iç kulak malformasyonu olmayan hastalarda koklear implantasyon faydalı bir tedavi seçeneğidir.
- 8- Koklear aplazi dışında çeşitli iç kulak anomalileri olan olgularda da koklear implantasyon ameliyatı oldukça başarılı sonuçlar sağlar.

KAYNAKLAR

- 1- Langman's Medikal Embriyoloji T.W. Sadler (Çev. C Başaklar). Ankara, Palme Yayınları, 1993:312–315.
- 2- Akyıldız N. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi, 1998, Cilt-I, Bölüm-I, sf:3–57.
- 3- Bellenger JJ. Otorinolaringoloji, Baş-Boyun Cerrahisi (Çev. D Şenocak). İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, 2000:846–855.
- 4- Çakır N. Otolaringoloji, Baş ve Boyun Cerrahisi. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri,1999:7–11.
- 5- Bellenger JJ. Otorinolaringoloji, Baş-Boyun Cerrahisi (Çev. D Şenocak). İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, 2000:902–904.
- 6- Wever EG, Lawrance M. Physiological Acoustics. Princeton, University Press,1966.
- 7- Phillips DP: Introduction to anatomy and physiology of the central auditory nervous system. In: Jahn AF, Santos-Sacchi J (eds). Physiology of the Ear. New York, Raven Press,1988.
- 8- Akyıldız N. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi, 1998, Cilt-I, Bölüm- 2, sf:77–99.
- 9- Esmer N, Metin M. Akıner, Ahmet R. Karasalihoğlu, Mustafa R. Saatçi. Klinik Odyoloji. Ankara, Bilim Yayınları,1. baskı, 1995:53–136.
- 10- Ryan AF, Dallos P. The Physiology of the Cochlea: Hearing disorders. In J.Northern (Ed), Hearing disorders. 1996;15–31.
- 11- Moore, Brian CJ. An Introduction to the Psychology of Hearing. 1989;1–28.
- 12- Akyıldız N. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi, 1998, Cilt-I, Bölüm–3, sf:143–195.
- 13- Swan IRC. Clinical tests of hearing and balance. In: Stephens D. Adult Audiology (6th ed). Oxford, Butterworth Heinemann, 1997:1–12.

- 14- Boothroyd A, Cawkwell S. Vibrotactile thresholds in pure tone audiometry. *Acta Otolaryngol.* 1970;69:381–87.
- 15- Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol.* 1970;92:311–334.
- 16- Jerger J, Sheed J, Harford E. On the detection of extremely small changes in sound intensity. *Arch Otolaryngol.* 1959;69:200–211.
- 17- Moller AR, Janetta PJ. Auditory evoked potentials intracranially recorded from the brainstem in man. *Exp Neurol.* 1982;78(1):144–157.
- 18- Arnold SA. The Auditory Brain Stem Response. In: Roeser RE, Valente M, Hoford-Dunn H (eds). *Audiology, Diagnosis.* New York, Thieme, 2000:451–470.
- 19- Glasscock III ME, Jackson CG, Josey AF. *Auditory Brainstem Response.* 1th ed. New York, Thieme Medical Publishers Inc, 1987.
- 20- Muş N, Özdamar Ö. *İşitsel Beyin Sapı Cevapları.* 1. baskı. Ankara, 1996.
- 21- Olsen WO. Special auditory tests: A historical perspective. In: Jacobson JT, Northern JL (eds). *Diagnostic Audiology.* Texas, Pro-ed, 1991:19–52.
- 22- Kemp DT. Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. *J Acoust Soc of Amer.* 1978;64:1386–1391.
- 23- Kemp DT, Bray PB, Alexander L, Brown AM et al. Acoustic emissions cochleography- Practical aspects. *Scand Audiol Suppl.* 1986;25:71–95.
- 24- White KR, Vohr BR, Behrens TR. Universal newborn hearing screening using, transient evoked oto-acoustic emissions: Results oh the Rhode Island Hearing Assesment Project. *Sem Hearing.* 1993;14:18–29.
- 25- Belgin E, Akdaş F. Dünyada ve Türkiye’de Odyoloji. *Türk Otolarengoloji Arşivi.* 1987;1:161–164.

- 26- Belgin E. Çocuklarda işitme kayıplarının değerlendirilmesi ve odyolojik test metotları. *Türk Otolarengoloji Arşivi. Katkı*, 1991;6(2):147–151.
- 27- Kemp DT, Ryan S. Otoacoustic emissions tests in neonatal screening programmes. *Acta Otolaryngol Suppl.* 1991;482:473–484.
- 28- Zorowka PG, Schmitt HJ, Gutjahr P. Evoked otoacoustic emissions and pure tone threshold audiometry in patients receiving cisplatin therapy. *Int J Ped Otorhinolaryngol.* 1993;25(1–3):73–80.
- 29- Hotz MA, Probst R, Haris FP, Hauser R. Monitoring the effects of noise exposure using transiently evoked otoacoustic emissions. *Acta Otolaryngol.* 1993;113(4):478–482.
- 30- Balkany JT. Cochlear implants in children; a review. *Acta Otolaryngol.* 2002;122:356–362.
- 31- Allum JHJ, Greisiger R, Straubhaar S, Carpenter MG. Auditory perception and speech identification in children with cochlear implants tested with the EARS protocol. *Br J Audiol.* 2000;34:293–303.
- 32- Altınyay Ş, Deniz M, Gündüz B, Sarıdoğan Ç, Bayazıt Y, Göksu N. Koklear implant uygulanan olguların eğitimsel değerlendirme sonuçları. 29. Türk Ulusal Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Kongresi. Antalya, 2007;EP–3.
- 33- Akyıldız N: Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi, 2002, Cilt-II, Bölüm-10D, sf:590–607.
- 34- House W. Cochlear implants: My perspective, Melgrade S. *History of Cochlear Implants.* Boston University Press, Mass, 1993.
- 35- Miyamoto R, Osberger MJ, Robbins AM, Myres WA, Kessler K, Pope ML et al. Longitudinal evaluation of communication skills of children with single or multichannel cochlear implants. *Am J Otol.* 1992;13(3):215–222.
- 36- Kerr A, Schuknecht H. The spiral ganglion in profound deafness. *Acta Otolaryngol.* 1968;65(6):586–598.

- 37- Otte J, Schuknecht HF, Kerr A. Ganglion cell populations in normal and pathological human cochlea: Implications for cochlear implantation. *Laryngoscope*. 1978;88(8):1231–1246.
- 38- Cummings CW. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, Cilt-4, Bölüm-180;3080–3126.
- 39- Tyler R, Moore B, Kuk F. Performance of some of the better cochlear implant patients. *J Speech Hear Res*. 1989;32(4):887–911.
- 40- Parkins C. The bionic ear: principles and current status of cochlear prostheses. *Neurosurgery*. 1985;16(6):853–865.
- 41- Wallenberg E, Battmer R. Comparative speech recognition results in eight subjects using two different coding strategies with the Nucleus 22 channel cochlear implant. *Br J Audiol*. 1991;25:371–380.
- 42- McKay C, McDermott H. Perceptual performance of subjects with cochlear implants using the spectral maxima sound speech processor(SMSP) and the mini speech processor (MSP). *Ear Hear*. 1993;14(5):350–367.
- 43- Gantz B, Tyler RS, Knutson JF, Woodworth G, Abbas P, McCabe B et al. Evaluation of five different cochlear implant designs: audiologic assessment and predictors of performance. *Laryngoscope*. 1988;98(10):1100–1106.
- 44- Hochmair-Desoeyer I. Psychacoustic temporal processing and speech understanding in cochlear implant patients. In: Schindler R, Merzenich M(eds). *Cochlear Implants*. New York, Raven Press, 1985:291–304.
- 45- House W. Cochlear implants. *Ann Otol Rhinol Laryngol (Suppl 27)*. 1976;85(3):1–93.
- 46- Danhauer J, Ghadialy FB, Eskwitt DL, Mendel LL. Performance of 3M/House cochlear implant users on tests of speech perception. *J Am Acad Audiol*. 1990;1(4):236–239.
- 47- Alpiner JG, McCharty PA. *Rehabilitative Audiology-Children and Adults* (3th ed). 2000;15:474–500.

- 48- Pyman B, Blamey P, Lacy P, Clark G, Dowell R. The development of speech perception in children using cochlear implants: effects of etiologic factors and delayed milestones. *Am J Otol.* 2000;21;57–61.
- 49- Sennaroğlu L, Sennaroğlu G, Yücel E. Koklear İmplantasyon. Çelik O.(editör). *Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi*(1.Baskı). İstanbul, Turgut Yayıncılık, 2002;326–338.
- 50- Gray RF, Irving RM. Cochlear implant in chronic suppurative otitis media. *Am J Otol.* 1995;5:682–686.
- 51- Lo WW. Imaging of cochlear and auditory brain stem implantation. *Am J Neuroradiol.* 1998;19:1147–1154.
- 52- Gray RF, Evan RA, Freer CE, Szutowicz HE, Maskel GF. Radiology for cochlear implants. *J Laryngol Otol.* 1991;105(2):85–88.
- 53- Jackler RK, Luxford WH, House WF. Congenital malformations of the inner ear: a classification based on embryogenesis. *Laryngoscope.* 1987;97:2–14.
- 54- Sennaroglu L, Saatci I. A new classification for cochleovestibular malformations. *Laryngoscope.* 2002;112:2230–2241.
- 55- Casselman JW, Kuhweide R, Deimling M, Ampe W, Dehaene I, Meen L et al. Constructive interference in steady state: 3DFT imaging of the inner ear and cerebellopontine angle. *Am J Neuroradiol.* 1993;14(1):47–57.
- 56- Demirpolat G, Savaş R, Totan S, Bilgen I, Kirazlı T, Alper H. Koklear implant adaylarında temporal kemik bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme. *Tanı Girişimsel Radyoloji.* 2003;9:41–46.
- 57- Seidman DA, Chute PM, Parisier S. Temporal bone imaging for cochlear implantation. *Laryngoscope.* 1994;104:562–565.
- 58- Sennaroglu L, Saatci I, Aralasmak A, Gürsel B, Turan E. Magnetic resonance imaging versus computed tomography in preoperative evaluation of cochlear implant candidates with congenital hearing loss. *J Laryngol Otol.* 2002;116(10):804–810.

59- O'Donoghue GM, Nikolopoulos TP. Minimal access surgery for pediatric cochlear implantation. *Otol Neurotol*. 2002;23(6):891–894.

60- Ozturk O, Silan F, Oghan F, Egeli E, Belli S, Tokmak A et al. Evaluation of deaf children in a large series in Turkey. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2005;69(3):367–373.

61- Blancfield BB, Feldman JJ, Dunban J. The severely to profound hearing impaired population in the United States: Prevalence and demographics. Project Hope: Center for Health Affairs. *Policy Anal Brief H Ser*, 1999;1(4):1–4.

62- Belgin E, Akdas F, Boke B, Çağlar A. The children population with sensorineural hearing loss in Turkey. In *International Meeting in Audiology for the Mediterranean Countries*. 1991;181.

63- Silan F, Demirci L, Egeli A, Egeli E, Onder H, Ozturk O et al. Syndromic etiology in children at schools for the deaf in Turkey. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2004;68:1399–1406.

64- Daya H, Figueirido JC, Gordon KA, Twitchell K, Gysin C, Papsin BC et al. The role of a graded profile analysis in determining candidacy and outcome for cochlear implantation in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 1999;49(2):135–142.

65- Brookhouser PE, Worthington DW, Kelly WJ. Severe versus profound sensorineural hearing loss in children: Implications for Cochlear Implantation. *Laryngoscope*. 1990;100(4):349–356.

66- Karatas E, Kanlikama M, Mumbuc S. Auditory Functions in Children at Schools for the Deaf. *J of the Nat Med Ass*. 2006;98:204–210.

67- Balkany TJ, Hodges AV, Eshraghi AA, Butts S, Bricker K, Lingvai J et al. Cochlear implants in children- A Review. *Acta Otolaryngol*. 2002;122:356–362.

68- Kebapçı M, Özkan R, Adapınar B, Kaya T. Doğumsal sensörinöral işitme kaybında yüksek rezolüsyonlu bilgisayarlı tomografinin tanı değeri. *Tanısal ve Girişimsel Radyoloji*. 2002;8:474–480.

69- Yücel A, Dereköy S. Konjenital Sensörinöral İşitme Kaybının Değerlendirilmesinde Yüksek Rezolüsyonlu Bilgisayarlı Tomografinin Rolü. *Kocatepe Tıp Dergisi*. 2004;5:49–53.

70- Gstoettner WK, Hamzavi J, Egelierler B, Baumgartner WD. Speech perception performance in prelingually deaf children with cochlear implants. *Acta Otolaryngol*. 2000;120:209–213.

71- Sainz M, Skarzynski H, Allum JH, Helms J, Rivas A, Martin J et al. Assesment of Auditory Skills in 140 Cochlear Implant Children Using the EARS Protocol. *J Otorhinolaryngol*. 2003;65:91–96.

72- Weber PB, Lenarz T, Dillo W, Maneke I, Bertram B. Malformations in Cochlear Implant Patients. *Am J Otol*. 1997;18:64–65.

73- Arnolder C, Baumgartner WD, Gstoettner W, Egelierler B, Czerny C, Steiner E et al. Audiological performance after cochlear implantation in children with iner ear malformations. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2004;68:457–467.

74- Jackler RK, Luxford WM, House WF. Sound detection with the cochlear implant in five ear four children with congenital malformations of the cochlea. *Laryngoscope*. 1987;97(4):15–17.

75- Slattery WH III, Luxford WM. Cochlear implantation in the congenital malformed cochlea. *Laryngoscope*. 1995;105:1184–1187.

76- Rance G, Beer DE, Cone-Wesson B, Shephend RK, Dowell RC, King AM et al. Clinical findings for a group of infants and young children with auditory neuropathy. *Ear Hear*. 1999;20:238–252.

77- Kraus N. Auditory neuropathy: an historical and current perspective. In: Sininger Y, Star A (eds). *Audiyory Neuropathy: A New Perspective on Hearing Disorders*. San Diego, CA: Singular/Thomson Learning, 2001:15–35.

78- Doyle KJ, Sininger Y, Star A. Auditory neuropathy in childhood. *Laryngoscope*. 1998;108:1374–1377.

79- Buss E, Labadie RF, Brown CJ, Gross AJ, Grose JH, Pillsbury HC et al. Outcome of cochlear implantation in pediatric auditory neuropathy. *Otol Neurotol*. 2002;23:328–332.

80- Shallop JK, Peterson A, Facer GW, Fabry LB, Driscoll CL. Cochlear implants in five cases of auditory neuropathy: postoperative findings and progress. *Laryngoscope*. 2001;111:555–562.

81- Walton J, Gibson WPR, Sanli H, Prelog K. Predicting cochlear implant outcomes in children with auditory neuropathy. *Otol Neurotol*. 2008;29:302–309.