

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İç Kulak İğitme Cihazları

Yüksek Lisans Tezi

Ş. Naci Engin

1988

R152
79

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

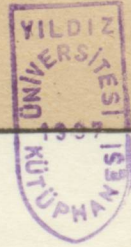
İÇ KULAK İŞİTME CİHAZLARI
(KOKLEA İMPLANTLERİ)

ELK. MÜH. ŞEREF NACİ ENGİN

İSTANBUL 1988

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
GENEL KİTAPLIĞI

Kot : R 152
Alındığı Yer : ...Fen. Bil. Enst. 79.....
Tarih : ...8.5.1991.....
Fatura :
Fiatı : 4000 TL.....
Ayniyat No : 1/3.....
Kayıt No : 47619.....
UDC : 621.3 378.242.....
Ek :





ÖNSÖZ

lisans üstü programında verilen "İç Kulak İşitme Cihazları ve İşitme Yetersizliğinin Tedavisi" dersinin "İç Kulak İşitme Cihazları ve İşitme Yetersizliğinin Tedavisi" dersine ilişkin olarak hazırlanan bu kitap, "İç Kulak İşitme Cihazları ve İşitme Yetersizliğinin Tedavisi" dersinin öğretim elemanları tarafından hazırlanmıştır.

**İÇ KULAK İŞİTME CİHAZLARI
(KOKLEA İMPLANTLERİ)**

Çalışmaların en sıkıntılı günlerinde bu kitabın hazırlanmasını sağlayan, her türlü yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen öğretim elemanlarına, öğrencilerine ve ailelerine teşekkür ederim.

Şeref Naci Engin
Enstitü Müdürü

ELK.MUH. ŞEREF NACİ ENGİN



Özet

İngilizce Özet

I. Giriş

ÖNSÖZ

Lisans üstü programında vermiş olduğu "Mühendisliğin Tıptaki Uygulamaları" dersiyle ilgimi Tıp Mühendisliğine çeken, tez konusunun gerek seçimi ve gerek hazırlanmasında değerli görüşlerini esirgemeyen, hocam Sayın Doç.Dr.Halit Pastacı'ya içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımın en sıkıntılı günlerinde dahi beni yalnız bırakmayan, her türlü yardımlarını esirgemeyen sevgili çalışma arkadaşlarıma, emeği geçen kardeşlerime şükran ve minnet duygularımı ifade etmek isterim.

Denkler	13
Tezimin Tanıtılması	14
Tezimin Yapılanması	15
Tezimin İçerik On Dönem	16
II.2.1. Tezimin Bölümleri	17
III. Tezimin Genel Uygulamaları	19
IV. Avusturya Viyana Üniversitesi'ndeki Çalışmalar	21
IV.1. Sağlıkta İş Kuvveti İhtisasıyla Rehabilitasyon	21
IV.2. Viyana Koklear İmplant Programı	25
IV.2.1. Hastaların Seçimi	31
IV.2.2. Fizyolojik Kriterler	31
IV.2.3. Elektrik Cevap Ölçümleri	32
IV.2.4. Elektrik Uyarılma Potansiyelleri	32
IV.2.5. Ameliyat Öncesi Elektrik Stimülasyon	33
IV.2.6. Genel Kriterler	34
IV.2.7. Ameliyat Prosedürü	34
IV.2.8. Rehabilitasyon	35

İÇİNDEKİLER

Sayfa

Özet	
İngilizce Özet	
I.Giriş	1
II.Avustralya Melbourne Üniversitesi'ndeki Çalışmalar.	2
II.1.Koklear Implant Sisteminin Tanıtılması	2
II.1.1.Sinirsel Arabirim	2
II.1.2.Ses İşleyicisi ve İşaret Transfer Donanımı	4
II.1.3.Algılama Mekanizması	5
II.2.Sistemin Değerlendirilmesi	6
II.2.1.Değerlendirme Metodları	7
II.3.Ses Bilgisi Kanalları	8
II.4.Melbourne Çok Kanallı Koklear İmplantı ile yapılan Çalışmalar-Iowa Sonuçları	10
II.4.1.Metod	13
Denekler	13
İşlemin Tanıtılması	14
Cihazın Ayarlanması	15
Başlangıçtaki İlk On Dönem	16
II.4.2.Temel Sonuçlar	17
III.Londra Grubu'nun Çalışmaları	19
IV.Avusturya Viyana Üniversitesi'ndeki Çalışmalar	21
IV.1.Sağırılığın İç Kulak İşitme Cihazlarıyla Rehabilitasyonu	21
IV.2.Viyana Koklear İmplant Programı	26
IV.2.1.Hastaların Seçimi	31
IV.2.2.Odyolojik Kriterler	31
IV.2.3.Elektrik Cevap Odyometrisi	32
IV.2.4.Elektrikî Uyarılmış Potansiyeller	32
IV.2.5.Ameliyat Öncesi Elektrikî Stimülasyon	33
IV.2.6.Genel Kriterler	34
IV.2.7.Ameliyat Prosedürü	34
IV.2.8.Rehabilitasyon	35

IV.2.9.Sonuçlar	35
IV.2.10.Özet	37
V.ABD Salt Lake City Üniversitesi Çalış- maları	40
V.I.Çok Kanallı Koklea İçi Uyarım	40
V.1.1.Temel Uyarım Sistemi	40
V.1.2.Tek Kanallı Uyarım	41
V.1.3.Çok Kanallı Uyarım	42
V.2.Sonuçlar	45
Yararlanılan Kaynaklar	
Özgeçmiş	

tevrelerin çok küçük boyutlara geti-
me ve belki de en mühimi hayvan ve insanlardaki işit-
me mekanizmasının daha iyi anlaşılmasıyla bu sahaya olan
ilgi bir hayli artmıştır. Çeşitli ülkelerde sayıları yüz-
lerle ifade edilen insanlar koklear implantli hale gel-
miş, cihazlarıyla mühtelif derecelerde tecrübe sahibi ol-
muşlardır. Bu implant sistemlerinin dizaynında birçok
farklı teknikler kullanılmıştır.

Bu tezin maksadı bir koklear sistemin temel elemanla-
rını tanımlamak, böyle sistemlerin nasıl değerlendirilebi-
leceğini araştırmak, bu konuda usmanlaşmış araştırma mer-
kezlerinin uyguladıkları yöntemleri incelemek ve daha ila-
hki çalışmalara ışık tutmaktır.

ÖZET

Tamamen sağır kimselere, işitme sinirinin elektriki uyarımıyla işitme hassasiyeti kazandırabilme çalışmaları uzun bir gelişme sürecine sahiptir. İnsanlarda işitme sinirinin, direkt bir elektrod bağlantısıyla elektriki olarak uyarımının yapıldığı, ilk defa 1957'de rapor edilmiştir (Djurno ve Eyries). Gelişen teknolojinin cerrahi tekniklerine yaptığı katkılar, elektrod imalatındaki gelişmeler, elektronik devrelerin çok küçük boyutlara getirilmesi ve belki de en mühimi hayvan ve insanlardaki işitme mekanizmasının daha iyi anlaşılmasıyla bu sahaya olan ilgi bir hayli artmıştır. Çeşitli ülkelerde sayıları yüzlerle ifade edilen insanlar koklear implantli hale gelmiş, cihazlarıyla muhtelif derecelerde tecrübe sahibi olmuşlardır. Bu implant sistemlerinin dizaynında birçok farklı teknikler kullanılmıştır.

Bu tezin maksadı bir koklear sistemin temel elemanlarını tanımlamak, böyle sistemlerin nasıl değerlendirilebileceğini araştırmak, bu sahada uzmanlaşmış araştırma merkezlerinin uyguladıkları yöntemleri incelemek ve daha ileri çalışmalara ışık tutmaktır.

SUMMARY

The inducement of hearing sensations in profoundly deaf individuals by electrical stimulation of the auditory nerve has a long history. The first electrical stimulation of the auditory nerve in humans by the direct application of an electrode was reported by Djurno and Eyries (1957). Interest in this phenomenon has increased in recent years as technological ability has developed through advances in surgical technique, electrode manufacture, miniaturization of electronic circuitry, and -perhaps most importantly- understanding of the operation of the hearing mechanism in animals and humans. Several hundred people in various countries have become cochlear implantees and have received varying degrees of auditory experience via their implants. Many different techniques have been used in the design of these implant systems.

The purpose of this thesis is to examine how such systems may be evaluated, to survey actual evaluations of implemented systems from research centers that are well established in this field, and to offer suggestions for further consideration.

Yaptığı katkılar, elektrod imalatındaki gelişmeler, elektronik devrelerin çok küçük boyutlara getirilmesi ve belki de en mühim hayvan ve insanlardaki işitme mekanizmasının daha iyi anlaşılmasıyla bu sahaya olan ilgi bir hayli artmıştır. Çeşitli ülkelerde sayıları yüzlerle ifade edilen insanlar koklear implantli hale gelmiş, cihazlarıyla munteliif derecelerde tecrübe sahibi olmuşlardır. Bu implant sistemlerinin dizaynında birçok farklı teknik kullanılmıştır.

Bu tezde bir koklear implant sisteminin temel komponentleri tanımlanacak, böyle sistemlerin nasıl değerlendirilebileceği araştırılacak, bu sahada uzmanlaşma araştırma merkezlerinin prestije dokümanları değerlendirilecek ve daha ileriki çalışmalara ışık tutmaya gay-

I. GİRİŞ

Sesin, işitme hassasiyeti yaratmak için, işitme sinirini uyarabilen elektrik işaretlerine (ses bilgisi bu işaretlerle taşınır) dönüştürülmesi bir çok faktöre bağlıdır. Bunlardan başta gelenleri, hâlihazırdaki kulak cerrahisi imkanları, mikroelektronik ve mikromekanik teknoloji, ve bir akustik veya elektrikli uyarım altındaki işitme sisteminin durumunun yeteri kadar bilinmemesi gibi faktörlerdir. Bütün bu şartlarda, bazı tamamen sağır şahıslara belli bir ölçüde işitme yeteneği kazandırabilen koklear protezleri geliştirmek için, birkaç araştırma merkezi hizmet vermektedir. Bu merkezlerin esas hedefi, bahsedilen protezlerle "tamamen yardımsız bir ses algılaması" sağlamaktır.

Tamamen sağır şahıslara, işitme sinirinin elektrikli uyarımıyla işitme hassasiyeti kazandırabilme çalışmaları uzun bir seyre sahiptir. İnsanlarda işitme sinirinin, direkt bir elektrod bağlantısıyla elektrikli olarak uyarımının yapıldığı ilk defa 1957'de rapor edilmiştir (Djurno ve Eyries). Gelişen teknolojinin cerrâhî tekniklerine yaptığı katkılar, elektrod imalâtındaki gelişmeler, elektronik devrelerin çok küçük boyutlara getirilmesi ve belki de en mühimi hayvan ve insanlardaki işitme mekanizmasının daha iyi anlaşılmasıyla bu sahaya olan ilgi bir hayli artmıştır. Çeşitli ülkelerde sayıları yüzlerle ifade edilen insanlar koklear implantli hâle gelmiş, cihazlarıyla muhtelif derecelerde tecrübe sahibi olmuşlardır. Bu implant sistemlerinin dizaynında birçok farklı teknik kullanılmıştır.

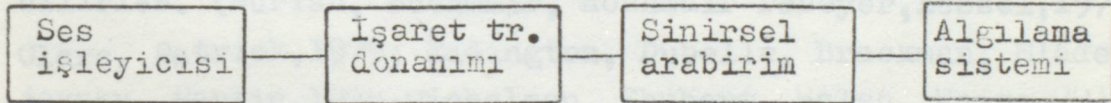
Bu tezde bir koklear implant sisteminin temel komponentleri tanımlanacak, böyle sistemlerin nasıl değerlendirilebileceği araştırılacak, bu sahada uzmanlaşmış araştırma merkezlerinin pratige göktükleri değerlendirmeleri incelenecek ve daha ileriki çalışmalara ışık tutmaya gay-

ret edilecektir.

II. AVUSTRALYA MELBOURNE ÜNİVERSİTESİ'NDEKİ ÇALIŞMALAR

II.1. Koklear implant Sisteminin Tanıtılması:

Koklear implant sistemi dört parçaya bölünebilir. Bunlar, dış ses işleyicisi, işaret transfer donanımı (hardware'i), sinirsel arabirim (the neural interface), ve implantlinin algılama sistemidir. Bu dört komponent değişik karakterlere sahip olsalar bile dizayn esaslarında ve sistemin işleyişinde birbirlerine sıkı sıkıya bağlıdır. Sistemin temel fonksiyonu, işitme sinirine, dış işaretler tarafından modüle edilebilen sinirsel boşalım nünuneleri üretmektir. Bu işaretler, bir ses işleyicisi vasıtasıyla akustik konuşma işaretlerinden çıkarılmalı ve sonra sinirsel arabirimdeki elektrodla aktarılmalıdır. Bu işaret yolu (patikası) kurulur kurulmaz algılama domaini keşfedilebilecektir.



En genel bir koklear sistemin blok olarak gösterilmesi.

II.1.1. Sinirsel Arabirim

Sinirsel arabirimin fonksiyonu, işitme sinir liflerini uyarabilen kontrollü elektrik akımları üretmektir. Bu fonksiyon, normal işitmede salyangozun mekanik titreşimini, sinirsel boşalım nünunelerine çeviren korti organındaki -sayıları 30,000'e ulaşan- saç hücrelerinin aktivitesinin yerini alır. Normal işitmede elde edilmiş sinirsel boşalımın lokalizasyon derecesini tekrarlama kabiliyetimiz günümüz teknolojisince oldukça sınırlanmıştır; salyangozun esas yapısındaki elektrikli özellikler ve tamamen sağır insanların salyangozlarında bulunan hayli değişken sayıdaki sinirsel elementler de sınırlayıcı faktörlerdir.

Elektrodlar koklea civarina birkaç değişik yolla yerleştirilmiştir. Bilgi, tek bir elektrod vasıtasıyla uzak bir topraklama ile bir "tek boyutlu zaman nümunesi" olarak iletilebilir. Bu aktif elektrod orta kulağa, ya yuvarlak pencereye bitişik olarak veya yuvarlak pencere içerisinden scala tympani'a (kulak davulu) yerleştirilebilir. Bir başka yol ise, kokleanın içinde veya etrafında bulunan çevresel (periferik) işitme sinirinin ilgili organizasyonundan faydalanmak için çoklu (multiple) aktif elektrodların kullanımıyla bir, "çok boyutlu zaman değişim numunesinin iletilebilmesidir.

Çeşitli sayıdaki elektrodlar;

- a) işitme sinir liflerine, kokleayı terkettikleri gibi sokulabilir (insert edilebilir) (Simmons,1966),
- b) kokleanın yan duvarındaki münferit deliklerden scala tympani'a sokulabilirler(Chouard,1978; House-Edgerton,82),
- c) 25 mm'ye kadar, yuvarlak pencere içerisinden scala tympani'a bir "tek boyutlu düzen" içerisinde geçirilebilirler. (Burian, Hochmair, Hochmair-Desoyer, Lessel,1979; Clarc, Patrick,1979; Eddington, Dubelle, Brackman, Mladajovsky, Parkin,1978; Michelson, Shubert, Walsh, White,79).

En kritik dizayn kriterleri, işitme dalga liflerinin üzerindeki zamana bağlı nümuneleri uyarmayı hedef alan çoklu elektrod sistemlerine uygulanır. Bir elektrodla yapılan uyarmanın etkisinden farklı oluyorsa akım akış nümunelerinin son derece mevzileştirilmesi gerekir. Bu; her hangi bir aktif elektrodta yayılan akımın mevzileştirilmesi için, salyangozun tam izole bölümleri tarafından scala tympani'ın apex ucu hariç hepsini dolandıran bir elektrod dizisi kullanmak sūretiyle uygulanır; genel olarak bir dağıtılmış ortak toprakla beraber bulunan aktif elektrodlar dizisi veya salyangozun dışındaki uzak topraklamalı tek kutuplu elektrod dizilerinden ziyade salyangoza yakın olarak yerleştirilmiş iki kutuplu elektrodlar tercih edilir.

Ortak toprak ve tek kutuplu elektrod dizilerindeki akım sınırlama (mevzileştirme) zayıflığı, bu elektrod dizileri kullanılarak elde edilen eşik akımının düşüklüğüyle dengelenir, fakat düşük eşik uyarımıyla birleşmiş akım patikası geniş bir alana yayılmış olabilir.

II.1.2.Ses İşleyicisi ve İşaret Transfer Donanımı

Ses veya dış işaret işleyicisi bütün sistemin çalışmasını ifade ettiğinden sistemin en esnek parçasıdır; zira işleyicide yapılacak herhangi bir değişiklik, şimdiye kadar edinilmiş bütün tecrübe ve bilgiyi değiştirebilecektir. Bu yüzden bazı araştırma programlarında ses işleyicisine, sistemle kazanılmış bütün tecrübeyi yansıttığı gözüyle bakılır.

Sesin transferi için kullanılan işaret işleme yöntemi ve implant yoluyla alınan çevresel ses bilgisi hemen hemen her araştırma merkezinde başkadır. Bu yöntemler dış işleyicide uygulanan ses özellik alıntısı derecesine göre değişir. "Saf özellik-alıntı" yöntemleri diye isimlendirilen bu yöntemlerin bazılarında, sesin algılanmasında akustik özelliklerin önemli olduğu düşünülür. Bu özellikler netbir şekilde alınır ve elektrikli olarak kodlanır ve böylece de özelliklerin zaman değişimleri hakkındaki bilgi iletilir. Ses işaretindeki diğer bütün bilgi, daha az faydalı olduğu düşünülen bilgiyle faydalı olanın karışmasını önlemek için hariç bırakılır. Başka çeşit yöntemlerde ise, tam ses dalga şeklini algılama mekanizmasına veren analog işaretler söz konusudur; burada faydalı bilgi ile daha az faydalı bilgi arasındaki tasnifleme işi algılama mekanizmasında yapılır.

Konuşmanın sonuç temsili, sistemin işaret transfer donanımına geçirilir. Bu donanım, zamanla değişen elektrik akımı olarak dıştan alınan işareti elektroda aktarır. Sistemin bu parçasının çalışması, (bir alıcı ve akım uyarıcısı yerleştirilmiş) deriye, "bir percutaneous plug" veya bir radyo bağlantısı aracılığıyla yerleştirilmiş elektrod- lara, akım sürücülerinin direkt bağlantısı şeklindedir.

Transfer sisteminin karakteristikleri (sesin özelliğine göre), arzu edilen akım dalga şeklinin doğruluğunu tayin eder. Analog kanal, istenmeyen gürültüleri olsa bile, maksimum doğruluk verir. Dijital kanalın gürültü problemi yoktur fakat zamanlama ve akım seviyesindeki doğruluk sınırları yetersizdir.

II.1.3. Algılama Mekanizması

Implantli bir kimsenin işitme sinirinin elektrikî uyarıma karşılık vermesinde algılama mekanizması, (bütün sistemin çalışmasında) oldukça önemlidir. Bu mekanizmanın önemi, psiko-dil ve psiko-akustik açıdan işitme ve ses algılama sistemleri hakkında edinebileceğimiz bütün bilgileri toplamış olmasıdır. Burada bu kadar etraflı bir inceleme yapılmamış, tamamen sağır şahısların (deneklerin) işitme algılamalarının kaba karakteristikleri çıkarılmış ve bunlar hakkındaki kanaatlerimiz ifâde edilmiştir.

Sağırlık başlangıcı öncesinde konuşma ve dil öğrenimini tamamlamış "dil sonrası"(postlingual) sağırlar incelenmiştir."Dil öncesi"(prelingual) veya doğuştan sağırlar algılama seviyesinde farklı problemlere sahiptir. Bu cihazı kullananlar, tâbiri yerindeyse, iki taraflı sağırdır; çünkü bunlar hem işitmeözürlüdür, hem de kendileriyle aynı dönemdeki normal işitme referansına sahip değildirler.

Bu durum, şu andaki implant kullananların çoğu için geçerlidir ve çoğu yerlerde cihazın tercihinde titizlikle göz önünde tutulur.

Algılama mekanizması üzerine bir görüş, sağırlık öncesi veya yeni yöntemlere göre analiz edilecek işitme duyarlılık derecesiyle ilgilidir. Lenneberg(1967) ergenlik öncesi (sözlü) konuşma yardımı almayan çocukların, daha sonraki hayatlarında bunu başarmada zorluk çektiklerini gösterdi. Tahta, Wood ve Lowenthal(1981) yeni bir aksanın on bir yaş üzerindeki çocuklar tarafından hemen benimsemediğini gösterdi. Bu çalışmalar, yetişkinlerde konuşma (üretme) yeteneğinde izafî bir esneksizlik olduğunu

ortaya koyar.

Bunun tamamen bir üretken etki mi, yoksa algılama yeteneksiliğinden mi kaynaklandığı açık değildir. Bununla birlikte dil sonrası(postlingual) sağır yetişkiler yeni işitme girişlerini analiz etmeyi öğrenebilir ve ses algılama işlemine entegre olabilirler; dahası vurgular, uzun dönemli hafızada tutulmuş işitme nünunelerini dengelemektense, ses algılama eğitiminde yerleştirilebilir.

Blasser(1972), spektral bileşenlerin yaklaşık 1600 Hz'de yerlerinin değiştirildiği bir iletişim bağlantısı kurdu; burada alçak frekanslar yüksek frekans, yüksek frekanslar da alçak frekans haline geldi. Yetişkin hastalara bu bağlantı boyunca iletişimini kurma görevi verildi. Alınan sonuçlar hastaların, işitme girişlerindeki belirgin değişiklikleri farkedebildiklerini; bazılarının ise en azından deney sırasında başarısız olduklarını gösterdi. Rezemez, Rubin, Pisoni ve Carell(1981), fonetik bilginin, dinleyici sesin iletiliyor olduğundan haberdar edildikten sonra, tabii olmayan ses işaretleriyle iletilebileceğini gösterdi. Bu sonuçların her ikisinde de olayı açıklayan yöntemler, dinleyicilerin doğuştan gelen yüksek seviyedeki anlama kabiliyetlerinin, alışılmamış bir işitme girişiyle birbirlerini güçlü bir şekilde etkiledikleri ispatlanmaktadır. Algılama mekanizması hakkındaki genel bir kabul, mekanizmanın farklı şahıslarda değişiklikler göstermesidir. Bazı yüksek derecede motive edilmiş implant kullanıcılarının, tabii olmayan bir işitme işareti kullanarak konuşmayı anlayabilecekleri öne sürülebilir. Bu işaret, işitme bağlantılı açıklayıcı yöntemlerle, görüntü ve dil bilgisi destekleriyle uygulanabilir. Diğer kullanıcılar için uzun-dönem işitme hafızalarında yüklenen algıları dengeleyebilen uyarıların sağlanması gerekebilir.

II.2. Sistemin Değerlendirilmesi

Sesin birkaç farklı protez sistemiyle iletirme yollarını karşılaştırmadan önce koklear implant protezinin

herbir parçasının genel yapısını değerlendirmek yerinde olur. Böyle sistemler hakkındaki literatür, sistemin bütün parçalarını tanımlamada yetersizdir. Bunun yanı sıra uyarılan sinirsel arabirim ve algılama sistemini herhangi bir yolla tanımlamak zordur. Bu yollardan birinde sinirsel aktivitenin geri beslemesini sağlamak için sâdece biotele-metri teknikleri kullanılırsa daha mükemmel tanımlama yapılabilir. Bir başkasında ise implant kullanıcısının yaşı, sağırlık dönemi, daha önceki dil ve müzik tecrübesi ve elektrikî uyarımla yapılan eğitimin tipi ve süresi gibi çok geniş kavramlara yer verilebilir. Bununla birlikte ses işleyicisinin yapısı ve işaret transfer elemanları, bütün sistemin performansını test etmek için kullanılan yöntemlerde olduğu gibi, nicel terimlerle tanımlanabilir. Sonuç olarak, belirli bir sistemle ses iletişim performansı, diğer sistemlerin performanslarıyla kıyaslanamazsa da değerlendirme yöntemleri arasındaki benzerlik ve mevcut implantlı hastaların, implant dizaynında önemli fikirler verdiği söylenebilir.

II.2.1. Değerlendirme Metotları

Bir koklea implant sisteminin çalışması en azından üç değişik yolla değerlendirilebilir. Birincisi, kokleanın elektrikî uyarımının sebep olduğu işitme sistemindeki aktiviteyi ölçmektir. İşitme sisteminin değişik parçalarında sinirlerin cevaplarını kaydetmek için risk oranı yüksek olan ameliyatlara, toplumsal sebepler yüzünden insanlar üzerinde yapılamadı. Kafa derisi üzerinde ölçülen uyarılmış potansiyellerin ortalaması alınarak sinir aktiviteleri değerlendirildi. Bu değerlendirme akustik olarak alınan sesle uyarılmış sinir aktivitelerinin zaman nümunelerinin kaba yapısını değerlendirmek için kullanıldı (Greenberg 1980), fakat elektrikî uyarımının ameliyat sonrası değerlendirmelerinde böyle teknikler yayınlanmadı.

İkinci değerlendirme metodu, elektrikî uyarımla elde edilen algılamaların boyutlarını incelemektir. Tipik ola-

rak, sesin gürlüğü ve algılama derecesi implantli şahıslar tarafından değerlendirilir; öyle ki bu değişkenlerin elektrikî uyarıma göre ölçeklendirilmesi, normal işitenlerin akustik uyarımına göre ölçeklendirilmesiyle mukayese edilebilir. Herhangi bir uyarım büyüklüğünün sonsuz küçük değişimleri için hemen göze çarpabilen farklılığın veya fark limeninin (difference limen, DL) boyutu, bir deteksiyon (fark bulma) nümunesi kullanılarak tespit edilebilir. Dahası, algılamadaki sübjektif farklılık ölçülebilir ve sonra bileşenlerine bağlı olarak, çok boyutlu bir ölçekleme tekniği (Kruskal, 1964) kullanılarak analiz edilebilir.

Üçüncü değerlendirme metodu ise, ses bilgisi eldesinde kullanılan protezlerin performansını direkt olarak değerlendirmektir. Bu yaklaşım, daha ileri bir yapı sunan ve algılama sisteminin çalışmasını zorlayan implantlilerin fonetik ve linguistik bilgilerini birleştirir.

II.3. Ses Bilgisi Kanalları

Algılama sistemini zorlayan fonetik ve linguistik bilginin karakterini tespit etmek; sistemin çalışması ve bu zorlamaların, değerlendirme testlerinin sonuçlarına olan tesiri düşünülürse çok önemlidir. Sesin algılaması; işitme, görüntü, anlam çıkarma, kelime bilgisi gibi kanalların (desteklerin) entegrasyonu ile olur. İşitme kayıplıların rehabilitasyonunda görüntü kanalı, işitme kanalına alternatif olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Jeffers ve Barley, 1971). Dudak konfigürasyonu gibi vokal aparatların görünür ifadelerinin etkisi açık olarak bildirildi (Binnie, Montgomery ve Jackson, 1974). Gerçekten, Erber (1969) normal işiten yetişkinler için bile görüntünün, işitme işareti-gürültü oranı azaltılırken sesi algılamada işitme gücüne katkıda bulunduğunu gösterdi. Buna rağmen bu katkı henüz tam olarak anlaşılmamıştır (Erber ve De Filippo, 1978). Bir koklear implantlinin; görüntü, işitme, ve entegre edilmiş görüntü-işitme yetenekleri hakkında, sadece elektrikî (EO), sadece görüntülü (VO) veya, elektrikî ve görüntülü (EV) işaretlerin var olduğu çalışmalardan sonra ba-

zı sonuçlara varılabilir. Kelime anlamları, kelime dizimi ve kelime bilgisiyle ilgili kanallar, gerçek-zaman bilgisi sağlamayan işitme ve görüntü kanallarından farklıdır; fakat bu daha ziyade gerçek-zaman girişinin belirli kategorilerinin kabûlü için ses teşhis mekanizmasının hızını sınırlamak için ortaya çıkan bir yapıdır. Miller, Heise ve Lickten(1951) işitme kanalı için bu etkilenmenin açık delilini elde etti. Görüntü kanalıyla bu tür bir etkileşimi deneysel olarak geçerli kılmak için yapılan çalışmalar değişik sonuçlar verdi(Erber ve Mc Mahan, 1976).

Koklea implantli bir kişiyi iyileştirmedeki ilk hedef yeni işitme kanalındaki bilgiyle diğer kanallardan elde edilen bilgilerin entegrasyonunu sağlamaktır. Böylece sesin algılanması daha iyi olacaktır. Böyle bir entegrasyon, diğer kanallar sesin algılanmasına katkıda bulunurken, işitme kanalının fonksiyonunu icrâ etmesinde çok önemli rol oynamaktadır. Sunî işitme kanalının faydalarının değerlendirilmesinin yapılması gerekmektedir. Bu yüzden böyle paralel çalışan kanallar üzerindeki incelemeler devam etmektedir.

II.4. Melbourne Çok Kanallı Koklear İmplantı İle Yapılan Çalışmalar-Iowa Başlangıç Sonuçları

Melbourne çok kanallı koklear implantini kullanan iki denek incelenmiş; canlı konuşma (live-voice word), sessiz ve sesli harfi tanıma testleri ve konuşulana yakalama çalışmaları, implantasyon sonrası ilk 90 gün süresince, düzenli aralıklarla kaydedilmiştir. Buna göre, sesli harfleri tanıma (verilen 9 seçenekten) %30-50 doğrulukta, sessiz harfleri tanıma (verilen 12 seçenekten) yaklaşık %30-60 doğrulukta olduğu görülmüştür. Konuşulana yakalamada, "sadece görüntü" ye kıyasla, implant ve görüntünün birarada olduğu durumun iki veya üç kat daha hızlı olduğu tesbit edilmiştir.

Implant denemelerinden 3-4 ay sonra "Minimal İşitme Yetenekleri" pilleriyle yapılan bir kaç test ve sonra Iowa koklear implant testleri kaydedilmiştir. Bu testlerden günlük seslerin tanınmasının beş seçimli-kapalı ortam şartlarında yaklaşık %80 , beş seçimli-açık ortam şartlarında ise yaklaşık %50 lik bir başarı elde edildi. Denekler (implantlılar) bir cümlede vurgulanan kelimeleri tanımada %50 doğruluk, kelimedeki hece sayısını bulmada yaklaşık %50 doğruluk elde ettiler. Bir implantlı, bir cümlenin ifade veya soru cümlesi olup olmadığını anlayamadı. Dış gürültüler (10 dB seviyesinde) implantlıların performansını düşürdü. Ele alınan her iki implantlı da bir sesin, ses veya modüle edilmiş gürültü olup olmadığını %95 doğrulukta, konuşmacının cinsiyetini teşhiste gene %95 doğrulukta karşılık verdi. İki implantlı da arka arkaya gelen cümlelerin aynı konuşmacı veya iki farklı konuşmacı tarafından söylenip söylenmediğini ayırt edemedi. Konuşmacının implantlılara görünmeden bir resimle ilgili metni okumasıyla yapılan ça-

lışmada imlantlilerden birinin %45, diğerinin %85 oranında başarı göstermesi oldukça dikkat çekicidir. Başka bir implantli ise sâdece metni dinleyerek cümlelerdeki kelimelerin %13'ünü tanıdı.

Tecrübi çalışmaların henüz başlangıcında olunmasına rağmen, muhtemelen önümüzdeki bir-iki yıl içerisinde koklear implantler tamamen ve postlingual işitme kayıplı yetişkinler için en uygun rehabilitasyon yöntemi haline gelecektir. Bunun yanı sıra ne yazık ki implantlerin potansiyel yararları açık değildir. Bunun sebebi çok az implantlinin incelenmiş olması ve bildirilen test sonuç raporlarının sâdece deney notlarından ibâret bulunmasıdır.

Avustralya'nın Melbourne şehrinde geliştirilen (Tong Grubu, 1981) koklear implant, ABD'nde iki hastaya implante edilmiştir. Bu çok kanallı cihaz şu anda kullanılmakta olan tek kanallı cihazlardan birçok avantaja sahiptir. Sesin farklı frekans bileşenlerinin, basilar membran boyunca, membranın farklı yerlerini uyaramaması yüzünden tek kanallı cihazlar tabii olarak daha kısıtlı imkânlarla sahiptir. Farklı frekans bölgelerinin ayrı ayrı temsil edilmeleri, sesin algılanması için gerekli formant lokasyonlarının ayırıldığını kolaylaştırabileceği tahmin edilmektedir.

Melbourne çok kanallı cihazı koklea boyunca sesin spektral kompozisyonuna göre farklı yerleri uyarma yeteneğine sahiptir. Implantin ses işleyicisi 800 ve 4000 Hz arasındaki dominant enerji ihtiva eden frekans bölgesini tesbit eder. Ses uyarımları için bu genellikle ikinci formantın (F2) frekansına karşılık gelir. Bu, dominant tepe frekansı uyarılacak olan elektrodu tesbit eder. Frekans arttıkça uyarılan elektrod sayısı artar.

Melbourne cihazından alınan hemen bütün raporlar aynı iki implantliden elde edilen sonuçlardır. Martin, Tony ve Clark (1981); deneklerin, dinledikleri pasajları tekrarla-

mak zorunda oldukları bir konuşulana yakalama çalışması yöntemini kullandı. Her iki denek de implant ve dudak okuma ile sâdece dudak okumakla elde ettikleri sonuçlara göre çok daha yüksek sonuçlar sağladılar. Clark, Tong ve Martin (1981) iki denegın , (CID cümlelerin kayıtları için) sâdece elektrikli uyarım kullanarak kelimelerin %14 ve %8'ini tanıdığını bildirdi. CID cümleleri üzerindeki %14 ve %34'lük dudak okuma ile elde edilen oran, elektrikli uyarımın ilâvesiyle %68 ve %98'e yükseldi. Denekler sesli/sessiz/sesli (ata, öte) formundaki kelimelerle test edildi. Ortalama oran, sâdece sesle %37, sâdece görmeyle %36 ve ses görmeyle %62 oldu. Bir hata analizinde seslendirme ve tavır-mimik özelliklerinin testleri önemli ölçüde etkilediği görüldü. İkinci formant tarafından geniş bir boyutta taşınması gereken yer bilgisi, denekler tarafından ayırılmadığı görüldü. Dowel Grubu (1982)nin hazırladığı testler erkek ve kadın konuşmacılar tarafından yapıldı. Sonuçlar sâdece görüntü %30, sâdece ses %48, ses ve görüntü aynı anda durumunda %70 oranında idi.

Tong Grubu bu deneklerden biri için odyovizual ve live-voice testler hazırlandı (1981). 16 maddelik, iki uzun heceli kelimelerden oluşan bir testte denek, tanıdığı bir kadın konuşmacıyla %70, bir erkek konuşmacıyla ise, %60'lık başarı elde etti. Denek sâdece ses olarak sunulan CID cümlelerinde de yaklaşık %10'luk bir oran elde etti. Yapılan birkaç odyovizüal testte ses ve görüntünün gelişimi, sâdece görüntü haliyle karşılaştırıldığında test ve konuşmacıya bağlı olarak %3'ten %70 oranına kadar değişme göstermektedir. 10 maddelik, kapalı ortam çevre sesleri testinde denek %30 oranında bir doğruluk elde etti.

Clark, Tong ve Dowel'in iki denekle yaptığı; sadece ses halinde, 6 sesli harf grubundan, sesli harf tanıma testinde %82 ve %71'lik bir doğruluk elde edildi (1983).

Buradaki çalışmaların amacı Melbourne çok kanallı implantinin kullanımını ABD'den iki ilâve denekle değerlendir-

dirmek,deneklerin çok kanallı koklear implantden yararlanıp yararlanmadığını tesbit etmekte.Bu yüzden özellikle Melbourne implantinin günlük konuşmalarına,prozodi ilgisinin alınmasına ve dudak okuma yeteneğine katkıda bulunup bulunmadığı tesbit edilmeye çalışıldı.Bir başka maksat da ikinci formant frekansı hakkındaki bilginin sağlanıyor olup olmadığını anlamaktı.

II.4.1. Metod

Denekler:

Kırkbeş yaşında bir kaynakçı olan denek M1,sağ kulağından doğuştan işitme kaybına sahiptir.Ömrünün büyük kısmında sol kulağında işitme cihazı taşıyan hasta merkeze başvurmadan birkaç gün önce kulağında ani bir işitme azalması hissetmişti.İşitme cihazı artık baş dönmesi ve mide bulanmasına sebep oluyordu.Sağ kulağının işitme eşiği 250 Hz'de 90 dB HL,500 Hz'de 95 dB HL,750 Hz'de 110 dB HL ve 1000 ve 8000 Hz arasında (> 110 dB HL) cevap yoktu. Sol kulak eşikleri 250 Hz'de 90 dB HL,500 Hz'de 95 dB HL, 1000 Hz'de 105 dB HL,2000 Hz'de 105 dB HL,4000 Hz'de 110 dB HL ve 8000 Hz'de cevap yoktu.Sol kulağın destekli ses ayırdetme eşiği 60 dB HL idi.Bu yüzden denek yaklaşık 65 dB SPL'de (55 dB HL) sunulan test materyalini işitemedi.Sağ kulağın destekli ses ayırdetme eşiği 50 dB HL idi.Denek,işitme cihazının 10-15 dakikalık kullanımından sonra 60 dB HL'den büyük seviyelere çıkıldığında bile baş dönmesi ve mide bulanması yüzünden hiçbir implant öncesi testi tamamlayamadı.Haziran 1985'te implantini alan denek M1, implantine başarılı bir şekilde alıştırıldı.Bu testlerden sonra implantin üç ay müddetince kullanımında herhangi bir başdönmesi veya mide bulanması şikâyeti alınmamıştır.

Denek M2,33 yaşında ve bir sigorta şirketinde bilgisayar programcısı idi.Cogan hastalığı sonucu 23 yaşında işitme kayıplı hale gelmişti.Bu hastalığın semptomları, gittikçe artan sensonörol (duygu-sinir) işitme kaybının yanısıra kornea iltihaplanması,başdönmesi ve kulak çınlama

masıdır. Hasta, implantasyondan önce sekiz yıldır tamamen işitme kayıplıydı. Sol kulağına ait implant öncesi eşikler 250 Hz'de 90 dB HL, 500 Hz'de 110 dB HL, 1000-8000 Hz arasında (> 110 dB HL) cevap yoktu.

Sağ kulağına ait eşikler ise 250 Hz'de (> 90 dB HL) cevap yok şeklinde idi. 500 Hz'de 100 dB HL, 1000 Hz'de 90 dB HL, 2000 Hz'de 85 dB HL ve 3000-8000 Hz arasında (> 110 dB HL) cevap yoktu. Sol kulağına işitme cihazı takıldığında test materyalini işitememekteydi. Sağ kulağında ki cihazla ise test materyalini sadece 60 dB SPL'de işitebilmekteydi. 80 dB SPL'den daha yüksek seviyelerde (Hirs Grubunun 1952'de hazırladığı W-22 kelime listesinden) elde edilen doğruluk % 0'dı. M2'nin sol kulağına 1983'te implant yerleştirildi. Başlangıç olarak kendisine hem implant hem de işitme cihazı takıldı. Hasta algıladığı sesleri daha ziyâde implanttan elde ettiğini belirtiyordu. Implantın dış bobininin iç bobinine göre merkezinden ayrıldığı zaman da konuşabilmesi (işitebilmesi) için sağ kulağında ki işitme cihazını kullanmaya devam ettiğini söyledi. Zîra bu hâdise olduğunda, implantli sol kulağından pek faydalanamıyordu. İki aylık implant kullanımından sonra işitme cihazını kullanmayı bıraktı. En son geliştirilen test bataryası kullanılıncaya kadar M2, implantini dört aydır kullanmakta idi.

MAC ve Iowa koklear implant testleri ile, 3-4 aylık implant kullanımından sonra elde edilen ses alanı odyogramları Tablo 1. de gösterilmiştir. Ses ayırdetme eşikleri, M1 için erkek, M2 için ise kadın konuşmacı ile yapılan testlerden elde edildi.

İşlemin Tanıtılması:

Melbourne implanti, iki kutuplu çiftler olarak uyarılan 22 elektrodan oluşur. Burada ele alınan iki denekte elektrod çiftleri (aktif faz ve toprak) birbirinden ayrı haldedir. Böylece 1 ve 3, 2 ve 4, 3 ve 5, 4 ve 6, ..., 20 ve 22 elektrod çiftleri 20 kanal oluşturular. Ses işleyicisi herhangi bir zamanda bu kanallardan sâdece birini uya-

rır.Seçilen kanal 800 ve 4000 Hz arasındaki bölgede dominant tepe değeri tarafından tesbit edilir.Bir ses uyarımı için bu,genellikle ikinci formant frekansına yakın olacaktır.İşleyici girişindeki alçak frekans tepe değeri apeks kanalının uyarılmasına sebep olur.Yüksek frekans bölgesindeki enerji ise temel bir kanalın uyarılmasına sebep olur.İki fazlı bir dalga katarı,seçilen kanala,işleyici girişindeki dalga şeklinin periyodikliğini yansıtması düşünülen bir oranla verildi.Sesli bir konuşma uyarımı için bu, seslendirmeyi veya temel frekansı yansıtacaktır.Sözsüz sesler için darbe oranı 125 Hz civarında periyodik olmayan bir değişme gösterir.

Cihazın Ayarlanması:

Implantasyondan 3-4 hafta sonra,ameliyat yeri kapanır kapanmaz,denek,ses işleyicisinin ayarlanması için çağrıldı.İşleyiciyi ayarlamak için kullanılan bazı psiko-fizikî testleri yapmada,deneklerin cevaplarını kaydetmede ve birimin EPROM'una uygun kodlama parametreleri yüklemeye bir Sanyo MBC1000 bilgisayar, bir ses işleyicisi arabirimi ve geliştirilmiş bir yazılım kullanıldı.İlk önce iki fazlı darbeler,el büyüklüğündeki dış bobin vasıtasıyla bir tek elektrodan (genellikle 20 çiftin en uçta olanından) alındı.Denek en şiddetli sesi bildirinceye kadar bobin,iç bobinin üzerinde durum değiştirirken,kendisine ses algılamasıyla ilgili sorular yöneltildi.Bu yolla iç bobinin yeri tesbit edildi.

Bir sonraki adım,125 Hz'lik iki fazlı darbe uyarıcısı kullanarak herbir elektrod için işitme eşiği ve"maksimum rahatsız etmeyen gürlük (maxCL)" ü ölçmekti.maxCL için verilmiş talimatlar rahatsız etmeyen en yüksek ses uyarımını ayarlamaktı.Denek,bir ayarlama metoduyla bu seviyelere ayarlandı.Bu işlem herbir elektrod çifti için tekrarlandı.Sonra herbir elektrod çiftini uyararak bir süpürme yapıldı ve deneye,ton algılamasında bir değişiklik olup olmadığı,herhangi bir sesin diğerlerinden daha yumuşak veya gürlütlü olup olmadığı soruldu.Deneklerin bildirdikleri

ton hassasiyet dereceleri, Tong, Lamey, Dowel ve Clark'ın 1983'de hazırladıkları rapora muvafıktı. İlk uyarılan elektrodlerden bazıları diğer elektrodlerden daha yumuşak bir gürlük meydana getirdi ve bu yüzden bunlar yeni bir maxCL'ye reset edilmek zorunda idi. Eşik ve maxCL verileri EPROM üzerindeki bir "harita"yı programlamak için kullanıldı. Bu harita, uyarılacak elektrodlerin seçimi için gerekli algoritmayı ve giriş işaretinin genlik ve frekansına bağlı olan, denegin iç bobinine verilen akım seviyesini gösterdi. Denek işletme ve bakım talimatlarını aldıktan sonra ses işleyicisini evine götürdü.

Başlangıçtaki İlk On Dönem:

Ameliyat sonrası ilk on dönem müddetince denegin ses işleyicisi, belirli aralıklarla (bir hafta-on gün), eşik ve maxCL'deki değişikliklere uygun olarak yeniden ayarlandı. Bu ayarlamalar genellikle dinamik alanı arttıracak olan maxCL'ı arttırmak içindi. Bu ayarlamaların çoğu ilk üç veya dört dönem boyunca yapıldı. Bütün on dönem boyunca yapılan faaliyetlerde telefon için sağırılık yardımcı cihazları kullanımı ve diğer implant kullanıcılarıyla bazı grup tartışmaları da vardı. Bu on dönem boyunca bir klinik tecrübe kurulu tarafından belirlenen (live-voice) testleri yapmak için her bir denekle çalışacak ses uzmanlarına (odyolojistlere) ihtiyaç duyuldu. M1 için erkek, M2 için kadın iki ses uzmanı, herbir denegi belirlenen klinik programına alıştırmak için onlarla çalıştı ve test etti. Dowel Grubunun kendi deneklerinin (live-voice) testinde bir denek için nem kadın hem erkek konuşmacılar kullanılmıştı. Kadın ve erkek konuşmacıların kaydettikleri sonuçlar, grubun bilgi transfer analiz sonuçlarına oldukça yakındı. Ses uzmanları bir normal karşılıklı konuşmadaki ortamı hazırladılar ve denek ses uzmanından yaklaşık 1 m uzağa oturtuldu. Denekler cihazlarını sessiz bir odada normal bir konuşmayı dinlediklerindeki gibi ayarladılar. Kelime, sesli ve sessiz harf tanıma ve konuşulana yakalama gibi bölümleri olan bu testler implant

kullanımının ilk haftalar boyunca performansı izlemek için düzenlendi.

II.4.2. Temel Sonuçlar

Testler neticesinde, iki denegin de koklear implant kullanımından faydalar sağladığı görülmüştür. İmplantlar takılmadan önce M1, baş dönmesi ve mide bulantısı yüzünden işitme cihazı kullanamamakta, M2 ise bu alışılmış işitme cihazlarından herhangi bir fayda temin edememekteydi. İmplantasyonu müteakip, her iki hasta da açık ortam şartlarında bile çevreseslerini tanıyabilir hale geldiler. Soru/ifade cümleleri vurgulamaları, aksan ve birkaç hece testiyle prozodi bilgileri elde ettiler. Bu bilgiler, deneklerin cümle ve kelime gramer kurallarını ve hece uzunluk-kısalık sınırlarını öğrenmesine ve cümlelerdeki tonlama, baskı, vurgu gibi kavramları anlamasına yardımcı oldu. Her iki denek de bir sesi tanıdı ve sesin kadın veya erkek konuşmacıya ait olduğuna doğru olarak karar verebildi. Fakat, seslerine aşina olmadıkları aynı cinsiyetteki konuşmacıları ayırtetmede hayli zorluk çektiler. Kelimeleri tek tek tanımada düşük başarı oranları elde ettiler. Bu denekler, normal işiten insanlarla aynı şekilde işitmiyorlardı. Bunlar almış oldukları sınırlı bilgilerle sadece bazı sesli ve sessiz harfleri doğru olarak seçebilmekte idiler. Fakat her iki denegin de cümlelerdeki bazı kelimeleri tanımış olmaları, yeni çalışmalar için oldukça cesâret vericidir. Sadece sesle belli bir konuda yapılan konuşmada M2'nin %85 oranında başarı göstermiş olması hayli ümit vericidir, ki M2 rastgele sunulan bir konuşmayı anlamada bile %13 oranını sağlamıştır. İki denek de aşina oldukları bir konuşmacıyla yapılan teste %25 civarında bir başarı göstermişlerdir. Bu, konuşmayı anlamada konuşmacının şahsî karakteristiklerini öğrenmenin önemini göstermektedir. Yine başarının zamanla, tecrübeyle (alışılmış cümlelerin sık sık dinlenmesiyle) artacağı aşikârdır.

Her ne kadar cümle testlerinde görüntüye kıyasla ses+görüntü'de sadece sınırlı bir gelişme görülmüş olsa da bu, görüntüyle elde edilen sonuçların çok yüksek olmasındandır. Zira her iki denek de mükemmel bir dudak okuyucusu idi. Harf şaşırtma testleri ve konuşulanı yaklama alıştırmalarında implant kullanılarak dudak okumadaki gelişmeye paralel bir iyileşme elde edildi. Genelde Amerika'da elde edilen sonuçlarla Melbourne grubunun sonuçları iyi bir mutabakat göstermiştir. Tamamen işitme kayıplı yetişkinler, Melbourne çok kanallı koklear implantini aldıktan sonra iletişim yeteneklerini geliştirmişlerdir. Bu çok kanallı implant sonuçları, tek kanallı implant sonuçlarıyla kıyaslanabilir; fakat çok kanallının kesin bir üstünlüğü yoktur. Maamafih şurası not etmeye değer ki, her iki çok kanallı implanti de (sınırlı bir implant) tecrübesiyle) açık ortam şartlarında konuşulanı anlamada başarı kaydetmişlerdir. Gerek çok kanallı, gerekse tek kanallı implantla daha çok denemeler yapmaya, veriler elde etmeye ihtiyaç vardır.

Tablo 1. 3-4 haftalık implant kullanımından sonra elde edilmiş "ses alanı" odyogramları.

Denek	ses ayırdetme eşiği	işaretin frekansı (Hz)								
		125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
M1	30	60	55	60	45	40	40	35	45	55
M2	45	60	70	55	45	55	45	40	45	60

III.Londra Grubu'nun Çalışmaları

Londra Grubu,kokleanın promontory bölgesi üzerine yerleştirilen bir "tek koklea dış uyarım elektrodu" kullanılarak,az riskli ameliyatlara ve tamamen sağır kişilerin en çok ihtiyaç duyduğu bilgiler ışığında bir tek elektrodan en iyi şekilde faydalanma yolunu geliştirmiştir.(Douek Grubu,1977;Douek,Fourcin,Moore,Rosen,Walliker,Frampton,Howard ve Abberton,1983;Fourcin,Rosen,Moore,Douek,Clarke,Dodson ve Bannister,1979)

Böylece,ses bilgisi,görüntü kanalıyla elde edilemediğinden;işitme kanalı protezi için,tek elektrod mantıkî bir seçim olarak görüldü.Londra Grubu,konuşmanın ses bileşeninin psiko-akustik karakteristiklerinin cihazın psiko-fizikî karakteristikleriyle uygun olarak dengelenebileceğini gösterdi.Elektrodu,bir darbeli akım kaynağıyla uyardılar.Bu kaynak bir ses detektörü yardımıyla dışardan tetikleniyordu.

Londra Grubu soru ve ifâde cümlelerinin ayırılabilmesi ve cümlelerdeki vurguların yerleştirilmesi ile ilgili EO şartlarında (görüntülü bilgi olmaksızın) bazı deneyler yaptı.Bazı implantlılar,bu ayrımları gerçekleştirmede bir performans seviyesinde,tesâdüfî denemelerden daha başarılı oldular.(Fourcin Grubu,1979)

Değişik sesler çıkarma eğitimini tamamlamış iki implant kullanıcısının,bir oktavin yaklaşık 1/6'sı kadar küçük ton değişimlerini ayırd edebildiklerini ve ton-oran (rate-pitch) ayrımları için bir frekans alanı uygunluğunda oluşan bu değişimleri sağladıkları görüldü.(Fourcin,Frampton,1983)Aşırı (ses) ton alanları en yüksek ton-oran ayırım alanı üzerine,böyle alanların haritası çizilerek,birbirleriyle uygun hale getirildi.

Londra Grubu,işitme kanalı protezinden elde edilebilen seslerin entegrasyonunu araştırırken görüntü kanalından alınan bilgileri de dikkate aldı.Sesin varlığı veya yokluğu hakkındaki bilgi;görüntü işaretine eklendiğinde;

IV. AVUSTURYA VIYANA ÜNİVERSİTESİ'NDEKİ ÇALIŞMALAR

belirli implant kullanıcılarının ses algılama hata nisbetinin azaldığı, (meselâ bir implantli ile bir konuşmacının yaptığı testte %35-62 lik bir başarı elde edildi) kapalı ortamda 12 VCV (sesli, sessiz, sesli) uyarımıyla elde edilen neticenin ise iyleştiği görüldü. Fakat bu başarıya karşılık şu hususa dikkat çekildi:

İyi bir zamanlama yapısı olmayan bir ses bilgisiy-le uyarılan bir implantlide EV'nın VO'ya olan üstünlüğü azalmaktadır.

EV: Elektrik ve görüntülü uyarım.

VO: Sadece görüntülü uyarım.

EO: Sadece elektrikli uyarım.

Bu çalışmada, Viyana protezi kullanıcılara 4 kanallı elektroda yerleştirildiği ve sert edildiği görüldü. Bu çalışmada 13 ve 14 numaralı elektrodun tek bir yeri-ne yerleştirildiği ve birinci bölüme paslanır.

Ses işaretleri ve transferasyonu başarılıdır.

Bu çalışmada, implantli halde, sesler doğru olarak duyulduğunda, ne de en iyisi, ne de en kötüdür.

Yok kanalı, sesler doğru olarak duyulduğunda, ne de en iyisi, ne de en kötüdür.

IV. AVUSTURYA VIYANA ÜNİVERSİTESİ'NDEKİ ÇALIŞMALAR

IV. I. Sağırılığın İç Kulak İşitme Cihazlarıyla Rehabilitasyonu

Son yıllarda, iç kulak işitme cihazları giderek artan bir şekilde bir çok gruplar tarafından uygulanmaktadır. Alınan sonuçlar, önemli ölçüde farklı cihaz kullanımları ve kodlama yöntemleri yerleştirilmiş (implant edilmiş) elektrodların sayı ve yerleri, kriterlerin seçimi ve rehabilitasyon yöntemi gibi bir kaç sebebe bağlı olarak değişmektedir. Bu sebeplerden başka, henüz hayatini sürdüren sinir liflerinin bilinmeyen sayısı ve dağılımı da sonuçlara tesir eder. Halbuki daha sonra, önceden kestirilemeyen faktörler birleştirilebilecektir.

Salyangozun (kokleanın) içten veya dıştan uyarılması dışında aynı yöntemler kullanılarak tespit edilmiş ve işlem görmüş 50 hasta üzerinde yapılan bir klinik çalışmada, istatistikî olarak değerlendirilen ameliyat öncesi veriler bazında, sonuçları değerlendirmenin mümkün olup olmadığını öğrenilmeye çalışıldı.

Bu çalışmada koklea içi ve dışı uyarmalarda Viyana protezi kullanılmıştır. Koklea içi uyarda cihazın 4 kanallı elektrodu yuvarlak pencere yoluyla scala tympani'ne insert edildi (tutturuldu). Elektrodun iç kulağa sokulma uzunluğu 13 ve 15 mm arasındadır. Salyangoz dışı uyarda ise cihazın tek elektrodu yuvarlak pencerenin uygun bir yerine yerleştirilir. Her iki elektrod da iki veya bir alıcı bobinle beslenir.

Ses işareti, konuşma dalga şeklinin analog transformasyonu tarafından kodlanır ve yalnız bir elektrodla iletilir.

Salyangozun iç uyarma elektrodu 4 kanal ihtiva ettiği halde, analog geniş-band kodlama sadece bir elektrodla gerek duyduğundan 4 kanaldan sadece biri uyarılır. Mâmafih yine de en iyisinin seçilebilmesi için 4 kanal da yerleştirilmelidir.

Tek kanal uyarımı, diğer kodlama yöntemleriyle benzer sonuçları vermeye kalmaz, cihazı daha hassas ve daha esnek

hale getirir.

Bir mikrofon tarafından alınan akustik sinyal kuvvetlendirilir ve ses işaretinin genliği, bir kazanç kontrollü amplifikatör tarafından sıkıştırılır. Bu sıkıştırılmış sinyaller frekans cevabını ayarlayan bir dengeleyici devreden geçirilir. Bu ayarlamayla en rahat seviye olarak 100 ile 4000 Hz. arasındaki frekanslar için elde edilir. Sonuçların iyi olması bakımından çok önemli olan bu devre, her hasta için ayrı ayrı ayarlanır. Bu kodlama prensip olarak koklea dışı uyarımı için de aynıdır. Tablo 1 sağlıklı başlangıcındaki hastalara yapılan koklea içi ve dışı uyarma dağılımını gösteriyor. Bir akustik bataryayla elde edilmiş verilere ve bir dil ve konuşma uzmanınca yapılan işitme eğitimi boyunca kazanılan tecrübelerle dayanan sonuçlar uyarıcı ayarlamasından en az 6 ay sonra değerlendirilmiştir. Hastalar; sadece uyarı, sadece dudak okuma ve dudak okuma+uyarım şartlarında gösterdikleri performansa göre 6 gruba ayrılmıştır. Bu gruplandırmada 3 kriter dikkate alındı: 1) Akustik oriyantasyon. 2) Dudak okumayı geliştirme. 3) Dudak okumaksızın konuşmayı anlama.

Tablo 2, 6 performans grubuna ayrılmış hastaların dağılımını gösteriyor. Akustik oriyantasyon ve dudak okumada gelişme gösteren hastaların oluşturduğu grup 1 ve 2 konuşmayı anlamada daha fazla (grup 1 < %46) veya daha az (grup 2 < %45) başarılı olabilmektedirler.

Grup 3 ve 4, dudak okumaksızın konuşulana anlayabilen fakat aynı zamanda elektrikî giriş işaretinin yardımıyla dudak okuma yeteneğini önemli derecede (grup 3) veya daha düşük derecede (grup 4) geliştiren hastalardan oluşmaktadır.

Grup 5 ve 6 ise, konuşmayı anlamada, dudak okuma yardımıyla da olsa, cihazlarından faydalanabilen, buna karşılık günlük hayatlarında kendileri için faydalı olan elektrikî olarak iletilmiş bilgiyle kendilerini çok iyi derecede (grup 5) veya iyi derecede (grup 6) cihaza alıştıran hastalardan oluşmaktadır.

Koklea içi uyarım yapıldığında, grup 1 ve 4'deki post-lingual (dil sonrası) sağır hastalar baskın çıktı. Kokleası dıştan uyarılmış postlingual sağır hastalar bütün grupların üzerinde daha düzenli bir dağılım gösterdiler (Tablo 3)

Bazı ameliyat öncesi veriler, istatiki olarak değerlendirilirken, yukarıda belirtilen sonuçların önceden kestirilip kestirilemeyeceği araştırıldı. Takibeden değişimler (bir ilişki kurma tablosu olan) tablo 4'de istatistikî olarak değerlendirildi. Herhangi bir istatistikî çözüm yolu kullanmadan bile, bu takibeden değişimler arasında; dinamik saha, IQ, sağırılık sebeplerini araştırma, bozulma gibi sonuçlarla bir ilişki kurulabildi.

Takibeden birbiri ile ilişkili değişimlerden, konuşma yeterliği, elektriki eşik (100µA'in altında), frekans diskriminasyonu (ayrımı)nın ortalamasının üzerinde (ton testi) olması ve zamana bağlı fark limeni (100 m/s'nin altında) araştırıldı.

Uygun olmayan değişimlerle, saf tonlar için küçük artık işitme, sağırılığın devam süresi (20 yıldan fazla), dil öncesi sağırılık (saf konuşma yeterliği) araştırıldı.

Dil yeterliliğinin ölçümü için ameliyat öncesi "General German Language Test" kullanıldı. Bu test, kullanılan yöntem ne olursa olsun bütün dil seviyeleri üzerinde yeterlik ölçümü yapar. Sonuçları dört performans grubuna göre yorumlandı:

- 1) Ana dilin tam yeterliği (bunlar gerçek postlingual sağırılardır).
- 2) Temel gramer kaidelerine sahip hastalar özellikle karmaşık cümleler kurmada küçük hatalar yaptılar.
- 3) Çoğul yapma, düzenli şekiller, şart-durum cümleleri, tasrif gibi temel gramer kaidelerine sahip hastalar ise büyük gramer hataları yaptılar (Bunlar tipik birer prelingual sağır idiler.).
- 4) Kelime haznesi fakir, dil yeterliği engelli hastalar üzerinde test yapılamadı (Bunlar tipik birer prelingual sağır idiler.). Bütün uygun ve uygun olmayan ameliyat öncesi değerler, viyana grubunca geliştirilen bir denklemde hesaplanmış-

tır.Elde edilen değerler,ameliyat sonrası değerlere oldukça yakındır.

Netice olarak,konuşmayı anlamada;33 postlingual sağırın yarısında,9perilingual sağırın 2'sinde başarılı olunurken, prelingual sağırın hiç birinde başarılı olunamadı denebilir.Geri kalan hastaların %25'i dudak okumada gerçekten önemli bir gelişme kaydetmiştir.Buna karşılık,kalan % 40'da elektrikî uyarınının yardımıyla akustik uyumunu geliştirebilmiştir(Tablo 5).

Ameliyat öncesi uygun olduğu gibi,uygun olmayan değişkenlerinde kullanılmasıyla yapılan bir istatistikî değerlendirme;konuşma yeteneği,elektrikî eşik(akımı),frekans diskriminasyonu,zamana bağlı fark limeni,saf tonların işitme artışı ve sağırlığın devam süresi gibi faktörlerin sonuçlara önemli ölçüde tesir ettiğini ve bu değişkenlerin sağırları değerlendirmede kullanılabileceğini göstermiştir.

Tablo 1.

Cihazın tipi	
Koklea içi	29/51
Koklea dışı	22/51
Sağırlık başlangıcındaki 51 hasta	
Postlingual	33
Perilingual	9
Prelingual	9

Tablo 2. Performans Grupları

Grup 1 >%46	Dudak okumaksızın konuşmayı anlama
Grup 2 ≤%45	
Grup 3 Önemli	Dudak okumadaki gelişme
Grup 4 Düşük derecede	
Grup 5 Çok iyi derecede	çevresel sesler
Grup 6 İyi derecede	

Tablo 3. İşitme Performansı

Uyarım	Grup					
	1	2	3	4	5	6
Koklea içi (n 29)						
Pre						5
Peri				1	1	1
Post	9	3	2	3	2	2
Koklea dışı (n 22)						
Pre			1			3
Peri	1	2		1	1	1
Post	2	1	2	3	1	2

Tablo 4. Ameliyat öncesi değişkenler

Hastanın yaşı	IQ	Ton testi
Sağırılığın başladığı yaş	Vestibular fonksiyon	Bozulma
Sağırılık süreci	Saf ton eşiği	TDL
Sağırılık etiolojisi	Ses odyogramı	Dudak okuma yeteneği
X-ışını (koklear)	Elektrik eşiği	Konuşma kabiliyeti
	Dinamik alan	

Tablo 5. Grupların mukayesesi

Gruplar	Prelingual	Perilingual	Postlingual
1+2	0/9	3/9	15/33
3+4	1/9	2/9	9/33
5+6	8/9	4/9	9/33

IV.2. Viyana Koklear Implant Programı

Şimdiye kadar dünyanın çeşitli yerlerinde 100'den fazla hasta, Viyana dizaynına dayanan koklear protez almıştır. Viyanadaki koklear implant projesi, hibrid teknoloji sayesinde geliştirilmiş ve hava geçirmez şekilde kapalı bir paket haline getirilmiş kompleks 8 kanallı implantın gelişmesiyle 1975'te başlamıştır. Bu cihazlardan bir tanesi 1977'de diğeri 1978'de olmak üzere iki tanesi başarılı bir şekilde implante edilmiştir.

Implantin dizaynı sonradan değiştirilerek cihaz önce 6, daha sonra 4 kanallı tipiyle daha sâde ve anlaşılması kolay hale getirildi. Cihazın en son dizaynlarından birisi, her kanalı 20 kHz'e kadar band genişliğindeki herhangi bir sinyalle aynı anda sürülebilen 4 elektrod kanal olarak, farklı ses kodlama yöntemlerinin mukayesesine izin vermiştir.

Bu sistemde, ses işaretinin bir analog eşdeğeri kullanılarak bir çok kanallı koklea içi elektrod dizisinin bir kanalının uyarımının, faydalı ses anlaşılmasıyla neticelendiği görüldü. Dudak okumaksızın açık ortamda seslerin anlaşılması 1979'da hastalardan ikisi üzerindeki ilk başarıdır.

Koklea implantli hastalarda konuşmanın anlaşılması için ton oranının önemi önceleri pek bilinmiyordu. Normal kulakta da ton oranı, iç kulağı aktive eden orta ve yüksek seslerle ses tonunun algılanmasını hesaplamak için gereklidir. Aktivite, koklea içinde boydan boya üniform olarak dağıtıldığında bile, detaylı ses spektrum bilgisi, gürlüklerin geniş alanı üzerindeki sinirsel impulslerin zamanlamasıyla muhafaza edilir.

Viyana koklear protezlerinin dizayn felsefesi sağlam, güçlü ve bir belirli ses kodlama şeması için tasarlanmış olsa bile kolay anlaşılır implantler kullanmak ve sistemin yetenek ve karmaşıklığını, dış ses işleyicisine aktarmaktır.

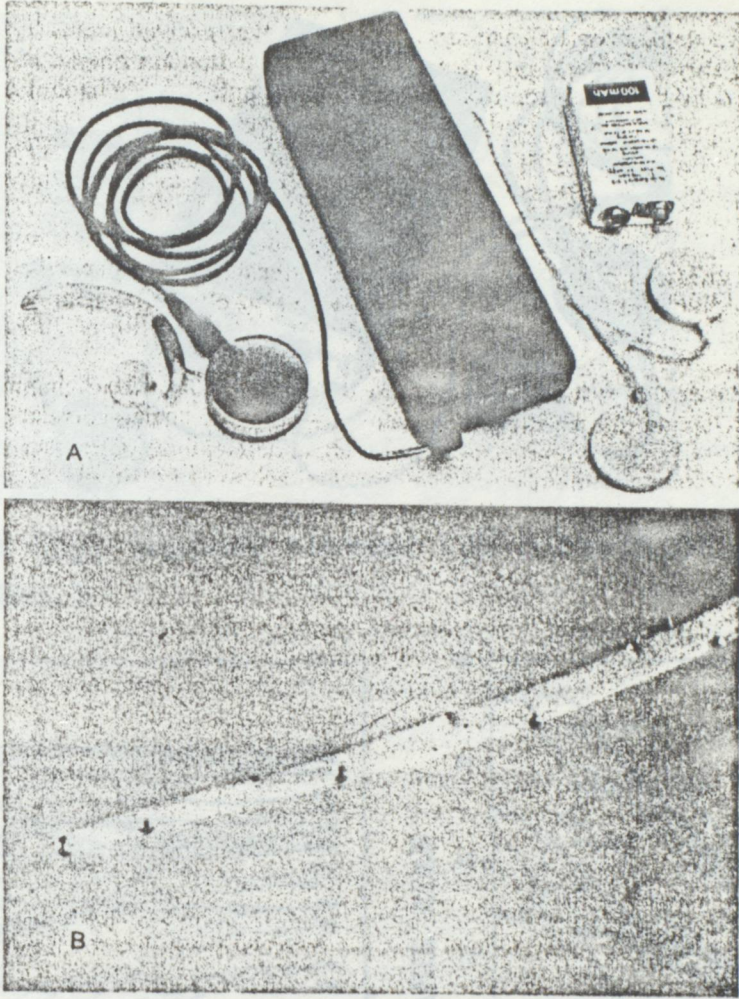
Hâli hazırda kullanılan ses işleyicileri gelen ses sinyalini alır ve onu bir kaç frekans bölgesine böler. Bu bölgelerdeki frekanslara sıkıştırılır (kompres edilir) ve daha sonra farklı miktarlarda amplifiye edilir.

Bir tam sinyal, yaklaşık 100 ile 5000 Hz aralığındaki bant genişliğiyle implantın bir elektrod kanalına iletilir. İki tip implant kullanılmıştır. Şu anda kullanılan 4 kanallı implant (Ş.1A) 4 unipolar (eş kutuplu) elektrod kanallıyla (Ş.1B) bir mahfazalanmış skala tympani elektroduna (bipolar-iki kutuplu-elektrod kanalları, daha önce ilk 24 koklea içi implantli hastada kullanılmıştı.) 4AM (genlik modülasyonlu) alıcı (receiver/demodülatör) iki disk halinde düzenlendi ve sonra da 12 ve 31 MHz'in transcutaneous (deri içi) sinyal iletimi için taşıyıcı frekanslar kullanıldı. Transcutaneous bağlantı, düşey yer değişikliklerine karşı ± 6 mm, yatay yer değişikliklerine karşı ise ± 3 mm toleranslı dizayn edilmiştir. Implant donanımı (hardware'i) başka bir bölümde detaylı olarak tanımlanacaktır. Bu implantle, ses işleyicisi 4 kanalın birini aktive eder; bu yolla sesin anlaşılmasındaki en iyi sonuçlar alınmıştır.

Bahsedilen implantın ikinci tipi, yuvarlak pencereye monte edilmiş bir aktif küre şekilli elektrodla her ikisi de kokleanın dışına yerleştirilmiş bir çift elektrodu süren, bir AM alıcı/demodülatöre sahiptir. (Ş.2)

Analog işaretler için, 30 Hz ile 15 kHz arasındaki uyarım frekansları, bir elektrik dinamik bölge ile işitmeye sebep olur. Bu işitme; başlangıç ve rahatsız edici eşikler arasında olup, alçak frekanslar için (100 Hz civarı) ortalama 20 dB, yüksek frekanslara çıkıldığında ise meselâ 2000 Hz'de ortalama 12 dB olmaktadır. (Ş.3A) 15 dil sonrası (postlingual) sağır hale gelmiş koklea dışı implantli hastanın eşik ve rahatsız edici eşik eğrilerini göstermektedir. Ş.3B ise aynı hastalar için muhtelif frekanslardaki dinamik bölgeleri göstermektedir.

Hastaların büyük çoğunluğunda rahatsız edici eşik duymanın çok gürültülü olarak elde edildiği seviyededir. Bu duruma bir kaç saniyeden fazla tolerans gösterilebilir. Bu seviyede ağrı duyulmamış ve normal işitmeden başka bir hassasiyet hissedilmemiştir. Viyana'da 56 hasta için yapılan bir çalışmada sadece aşağıda anlatılacak yan etkiler müşâhede edildi:

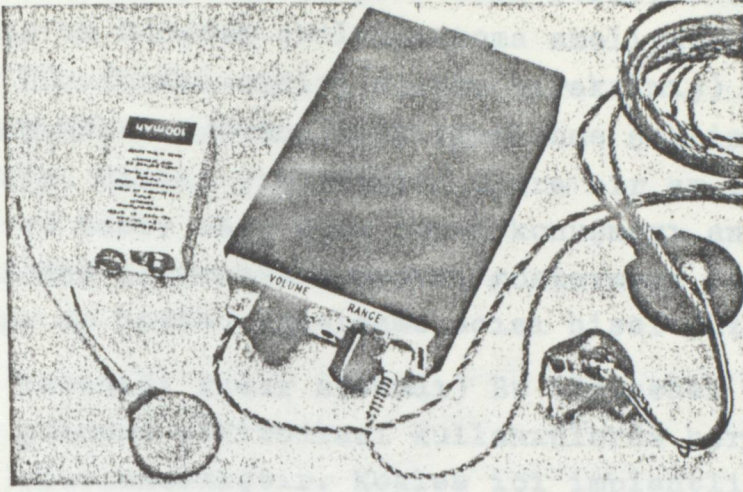


Ş.1A Viyana 4 kanallı,koklea içi elektrodlu koklear protezi.

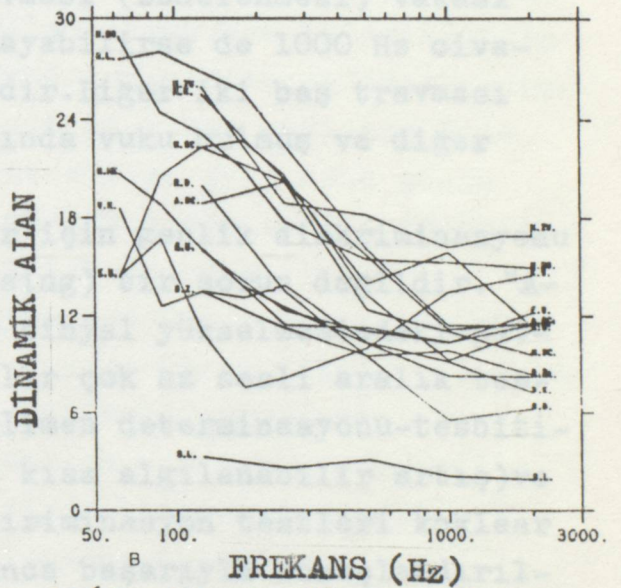
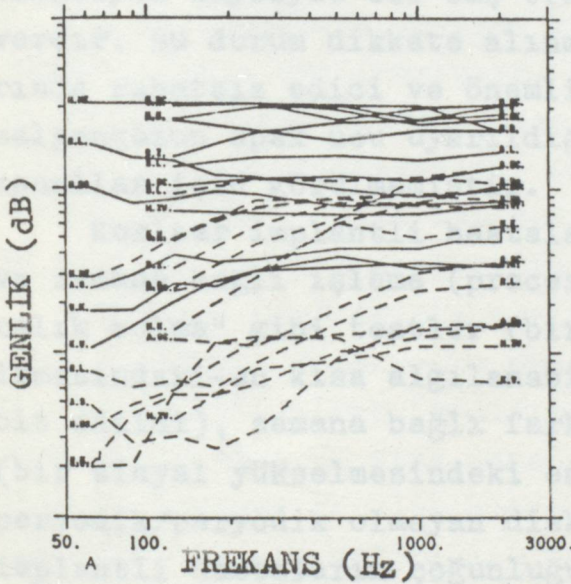
B, 4kanallı scala tympani elektrodu.

Bir kanalı temsil eden iki elektrod,4 iki kutuplu (bipolar) düzende 1,5 mm mesafededir. Eş kutuplu (unipolar) düzende bunlar bir uzak elektroda (toprak elektroduna) karşı bağlanmış ve uyarılmıştır.

bu hastaların dinamik alanlarıdır.



Ş.2. Koklea dışı implant sistemi (3M Şirketi, St. Paul, Minnesota, USA.)



Ş.3.A, 15 Koklea dışı hastanın eşik(kesik çizgi) ve rahatsız edici eşik (sürekli çizgi) eğrileri. Ölçümler, seviyesi, hastalar tarafından ayarlanan oktav aralıklı frekanslarda yapılmıştır. Bu eğriler, ses işleyicisi olmadan yapılan elektrostimülasyonla yapılmıştır. Genlik,iletici girişindeki gerilimdir.

B, bu hastaların dinamik alanlarıdır.

Kulaktaki yuvarlak pencereye yerleştirilmiş elektrodla-
ra sahip ve önceden cholesteatoma ameliyatı geçirmiş (bu
sırada 100-facial-siniri açıkta bırakılmış) bir hasta 1000
Hz civarındaki frekanslarda iğnelenme şeklinde bir acı his-
setmiştir. Cihazı çıkardıktan sonra bir ay içinde durum dü-
zelmiş ve hasta bazı açık ortam konuşmayı anlama çalışmala-
rında-dudak okumaksızın-başarı göstermeye başlamıştır.(Fa-
kat yine de hasta, iğnelenme acısı hissi yüzünden cihazın
sesini istediği kadar açamadı) Bu hâdiseden başka da, yu-
varlak pencere elktrodları kullananlarda herhangi bir yan
etkiye rastlanmamıştır. Koklea içi implantli hastalar ara-
sında koklear ve vestibular (iç kulakta koklea ağzında,
örs, üzengi ve çekiç kemiklerini ihtiva eden bir boşluk)
fonksiyon kaybıyla bir baş travması (zedelenmesi) vakası
vardır. Bu durum dikkate alınmayabilirse de 1000 Hz civa-
rında rahatsız edici ve önemlidir.Diğer iki baş travması
salyangozun apex ucu uyarıldığında vuku bulmuş ve diğer
kanallar için görülmemiştir.

Koklear implantli hastalar için genlik diskriminasyonu
ve zamana bağlı işleme (processing) bir sorun değildir. "A-
ralık bulma" gibi testler (bir sinyal yükselmesindeki-pat-
lamasındaki-en kısa algılanabilir çok az sesli aralık tes-
bit edildi), zamana bağlı farklımen determinasyonu-tesbiti-
(bir sinyal yükselmesindeki en kısa algılanabilir artış)ve
periyodik/periyodik olmayan diskriminasyon testleri koklear
implantli hastaların çoğunluğunca başarıyla sonuçlandırıl-
mıştır. Bu sonuçlar normal deneklerinkine oldukça yakındır.

Algılanmış tonların sadece 300 ile 1000 Hz arasına ka-
darki uyarım frekanslarıyla arttığı ve bu frekansların üze-
rinde sesin sadece kalitesinin değiştiği halde, koklear imp-
lantli hastalarda konuşmanın anlaşılmasında bu yüksek fre-
kansların hâlâ önemini koruduğu görülmüştür. Deneyler, 900
Hz'de alçak geçiren filtreden geçmiş konuşma sinyallerinde,
dudak okumaksızın yapılan cümle, sesli ve sessiz harf anlama
ve tanımda, tam band genişlikli sinyal kullanımına kıyasla
büyük bir düşüş olduğunu göstermiştir.

Ses işleyicisinin uygun olarak bağlanması çok önemlidir. Bu bağlantı ile; ses işleyicisinin frekans cevabını ayarlamak, mükemmel bir amplifikasyon ve hastanın, frekans bölgesinin karşısında 40 dB civarındaki ses basıncı seviyesi (SPL)'deki ses için serbest alan eşiklerinin kompresyon başlangıcı hedeflenir. En rahat gürlük 65 dB civarında ve saf tonlar için en rahatsız edici eşik (SPL başlangıcı) 90-100 dB arasındadır.

Bir bilgisayar kontrollü bağlantı sistemi geliştirilmiştir. Ses işleyicisi için doğru frekans cevabı elde etmek için "frekans adımlı süpürme" metodu kullanılmıştır. Bu metodda frekansı küçük adımlarla artan bir sürekli üçgen dalga işareti kullanılır. Hasta, sesleri dinlerken ve bilgisayar ekranında işleyicinin çıkış displayini seyrettiği sırada, bir geri besleme çevrimi kullanılarak ses işleyicisinin frekans cevabı ayarlanmıştır. Hedeflenen frekans adımlı sinyal bütün frekans bölgesi üzerinde en rahat seviyede denk gürültü olarak işitilebildi. Elde edilen ayar daha sonra kontrol edildi ve aynı relatif gürlükte algılanmış fonemlerden seçilen konuşma sesleriyle iyice akord edildi.

İşleyici başlangıçta ameliyat sonrası yaklaşık on gün için ayarlandı. Umumiyetle ayar ilk üç hafta içinde bir veya iki kez değiştirilmek (modifiye edilmek) zorundadır. Daha sonra takip eden üç ayda ince tonlama yapılması gereklidir. Dokuz ay boyunca yapılan hasta ziyaretlerinde, hastaların çoğu herhangi bir değişiklik talebinde bulunmadı.

IV.2.1.Hastaların Seçimi

Seçim işleminde, Otolojik (kulak bilimi), Odyolojik (ses bilimi) ve genel kriterler dikkate alınmalıdır. Viyana implantlerinin iki tipi yardımıyla uyarım modu (koklea dışı veya içi) mütalâa edilmelidir. Geçen 5 yıldan fazla tecrübeyle bazı kriterler değişmiştir.

IV.2.2.Odyolojik Kriterler

Toplam sağırılığın, saf ton eşiklerinin her frekansta 95 dB'de daha yüksek değerlerinde olduğu kabul edildi ve daha güçlü uyarıların altına inildiğinde sâdece dokunma duygularının olduğu ortaya çıkarıldı.

Bu son netice, ton kaybının olmadığı ve postlingual sağır hastanın hissettiği şeyi işitmeden ziyade dokunma duygusu olarak tarif ettiği zamanda kabuledildi. Dahası bu durumda hasta, ses ile gürültüyü ayırdedebilmeli, farklı çevre gürültülerini teşhis edebilmeli ve kelimeleri anlayabilmelidir. Hem bu testler işitme destekli olarak elde edilmiştir. Böyle hastalar koklea içi veya dışı cihazları niteler, özelliklerini ortaya koyar.

Kabul edilebilir küçük artık işitmelerin saf ton eşiklerinin 85 dB'den yüksek değerler olduğu var sayılmış, hatırlama/çağrışım duygusu işitme olarak nitelenmiş, hasta ses ile gürültüyü birbirinden ayırd edebilmiş ve bazı çevre gürültülerini teşhis edebilmiştir; Fakat işitme destekli halde bile kelime vey a konuşmayı anlamada başarılı olamamıştır. Bu hastalar sâdece koklea dışı implantler hakkında malûmat verdiler. Zira bu tiple kokleaya zarar vermekten kaçınılmıştır.

IV.2.3. Elektrikî Cevap Odyometrisi

Ele alınan hastaları, fonksiyonel sağırlıktan ayrı tutmak için beyin-stem odyometrisi zorunludur, (üzerlerinde subjektif bir test yapılması mümkün olmayan çocuklar için olduğu gibi). Çünkü beyin-stem potansiyellerinin(BSP) eksikliği alçak frekans işitmesini ayrı tutmadı; küçük çocuklar, daha başlangıçtan itibaren işitme desteklerine alıştırmalı ve eğitilmelidir. Konuşma evresinde bir gelişme olmuyorsa hastanın durumuna göre, (6 ay ile bir yıl arasında) eğitim çalışmaları sürdürülmelidir.

Akustik olarak çağrıştırılmış duyuların doğru olarak yorumlanması, öncelikle işitme desteklerinin kullanımı ve yoğun konuşma ve işitme eğitimlerini gerektirir. Bu durumda cihazın yerleştirilmesi için çocuğun en az üç yaşında olması gerekir.

IV.2.4. Elektrikî Uyarılmış Potansiyeller

Elektrikî olarak uyarılmış beyin-stem potansiyelleri (EBSPs), ameliyat öncesi elektro-stimülasyon test çalışmalarında yorumlanmaya çalışılmıştır.

Belirli fâsılalarla, bir uygun olmayan işaret-gürültü oranında özellikle yüksek eşiklere çıkılması durumunda, hastaların başarıları zorlaşmakta veya imkânsız olmaktadır. Hastaların sâdece küçük bir azınlığı bu çalışmada (EBSPs'de) başarı kaydedildi. EBSPs'lerin eksikliği bizi implant işleminden vaz geçirmez. Fakat 'yeniden üretilebilir EBSPs' ümit verici bir işarettir.

IV.2.5. Ameliyat Öncesi Elektrikî Stimülasyon

Elektrokokleografi için de kullanılan ve bir transtimpanik iğne vasıtasıyla yapılan promontory uyarımla yükseltilelen işaretler, üç farklı frekans değerinde (62.5; 125 ve 250 Hz) kullanıldı. Hasta önce akustik duyumlardaki tecrübesinin yorumunu yapar. Uyarımı teşhis etme yeteneğinin, akustik duyumları algılamadan daha az önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Zamana bağlı işleme yeteneklerinin değerlendirilmesi önemlidir. Hastanın zamana bağlı fark bimeni (TDL, uyarım patlama-yükselme-si esnâsındaki en küçük farkedilebilir artış) 125 Hz'lik uyarım için tesbit edildi. 100 ms'nin altındaki TDL neticeleeri "sâdece ses" şartındaki protezle alınmış, kendisini takip eden konuşmayı anlama oranıyla (belli aralıklarda) ilişkili olduğu anlaşılmıştır.

Bu testten alınan sonuçların, hastanın testin mâhiyetini öğrenip, ona göre cevap vermesiyle etkilendiği görülmüştür. Bu yüzden testler birkaç defa tekrar edilmelidir. Genellikle TDL eğitimle kısalır (azalır), fakat ameliyat sonrası eğitim çalışmaları esnasında TDL'lerde herhangi bir artış görülmemiştir. Bunun manâsı şudur: 100 ms'nin altındaki ameliyat öncesi TDL, ümit verici iyi bir işaret olarak mütalâa edilebilir; oysa 100 ms'nin üzerindeki bir TDL, özellikle test sâdece bir kez yapıldığında, ille de kötü bir sonucun alınmasını gerektirmez. Elde edilen tecrübelerle şu söylenebilir ki, elektrikî olarak uyarılmış akustik duyumların eksikliği, implantasyon için "kontraindikasyon" dur. Böyle durumlarda uyarımın, yuvarlak pencereye geçici olarak yerleştirilmiş bir elektrodla tekrarlanması gerekir. Eğer bu işlemle de akustik hassasiyetler elde edilmiyorsa, cihaz (implantasyon) tavsiye edilmez.

IV.2.6.Genel Kriterler

Cihazların her iki tipinin de nitelendirilmesi bir takım şartlara bağlıdır:Güçlü fakat, çok aşırı olmayan motivasyon ve gerçekçi beklentiler;tatmin edici bir zekâ seviyesi rehabilitasyon işleminin tamamlamak için gerekli zaman; psikolojik bir rahatsızlığın olmaması (özellikle latent -gizli-veya manifest-aşikâr-depresyonun olmaması psikolojik ve rûhî uygunluk yaş sınırları başlangıçta 15-60 arası iken günümüzde bu sınır genişletilerek 3-60 arası yapılmıştır. Yetişkinlerle elde edilen tatminkâr verilerden sonra, genç pre ve perilingual sağırılar da programa dahil edilmiştir. (Pre ve peri lingual sağırlık arasındaki fark,peri'nin belli bir seviyede konuşabilme yeteneğine sahip olmasıdır.)

IV.2.7.Ameliyat Prosedürü

Bir retrotympanal yaklaşımla,facial aralık açılmış ve elektrod yuvarlak pencereye,(koklea dışı cihaz),yuvarlak pencere zarına dokunmayacak şekilde yerleştirilmiş,zarın herektliliğini koruması sağlanmıştır.Aksi takdirde mevcut işitme yeteneği zayıflatılabilirdi.Arzu edilen etki yuvarlak pencerenin ön ve arka kenarlarına tutturulmuş küre elektrodun çapı kadar bir çukurun oluşmasıyla elde edilebilir.Elektrod daha sonra bu çukura sıkıştırılır.Ayrıca kas dokusu ve fibrin zamkıyla sâbit hale getirilir.Toprak elektrodunun farklı yerlere yerleştirilme durumları test edilmiş, buradan,tegmen tympani ile yatay yarım daire kanal arasındaki alanın en uygun yer olduğu görülmüştür.(Şekil 4)

Koklea içi elektrodlar scala tympani'a yuvarlak pencere yoluyla tutturulur.Elektrodların,yerleşim uygunluğu için uygun bir açı sağlamak gerekir.Bunun için de elektrodların öne yakın kısımları geniş tutulmalıdır.Pencerenin açıkta kalan kısmı küçük kas parçaları ve fibrin zamkıyla kapatılır. Elektrodun tutturma(insertasyon) uzunluğu,basilar zarın zedelenmemesi için 14-15 mm'den fazla olmamalıdır.Alicının pilleri,kemiğin yüzeye yakın derinliklerindeki mastoid cavity'nin(mememsi boşluğun) yukarısına ve arkasına yerleştirilir ve bir çeşit ameliyat ipliğiyle muhafaza edilir.

Hastaların dokuzundaki fonksiyon kaybı yüzünden kullanılan koklea içi elektrod, kokleadan sökülerek bir yenisi insert edilmiştir. Bu dokuz durumda da yeni (ikinci) implantle, sonuçlarda bir kötüleşme olmamış; hatta üçünde, konuşmayı anlamada önemli ölçüde bir gelişme olmuştur.

IV.2.8. Rehabilitasyon

Implantli hastalar için rehabilitasyon iki amaçlıdır: İlk amaç, odyovisual ve işitme yoluyla ses algılanmasının geliştirilmesi, ikincisi hastaya işitme handikapını iyi bir moralle aşmasına yardımcı olarak azaltmak ve müessir bir iletişim metodu elde etmektir. Sonuç olarak rehabilitasyon programı işitme eğitimi, iletişim eğitimi, tavsiye ve danışmadan oluşmaktadır.

IV.2.9. Sonuçlar

1978'den 1985'e kadar 56 hasta implant almıştır. 9 hasta iki defa implant almıştır. 51 hastanın tamâmi cihazlarını kullanmaktadır. Bunların 42'sinin anadili Almanca'dır ve 26'sı postlingual sağırdır. Implantlerin çoğu günde 3-12 saat arası kullanılmaktadır. Erken prelingual sağır hastalar ise cihazı sadece haftada birkaç saat kullanmaktadırlar. İşitme test bataryasıyla elde edilmiş verilere dayanarak, hastalar işitme performanslarına göre üç gruba ayrılmış, bu gruplandırmada üç kriter dikkate alınmıştır:

1-) Çevresel seslerin tanınması ve zamana bağlı olan kavramların ayırılabilmesi, frekans ve şiddeti içeren akustik orientasyon

2-) Dudak okumaya destek olması bakımından akustik bilgi kullanılması (dudak okumayı geliştirmeye yarayan akustik bilgi, sesli harfleri tanıma, kelime ve cümle aksanlarına alışma ve tonlama gibi kavramlardan oluşur.)

3-) Dudak okumaksızın konuşmayı anlama (basit hikâyelerin ve günlük konuşmaların dudak okumaksızın anlaşılması)

İşitme performansı 1. grubu akustik oriyentasyona ve dudak okumayı geliştirmek için akustik girişin kullanımına ilâveten dudak okuma yardımı olmaksızın konuşmayı anlayabilen hastalar oluşturmaktadır.

İşitme performansı 2. grubu, dudak okumaksızın konuşmayı anlayamadığı halde, dudak okuma performanslarını büyük nisbette geliştirmek için akustik implantlarını kullanan ve günlük hayatta akustik implantları kullanarak kendilerini oriyente eden hastalar teşkil etmektedir.

İşitme performansının 3. grubu ise, dudak okumakla veya okumaksızın, her iki durumla konuşmayı anlamada implantlardan (az da olsa) fayda elde ettiği halde en azından kendilerini günlük hayatta akustik bilgiyi (kendilerince elde edilebilen) kullanarak, çok daha fazla oriente eden hastalardan oluşmaktadır. (Tablo 6)

Grup 2 ve 3'de aşağı yukarı aynı sayıda koklea içi ve koklea dışı cihazlı hasta bulunmaktadır. Dudak okuma desteği olmaksızın konuşmayı anlayabilen hastaların çoğu koklea içi implantlara sahiptirler. Fakat, burada dikkât edilmesi gereken husus, bahsedilen gruplardaki hastaların neredeyse hepsinin postlingual sağır olmasıdır. Bu tablodan da anlaşılacağı üzere, işitmeyle ve odyovisual ses algılanmasında lisan yeteneği çok önemlidir.

Doğru bir ameliyat prosedürü, uygun bir işleyici ayarı, etkili bir rehabilitasyon ve en azından 3 ay protezin kullanımıyla postlingual olarak sağırlanmış hastaların %60'ı -dudak okuma yardımı olmaksızın- açık ortamda geçen cümleleri anlamada önemli bir başarı göstermiştir. Şekil 5'te bu hastaların gürültüden etkilenme derecelerine ait grafikler verilmiştir. Konuşmayı anlamada, doğuştan gelen gürültülere karşı kulağın tolerans derecesi de dikkate alınarak bu hastaların normallerden ortalama sadece 20 dB (gürültüden etkilenme derecesi) daha kötü olduğu tespit edildi. Ayrıca uyarıcı ile yapılan pratiklerle gürültü tolerans derecesinde önemli iyileşmeler elde edildi. Bu protezlerde gürültüden etkilenme derecesi, tamamen, hastanın sinyali değerlendirme

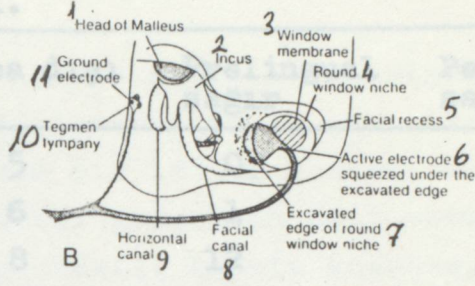
yeteneğine bağlıdır; bu yüzden grafiklerde büyük bir performans bölgesi elde edilmiştir.

Gürültüden etkilenme derecesini azaltmak, gelecek için, cihazı geliştirme çalışmalarında henüz liste başıdır. Dahası cihazın gelişmesinde yapılacak işler arasında implantın ve dış işleyicinin boyutunu küçültmek de önemli bir yer tutacaktır. Deri içi iletimde (transcutaneous transmission) sadece kaçınılmaz bir yer değiştirme toleransı bırakılmış olmasına rağmen iletici merkezine tespit edilecek bir mıknatıs - özellikle çocuklarda - ileticinin yerleştirilmesini basitleştirecektir. Basitleştirilmiş montaj metotları frekans cevabı ve ses işleyicisinin çıkış seviyesi için uygun olmalıdır.

Sahip olunan tecrübe ve bilgilerle teşhis metotları mutlaka daha ileri seviyelere ulaşacak, belki de "sentetik insan sesi benzeri uyarım" gerçekleştirilebilecektir.

IV.2.10.Özet

Viyana'daki koklear implant programında şimdiye kadar 160 hastalık bir tecrübeye sahip olunmuş 25'ine koklea dışı implant protezi, 31'ine de koklea içi implant protezi verilmiştir. Ses işleyicisi konuşma seslerini darbelere dönüştürmekten kaçınır ve bir işlenmiş analog geniş-band uyarım işareti temin eder. Hastaların yaklaşık yarısı pre-lingual sağırdır. Bunları seçerken dikkate alınan kriterler elektrikli promontory uyarım ve elektrikli beyin-stem odyometrisidir. Danışma, iletişim eğitimi ve işitme eğitiminden oluşan rehabilitasyon programı, bütün programın en önemli parçası olarak mütalâa edilir. Sonuçlar, Viyana İşitme Test bataryası kullanılarak hesaplanmıştır. Postlingual olarak sağırlaşmış hastaların %60'ı dudak okumadan bazı açık ortam konuşmalarını anlamada başarı göstermişlerdir. Cihazı kullananların %65'i, yalnız dudak okuyarak anlamaya karşı, destekli olarak (dudak okuma destekli) anlamada büyük bir iyileşme göstermişlerdir.



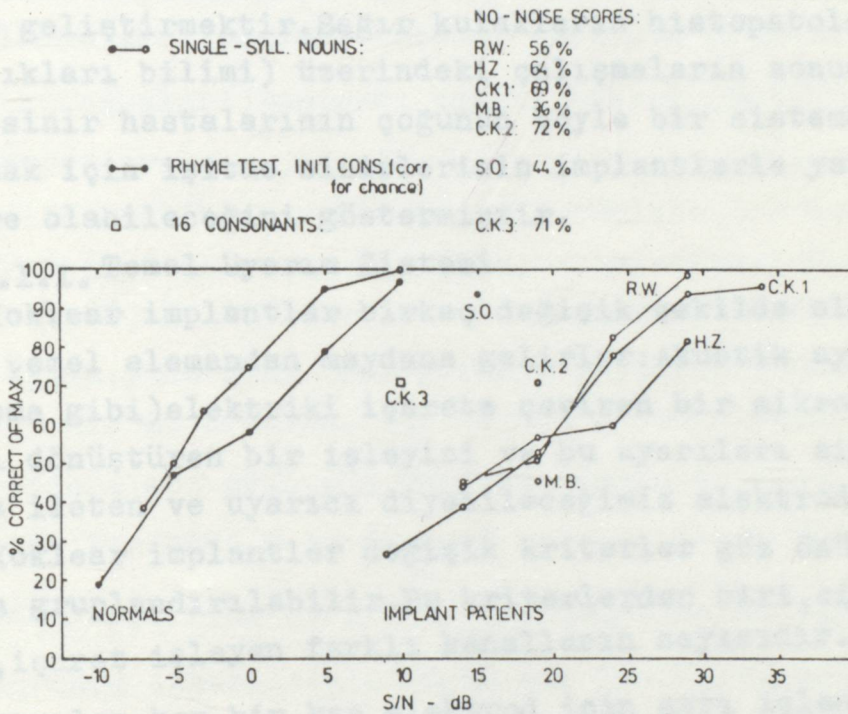
1)Çekiç kemiğinin baş kısmı,2)örs,3)yuvarlak pencere zarı, 4)yuvarlak pencere girintisi,5)facial çukur,6)oyulmuş kenarın altında sıkıştırılmış aktif elektrod,7)yuvarlak pencerenin oyulmuş kenarı,8)facial kanal, 9)yatay kanal,10)timpan tavanı (kulak davulu üst kısmı),11)toprak elektrodu.

Ş.4.A, ameliyat esnasındaki durum: AM alıcı,yuvarlak pencerenin arka ve ön taraflarındaki çukura kıştırılır; bu erken halde,toprak elektrodu dış kanala yerleştirilir. Toprak elektrodunun yatay kanalla,tegmen (timpan tavanı) arasına yerleştirilmesiyle elde edilen daha iyi sonuçlardan sonra ilk yerde (dış kanalda) ısrar edilmedi.

B,bir koklea dışı cihazın aktif elektrodunun,yuvarlak pencerenin kemiksi (ön-arka) kenarındaki çukura yerleştirilmesi detaylı olarak gösterilmiştir.Burada zarın hareketliliğinde herhangi bir bozulma olmamaktadır.

Tablo 6. 42 implantkullanıcısının, üç işitme performans grubuna göre sınıflandırılması.

	Koklea içi	Koklea dışı	Prelingual sağır	Peri-sağır	Post-sağır
Grup 1	12	5	0	2	15
Grup 2	4	6	1	1	8
Grup 3	7	8	12	0	3



Ş.5, koklea implantli hastalar için gürültülü ortamdaki konuşmayı anlama eğrilerini göstermektedir. Belli bir gürültüde, teyp veya bilgisayar diskinden verilen (bir sesli harfli) bir kelime için ve 6 seçimli kafiye testi ve sesli harf için uzun dönemde yukarıdaki eğriler elde edilmiştir. İşaret-gürültü oranı, 25 ms'lik zaman sabiti ile tespit edilmiş her kelime için max. rms değerleri olarak hesaplanmıştır. Gürültüdeki performans, sessiz haldeki performansın yüzdesi olarak işaretlenmiştir.

V. ABD SALT LAKE CITY ÜNİVERSİTESİ ÇALIŞMALARI

V.1. Çok Kanallı Koklea İçi Uyarım

Giriş:

Tamamen(duygu-sinir) işitme kayıplı hastalardan en az 250 000 Amerikalı tedâvi edilememiştir. Bu şahısların büyük bir çoğunluğu için, gelecekte bir tedâvi yöntemi olarak işitme sinirinin elektrikî uyarımı gerçekten ümit vermektedir. Bu sahadaki araştırmaların hedefi; beynin konuşmanın anlaşılması için gereken, kulağa gelen nünuneleri yorumlaması için, işitme sinirinin elektrikî uyarımını kullanan bir sistem geliştirmektir. Sağır kulakların histopatoloji(doku hastalıkları bilimi) üzerindeki çalışmaların sonuçları, duygu-sinir hastalarının çoğunun böyle bir sistemden faydalanmak için işitme sinirlerinin implantlerle yeteri kadar entegre olabileceğini göstermiştir.

V.1.1. Temel Uyarım Sistemi

Koklear implantlar birkaç değişik şekilde olsalar bile üç temel elemandan meydana gelirler: Akustik uyarımları (konuşma gibi) elektrikî işarete çeviren bir mikrofön, uyarıları dönüştüren bir işleyici ve bu uyarıları sinir dokularına ileten ve uyarıcı diyebileceğimiz elektrodlar.

Koklear implantler değişik kriterler göz önüne alınarak da gruplandırılabilir. Bu kriterlerden biri, cihazda bulunan, işaret işleyen farklı kanalların sayısıdır. Eğer akustik uyarılar, her bir kaç elektrod için ayrı işlenip veriliyorsa cihaza "çok kanallı cihaz" denir. Tek kanallı cihaz, bir işleme kanalına sahiptir, burada implante edilmiş bütün elektrodlara aynı uyarımlar yollanır.

Tek kanallı cihaz, bir veya daha fazla elektroddan oluşmuş bir elektrod düzeneği içerebilir. Çoklu elektrodlar (her işleme kanalı için en az bir uyarım elektrodu), çok kanallı sistem için kullanılır. Elektrod düzenekleri bir kaç şekilde olmaktadır. Elektrod sayısı, elektrodların anatomik yerleşimi ve ortak toprak elektrodunun kullanımı gibi karakteristiklerle sınıflandırılır.

V.1.2. Tek Kanallı Uyarım

Tek kanal koklear implantlı hastaların çoğu (en az 90'ı) dudak okuma testlerinde ve çevre seslerini tanımada bu protezleri kullanarak, protezsiz durumlarına göre hayli yüksek başarı göstermişlerdir. Genel olarak bu hastaların dudak okuma desteği olmaksızın konuşmayı anlayabilmeleri çok zordur.

Sesleri tanıma deneylerinin sonuçları, iki farklı araştırma grubu tarafından, farklı tek kanal uyarım sistemleri kullanılarak elde edilmiştir; buna göre her gruptan bir hasta, sesleri (konuşmaları) tanımada önemli başarı göstermiştir. Hochmair Desoyer grubunun, önceden pratiği yapılmamış Almanca cümleler kullanarak (birbiriyle ilgisiz cümleler ve dudak okumasızın) yaptığı testler neticesinde; hastalarından C.K., sesleri tanımada % 80 ile 100 arasında bir başarı göstermiştir. Aynı hasta, açık ortamda, yine daha önce pratiği yapılmamış cümleleri anlamada % 43 ile 60 arasında bir başarı göstermiştir. İkinci grup Owens ve Michelson grubunun yaptığı testlerde, hastalarından L. Y., sesleri tanımada, % 35-64, açık ortamda ise % 55'lik bir başarı göstermiştir. CK ve LY'nin her ikisi de bu testler uygulanmadan önce cihazlarıyla büyük bir tecrübeye sahiplerdi: LY, cihazını günlük olarak bir yıldan fazla, CK ise 9 aydır kullanmakta idi.

Maalesef, CK ve LY için alınan sonuçlarda, diğer tek kanal koklear implant kullanan şahısların performanslarından daha kötü iki istisnâî durum vardı. Mesela, LY'nin kullandığı tip sistem implante edilmiş sâdece bir haska bu testlerde % 5'lik bir başarı gösterdi. CK ve LY'nin aldığı nispeten başarılı sonuçlar tek kanal implantlar için istisna sayılmaktadır. Fakat yine de bu tek kanallı implantlılar bize bazı sağır şahısların (bilhassa bunların bazılarında daha ön-

ceden tek kanal cihaz implante edilmişse) tek kanal sistemlerinden büyük faydalar temin edeceklerine dâir ümit verdiler. Tabii ki burada uygun bir işleyicinin kullanılması çok önemlidir.

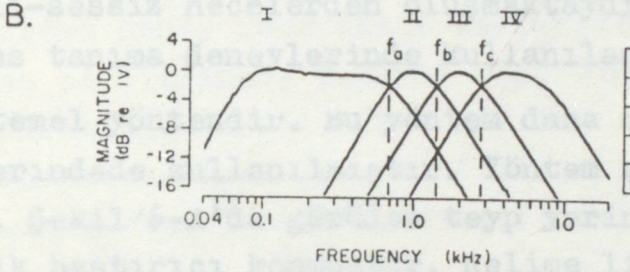
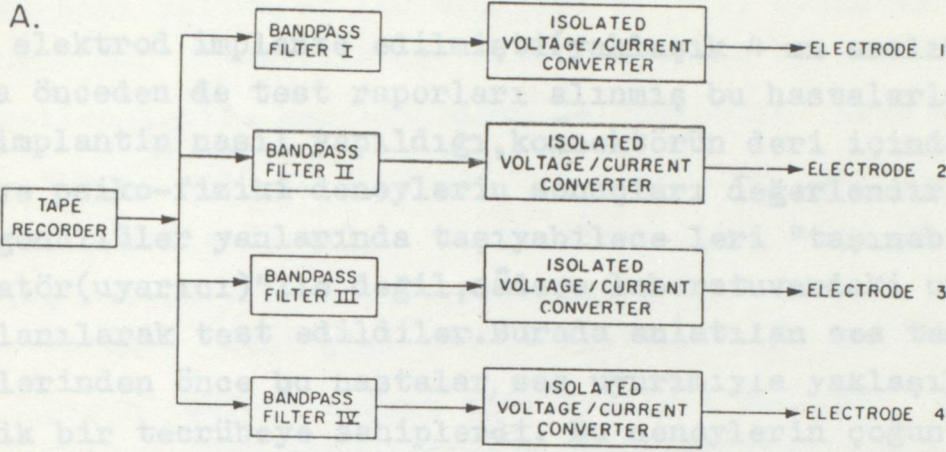
V.1.3. Çok Kanallı Uyarım

CK ve LY için daha iyi sonuçların elde edilebileceği bir sistemin, daha komplike olan çok kanallı sistemlerin mi olacağı sorusu üzerinde düşünüldü. Çünkü, işleme sınırı üzerindeki normal aktivite nünuneleri çok karmaşıktır, tek kanal sistemler ise bütün sinir liflerini aynı şekilde uyarmaya meyillidir; hâlbuki çok kanallı sistemler çok daha karışık aktivite nünunelerini elde etme yeteneğine sahiptirler. Ancak, tatbika-tıyladoğruluğu isbatlanacak böyle teorik tartışmalar doğruyu bulmada faydalıdır. Burada da çok kanallı ve tek kanallı sistemlerin kullanılmasıyla elde edilmiş konuşmayı anlama test sonuçlarının mukayese edilmesi gerekir. Fakat maalesef çok kanallı sistemlerle elde edilen sonuçları ihtiva eden literatür henüz çok sınırlıdır.

Chouard'ın kapalı ortamda dudak okumaksızın önceden pratiği yapılmış kelimelerle uyguladığı testlerde hastalar %93 başarı gösterdiler. Bu oran testler açık ortamda ve pratiği önceden yapılmamış kelimelerle yapıldığında %9'a düştü. Sesleri tanıma bazında Chouard'ın belirli çok kanallı sistemleri tek kanallı cihazlara göre daha az faydalı bulunmuştur.

Yukarıda iki ses tanıma deneyi için alınan sonuçlar, daha önce tek kanal için alınmış sonuçlarla karşılaştırıldı. Deneyler her bir gönüllü için birbirini takip eden iki gün boyunca uygulandı, iki taraflı işitme kayıplı ve tamamen sağır iki gönüllünün testleri yapıldı. Hastalardan DC ani bir baş ağrısı ve her bir kulagında başlayan işitme kayıpları ile acı duydu. Bunun sebebinin Meniere hastalığından olduğu anlaşıldı. JS ise anlaşılamayan bir sebepten hafif bir sağırlık (işitme kaybı) -

MULTIPLE CHANNEL



§.6. A.4-Kanal işleme yöntemi, koklea içi uyarım için, ses uyarılarını akım dalga şekillerine dönüştürmede kullanıldı. Ses tanıma deneylerinde, teyp yerine, bir mikروفon ve logaritmik bastırıcı kullanıldı. B

B, A'da görülen her 4 band-geçiren filtrenin, frekans cevap büyüklüğünü göstermektedir.

Tablo 7. İki heceli kelime tanıma testi

	Football
X	Outhouse
	Whitewash
	Teapot
	Iceberg
	Orange juice
	Hot dog
	Houseboat
	Airplane
X	Bad man

X : Hata

* : İlk defa sunuldu

la acı duydu. Bu ses tanıma deneylerinden 3 ay önce Dr. D. E. Braclimann tarafından her hastanın bir kokleasına 6 platin elektrod implante edilmişti (yaklaşık 4 mm aralıklarla). Daha önceden de test raporları alınmış bu hastalarla ilgili, implantın nasıl yapıldığı, konnektörün deri içinden olduğu ve psiko-fiziki deneylerin sonuçları değerlendirildi. Bu gönüllüler yanlarında taşıyabilecekleri "taşınabilir stimülatör (uyarıcı)" ile değil, sâdece laboratuvardaki uyarıcı kullanılarak test edildiler. Burada anlatılan ses tanıma deneylerinden önce bu hastalar, ses uyurımıyla yaklaşık 16 saatlik bir tecrübeye sahiptilerdi. Bu deneylerin çoğunluğu, sesleri ayırtma deneylerinde (diskriminasyon deneyleri) sesli ve sesli-sessiz hecelerden oluşmaktaydı.

Ses tanıma deneylerinde kullanılan 4-kanal işleme düzeneği temel yöntemdir. Bu yöntem daha önceki diskriminasyon deneylerinde de kullanılmıştır. Yöntem şekil 6 'da gösterilmiştir. Şekil 6-A'da görülen teyp yerine, bir mikrofon ve logaritmik bastırıcı konmuştur. Kelime listesini okuyan erkek konuşmacı, mikrofonu ağzından yaklaşık 15 cm mesafede tutmuştur. Genliği bastırılmış ses dalga şekli, 4 işleme kanalının her birine giriş olarak verilmiştir. Şekil 6-B, 4 band geçiren filtrenin her birinin frekans cevap büyüklüğünü göstermektedir. Şekil 6-A'daki elektrod, en uçtaki elektroddur, ve yuvarlak pencereden yaklaşık 22 mm mesâfededir. Elektrodlar arası boşluk ise takriben 4 mm'dir. Elektrod sayısı ne kadar yüksekse, yerleri yuvarlak pencereye o kadar yakındır.

İlk test açık ortam şartlarında idi, hastalara dudak okuma imkânı verilmeksizin iki heceli kelimeler sunuldu (hasta ile test edici yüzyüze değildi.) Her testçi 10 kelime-lik üç listeyi sundu ve hastalardan işittikleri seslere cevap vermeleri istendi. Hastalar kullanılan kelimelerin yapısını bilmiyorlardı ve cevaplarının doğruluğuna dâir herhangi bir geribesleme de almadılar.

Tablo 7, her iki hastanında ay nı iki kelimeyi karıştır-
dığını, dolayısıyla başarılarının %80 olduğunu göstermektedir.
çünkü bazı kelimeler (tutarlılığı kontrol etmek için) üç lis-
te arasında ortaktır. Doğru olarak tanınan kelimeler yıldızla
işaretlenmiştir. her iki hasta da "outhouse" için verilen uya-
rıyla "Whitewash" ve "badman" için verilen uyarıyla "owl man"
olarak cevaplamışlardır. Kalan diğer listelerde DC %50-70,
JS ise %40-70 oranında başarı göstermiştir.

Tablo 7 'deki gibi kelime listeleri ile yapılan testler,
hastaların sesleri tanıma kabiliyetleri hakkında bazı fikirler
vermektedir. Burada hastaların yeteneklerinin yanısıra, uyarım
sisteminin ne derece yeterli olduğu da dikkate alınmalıdır.
bir sonraki deney daha basit kelimelerden oluşmakta idi, ve
hastanın hatalarınada tutarlı olup olmadığını ayırt etmek için
deney sırasında bu kelimeler bir kaç defa tekrarlandı. Böyle-
ce uyarım sisteminin yetersizliğini hastaların ses tanıma ye-
teneklerine tesiri tesbit edilmeye çalışıldı. Ayrıca yine bu
deneyle implantın, hastanın dudak okumak kabiliyetine etkisi
de test edildi.

Test'te ses uyarımı olarak, sesli-sessiz-sesli (CVC)
harflerden oluşan kelimeler kullanıldı. Hastalardan JS
ne uyarımın yapısını bildi ne de cevaplarının doğruluğuna
dâir bir geribesleme aldı. Hastadan sadece işittiğini tek-
rarlaması istendi. 10 uyarım üç değişik şart için rastgele
bir sırayla 10 defa verildi. Bu şartlardan ilkinde test, uya-
rım sistemiyle fakat dudak okumaksızın yapıldı. (Tablo 8,
sütun "IMPL") ikincisi dudak okumayla (hastanın yüzüyle
testçinin yüzü yaklaşık 15 cm mesafere idi) ve uyarım sis-
temiyle yapıldı. Son şartta ise test sadece dudak okuma ile
yapıldı. (Tablo 8, sütun "IMPL ve LIP")

Tablo 8, JS'nin bu testlerden alınmış sonularını göster-
mektedir. (DC'nin testleri henüz tamamlanmamıştır, fakat ilk
sonuçlar JS'nin kine göre nisbeten daha iyidir.) İmplant ve
dudak okumanın birlikte kullanılması halinde, JS bu uyarımları

tanımada %100'lük bir başarı gösterdi ; sâdece dudak okuma ile bu başarı %46'ya düştü. Dudak okuma ile yapılan iki deneyden önce, sâdece cihazla alınan sonuç %76'dır.

Sadece implantle yapılan testlerden alınan sonuçların cesâret verici tarafı yapılan ses tanıma hatalarının tutarlı olmasıydı. "Bat" için yapılan uyarıma verilen cevaplarda JS hep "bought" diye işittiğini belirtti. (tablo 8, "confusions" [IMPL] " sütunu) . "Bought" için yapılan 10 uyarımın 4'ünde JS'nin cevabı "bat" idi. Hastaların böyle istikrarlı olması, uyarım sisteminde yapılacak uygun değişikliklerle, ses tanıma sonuçlarında dahabüyük iyileşmeler olacağı ümidini vermektedir.

V.2. Sonuçlar

Yapılan testlerin sâdece birkaç hastaya dayanmış olması yüzünden tek kanallı uyarımın, çok kanallı uyarıma karşı izâfî üstünlükleri hakkında sonuçlar çıkarmak imkânsız değilse de zordur; mâmafih yapılan deneylerden aşağıdaki değerlendirmeleri çıkarabiliriz:

Daha önceden pratiği yapılmamış kelimelerle açık ortamda yapılan testlerin neticesinde çok kanallı sistemin tek kanallıdan daha iyi olduğu söylenebilir (en iyi tek kanal hastalarının başarıları %43-60 ve %35-64'dür, bu oran çok kanal hastalarında %40-80 arasındadır). Çok kanallı implantli hastalar için elde edilen sonuçlar, bu hastaların cihazla neredeyse hiç tecrübeleri olmadığı durumdadır. Hastaların başarıları 9 ile 12 ay arasındaki günlük tecrübelerle büyük ölçüde artabilecektir. Tek kanal implantli hastalar test edilmeden önce cihazla tecrübe sahibiydiler. Daha sonra yapılacak testlerden alınan sonuçlar da böyle olursa, çok kanallı sistemlerin daha iyi olduğunu öne süren bilim adamlarının haklılığı ispatlanmış olacaktır.

Burada incelediğimiz deneylerden gerçekten önemli sonuçlar elde edilmiştir. Şurası açıktır ki tek kanallı cihazlar bâzı tamâmen sağır şahıslar için büyük ölçüde faydalar temin etmiştir. Tabii ki sonuçlar cihazla yapılan egzersizlerle iyileşme eğilimindedir.

Tek kanallı cihaz yerleştirilmiş hastaların çoğu, çok kanallı cihaz kullanan CK ve LY'nin sonuçlarına yaklaşılamamışlardır. Bütün bu sonuçlara bakarak hem tek, hem çok kanallı cihazlarda gelişmelerin olacağını böylece bazı sağır şahısların iletişim kabiliyetlerine büyük katkılarda bulunulacağını söyleyebiliriz.

Tablo 8. Bir heceli kelime tanıma testi

Word	IMPL & LIP	LIP	IMPL	Confusions (IMPL)
Bought	10	0	7	Bat
Bat	10	0	0	Bought
Beet	10	10	10	
Boot	10	10	4	Beet
Bit	10	10	10	
But	10	0	10	
Bait	10	0	10	
Bite	10	7	10	
	100%	46%	76%	

Her kelime ve şart için alınan doğru cevapların sayısı.

Her kelime ve şart için 10 deneme yapıldı. Şartlar şu sırada test edildi: Implant bağlı, dudak okuma yok ("IMPL" sütunu); implant bağlı, dudak okumayla ("IMPL LIP" sütunu); sadece dudak okumayla, implant bağlı değil ("LIP" sütunu).

Cevaplardaki tutarsızlıklar, implantin bağlı olduğu ve dudak okumanın olmadığı şartta kaydedilmiştir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- 1-Burian,K.M.D.;Hochmair-Desoyer,I.J. : "The Vienna Cochlear Implant Program",University of Vienna 1985.
- 2-Burian,K.M.D.;Eisenwort,B; Fritze,W : "Rehabilitation of the Deaf with Cochlear Implants",Adv. Oto-Laryng.,vol.37,pp.168-173 Kargel,Basel 1987.
- 3-Eddington,D.K. : "Multiple Channel Intracochlear Stimulation",Neurological Surgery of the Ear and Skull Base ed.by D.E. Brackman,Raven Press,New York 1982, Univ.of Utah,Salt Lake
- 4-Millar,J.B.; Tong,Y.C.; Clark,G.M. : "Speech Processing For Cochlear Implant Prostheses"Journal of Speech and Hearing Research, Volume27,280-296,June 1984.
- 5-Pastacı,H. : "Orta Kulaktaki Ses İletimi ve Yeni Bir Orta Kulak Modeli",Doktora Tezi,Yıldız Üniversitesi 1979.
- 6-Richard,S.T.;John,P.P.; Lowder,M.W.;Gantz,B.J.; Steven,R.O.;McCabe,B.F. : "Initial Iowa Results With The Multichannel Cochlear Implant From Melbourne",Journal of Speech and Hearing Research,Vol.27 596-604,December 1984.
- 7-Süder,Z. : "Elektroakustik Ders Notları" I.T.Ü.Elektrik Fakültesi.
- 8-White,R.L. : "System Design of a Cochlear Implant",IEEE in Medicine and Biology Magazine,June 1987.

ÖZGEÇMİŞ

15.8.1964'de Erzurum'da doğdu. 1975 Iğdır Cumhuriyet İlk Okulu, 1978 İstanbul Basınköy Orta Okulu, 1981 İstanbul Yeşilköy Lisesi ve 1985 İstanbul Yıldız Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Bölümü mezunudur. 31.12.1986'-dan beri aynı üniversitenin Elektrik ve Elektronik Ölçmeler kürsüsünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmalarını sürdürmektedir.

