

Koklear implant

Prof. Dr. Yıldırım Ahmet Bayazit



1968 yılında Edirne'de doğdu. İlk orta ve lise öğrenimini Erzurum ve Gaziantep'te tamamladı. 1992 yılında Hacettepe Tıp Fakültesinden mezun oldu. Gazi Üniversitesinde KBB ihtisasını tamamladı. Gaziantep Üniversitesinde yardımcı doçent, Gazi Üniversitesinde doçent ve profesör olarak çalıştı. 2012 yılında bir yıl süre ile Riyad'da Kral Abdulaziz Üniversitesi National Guard Hastanesinde görev yaptı. 2004 yılında Manchester Childrens Hospital'da bulundu. Dr. Bayazit, 2014 yılından beri İstanbul Medipol Üniversitesi Öğretim Üyesi olarak çalışmaktadır.

Sağırılık derecesinde ağır işitme kayıpları başta yeni doğan bebekler olmak üzere her yaşta karşılaşılabilen bir sorundur. İşitme ile konuşma ve öğrenme arasında doğrusal bir bağlantı vardır. İyi işitemeyen iyi anlayamaz, iyi konuşamaz, öğrenme gücünü çeker, sosyal ortamlardan kendini izole etmeye başlar. Özellikle sağır doğan bebeklerde konuşma ve işitme merkezleri arasındaki bağlantı kurulamadığı için tedavi edilmeyen bu gruptaki hastalar sağır ve dilsiz hale gelirler. Hayatının ilk 4-7 yıl arasında hiç duymamış bu çocuklar daha sonradan tedavi şanslarını yitirirler. Çünkü beyin üst bölgelerindeki işitme merkezleri görme merkezi tarafından işgal edilir. Dolayısıyla şifreleri çözecek bilgi işlem bölgesi ortadan kalkmış olur. Bu nedenle tedavide acele edilmeli, vakit kaybedilmemelidir. Geçmişte çözümü olmayan sağırlığın artık çözümü mümkün hale gelmiştir. Bu çözüm koklear implant (KI) teknolojisinin gelişmesiyle sağlanmaya başlanmıştır. KI bir işitsel protezdir. İç kulakta salyangoz içerisine yerleştirilen bir elektrot işitme sinir uçlarını elektriksek olarak uyararak işitmeyi temin eder.

İşitme sinirinin elektrik verilerek uyarılması ve böylece işitmenin sağlanması konudaki çalışmalar 18. yüzyılın sonlarında Alessandro Volta tarafından başlatılmıştır. Bir bilim adamı olan Volta ilk deneyleri kendi üzerinde uygulamış ve kulağına elektrik verdiğinde işitsel bir cevap elde ettiğini fark etmiştir. Ancak zamanının teknolojisi çalışmalarını daha ileriye götürmeye imkân vermemiştir. Birkaç yüz yıl sonrasında, 1972 yılında, Amerika Birleşik Devletleri'nden (ABD) Dr. William House ilk kez tek kanallı bir KI üretirek bunu insanda uygulamış ve sonrasında ticari bir ürün haline getirerek piyasaya sürmüştür. Bu ilk uygulanabilir

KI 1984 yılında ABD'de FDA (Gıda ve İlaç Dairesi) onayı almıştır. Ancak cihazın tek kanallı olması ve mikro işlemcilerin yeterince gelişmemesi nedeniyle bu ürün yaygın kullanım alanı bulamamıştır. Hatta bu yıllarda Eskişehir'de üniversitede bir kulak burun boğaz hekimi olan Dr. Bekir Altay bu teknolojiyi ülkemizde uygulamaya çalışmıştır. Benzer dönemlerde, araştırmalar dünyanın farklı noktalarında devam etmiştir. Bu araştırma merkezlerinden biri de Avustralya olmuştur ve 1978 yılında Graeme Clark ilk yetişkin hastasına çok kanallı KI uygulamıştır. Bu uygulama ve elde edilen başarılı neticeler doğrultusunda ve gelişen bilgi işlem ve çip teknolojisi sayesinde KI uygulamaları tüm dünyada ivme kazanmaya başlamıştır. Artık etkin ve toplum tarafından kabul gören bir yöntem haline gelen KI, halen dünyada yüzbinlerce kişi tarafından kullanılmaktadır.

KI iç ve dış ünitelerden oluşur. Dış parçada sesleri toplayan bir mikrofon, sesleri filtreleyen, işleyen ve ileticiye gönderen konuşma işlemcisi ve sesleri iç parçaya aktaran iletici yer alır. İç parça ise dışarıdan gönderilen sinyalleri elektriksel uyarılara çevirerek elektrotta gönderen alıcı-uyarıcı ve koklea içindeki skala timpani içerisine yerleştirilerek spiral ganglion sinir uçlarını elektriksel olarak uyararak elektrotta oluşur. İmplant tipine göre bir elektrot üzerinde 12 ile 22 arasında değişen temas noktası vardır. Elektrot gövdesi silikon ile kaplıdır ve temas noktaları tam veya yarım halka şeklinde iridyumla kaplı platinden yapılmıştır. Kokleadaki frekans bölgelerinin tonotopik konfigürasyonu sayesinde elektrotun işitme sinir uçlarındaki temas noktaları istenilen frekans bölgelerini uyarabilir. Alçak frekans bölgeleri koklea apeksinde, yüksek frekans bölgeleri koklea bazalinde yer alır. Aynı zamanda, temas noktalarından sinir uçlarına iletilen

elektrik uyarın şiddeti ise sesin şiddetinin ayarlanmasını sağlar. Bu sayede sesin şiddet ve frekans bilgileri ayarlanabilir.

KI her yaş grubunda uygulanabilir. Adayların çoğu yeni bebeklerden oluşur. Çünkü ortalama her bin bebekten dördü sağır doğmaktadır. Daha önceden belirttiğimiz gibi sağır doğup, 4 ila 7 yaşına kadar hiç ses duymayan çocuklar KI şansını kaybederler. Bunun dışında diğer bütün yaşlarda KI uygulanabilir. Bebeklerde genellikle 1 yaşından sonra KI ameliyatı yapılır. Bunun nedeni, işitme kaybı seyrinden ve oranından tam manasıyla emin olunmak istenmesi ve implantın iç parçasının kalınlığıdır. Ancak, yine gelişmeler ışığında bazı KI modelleri dokuzuncu aydan sonra uygulanabilmektedir. Bunun dışında menenjit sonrası işitme kaybı gibi acil bir durum varsa KI 1 yaş altında yapılabilir. Hastanın KI adayı olup olmadığına odyolojik ve radyolojik tetkikler ışığında kulak burun boğaz doktoru karar verir. KI adayı bir hasta menenjit riski nedeniyle aşılmalıdır.

Her insanda iki kulak mevcuttur. Bu sayede işitme esnasında başın gölge etkisi azalır, ses yönü tayini ve gürültüde konuşmayı anlama kolaylaşır. Bu nedenle her iki kulağa birden KI uygulamalarına başlanmıştır. Kulaklar eş zamanlı veya ardışık olarak ameliyat edilebilir. Bazı hastalarda sağırılık derecesinde işitme kaybı olmamakla birlikte konvansiyonel işitme cihazlarından yeterince fayda görmezler. Bu hastalarda işitme kaybının frekans dağılımı farklıdır. Hastalar alçak frekansları (kalın sesleri) normal veya az duyarken, orta ve yüksek frekansları (konuşma tonları ve ince sesler) duyamazlar. Bu hastaların tedavisinde elektroakustik stimülasyon (EAS) yöntemi kullanılmaktadır. EAS uygulamasında yüksek frekans bölgeleri cerrahi olarak

yerleştirilen bir KI tarafından uyarılırken alçak frekans bölgeleri ya doğal ya da işitme cihazı vasıtasıyla uyarılır. Basitçe EAS, KI ve konvansiyonel işitme cihazının birlikte olduğu bir modeldir. Bu yöntem ilk kez 1997 yılında Hodges tarafından geliştirilmiştir ve halen uygulanmaktadır. Kokleadaki alçak frekans bölgeleri sesin şiddeti ve konuşma özellikleri arasındaki farkı ayırt etme açısından önemliyen yüksek frekans bölgeleri spektral kalıpları ayırt etmeyi sağlar. Bu nedenle yüksek frekans işitme kaybı olan hastalar konuşmayı ayırt etmede güçlük yaşarlar. Akustik ve elektriksel stimülasyonun kombine edilmesi sadece matematiksel bir toplam değil gürültülü ortamda konuşmayı algılama ve müzik algısı ile sinerjik bir sonuç doğurur.

KI elektronik bir protez olduğu için bozulma ihtimali vardır. Yaşam boyu bu ihtimal %10'lara kadar yükselir. Cihazın kesin olarak bozulduğu durumlarda hasta implantla duyamaz hale gelir. İşitme kaybı genellikle ani olur. İmplantın iç ve dış parçaları arasında bağlantı sağlanamaz. Cihazın bozulduğundan şüphelenilen durumlar da olabilir. Hastanın implantla sağladığı işitsel kazanç azalmaya ve hastanın performansı düşmeye başlar. Bazen de implant aralıklı çalışmaya başlar. Programlamada güçlüklerle karşılaşılır. Gürültü artışı, batma hissi, ağrı, vertigo gibi işitsel olmayan şikâyetler ortaya çıkabilir. KI teknolojisi ilerlemeye devam etmektedir. Bunlar yazılım ve mikroişlemci ile ilgili gelişmelerdir. Yazılım teknolojisinin ve mikroişlemcilerin gelişmeleri sayesinde KI dış parçası gittikçe küçülmektedir. Bu da estetik kaygıları azaltmaktadır. İmplantın tam olarak vücut içerisine yerleştirilememesinin esas nedeni pil ile alakalıdır. KI işlemcisinin aşırı enerji ihtiyacı vardır. Pil teknolojisinin gelişmesi veya cilt üzerinden şarj edilebilmesi sayesinde ileride KI'lar vücut içine tam yerleştirilebilir hale gelecektir. Dünyada Avusturya, Avustralya, ABD ve Çin gibi ülkelerde beş farklı şirket tarafından farklı KI markaları üretilmektedir.

KI konuşulanı anlamaya yarayan bir cihazdır. KI'nın gelişmesi gereken yönlerinden biri de frekans ayırımıdır. KI yeterli frekans ayırımı bilgisi sağlamamaktadır. Sessiz ortamda konuşmayı anlamayı ve müzik ritminin algılanması ile ilgili bilgi verirken, daha iyi frekans bilgisi gerektiren melodi ve konuşma algılamasıyla ilgili diğer öğelerin eksikliği tam manasıyla telafi edemez. KI kullanıcıları normal işitenler gibi müziğin ritmini algılayarak melodi, harmoni ve ses rengini ayırt etmede, konuşulan kişinin sesini tanıma ve gürültüde konuşulanı anlamada küçük çekerler. Konuşma ve müzik beyinde benzer işitsel yolları kullansa da, müzik ile uğraşan KI'lı hastalarda beyin ilave

bağlantılar da kurar. Bunlar, dikkat, uyanıklık, emosyonel ve hareket alanlarıdır. Müzik beynin iki tarafı arasındaki bağlantıları aktive eder. KI'lı çocuklar "Müziği duyuyorum ama bana bir şey ifade etmiyor" diye yorum yapabilir. Bunun en büyük nedeni frekans ayırımı iyi yapamamalarıdır. KI'lı çocuklar ile normal işiten çocukların müziğin ritmik özelliklerini algılaması benzerdir. Ancak müzik perdesi (melodi, harmoni) ve ses rengi (timbre) algılaması zayıftır. Perde algısıyla konuşan kişiyi tanıma ve gürültüde konuşulanı anlama arasında doğrudan ilişki vardır. Sinir plastisitesi açısından çocuk KI kullanıcıları yetişkin KI kullanıcılarına kıyasla müziğin olumlu etkilerinden daha fazla faydalanır.

Normal bir iç kulakta (koklea) tonotopik bir organizasyon vardır. Koklea içerisinde 3.500 saçlı hücre bulunur ve bu hücrelerden 30 bin tane lif, yani 1 hücreden 10 adet lif işitsel bilgileri beyindeki ilgili bölgeye taşır. Normal bir kulak 20 ila 20 bin Hz frekans aralığını duyar ve bu aralıkta 1.400 frekansı ayırt edebilir. KI işitme sisteminin tonotopik yapısını taklit edecek şekilde dizayn edilmiştir. Ancak teorik olarak programlanan KI doğal frekans bölgeleri ile iyi eşleşemez. Bu da müzikteki perde algısını bozar. Bir KI sisteminde maksimum 22 elektrot vardır ve 200 ila 8.500 Hz aralığındaki sınırlı frekans bölgelerini uyarabilir. Çok kanallı tek elektrot geniş bir bölgeyi uyarır. Elektrot sayısını artırmak elektrotlar arasında elektriksel bir etkileşime neden olarak ses kalitesini bozar. Uyarılan frekans aralığı doğal yapıda ve KI ile farklıdır. KI ile 8.500 ila 20.000 Hz aralığı iyi uyarılamaz. Koklear implant 22 frekans bölgesinden uyarı yaparken, doğal yapı 1.400 frekans bölgesini ayırt edebilir. Yani $1.400/22 = 63.6$ şeklinde hesaplırsak, bir KI kullanıcısının normal işiten birine göre frekans ayırımı 60 kat daha zayıf olacaktır. Bu nedenle implant kullanıcılarının müziğin ve konuşmanın ince frekans bilgisi gerektiren bazı özelliklerini algılamaları normale göre zayıftır. İmplant kullanıcıları müziğin süreyle ilgili ritim ve tempo bilgilerini algılayabilirken müziğin frekans ile ilgili perde ve ses rengi ayırımı iyi yapamazlar. Örneğin, bir gitar ve bir piyanodan aynı notalardan ses verildiğinde bu iki enstrümanı birbirinden ayırt etmede güçlük çekerler. KI'ların diğer önemli bir sorunu elektrik ihtiyaçlarıdır. Pil kullanılarak sistemin elektrik ihtiyacı karşılanmaktadır. Ancak piller implant dış parçasında geniş yer işgal etmektedir. Cihazın ağırlığını artırmakta ve kozmetik sorunlara neden olmaktadır. Pil teknolojisinin gelişmesi veya implantın enerji ihtiyacının başka bir şekilde çözülmesi halinde KI'lar tam olarak vücut içerisine yerleştirilebilir hale gelecektir. KI'ların vücut içerisine tam yerleştirilmesi önündeki en büyük engel enerji ihtiyacı ve pil teknolojisidir.

KI'lar gün geçtikçe küçülmektedir. Bu küçülme hem iç hem de dış parçaya yansımaktadır. Cihaz ne kadar küçülürse, cerrahi travma o derece küçük olacaktır. Enfeksiyon riski o derece azalacaktır. Estetik sorunlar da ciddi oranda ortadan kalkacaktır. Aynı zamanda koklea içerisinde cerrahi işleme ve elektrot yerleştirme işlemine bağlı olarak ortaya çıkacak olan travma en aza indirilecektir. Bu sayede cihazın enerji tüketimi azalacak, daha da önemlisi, eğer az da olsa mevcut işitme kalıntıları korunarak implantasyon yapılabilecektir. Bu sayede implantın işitsel verimliliği artırılabilir. Hastaların belli periyotlarda cihaz programlamalarının yapılması gereklidir. Bu amaçla hastane veya özel merkezlere gelmeleri gereklidir. Uzaktan programlama çalışmaları devam etmektedir. Bu sayede internet ağı üzerinden veya akıllı telefonlar vasıtasıyla uzaktan programlama çalışmaları devam etmektedir. Bu teknoloji yaygınlaşırsa hastaların hastane ve ofis ziyaret etme ihtiyaçları ciddi oranda ortadan kaldırılabılır. Bunun sosyoekonomik faydaları olacaktır. İmplant kullanıcıları aynı şekilde ameliyat sonrası özel eğitimler almaktadırlar. Bu amaçla aynen bir okula devam eder gibi eğitim merkezlerine gitmektedirler. Yine sosyoekonomik problemler ortaya çıkmaktadır. Veri tabanlı uzaktan eğitim programları üzerinde çalışmalar devam etmektedir. Bu çalışmalar tamamlanmış durumda bu sorun da ortadan kalkmış olacaktır.

KI pahalı bir işlem gibi gözükmemektedir. Cerrahi müdahale, programlama, eğitim, takip vs. göz önüne alındığında bir maliyet ortaya çıkmaktadır. Ancak bu maliyetin karşılığı işitebilen ve konuşabilen bireyler olarak bu kişilerin topluma kazandırılmasıdır. KI kullanıcıları bu sayede topluma entegre olabilen, katma değer oluşturabilen bireyler olmaktadır. Aksi takdirde, tedavi edilemeyen hastalar sağır ve dilsiz kategorisinde yer alacaklardır. Kendilerini topluma yük olarak hissedeceklerdir. Katma değer üretmede zorluk yaşayacaklardır. Her iki durum ekonomik yönden karşılaştırıldığında ekonomiye yük olma açısından arada 20 kata yakın bir fark çıkmaktadır. Bu gözle bakıldığında, KI işlemi etkinlik-maliyet hesabına göre aşılama kadar etkin bir işlemdir. Özetle, KI teknolojisi işitme kayıplarının önündeki büyük bariyeri ortadan kaldırmıştır. Büyük bir boşluğu doldurmuş ve sağırlığı bir problem olmaktan çıkartmıştır. İleride nanoteknoloji imkânlarının KI teknolojisiyle birleşmesi sonucunda uygulamalarda ciddi farklılıklar oluşacağı ihtimali yüksektir.