Akustik Beyin Sapı İmplantı

Auditory Brainstem Implant

Ayça ANT[a],
Recep KARAMERT[b],
Hakan TUTAR[b]

[a]Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Kliniği,
Dr. Abdurrahman Yurtaslan Ankara Onkoloji Eğitim ve Araştırma Hastanesi,
[b]Kulak Burun Boğaz Hastalıkları AD,
Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Ankara, TÜRKİYE

Yazışma Adresi/*Correspondence:*
Hakan TUTAR
Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Kulak Burun Boğaz Hastalıkları AD,
Ankara, TÜRKİYE
dr.hakantutar@yahoo.com

ÖZET Akustik beyin sapı implantı (ABİ), bilateral vestibüler schwannom ile ilişkili koklear sinir disfonksiyonu olan Nörofibromatozis tip 2 (NF2) hastalarında görülen işitme kaybının tedavisinde uzun süredir bir tedavi seçeneği olarak kullanılmaktadır. Bazı NF2 olgularında elde edilen tatmin edici sonuçlar ABİ'nin tümör dışı vakalarda hatta koklea ve koklear sinir anomalisi olan çocuklarda da kullanmak için cesaretlendirmiş ve bazı umut verici sonuçlar elde edilmiştir. Fakat genel olarak ABİ, etkinliği çevresel ses algısıyla sınırlı ve çoğunlukla ancak dudak okumaya yardımcı olan bir cihazdır. ABİ sonuçları preoperatif olarak öngörülemez. Genişleyen endikasyon kriterleri ABİ'deki öngörülemeyen sonuçlar nedeniyle bazı tartışmaları beraberinde getirmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akustik beyin sapı implantı; koklear implant; nörofibromatozis tip 2

ABSTRACT Auditory brainstem implantation (ABI) has been used as a treatment option in deafness associated with Neurofibromatosis type 2 (NF2) that have cochlear nerve dysfunction associated with bilateral vestibular schwannomas for a long time. Satisfying outcomes achieved from some NF2 cases have encouraged surgeons to try auditory brainstem implant (ABI) in non-tumor cases with several different indications, even in children with cochlea and cochlear nerve anomalies, and some promising results were obtained. On the other hand, the efficiency of ABI is limited to the perception of environmental sound and as an aid to lip reading. The results of ABI cannot be predicted preoperatively. Expanding indication criterias brought out some controversies as the results are unpredictable with ABI.

Keywords: Acoustic brainstem implant; cochlear implant; neurofibromatosis type 2

Konjenital ve edinsel ileri dereceli sensorinöral işitme kaybı olgularında koklear implantasyon etkin bir tedavi yöntemidir. Fakat kokleayı veya koklear siniri etkileyen ve periferik intrakoklear stimülasyonun mümkün olmadığı durumlarda, hastalar koklear implanttan (Kİ) fayda görmemektedir. Bu durumda, beyin sapındaki koklear nukleusların elektriksel olarak stimülasyonu ancak akustik beyin sapı implantı (ABİ) ile mümkün olur. Nörofibromatozis tip 2 (NF2) hastalarında cerrahi sonrası bilateral koklear sinir kaybı tüm otörler tarafından kabul gören ilk ABİ endikasyonudur. Bununla birlikte bu hastalarda ABİ'den kazanç genellikle çevresel sesin algılanmasıyla sınırlıdır ve hastaların dudak okuyarak iletişim kurmalarına yardımcı olur.[1-3]

ABİ'nin son yıllarda tümör dışında; ciddi koklear anomaliler, postmenenjitik ileri derecede koklear ossifikasyon gibi koklear implantasyonun mümkün olmadığı hastalarda kullanımı yaygınlaşmış ve bu alandaki deneyim de vaka sayısındaki artışa paralel olarak artmıştır. Bu tümörsüz olgularda genellikle tümörlü olgulara göre daha iyi, hatta bazen koklear implant hastalarındakine yakın düzeyde işitme sonuçları elde edilmektedir.[4] ABİ sonuçlarının genel olarak NF2'li hastalarda daha

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN:
Ant A, Karamert R, Tutar H. Akustik Beyin Sapı İmplantı. Kaymaz AM, editör. Pontoserebellar Açı Tümörlerinde Tedavi Seçimi ve Cerrahi Yaklaşımlar. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2018. p.44-50.

kötü olmasının koklear çekirdeğin işlev bozukluğuyla ilişkili olduğu veya tümörün çıkarılması sırasında koklear çekirdeğin cerrahi travmasına bağlı olduğu ileri sürülmüştür. Günümüzde ABİ, işitme sonuçları ile koklear implant kadar başarılı görülmemekle birlikte halen en başarılı santral nöral protezdir.[5]

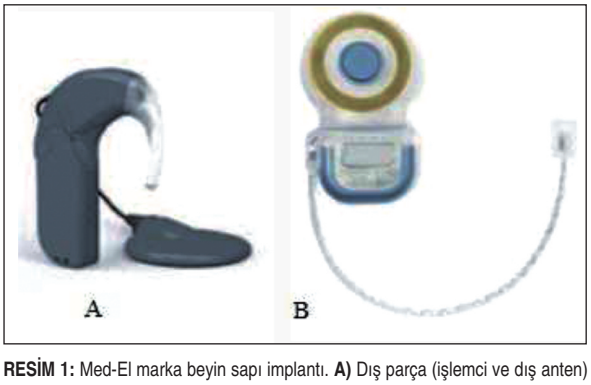
ABİ, koklear implanta benzer şekilde dış ve iç olmak üzere 2 parçadan oluşur. Temel olarak; operasyon sırasında cilt altına ve kafatası kemiği üzerine yerleştirilen iç parçada, manyetik alıcı ve beyin sapına yönlendirilen elektrot; operasyon sonrası tatbik edilen dış parçada ise ses alıcısı (mikrofon), ses işlemcisi ve anten bulunur (Resim 1). ABİ temel olarak 2 elektrokimyasal mekanizma ile çalışır. Birincisi elektrot ile biyolojik doku arasında gerçekleşen dielektrik akım, ikincisi de redüksiyon-oksidasyon reaksiyonudur. Biyouyumluluk açısından kronik elektrik stimulasyonun nöronal dokuda hasar oluşturduğuna dair klinik bulgu yoktur.[5]

TARİHÇE

İlk ABİ uygulaması 1979'da House ve Hitselberger tarafından House Kulak Enstitüsü (HKE)'nde bilateral vestibüler schwannom (VS) nedeniyle bilateral vestibü lokoklear sinirleri sakrifiye edilen, NF2 hastası bir kadına yapılmıştır. İki-toplu bir elektrot yerleştirilmesi sonrası bu ilk ABİ, modifiye bir işitme cihazı yardımıyla uyarılmış ve hasta işitme hissini almıştır. Kullanım sınırlıkları sebebiyle iç parçadaki elektrot yapısı 2 ve daha fazla elektrodlu dakron örgü ile, dış parça ise tek ve çok kanallı Kİ ses işlemcileri ile geliştirilmiştir.[5]

ENDİKASYONLAR

ABİ endikasyonlarını, cerrahisi ve sonuçları açısından da birbirlerinden farklı olan tümörlü ve tümörsüz olgular olarak sınıflandırmak mümkündür.



RESİM 1: Med-El marka beyin sapı implantı. **A)** Dış parça (işlemci ve dış anten) **B)** İç parça (manyetik alıcı ve elektrot).

TÜMÖRLÜ OLGULAR: NF2

En sık ABİ endikasyonunu oluşturan olgular NF2 hastalarıdır. VS cerrahisi planlanan ve ipsilateral rezidüel işitme beklentisi düşük olan tüm NF2 hastalarında ABİ düşünülmelidir. Özellikle kontralateral işitmesi kötü olan ve kontralateral tümörün total işitme kaybına yol açacağı öngörülen hastalarda endikedir. Fakat koklear sinirin korunması mümkün olmuşsa Kİ denenmelidir.[6] Genel olarak uygulama ikinci taraf VS cerrahisi sonrası ABİ uygulamasıdır. Günümüzde ilk taraf tümör cerrahisi sırasında işitmeyi koruyucu bir cerrahi mümkün olmamış ise "uyuyan (sleeper) ABİ" uygulaması fikri yaygınlaşmaktadır. Kontralateral kullanılabilir işitme mevcut ise hasta ABİ'yi kullanmak zorunda değildir, fakat ikinci taraftaki tümörün cerrahisi öncesi bekleme sürecinde ABİ'nin performansını değerlendirmek ve hastanın iletişimini arttırmada çok önemli olan işitsel rehabilitasyon sürecini başlatmak açısından ABİ aktive edilebilir. Böylece ilk ABİ başarısızlığı durumunda, hastaya ikinci bir şans da vermek mümkün olur.[5] ABİ cerrahisi ilk VS cerrahisi sonrası ikinci basamak cerrahi olarak da yapılabilir. Özellikle beyin sapını deforme eden, lateral reses anatomi ve pozisyonunu bozan büyük tümörlerde ikinci basamak cerrahi olarak önerilebilir. Fakat potansiyel fibrozis gelişimi ve önemli anatomik noktaların kaybolması riski nedeni ile aynı seansta ABİ cerrahisi görüşü daha çok kabul görmektedir. Primer stereotaktik radyoterapi (özellikle Gamma Knife), sonrasında gelişen koklear nukleus bölgesinde radyasyon nekrozuna veya implant tatbikini engelleyebilecek fibröz doku gelişimine neden olabileceği için bir relatif kontrendikasyon olarak kabul edilse de, radyoterapi sonrası başarılı ABİ sonuçları olan olgular da yayınlanmıştır.[7]

TÜMÖRSÜZ OLGULAR

Tümör dışı nedenlerle ABI uygulaması çeşitli iç kulak anomalileri nedeniyle KI uygulanamayan hastalar üzerinde yapılan çalışmalar ile gelişmiştir. Tümör dışı endikasyonla ilk ABI operasyonu 2001 yılında Vittorio Colletti tarafından koklear sinir aplazisi olan bir infanta uygulanmıştır. Devam eden yıllarda birçok tümör dışı hastaya ABI uygulaması yapılmış ve olumlu sonuçlar elde edimiştir.[8,9] Pediatrik veya kazanılmış işitme kaybı olan hastalarda ABI endikasyonları ilk kez 2011 yılında Avrupa Uzlaşma Raporu ile tanımlanmış olup, Tablo 1'de özetlenmiştir.

ANATOMİ VE CERRAHİ YAKLAŞIMLAR

ABİ ile ilgili ilk çalışmalar koklear sinir root entry zon (REZ), foramen Luschka ve koklear nukleusların üç bo-

TABLO 1: Avrupa Uzlaşma Raporu 2011'e göre pediatrik ABİ endikasyonları.

Pediatrik ABI endikasyonları (Avrupa Uzlaşma Raporu 2011)
İyi Tanımlanmış Konjenital Endikasyonlar
1. Komplet labirentin aplasi (Michel Aplasisi)
2. Koklear aplasi
3. Koklear sinir aplasisi
4. Koklear apertur aplasisi
Olası Konjenital Endikasyonlar
1. Koklear apertur hipoplazisi ile birlikte hipoplazik koklea
2. Koklear sinirin bulunmadığı ortak kavite ve inkomplet partitisyon tip 1 olguları
3. Koklear sinir olan fakat nöral dokunun anormal koklea içindeki dağılımının tahmin edilemediği ve koklear implanttan fayda görmeyen ortak kavite ve inkomplet partitisyon tip 1 olguları
4. Koklear implanttan fayda görmeyen ve dallanmasında bozukluk olan vestibülokoklear sinir olguları
5. Hipoplazik koklear sinir (Normalin %50 kalınlığında veya fasiyal sinirden ince koklear sinir varlığında) olgularında. Koklear boşlukta yeterli nöral doku izlenemiyorsa
Kazanılmış Endikasyonlar
1. Kokleada çok ileri derecede ossifikasyona (Tomografide beyaz koklea, MR'da koklear kanal sinyal yokluğu) neden olan postlingual menenjit olgularında
2. Bilateral temporal kemik fraktürüne bağlı bilateral koklear sinir kopması
3. Kokleada ileri derecede destruksiyona yol açan otoskleroz olgularında
4. Kontrol altına alınamayan fasiyal stimülasyonu olan koklear implant olgularında

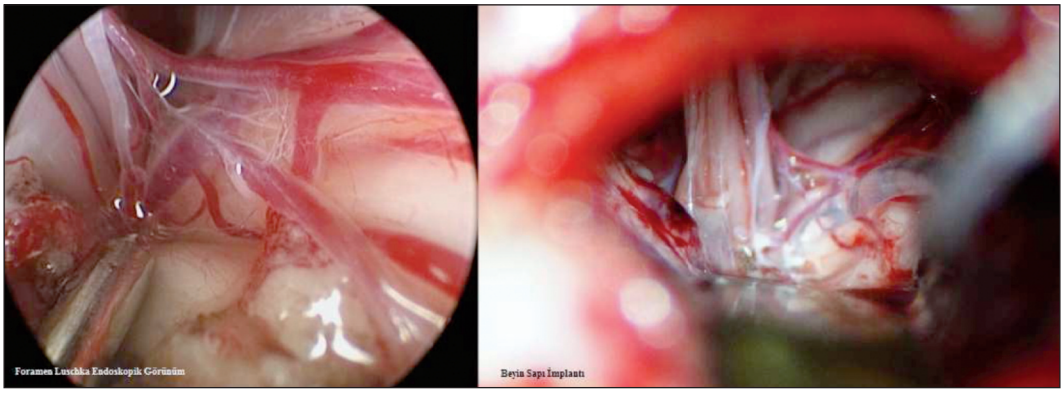
yutlu anatomisini anlamak üzerine yoğunlaşmıştır.[10-12] Koklear nukleusların ventral ve dorsal bileşenleri ponsta, sekizinci kranial sinirin beyin sapına girdiği pontomedüller bileşkede, serebellar pedinkülün medialinde yer alır. Ventral ve dorsal koklear çekirdeklerin yüzeyleri, dördüncü ventrikülün lateral resesinin anterosuperior yönünde yer alır; ABİ elektrodu bu girintiye yerleştirilir. Foramen Luschka, resesin lateral girişidir ve koroid pleksus içerir.[5] Lateral resesesin yüzey landmarkları alt kranial sinirlerdir. Foramen Luschka, glossofaringeal ve vagal sinir REZ'lerinin posteriorunda, vestibülokoklear sinir REZ'inin inferiorunda, fasiyal sinir REZ'inin posteroinferiorunda yer alır (Resim 2). Serebellumun flokkulusu, Foramen Luschka'nın üzerinde bulunur. Reses, Foramen Luschka'dan dördüncü ventriküle doğru posteromedial yönde ilerler.

Bir posterior fossa cerrahisi olan ABİ cerrahisi temel olarak iki yaklaşım yoluyla yapılır: **Translabirentin ve Retrosigmoid/lateral suboksipital yaklaşımlar.** Bu yaklaşımların her ikisi de etkili bir şekilde kullanılabilir.

Translabirentin yaklaşım, beyin sapına daha lateralden bir görüş sağlar ve bu da Foramen Luschka'ya daha iyi bir ekspojurla yaklaşılmasına imkan vererek elektrotun atravmatik olarak yerleştirilmesine yardımcı olur. Bu nedenle ABİ uygulanacak NF2 hastalarında tümör rezeksiyonu ve implantın yerleştirilmesi için sıklıkla tercih edilen yöntemdir. Bu yaklaşımın bir avantajı da serebellar retraksiyon gerektirmemesidir. Bununla birlikte mastoidektomi, labirentektomi, orta fossa dural plate'inin ve sigmoid sinüsün skletonizasyonu ve gerekirse kemiğin kaldırılması zaman alıcıdır ve ameliyat sonunda oluşan geniş dural defektin onarımı çoğu kez mümkün olmadığı için oluşan kavitenin yağ dokusu ile oblitere edilmesi gereklidir.

Retrosigmoid/lateral suboksipital yaklaşım posterior fossa müdahalelerinde en sık kullanılan yoldur. Kemik turlaması açısından daha az zaman alır ve yağ obliterasyonu gerektirmez. Labirentektomi ihtiyacı olmadığından, VS cerrahisinde işitmenin korunması sağlanabilir. İnternal akustik kanal fundusunun fasiyal sinir ve tümör açısından mikroskop ile değerlendirilmesi bu yaklaşımda zordur, bu durumda gerekli ekspojurun sağlanması çoğu kez ancak açılı endoskopların (30, 45, 70°) kullanılmasıyla mümkündür.[13]

Sekizinci ve dokuzuncu kranial sinirler medial yönde takip edildiğinde dördüncü ventrikülün lateral resesi içinde koklear nukleus tanınır. Flokkulus posteriora ekarte edildiğinde, Foramen Luschka dokuzuncu kranial sinir REZ'inin hemen posteriorunda tanınır. Koklear sinir dördüncü ventrikülün lateral girintisine girerken mediale kadar uzanır. Koklear sinir ile koroid pleksus arasında diseksiyon yapılırken bipolar koterle-



RESİM 2: Foramen Luschka endoskopik görünümü ve Beyin sapı implantı uygulaması, *(Dr. Hakan Tutar arşivinden).*

rin kullanılması işlemin kanamasız ve pratik bir şekilde devam ettirilmesine olanak sağlar. Lateral reses içinde, koklear sinir mediale doğru takip edildiğinde, anterosuperior lokalizasyonda iki belirgin yapı bulunur. Bu yapılardan kranial yerleşimli olan koklear nukleus ve kaudal yerleşimli olan ise pontobulbar cisimdir. Aralarında önemli bir landmark olarak küçük, düz bir ven vardır. Dördüncü ventrikülün girişinde fibröz bir bant olan koroid pleksus tenyası bulunur, elektrot insersiyonu öncesi diseke edilir. Lateral resesin lokasyonu, anestezistin hastada valsalva manevrası yapması sonrası, beyin omurilik sıvısının (BOS) akışını gözlemleyerek doğrulanabilir.

Lateral reseste elektrot dizisinin pozisyonlanması başarılı işitsel uyarım için önemlidir; elektrot çok laterale yerleştirilirse ise fasiyal, glossofaringeal ya da diğer kranial sinirlerin ve serebellar flokkulusun stimülasyonu gerçekleşebilir; derin yerleşimde ise elektrot koklear nukleusu geçerek 4. ventriküle ilerleyip etkisiz kalabilir. Bu nedenle elektrot dizisinin yerleşimi ameliyat esnasında intraoperatif uyarılmış işitsel beyin sapı cevabı (Evoked Auditory Brainstem Response- eABR) testi ile kontrol edilmeli ve cevap alınamadığında elektrot pozisyonu yeniden değerlendirilmelidir.[5]

POSTOPERATİF DÖNEM VE İŞİTSEL PERFORMANS

Erken postoperatif dönemde yara bakımı önemlidir. Hasta hematom ve BOS fistülü açısından yakın takip edilmelidir. Enfeksiyon profilaksisi için BOS'a penetrasyonu iyi olan parenteral 3. kuşak sefalosporinler tercih edilebilir. Kafa içi basıbç artışına yol açabilecek durumlardan kaçınılmalıdır. Hasta, rutin nörolojik muayene takibinde ortalama 5-7 gün hospitalize edilir.

NF2 OLGULARI

NF2 olgularında ABİ ile işitme performansı sonuçları ümit vericidir, olguların yalnızca küçük bir kısmında (%8-HKE) ABİ ile işitsel stimülasyon sağlanamamamıştır. Hastaların çoğunda kullanılabilir işitsel algı sağlanabilse de genel olarak sonuçlar koklear implant ile karşılaştırılacak seviyede değildir. Bu hastaların büyük kısmında işitsel performans çevresel ses algısı ile sınırlı ve ancak dudak okumaya yardımcı olacak düzeydedir.[1-3] Ebinger ve ark.nın ABD'de çok merkezli bir çalışma ile sunduğu 92 hastalık seride hastaların %85'inde işitsel algıda, %93'ünde de dudak okuma ile konuşmayı anlamada artış tespit edilmiştir.[14] Avrupa ve Avustralya' daki merkezlerden de benzer sonuçlar bildirilmiştir.[15-19] Son dönemde Avrupa'daki merkezlerde işitsel implant uygulanan NF2 olgularında ABİ ile Kİ performansına yakın seviyede konuşmayı algılama skorları elde edildiği bildirilmektedir. Behr ve ark. 20 ABİ tatbik edilen NF2 hastasının 14'ünde başarılı konuşmayı anlama skoru tespit etmişlerdir.[20] ABİ sonuçlarının tümör cerrahisinde kullanılan teknik, aktif elektrot sayısının farklılığı vb. birçok faktörden etkilendiği öngörülse de hangi faktörlerin sonuçlar açısından daha önemli olduğu bilinmemektedir.[21-22] Sanna ve ark. yaş, tümör boyutu, cerrahi esnasında eABR'de iyi yanıt alınan elektrot sayısı, rehabilitasyon döneminde aktif olarak kullanılabilen elektrot sayısı gibi parametrelerin ABİ performansına istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığını saptamışlardır.[23] Cerrahi sonrası rehabilitasyon süresi en iyi bilinen faktördür, performanstaki iyileşme yıllar sonra ortaya çıkabilir.[4]

ABİ'de performansın koklear imlanta göre çok daha sınırlı kalmasının önemli bir sebebi de koklear nukleusta elektrodların tonotopik organizasyonunun yüzey

elektrot stimülasyonu için yeterince uygun olmamasıdır. Koklear nukleusun tonotopik organizasyonunda frekans değişiminin yüzeyden derine doğru olduğu düşünülmektedir. Bu da kokleadakinin aksine koklear nukleusta bir yüzey elektrotuyla tonotopik uyarımı imkansız kılmaktadır. Bununla birlikte, koklear nukleus, ekstrensek ve intrensek projeksiyonlara sahip inhibitör ve aktivatör fonksiyonları olan farklı nöron gruplarından oluşmaktadır. ABİ ile koklear çekirdek uyarıldığında periferik tonotopik stimülasyon baypas edilmektedir ve bu da koklear nukleusta sinirsel fonksiyon kaybına yol açıyor olabilir. [24]

Geç postoperatif dönemde, NF2 hastalarında ABİ veya Kİ varlığı, MRG ile takip açısından problem oluşturmaktadır. Günümüzde kullanımda olan tüm ABİ ve Kİ modelleri 1.5 Teslaya kadar ve yeni geliştirilen bir Kİ modeli de 3 Tesla'ya kadar MRG ile uyumlu olmasına rağmen; manyetik alıcının yarattığı artefakt nedeniyle internal akustik kanal ve serebellopontin bölgenin değerlendirilmesini engeller. Rezidü tümörü olan ve MRG ile daha sık takip gerektiren hastalar için manyetik alıcı genellikle implantasyon sırasında bir titanyum diskle değiştirilir. İletim bobini daha sonra, dahili anten üzerinde cilt üzerine yerleştirilen yapışkan şeritte küçük bir metal disk ile yerinde tutulur.[5]

POSTLİNGUAL İŞİTME KAYIPLI HASTALAR

NF2 hastalarındaki artan ABİ deneyimleri, Kİ'nin başarısız olduğu postmenenjitik koklear ossifikasyon, çok ileri otoskleroz ve travmatik bilateral koklear sinir hasarı gelişen olgularda da ABİ kullanılmasını gündeme getirmiştir. Bu olguların işitme sonuçları, NF2'ye göre daha iyi ve bazı olgularda Kİ ile karşılaştırılabilecek düzeydedir. Colletti ve ark.tümörsüz olgularda konuşmayı anlama skorunu %59, NF2 hastalarında ise %10 olarak tespit etmişlerdir.[4] Grayeli ve ark. da benzer sonuçlar bildirmişlerdir.[19] Tümörsüz olgular içinde de postmenenjitik koklear ossifikasyon, çok ileri otoskleroz ve travma olguları, ileri koklear malformasyon veya işitsel nöropati olgularına göre daha iyi performans göstermektedir.[22] Son dönemde NF2 hastalarında daha iyi işitme sonuçları bildirilse de, tümörlü ve tümörsüz olgular arasında belirgin fark bulunmaktadır. Bu durum tümör varlığının; elektriksel stimülasyonla koklear nukleus fonksiyonunu stimüle etmeyi olumsuz yönde etkileyecek sonuçlar doğurduğunu ve bu şekilde konuşmayı anlamayı da etkilediğini düşündürmektedir. Colletti ve ark.nın 10 tümörlü ve 10 tümörsüz ABİ olgusunu değerlendirdiği çalışmada; NF2 hastalarında konuşmayı ayırt etme skorlarının da daha kötü olduğu görülmüştür. Bu duruma koklear nukleusta belirli bir hücre tipi veya bölgenin hasarının yol açıyor olabileceği de iddia edilmektedir.[25] Beyin sapı teması olmayan küçük tümörlerde de işitme kaybı gelişmesi ve ABİ sonuçlarının büyük tümöre göre daha iyi olmaması nedeniyle ABİ'de işitsel performansın, tümörün kitle etkisi veya beyin sapı manipülasyonuna bağlı olmadığı düşünülmektedir.[23]

KONJENİTAL VE PRELİNGUAL İŞİTME KAYIPLI HASTALAR

Tümörsüz erişkin hastalarda ABİ ile elde edilen olumlu sonuçlar, Kİ için uygun olmayan şiddetli koklear malformasyon veya koklear sinir aplazili pediatrik hasta grubunda da ABİ uygulanmasını gündeme getirmiştir. Colletti ve ark., çocuklarda ABİ yerleştirmenin teknik olarak mümkün, çevresel ses farkındalığı ve sınırlı konuşma algısında etkin olduğunu göstermişlerdir.[26] ABİ uygulanması 2 yaş öncesinde de mümkün olsa da bu yaş grubunda cihazın ayarlanmasında (fiting) zorluklar yaşanmaktadır. Sennaroglu ve ark., 2.5 ile 5 yaş arası 9 olguya yer verdiği bir çalışmasında birçok çocuğun işitsel yeteneklerinin gelişimsel ve entellektüel seviyeleri ile korele gittiğini, cerrahiye bağlı bazı minör komplikasyonlar izlense de major komplikasyonların nadir olduğunu, elektrik stimülasyonunun yan etkilerinin ise kontrol altına alınabildiğini belirtmişlerdir.[27] Bayazıt ve ark. ise pediatrik olgularda işitsel ve oral dil gelişiminin sınırlı ve öngörülemez olduğunu bildirmişlerdir.[28]

KOMPLİKASYONLAR

ABİ cerrahisinde komplikasyonlar posterior fossa cerrahisi ile ortaktır. İntraoperatif kanama, kranial sinir (7,9,10,11) hasarı, nöral parankim hasarı (serebellum, pons), ponsta yer alan kardiyorespiratuar merkezin etkilenmesi sonucu kardiyak veya respiratuar komplikasyonlar görülebilir. ABİ cerrahisi, çoğunlukla VS cerrahisi ile eş zamanlı olarak yapıldığı için; kanama, kranial sinir ve serebellar disfonksiyon vb. erken postoperatif problemlerin genel olarak tümör cerrahisine bağlı olarak geliştiği de düşünülebilir. Postoperatif BOS fistülü de VS cerrahisinde olduğu gibi en sık komplikasyonlardandır.[29] Elektrot kablosunun veya subkütan alıcı/stimülatörün varlığının BOS fistülü riskini arttırmadığı bilinmektedir. Fakat ABİ varlığı, yara yeri iyileşmesi ile ilgili problemleri ve gelişebilecek enfeksiyonları daha komplike hale getirmektedir. Bu yüzden Kİ'de olduğu gibi; insizyonun ve subkütan alıcı/stimülatörün yerleştirilmesinin planlanması yara yeri problemlerini azaltır.

Tümörsüz ABİ olgularında Colletti ve ark. komplikasyon oranlarını çok düşük olarak saptamış ve bu oranların Kİ ve mikrovasküler dekompresyon olguları ile benzer olduğunu bildirmişlerdir.[30] ABİ olgularının uzun dönem takiplerinde; elektriksel stimülasyona bağlı nörolojik durum ile ilgili bir değişiklik tespit edilmemiştir. En sık görülen komplikasyon işitsel uyarımın elde edilememesidir. Bu genellikle elektrot dizininin doğru yerleştirilememesine yada sonradan kaymasına bağlıdır. Elektrot dizininin uygun lokalizasyonda sabitlenmesi dördüncü ventrikül lateral resesine yerleştirilen bir tampon ile sağlanır. Özellikle büyük tümörlerde beyin sapının distorsiyonu sonrası elektrot dizininin yer değiştirmesi mümkündür. Büyük tümörlerde Foramen Luschka ve lateral reses genelde belirsizdir ve buna kısıtlı ekspojur da eklenince elektrot dizininin pozisyonunu korumak zor olabilir ve tamponlamaya rağmen erken postoperatif dönemde dizinin migrasyonu gerçekleşebilmektedir. İşitsel algının sağlanamaması ve özellikle fasiyal, trigeminal ve alt kranial sinir gibi işitsel olmayan stimülasyonların varlığı elektrotun migrasyonunu akla getirmelidir. Elektrot etkin bir şekilde stabilize edilse dahi işitsel olmayan ve somatik uyarım görülme oranı sıktır. Otto ve ark. çok merkezli bir çalışmada ABİ hastalarında %42 oranında işitsel olmayan uyarım tespit etmiştir.[31] Colletti ve ark. ise NF2 hastalarında %73, tümörsüz olgularda erişkinlerde %32 ve çocuklarda %23 işitsel olmayan uyarım tespit etmişlerdir.[30] En sık görülen işitsel olmayan uyarım semptomları; dizziness, ipsilateral vücut veya yüzde karıncalanma, boğazda takılma, görüntüde kayma hissidir. Çok nadir olarak kol veya bacakta seyirme vb. motor cevaplar ve kardiyorespiratuar değişiklikler raporlanmıştır. İşitsel olmayan uyarımlar genelde koklear nukleusa komşu anatomik yapıların stimülasyonu sonucu gelişir. Temel olarak serebellar flokkulus (görüntüde kayma), fasiyal ve glossofarengeal sinir (boğazda takılma), serebellar pedinkülün retrograd aktivasyonu (ipsilateral karıncalanma veya motor aktivasyon) etkilenir. Bu istenmeyen etkiler, uyarım özelliklerinin değiştirilmesi veya sorumlu elektrodun kapatılması ile giderilebilir. İşitsel olmayan algılarda, muhtemelen elektrot dizininin fibröz enkapsülasyonuna veya kompresif tümörün alınması sonrası beyin sapının şeklinin değişimine bağlı olarak zamanla azalma görülür.

PENETRAN AKUSTİK BEYİN SAPI VE ORTA BEYİN İMPLANTI

Koklear nukleus, tonotopik yapısı nedeniyle yüzey elektrodu ile yeterince uyarılamaz; nukleusun daha derin kısımlarında işlemlenen frekans alanlarına ulaşabilmek için penetran ABİ (PABİ) geliştirilmiştir. PABİ, her biri penetran ve yüzey elektrot dizininin kombinasyonundan oluşan iki jenerasyon olarak üretilmiştir. Bununla birlikte HKE'de yapılan klinik çalışma ile NF2 hastalarında iki jenerasyon PABİ, ABİ ile karşılaştırılmış fakat herhangi bir üstünlüğü görülmemiştir.

NF2 hastalarındaki intrensek koklear nukleus disfonksiyonu göz önünde bulundurulduğunda, hasarın proksimalde yer alan orta beyinin stimülasyonunun daha iyi bir alternatif olabileceği düşünülmüştür. Lenarz ve ark. inferior kollikulusun santral nukleusunu potansiyel alan olarak önermiştir.[32] Colletti ve ark. radyoterapi sonrası VS cerrahisi yapılan bir NF2 hastasında, median infratentorial-supraserebellar yaklaşım ile inferior kollikulusun dorsal yüzeyine ABİ yerleştirmiştir. İntraoperatif elektrot aktivasyonunun görülmesine rağmen postoperatif dönmede aktif elektrot sayısı azalmıştır. Bu durum elektrotun sabitlenemeyip yer değiştirmesine bağlanmış, takiben Hannover Üniversitesi ve bir implant firmasının ortak çalışmasıyla penetran elektrot dizini geliştirilmiştir (PAMİ- penetran acoustic midbrain implant).[33] Samii ve ark. VS cerrahisi için lateral suboksipital, inferior kollikulusa AMİ insersiyonu için supraserebellar yaklaşımı önermişlerdir.[34] Bu olgularda fayda yine çevresel ses algılamasıyla sınırlıdır ve ancak dudak okumaya yardımcı olacak düzeydedir.[35]

ABİ ve AMİ ile konuşmayı anlama skorlarının sınırlı olması nedeniyle tümör tedavisinde koklear siniri koruyucu seçenekler üzerinde durulmaktadır. VS cerrahisi sonrası, koklear sinirin korunduğu olgularda Kİ ile başarılı sonuçlar bildirilmiştir. Yine stereotaktik radyoterapi ile uzun dönem takip edilen hastalarda da Kİ ile sonuçlar yüz güldürücüdür. Bir diğer yaklaşım da koklear siniri koruyucu parsiyel tümör cerrahisi yapılarak rezidüel tümöre stereotaktik radyoterapi verilmesi ve işitme rehabilitasyonu için de Kİ uygulanmasıdır. Bu yaklaşım sonrası Kİ ile elde edilen işitsel performansın, koklear sinirin sakrifiye edildiği total rezeksiyonlar sonrası uygulanan ABI performansına kıyasla çok daha yüksek olduğu bildirilmiştir.[36,37]

SONUÇ

ABİ, başta NF2 olmak üzere Kİ ile işitme rehabilitasyonu sağlanamayan durumlarda etkin bir tedavi yöntemidir, Kİ'ye alternatif bir yöntem değildir. Koklear sinir fonksiyonunun korunması ile periferik stimülasyonun sağlanabileceği nadir NF2 olgularında Kİ uygulanmalı ve ABİ son tedavi seçeneği olarak düşünülmelidir.

KAYNAKLAR

1. Otto SR, Brackmann DE, Hitselberger WE, Shannon RV, Kuchta J. Multichannel auditory brainstem implant: update on performance in 61 patients. J Neurosurg 2002;96(6):1063-71.
2. Nevison B, Laszig R, Sollmann WP, Lenarz T, Sterkers O, Ramsden R, et al. Results from a European clinical investigation of the Nucleus multi-channel auditory brainstem implant. Ear Hear 2002;23(3):170-83.
3. Lenarz T, Moshrefi M, Matthies C, Frohne C, Lesinski-Schiedat A, Illg A et al. Auditory brainstem implant: part I. Auditory performance and its evolution over time. Otol Neurotol 2001;22(6):823-33.
4. Colletti V, Shannon R, Carner M, Veronese S, Colletti L. Outcomes in nontumor adults fitted with the auditory brainstem implant: 10 years' experience. Otol Neurotol 2009;30(5): 614-18.
5. Briggs RJS, Henrik S. Central Neural Auditory Prostheses. In: Flint PW, Haughey BH, Lund V, Niparko JK, Robbins KT, Thomas JR, Lesperance MM eds. Cummings Otolaryngology. 6th ed. Philadelphia: WB Saunders; 2015. p.2472-80
6. Arriaga MA, Marks S. Simultaneous cochlear implantation and acoustic neuroma resection: imaging considerations, technique, and functionaloutcome. Otolaryngol Head Neck Surg 5. 1995;112(2):325-8.
7. Kalamarides M, Grayeli AB, Bouccara D, Dahan EA, Sollmann WP, Sterkers O et al: Hearing restoration with auditory brainstem implants after radiosurgery for neurofibromatosis type 2. J Neurosurg 2001;95:1028-33.
8. Dodds A, Tyszkiewicz E, Ramsden R. Cochlear implantation after bacterial meningitis: the dangers of delay. Archives of Disease in Childhood 1997;76:139-40.
9. Bayazıt Y. İşitsel Beyin Sapı İmplantı. Önerci M, Güneri EA editör. Kulak Burun Boğaz Baş Boyun Cerrahisi- Nörootoloji. 1.Baskı. Ankara: 2016. p.692-4.
10. McElveen JT, Hitselberger WE, House WF. Surgical accessibility of the cochlear nuclear complex in man: surgical landmarks. Otolaryngol Head Neck Surg 1987;96:135.
11. Monsell EM, McElveen JT, Jr, Hitselberger WE, House WF. Surgical approaches to the human cochlear nuclear complex. Am J Otol 1987;8:450-5.
12. Sinha UK, Terr LI, Galey FR, Linthicum Jr FH. Computer-aided three-dimensional reconstruction of the cochlear nerve root. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1987;113(6):651-5.
13. Göksu N, Bayazıt YA, Kemaloglu Y. Endoscopy of the posterior fossa and dissection of acoustic neuroma. J Neurosurg 1999;91(5): 776-80.
14. Briggs RJ, Fagan P, Atlas M, Kaye AH, Sheehy J, Hollow R et al. Multichannel auditory brainstem implantation: the Australian experience. J Laryngol Otol 2000;114(27):46-9.
15. Ebinger K, Otto S, Arcaroli J, Staller S, Arndt P. Multichannel auditory brainstem implant: US clinical trial results. J Laryngol Otol 2000; 114(27):50-3.
16. Schwartz MS, Otto SR, Shannon RV, Hitselberger WE, Brackmann DE. Auditory brainstem implants. Neurotherapeutics 2008;5(1): 128-36.
17. Leszinski-Schiedat A, Frohne C, Illg A, Rost U, Matthies C, Battmer RD, et al. Auditory brainstem implant in auditory rehabilitation of patients with neurofibromatosis type 2: Hannover programme. J Laryngol Otol 2000; 114(27):15-7.
18. Skrivan J, Zverina E, Betka J, Svetlik M, Kluh J, Sollman WP. Use of the auditory brainstem neuroprosthesis in the Czech Republic. Casopis Lekaru Ceskych 2003;142:29-33.
19. Grayeli AB, Kalamarides M, Bouccara D, Ambert-Dahan E, Sterkers O. Auditory brainstem implant in neurofibromatosis type 2 and non-neurofibromatosis type 2 patients. Otol Neurotol 2008;29(8):1140-6.
20. Behr R, Müller J, Shehata-Dieler W, Shlake HP, Heins J, Roosen K. The high rate CIS auditory brainstem implant for restoration of hearing in NF-2 patients. Skull Base 2007; 17(2):91-107.
21. Colletti V. Auditory outcomes in tumor vs. nontumor patients fitted with auditory brainstem implants. Adv Otorhinolaryngol 2006;64:167-85.
22. Colletti L, Shannon R, Colletti V. Auditory brainstem implants for neurofibromatosis type 2. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg 2012;20(5):353-7.
23. Sanna M, Di Lella F, Guida M, Merkus P. Auditory Brainstem Implants in NF2 Patients: Results and Review of the Literature. Otol Neurotol 2012;33(2):154-64.
24. Shannon R, Colletti L, Colletti V. The Neuroscience of the Pediatric Auditory Brainstem Implant. Pediatric Cochlear Implantation. 2016;237-45.
25. Colletti V, Shannon RV: Open set speech perception with auditory brainstem implant? Laryngoscope 2005;115:1974-8.
26. Colletti V, Carner M, Fiorino F, Sacchetto L, Miorelli V, Orsi A et al. Hearing restoration with auditory brainstem implant in three children with cochlear nerve aplasia. Otol Neurotol 2002;23:682-93.
27. Sennaroglu L, Ziyal I, Atas A, Sennaroglu G, Yucel E, Sevinc S et al: Preliminary results of auditory brainstem implantation in prelingually deaf children with inner ear malformations including severe stenosis of the cochlear aperture and aplasia of the cochlear nerve. Otol Neurotol 2009;30(6):708-15.
28. Bayazit YA, Kosaner J, Cinar BC, Atac A, Tutar H, Gunduz B, et al. Methods and preliminary outcomes of pediatric auditory brainstem implantation. Ann Otol Rhinol Laryngol 2014;123(8):529-36
29. Bayazit YA, Abaday A, Dogulu F, Göksu N. Complications of pediatric auditory brain stem implan- tation via retrosigmoid approach. ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec 2011;73(2):72-5.
30. Colletti V, Shannon RV, Carner M, Veronese S, Colletti L. Complications in auditory brainstem implant surgery in adults and children. Otol Neurotol 2010;31(4):558-64.
31. Otto SR, Brackmann DE, Staller S, Menapace CM. The multichannel auditory brainstem implant: 6-month coinvestigator results. Adv Otorhinolaryngol 1997;52:1-7.
32. Lenarz T, Lim H, Reuter G, Patrick JF, Lenarz M. The auditory midbrain implant: a new auditory prosthesis for neural deafness concept and device description. Otol Neurotol 2006;27(6):838-43.
33. Colletti V, Shannon R, Carner M, Sacchetto L, Turazzi S, Masotto B, et al: The first successful case of hearing produced by electrical stimulation of the human midbrain. Otol Neurotol 2007;28:39-43.
34. Samii A, Lenarz M, Majdani O, Lim HH, Samii M, Lenarz T. Auditory midbrain implant: a combined approach for vestibular schwannoma surgery and device implantation. Otol Neurotol 2007;28:31-8.
35. Lim HH, Lenarz M, Lenarz T. Auditory midbrain implant: a review. Trends Amplif 2009; 13(3):149-80.
36. Vincenti V, Pasanisi E, Guida M, Di Trapani G, Sanna M. Hearing rehabilitation in neurofibromatosis type 2 patients: cochlear versus auditory brainstem implantation. Audiol Neurootol 2008;13(4):273-80.
37. Trotter MI, Briggs RJ. Cochlear implantation in neurofibromatosis type 2 after radiation therapy. Otol Neurotol 2010;31(2):216-19.