

## ÖZGÜN ARAŞTIRMA / ORIGINAL ARTICLE

**Koklear implantasyon adayı hastaların yüksek rezolüsyonlu bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans inceleme sonuçları***Results of cochlear implantation candidate patients by high resolution computed tomography and magnetic resonance imaging*

Mustafa Reşorlu, Reyhan Meydan

## ÖZET

**Amaç:** Sensörinöral işitme kaybı nedeniyle koklear implantasyon planlanan hastalarda, operasyonun şeklini ve başarısını etkileyebilecek faktörlerin, yüksek rezolüsyonlu bilgisayarlı tomografi (YRBT) ve manyetik rezonans inceleme (MRI) ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

**Gereç ve yöntem:** Çalışmaya alınan 49 hastadan 38'ine MRI yapılırken, tüm hastalara YRBT uygulanmıştır. MRI ve YRBT görüntüleri; mastoid hücre pnömatizasyonu, sigmoid sinüsün lokalizasyonu, aberan vasküler yapılar, konjenital anomaliler, koklear stenoz, labirent ossifikasyonu, internal akustik kanal genişliği, vestibülokoklear sinirin varlığı, enfeksiyon varlığı, semisirküler kanallar, serebellopontin bölge, koklear ve vestibüler akuadukt genişliği yönünden değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Hastaların yaşları 1 yaş ile 61 yaş arasında (ortalama 12.3 yıl) değişmekte olup, 29 erkek ile 20 kadından oluşmaktadır. Hastaların 35'inde (%71.4) iç kulağa ait çeşitli patolojiler yada konjenital malformasyonlar izlenmiştir. Yine 98 kulak üzerinde yapılan incelemede, 58 kulakta (%59.3) 1. derece, 23 kulakta (%23.4) 2. derece ve 17 kulakta (%17.3) 3. derece mastoid havalanma saptanmıştır. Mastoid hücre havalanmasından sigmoid sinus pozisyonunun ( $p<0.001$ ) ve mastoid genişliğinin ( $p<0.001$ ) anlamlı olarak etkilendiği saptanmıştır. YRBT ile mastoid ve orta kulak havalanması, kortikal kemiğin kalınlığı, yuvarlak pencere nişi, perilenfatik-endolenfatik kompartmanın ve internal akustik kanalın durumu daha net değerlendirilebilmektedir. Yine otik kapsülü ilgilendiren otoskleroz, Paget hastalığı gibi patolojiler YRBT ile daha net ortaya konabilmektedir. MRI ise intrakoklear akışkanlık ve koklear açıklık, semisirküler kanallar, serebellopontin bölge ve vestibülokoklear siniri değerlendirmede daha başarılıdır.

**Sonuç:** YRBT ve MRI, koklear implantasyon öncesi işitme kaybının etyolojisi hakkında bilgi vermesinin yanı sıra, operasyon için hangi kulağın uygun olduğunun belirlenmesinde ve cerrahi sırasında komplikasyonlara neden olabilecek anatomik varyasyonlar ile anomalilerin saptanabilmesinde yardımcı iki radyolojik tetkiktir.

**Anahtar kelimeler:** Koklear implantasyon, yüksek rezolüsyonlu bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans inceleme

## ABSTRACT

**Objectives:** To evaluate the effectiveness of high resolution computed tomography (HRCT) and magnetic resonance imaging (MRI) for assessment of factors which would influence the type and success of surgery in patients undergoing cochlear implantation.

**Materials and methods:** All patients underwent HRCT imaging while MRI was performed in 38 of them. MRI and HRCT images were evaluated for mastoid cell pneumatization, sigmoid sinus localization, aberrant vascular structures, congenital anomalies, cochlear stenosis, labyrinth ossification, infection, internal acoustic canal width, presence of vestibulo-cochlear nerve, semicircular canals, cerebellopontin area, and cochlear and vestibular aquaduct width.

**Results:** Totally 49 patients (29 males and 20 females with a mean age of 12.3 years (1 - 61 years) were included. Various abnormalities or congenital anomalies were found in 35 patients by HRCT and MRI. We observed grade 1 mastoid cell pneumatization in 58 ears (59.3%), grade 2 in 23 (23.4%) and grade 3 in 17. Furthermore the position of sigmoid sinus ( $p<0.001$ ) and mastoid width ( $p<0.001$ ) were affected by mastoid cell ventilation. HRCT provides knowledge about mastoid and middle ear ventilation, cortical bone thickness, round window niche, perilymphatic-endolymphatic compartment and status of internal acoustic canal. Pathologies such as otosclerosis and Paget disease that involve otic capsule can be revealed by CT. MRI can provide views of intracochlear viscosity and cochlear opening, semicircular canals, cerebellopontin area, and vestibulocochlear nerve.

**Conclusions:** HRCT and MRI provide information about the etiology of hearing loss, suitable side for cochlear implantation and detection of abnormalities or anatomic variations that may cause complications intraoperatively.

**Key words:** Cochlear implantation, high resolution computed tomography, magnetic resonance imaging

*İzmir Bozyaka Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Kliniği, İzmir, Türkiye*

**Yazışma Adresi /Correspondence:** Dr. Mustafa Reşorlu,

*İzmir Bozyaka Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Kliniği, İzmir, Türkiye Email: dr.reso@gmail.com*

Geliş Tarihi / Received: 12.08.2012, Kabul Tarihi / Accepted: 28.08.2012

Copyright © Dicle Tıp Dergisi 2012, Her hakkı saklıdır / All rights reserved

## GİRİŞ

İşitme azlığı tüm dünyada milyonlarca insanı etkileyen ortak kronik bir sorundur.<sup>1</sup> Sensörinöral işitme kaybı (SNİK) bulunan ve vestibülo-koklear siniri sağlam olan hastalara koklear implantasyon uygulanması ile işitmenin sağlanması mümkündür. Ancak koklear implantasyonu maliyeti yüksek ve cerrahi güçlükler taşıyan bir tedavi yöntemi olduğu için hasta seçimi büyük önem taşımaktadır. Hasta seçiminde ise hastanın yaşı, mental ve fiziksel sağlık durumu, işitme kaybının nedeni, işitme kaybının süresi ve odyolojik değerlendirmesi kadar radyolojik olarak değerlendirilmesi de önemlidir.

Yüksek rezolüsyonlu bilgisayarlı tomografi (YRBT) ve manyetik rezonans inceleme (MRI) implantasyon öncesi hastanın değerlendirilmesi için en önemli iki radyolojik tetkiktir.<sup>2-4</sup> YRBT temporal kemik için mükemmel kemik ayrımı sunmaktadır. Yine mastoid ve orta kulak havalanması, kortikal kemiğin kalınlığı, orta ve iç kulak yapılarına ait anomali ve varyasyonlar, cerrahide komplikasyona neden olabilecek vasküler varyasyonlar ve fasial sinirin pozisyonu hakkında değerli bilgiler vermektedir. MRI ise özellikle T2 sekanslarda iç kulağın perilenfatik-endolenfatik kompartmanlarının değerlendirilmesini sağlamaktadır. Ancak bu hastalarda operasyon öncesi değerlendirmede hangi yöntemin kullanılması gerektiği hala devam eden bir tartışmadır.

Biz bu çalışmamızda, koklear implantasyon planlanan hastaların preoperatif YRBT ve MRI bulgularını değerlendirmeyi, operasyonun şeklini ve başarısını etkileyecek bulguları saptamayı amaçladık. Ayrıca mastoid hücrelerin havalanma derecesi ile cerrahi girişim sırasında önemli olabilecek sigmoid sinüs pozisyonu ve transmastoid yaklaşımda geçilecek yolu belirleyen mastoid genişlik arasındaki ilişkiyi değerlendirmeyi amaçladık.

## GEREÇ VE YÖNTEM

### Hastalar

Çalışmamız Mart 2009 - Ekim 2009 tarihleri arasında işitme kaybı ile hastanemize başvuran, kulak burun boğaz kliniğinde muayene edilip, yaş grubuna uygun işitme tetkikleri yapıldıktan sonra SNİK tanısıyla koklear implantasyon planlanan toplam 49 hasta üzerinden gerçekleştirilmiştir. Hastalar 1 - 61 yaş arası (ortalama 12.3 yıl), 29 erkek ve 20

kadından oluşmaktadır. Hastaların tümüne YRBT incelemesi uygulanırken, 38 hastaya ek olarak MRI yapılmıştır.

### Görüntüleme Teknikleri

YRBT incelemeleri Toshiba Asteion VF Power cihazıyla yapılmıştır. Kesit kalınlığı 1mm, kesit aralığı 1mm, en küçük field of view (FOV) değerleri kullanılarak (170-229mm) 512x512 matriks, kemik algoritmi, 120 kV-100mA parametreleri kullanılmıştır. İşlem sırasında herhangi bir kontrast madde verilmemiştir.

MRI ise 1,5 Tesla (T) MRI cihazında (Philips, Achieva medikal sistem) kafa sarmalı kullanılarak T1W (FOV 150mm, TR 550 msn, TE 10 msn, NSA 6, Matrix 256\*256, FA 90°) ve Balance (FOV 150 mm, TR 500 msn, TE 50 msn, NSA 4, Matrix 256\*256, FA 50°, Recon voxel size 0,586 mm, slices 76 ) sekansları ile aksiyel, koronal planda görüntüler elde edilmiştir. Burda da yine kontrast madde kullanılmamıştır.

### Veri Analizi

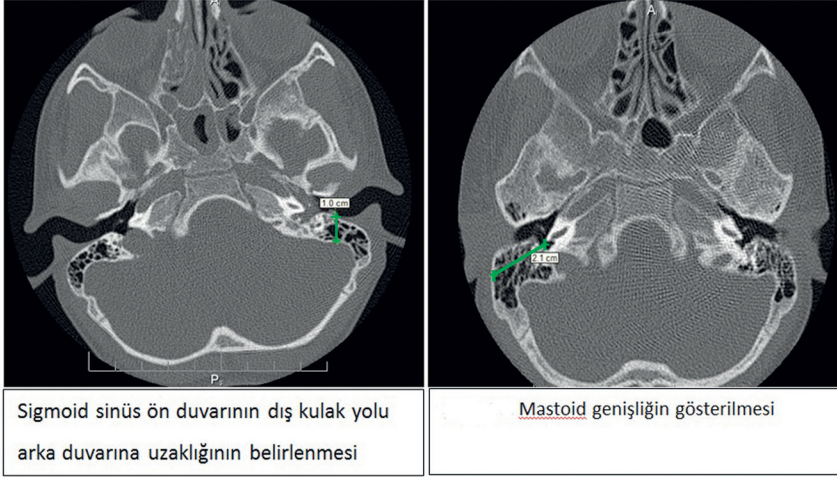
Çalışmamızda cerrahi girişim sırasında önemli olabilecek sigmoid sinüs pozisyonu belirlenmiş ve transmastoid yaklaşımda geçilecek yolu belirleyen mastoid genişlik ölçülmüştür. Sigmoid sinüs pozisyonu belirlenmesinde; koklea bazal kıvrımı, sigmoid sinüs ve kemik dış kulak yolunun beraber bulunduğu kesitte sigmoid sinüs ön duvarı ile dış kulak yolu arka duvarı arasındaki mesafe belirlenmiştir. Mastoid genişlik ölçümü ise petröz apekse paralel olarak, yuvarlak pencere nişi ile mastoid dış korteksi birleştiren uzaklık ölçülerek tespit edilmiştir (Şekil 1).

Sigmoid sinüsle ilişkisine göre mastoid havalanma 3 dereceye ayrılarak sınıflandırılmıştır. İyi pnömotize olan ve pnömatizasyonu sigmoid sinüs arkasına kadar devam edenler derece 1, pnömatizasyonu sigmoid sinüse kadar olanlar derece 2, sklerotik ve kötü pnömatize olanlar derece 3 olarak değerlendirilmiştir.

Magnetik rezonans ve YRBT görüntüleri; mastoid hücre pnömatizasyonu, sigmoid sinüsün lokalizasyonu, aberan vasküler yapılar, konjenital anomaliler, koklear stenoz, labirent ossifikasyonu, internal akustik kanal genişliği, vestibülokoklear sinirin varlığı, enfeksiyon varlığı, semisirküler kanallar, serebellopontin bölge, koklear ve vestibüler

akuadukt genişliği yönünden değerlendirilmiştir. Sensörinöral işitme kaybı hastalar çeşitli konjenital anomaliler ve patolojiler yönünden araştırılmış ve her iki görüntüleme yöntemi bu patolojileri saptaya-

bilme oranları açısından karşılaştırılmıştır. Kıyaslama sonuçlarına göre her iki yöntem için sensitivite, spesifite ile pozitif ve negatif öngörü değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 1. Mastoid genişlik ölçümü

## BULGULAR

Hastaların anamnezleri incelendiğinde 24 hastada işitme kaybının doğuştan olduğu, 3 olguda travma öyküsünün, 3 olguda sık tekrarlayan febril konvülsiyon öyküsünün, 3 olguda geçirilmiş menenjit öyküsünün, 2 olguda prematür doğum öyküsünün, 3 olguda yaşlanmayla beraber progresif işitme kaybının, 1 olguda annenin gebelik sırasında TORCH grubu enfeksiyon öyküsünün mevcut olduğu saptanmıştır. Kalan olguların incelemesi sırasında ise 8 olguda kronik otit, iki olguda hidrosefali saptanmıştır.

Alta yatan patolojileri araştırmak için yapılan YRBT tetkiklerinde 23 hastada herhangi bir patolojik bulgu saptanmazken, MRI ile 21 hastada patolojiye rastlanmamıştır. Toplam 19 hastada ise her iki yöntemle de patolojik bulguya rastlanmamıştır. YRBT ile normal olarak değerlendirilen 4 olguda MRI ile patolojik bulgu saptanırken, MRI ile normal olarak değerlendirilen 3 olguda YRBT ile patolojik bulgu saptanmıştır. YRBT ve MRI ile sensitivite, spesifite, pozitif öngörü değerleri ve negatif öngörü değerleri sırasıyla %86.6 ve %85; %100 ve %100; %100 ve %100; %82.6 ve %86.3 olarak hesaplanmıştır (Tablo 1).

Doğuştan işitme kaybı mevcut olan 24 olgunun 14'ünde radyolojik değerlendirme normal sınırlardayken, 5 olguda bilateral izole geniş vestibüler kanal, diğerlerinde tek taraflı izole geniş vestibüler

kanal, ektopik karotis arter, hipoplazik vestibül ve tek taraflı dar internal akustik kanal, koklear displazi gibi malformasyon ve varyasyonlar saptanmıştır. Ayrıca koklear displazili iki olgumuzda tek taraflı monodini deformitesi saptanmıştır.

Travma öykü mevcut olan 3 olgunun radyolojik incelemesi, bir olguda normal iken, bir olguda tek taraflı otit ve mastoitis, diğerinde ektopik karotis ve tek taraflı superior semisürküler dehisensisi saptanmıştır. Bunların dışında kronik otit saptanan 8 olgudan 4'ünde bilateral olarak saptanmış bir superior semisürküler dehisensisi eşlik etmekteydi.

Menenjit veya febril konvülsiyon öyküsü olan olguların 2'sinde değerlendirme normal iken, bir olguda tek taraflı izole vestibüler kanal, diğerinde kohlear osifikasyon saptanmıştır. Progresif işitme kaybı saptanan olguların 2'sinde radyolojik inceleme normal iken bir olguda koklear otoskleroz saptanmıştır. Gebeliği sırasında annesi TORCH grubu enfeksiyon geçiren olguda temporal kemiğe ilişkin patoloji saptanmazken beyinde periventrikler hiperintes alanlar izlenmiştir.

Hastaların tümünde (98 kulak üzerinde) yapılan incelemede, 58 kulakta (%59,3) 1. derece mastoid havalanma, 23 kulakta (%23,4) 2. derece mastoid havalanma ve 17 kulakta (%17,3) 3. derece mastoid havalanma izlenmiştir. Sigmoid sinüsün dış kulak yoluna olan uzaklığı, 1. ve 2. (p=0.039), 1. ve 3. (p<0.001), 2. ve 3. (p=0.001) derecede havalanan

kulaklar arasında istatistiksel anlamlı ilişki saptanmıştır. Mastoid genişlik açısından ise 1. ve 2. derece ( $p<0.001$ ) ile 1. ve 3. derece ( $p<0.001$ ) havalanan kulaklar açısından anlamlı ilişki saptanırken, 2. ve 3. derece havalanan kulaklar açısından anlamlı iliş-

ki saptanmamıştır ( $p=0.972$ ). Farklı mastoid havalanmaya sahip kulaklar ile sigmoid sinüs pozisyonu arasındaki ilişki Tablo 2’de, mastoid havalanma ile mastoid genişlik arasındaki ilişki ise Tablo 3’de özetlenmiştir.

	Sensitivite	Spesifite	Pozitif Öngörü Değeri	Negatif Öngörü Değeri
YRBT	%86.6	%100	%100	%82.6
MRI	%85	%100	%100	%86.3

**Tablo 1.** Yüksek rezolüsyonlu bilgisayarlı tomografi (YRBT) ve magnetik rezonans görüntüleme (MRI)’ye ait sensitivite, spesifite ile pozitif ve negatif öngörü değerleri

**Tablo 2.** Mastoid hücre havalanması ile sigmoid sinüs-dış kulak yolu arası mesafenin ilişkisi

Mastoid Havalanma	Hasta Sayısı	Sigmoid Sinüs ile Dış Kulak Yolu Arası (mm)	Standart Sapma	P Değeri
1. derece	58	14.36	2.22	0.039
2. derece	23	13.17	2.47	< 0.001
3. derece	17	10.58	2.15	0.001

**Tablo 3.** Mastoid hücre havalanması ile mastoid genişlik arasındaki ilişki

Mastoid Havalanma	Hasta Sayısı	Mastoid Genişlik (mm)	Standart Sapma	P Değeri
1. derece	58	25.24	3.07	< 0.001
2. derece	23	21.78	3.67	< 0.001
3. derece	17	21.82	3.59	0.972

## TARTIŞMA

Sensorial işitme kaybı nedenleri arasında kafa travması, menenjit, meniere sendromu, kronik otitis media, ototoksik ilaç kullanımı, otoimmün hastalıklar, konjenital nedenler, gebelikte geçirilen enfeksiyonlar (rubella, toksoplazma), teratojenik ajanlar ve metabolik hastalıklar sayılabilir.<sup>5</sup> İşitme cihazlarından fayda görmeyen, VIII. kranyal siniri sağlam SNİK olgularda, kohlear implant uygulaması ile işitme yeniden sağlanabilmektedir. Kohlear implant aday olgular anamnez, fizik muayene, radyolojik inceleme ve odyolojik çalışmalar ile değerlendirilir.

Radyolojik değerlendirme, etyolojinin ortaya konulması yanı sıra operasyona engel olacak yada komplikasyon oluşturabilecek varyasyonların belirlenmesi(gereksiz silelim) ve operasyon yaklaşımının belirlenmesinde önemlidir. Günümüzde VII. sinirin varlığının gösterilmesi kohlear implantasyon için yeterli kabul edilmektedir. Bunu gösterecek tetkikte MRI’dir.<sup>6</sup> Kohlear implant aday olguların değerlendirilmesinde preoperatif YRBT’de önemli bir komponenttir. Bu teknik ile mastoit ve orta ku-

lak havalanması, kortikal kemik kalınlığı, yuvarlak pencere nişi, perilenfatik-endolenfotik kompartman, internal akustik kanal, konjenital anomaliler, otit bulguları, koklear stenoz ve osifikasyon değerlendirilebilmektedir. Ayrıca kemiğe ait olan dehisans fasial sinir, inferior yerleşimli tegment, yüksek juguler bulb, aberan karotik arter, otik kapsülü ilgilenen paget ve oteskleroz gibi hastalıkların tanısında yine YRBT ile kolayca konulabilmektedir.<sup>7</sup>

Anterior yerleşimli sigmoid sinüs, yüksek juguler bulbus gibi varyasyonlar cerrahi girişim esnasında güçlüklerle yol açmaktadır.<sup>8</sup> Bazı araştırmacılar mastoid pnömatizasyonu kötü olan temporal kemiklerde sigmoid sinüs’ün anteriora yerleşim gösterdiğini, yüksek juguler bulbus oranının arttığını savunurken bazıları da pnömatizasyonla sigmoid sinüsün lokalizasyonu arasında ve yüksek juguler bulbus arasında belirgin bir ilişki olmadığını savunmaktadırlar.<sup>9</sup> Sigmoid sinüsün pozisyonu faysal resese ulaşmayı zorlaştırarak ameliyat süresini uzatabileceği gibi koklara implant uygulanmasına mani olabilir. Bizim çalışmamızda da 1., 2. ve 3.derece mastoid pnömatizasyon gösteren kulaklarda sigmo-

id sinüs ön duvarının dış kulak yolu arka duvarına olan uzaklık ortalaması ve mastoid hücre genişlikleri ölçüldü. Mastoid hücre pnömatisasyonu azaldıkça sigmoid sinüsün anteriorda yerleştiğini izledik. Bulgularımız Shatz ve arkadaşlarının yaptığı çalışma ile uyumlu bulundu.<sup>10</sup>

Yüksek juguler bulb varyasyonunda juguler foremen promotorium seviyesinin üzerinde devam etmektedir. Bu varyasyon operasyon sırasında yuvarlak pencereye ulaşımı engelleyebilir. Biz çalışmamızda 4'ü bilateral olmak üzere 13 olgumuzda yüksek juguler bulbus tespit ettik. Timpanomastoid cerrahi esnasında internal karotis arter zedelenmesinin önüne geçmek için internal katotis arterin (İKA) seyirini dikkatli değerlendirmek gerekmektedir. İKA kafa içerisinde karotid kanaldan girdikten sonra medial ve anteriora kıvrılarak östaki tüp orifisinin infero-medialinden geçer. Olgularımızın ikisinde ektopik seyirli İKA saptadık. Çelikkanat ve arkadaşlarının 25 temporal kemik üzerinde yaptığı çalışmada da İKA ile orta kulak, östaki orifisi ve koklea arasındaki anatomik ilişkinin kişiden kişiye önemli farklılıklar gösterebileceği ortaya konulmuştur.<sup>11</sup>

Kronik otitis media implantasyon için engel değildir. Ancak inflamasyon nedeniyle kanlanmanın artmış olması operasyon sırasında kanamayı arttırabilir.<sup>6</sup> Bizde kendi çalışma grubumuzda 9 hastada kronik otitis media saptadık. İç kulak malformasyonları intrauterin dönemde oluşan sorunlardan kaynaklanırlar. Kemik labirente ait olan koklear malformasyonlar koklear kökenli SNİK olgularının %20'sini oluştururlar. Bu patolojiler BT ve MR inceleme ile saptanırlar. Ancak membranöz labirente ait olan %80'lik olgu görüntüleme yöntemleri ile değerlendirilemezler.<sup>5</sup>

Doğumsal veya erken çocukluk dönemindeki SNİK'a en sık eşlik eden iç kulak anomalisi geniş vestibüler kanaldır. Opreasyon sırasında BOS sızıntı riski taşısa da kesin kontrendikasyon oluşturmaz. Bu malformasyon ile birlikte koklear anomali saptanma oranı %50-70 olarak bildirilmiştir. Çalışmamızda 5 olguda tek taraflı olmak üzere toplam 8 hastada geniş vestibüler kanal saptadık. Operasyon sırasında BOS sızıntısı olasılığını arttıran bir diğer patoloji geniş koklear kanal anomalisidir. Koklear kanal iç kenarının çapı geniş varyasyon gösterir ve iç kenardaki çap genişlemesi patolojik kabul edilmemelidir. Seyri boyunca çapı 2 mm'nin üzerinde ise geniş kabul edilir.<sup>6</sup>

Koklear sinir yokluğu implantasyonun kesin kontrendikasyonudur. Emriyolojik gelişim kökenleri farklı olduğu için kokleanın normal olması, koklear sinirin normal olduğu anlamına gelmez. İnternal kanalın 2,5mm'den dar olması koklear sinir aplazisini düşündürür. İnternal kanal dar olduğunda modiolus aplazisi, koklear ve vestibüle organ deformitesi gibi iç kulak sorunları sıkça rastlanır. BT'de 3'mm den, MR incelemede ise 4mm'den daha dar olan modiolusun saptanması halinde koklear sinir aplazisi riski yüksektir.<sup>5</sup> Koklear sinir üç boyutlu gradyent eko MRG yöntemi ile 1mm kesit kalınlıkları kullanarak sagittal ve oblik planda değerlendirilebilir. Çalışmamızda da bir hastada koklear sinir anomalisi tespit ettik. Bu hastada ek olarak vestibüler hipoplazi ve dar internal akustik kanal mevcuttu.

Sonuç olarak SNİK'lı olgularda standart radyolojik inceleme orta kulak ve koklear yolun açıklığının belirlenmesidir. Cerrahi teknik, mastoidektomi sonrası fasial resesin açılarak yuvarlak pencereye ulaşmak ve elektrodun skala timpaniye yerleştirilmesini sağlamaktır.<sup>12</sup> Radyolojik olarak, implantasyon için kesin kontrendikasyonların ortaya koyulması yanı sıra implant yerleştirilmesi sırasında izlenen yol üzerindeki komplikasyon gelişmesine neden olabilecek anatomik varsayınların, enfeksiyöz orjinli patolojilerin ortaya koyulması operasyon tekniğinin seçiminde yararlıdır. Bu nedenle koklear implantasyon adaylarının değerlendirilmesinde ve cerrahi tekniğin seçimininde, YRBT ile birlikte MRI kullanılması önemlidir.

## KAYNAKLAR

1. Linf R. Hearing loss in older adults: who's listening? JAMA 2012;21(9):1147-8.
2. Miyasaka M, Nosaka S, Morimoto N, et al. CT and MR imaging for pediatric cochlear implantation: emphasis on the relationship between the cochlear nerve canal and the cochlear nerve. Pediatr Radiol 2010;40(10):1509-16.
3. Incesulu A, Kocatürk S, Keyik B, et al. A comparison between findings of high resolution computed tomography and magnetic resonance imaging in preoperative assessment of cochlear implant patients. Kulak Burun Bogaz İhtis Derg 2003;10(1):98-104.
4. Yorgancılar E, Yıldırım M, Gun R, et al. Koklear implantasyon cerrahisi uygulanan 36 hastanın analizi. Dicle Tıp Dergisi 2012;39(2):262-8.
5. Brookhouser PE, Worthington DW, Kelly WJ. Severe versus profound sensorineural hearing loss in children: Implications for Cochlear Implantation. Laryngoscope 1990;100(3):349-56.

6. Demirpolat G, Savaş R, Totan S, İet al. Kohlear implant adaylarında temporal kemik BT ve MRG. Tanısal ve Girişimsel Radyoloji 2003;9(1):41-6.
7. Phelbs PD. Fast spin echo MRI in otology. J Laryngol Otol 1994;108(2):383-94.
8. Saleh E, Arıstegui M, Taibah AK, et al. Management of the high jugular bulb in the translabyrinthine approach. Otolaryngol Head Neck Surg 1994;110(3): 397-9.
9. Turgut S, Tos M. Correlation between temporal bone pneumatization and location of lateral sinus and length of the mastoid process. J Laryngol Otol 1992;106(4): 485-9.
10. Shatz A, Sade J. Correlation between mastoid pneumatization and position of the lateral sinus. Ann Otol Rhinol Laryngol 1990;99(1): 142-5.
11. Çelikkanat MS. İnternal karotis arterin orta kulak östaki orifisi ve kohlea ile olan anatomik ilişkisi. K.B.B. ve Baş Boyun Cerrahisi Dergisi 1995;3(1):89-90.
12. Langman AW, Quigley SM. Accuracy of high-resolution computed tomography in cochlear implantation. Otolaryngol Head Neck Surg 1996;114(1):38-43.