

Yetişkin koklear implant kullanıcılarında vestibüler semptomların incelenmesi: Retrospektif çalışma

Emre ORHAN¹, Yağız KORKUT², Eda YALÇINKAYA³, Merve BATUK³

¹Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü
²Ankara Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü
³Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü

ÖZ

Koklear implantasyon cerrahisi esnasında, intrakoklear elektrot dizininin yerleştirildiği kulağa ait vestibüler reseptör hücrelerde yapısal bozulma meydana gelebilmektedir. Bu durumun periferik vestibüler sistemde zayıflığa ve koklear implant kullanıcılarının baş dönmesi şikâyetinde artışa neden olduğu yapılan değerlendirmeler ile raporlanmıştır. Bu çalışmada yetişkin koklear implant kullanıcılarının cerrahi öncesi ve sonrası takip sürecinde baş dönmesi ve denge bozukluğuna ilişkin olası yakınmalarının retrospektif olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmaya 01.01.2015-30.04.2023 tarihleri arasında Odyoloji bölümüne başvurmuş ve takipleri Odyoloji bölümünde yapılan 18 yaş üzerindeki koklear implant kullanıcılar dâhil edilmiştir. Arşiv taramasında dâhil edilme kriterlerini karşılayan bireylerin işitme kaybı ile ilgili demografik, etiyolojik ve tanımlayıcı verileri, koklear implantasyona ilişkin demografik bilgileri ve hastaların cerrahi öncesi ve sonrası baş dönmesi/denge bozukluğuna ilişkin yakınmaları toplanmıştır. Vestibüler semptomları olan bireylerin cerrahi öncesi ve sonrası oranları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edilmemiştir ($p>0,05$). Daha ileriki prospektif çalışmalarla, yaş, işitme kaybı süresi ve etiyolojisi açısından homojen katılımcılar dâhil edilerek koklear implantasyonda vestibüler değerlendirme ve rehabilitasyonun etkisi ortaya konabilir.

Anahtar Kelimeler: Denge, dizziness, işitme kaybı, koklear implant, vertigo, vestibüler

ABSTRACT

Investigation of vestibular symptoms in adults cochlear implant users: A retrospective study

During cochlear implantation surgery, structural deterioration may occur in the vestibular receptor cells of the ear where the intracochlear electrode array is placed. It has been reported that this condition causes weakness in the peripheral vestibular system and an increase in the complaints of dizziness in cochlear implant users. In this study, it was aimed to retrospectively examine the possible complaints of dizziness and balance disorder in adult cochlear implant users before and after surgery. Cochlear implant users over the age of 18 who applied to the Audiology department between 01.01.2015 and 30.04.2023 and followed up in the Audiology department were included in this study. Demographic, etiological and descriptive data on hearing loss, demographic information on cochlear implantation, and patients' complaints about dizziness/balance disorder before and after surgery were collected from individuals who met the inclusion criteria in the archive search. When the rates of individuals with vestibular symptoms before and after surgery were compared, no statistically significant difference was found ($p>0.05$). Further prospective studies may reveal the effect of vestibular assessment and rehabilitation in cochlear implantation by including participants who are homogeneous in terms of age, duration and etiology of hearing loss.

Keywords: Balance, hearing loss, cochlear implant, vertigo, dizziness, vestibular

Cite this article as: Orhan, E., Korkut, Y., Yalçinkaya, E., Batuk, M. (2023). Yetişkin koklear implant kullanıcılarında vestibüler semptomların incelenmesi: Retrospektif çalışma. Turk J Audiol Hearing Res 2023;6(2):57-61

GİRİŞ

Koklear implant, ileri veya çok ileri derecede sensörinöral işitme kayıplı ve işitme cihazından yeterli fayda sağlayamayan bireylere uygulanan bir sistemdir. Koklear implant sistemlerinin temel amacı elektriksel stimülasyonu güvenilir şekilde kullanarak fonksiyonel işitmeyi sağlamaktır (Zeng, Rebscher, Harrison, Sun ve Feng, 2008).

Koklear implant sistemi iç ve dış parça olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Dış parça tarafından işitsel uyarılar alınır ve dijital

sinyallere dönüştürülür. İç parçaya aktarımın ardından, alınan sinyaller elektriksel akıma dönüştürülerek kokleaya yerleştirilen intrakoklear elektrot dizinine yönlendirir. Elektriksel uyarımın aktarımı ile, işitme sinir lifleri uyarılır (Zeng ve ark., 2008).

İşitme sinirine direkt uyarım sağlayan intrakoklear elektrot dizinini yerleştirmek için çeşitli cerrahi yaklaşımlar mevcuttur (Graeme, 2004). En yaygın kullanılan yaklaşım, elektrot dizininin yuvarlak pencere girişimi ile skala timpani boyunca

yerleştirilmesidir (Schindler, Kessler ve Haggerty, 1993; Schindler, Kessler, Rebscher, Yanda ve Jackler, 1986)

Koklear implantasyon cerrahisi esnasında, intrakoklear elektrot dizininin yerleştirildiği kulağa ait vestibüler reseptör hücrelerde yapısal bozulma meydana gelebilmektedir (Maheu, Pagé, Sharp, Delcenserie ve Champoux, 2017). Elektrot dizini yerleştirilirken sakkül, utrikül ve semisirküler kanallarda anatomik ve fizyolojik değişiklikler izlenmektedir. Bu durumun periferik vestibüler sistemde zayıflığa ve koklear implant kullanıcılarının baş dönmesi şikâyetinde artışa neden olduğu yapılan değerlendirmeler ile raporlanmıştır (Handzel, Burgess ve Nadol Jr, 2006). Ancak elektrot dizini yerleşiminin, postoperatif süreçte izlenen baş dönmesinden sorumlu tek faktör olmadığı düşünülmektedir. Bunun nedeni bazı vakalarda baş dönmesi şikâyetinin geç dönemde ortaya çıkarak vestibüler fonksiyonda ikincil bir değişikliğe işaret etmesidir (Parmar, Savage, Wilkinson, Hajioff, Nunez ve Robinson, 2012). Koklear implantlı bireylerin temporal kemik örneklerini inceleyen patolojik araştırmalar, bu bireylerde yüksek oranda koklear hidrops ve sakkülde çöküntüye bağlı defekt olduğunu göstermektedir (Handzel ve ark., 2006).

Koklear implant cerrahisi esnasında veya sonrasında vestibüler disfonksiyona neden olabilecek farklı durumlar genel başlıkları ile şu şekilde sıralanmıştır: 1) elektrot yerleşiminin neden olduğu doğrudan travmalar, 2) kokleostomiye bağlı gelişen akut seröz labirentit, 3) labirentit ile sonuçlanan yabancı cisim reaksiyonu, 4) endolenfatik hidrops, 5) implantın elektriksel stimülasyonu (Katsiari, Balatsouras, Sengas, Riga, Korres ve Xenelis, 2013).

Koklear implantasyonun hemen ardından implant kullanıcılarının yaklaşık %20'sinde baş dönmesi ve denge bozukluğu gibi vestibüler şikâyetler görülmekte ancak bu şikâyetlerin ilk bir ay içerisinde belirgin şekilde azaldığı belirtilmektedir (Parmar ve ark., 2012). Koklear implant sisteminin, kullanıcılara sağladığı işitsel uyarımın yanı sıra, uzun vadede vestibüler sisteme terapötik açıdan bir katkıda bulunduğu da ifade edilmektedir (Gnanasegaram, Parkes, Cushing, McKnight, Papsin ve Gordon, 2016).

Koklear implantasyonun vestibüler fonksiyon üzerine etkisini inceleyen mevcut literatür sonuçsuz kalmaktadır; bazı çalışmalar tek taraflı koklear implantasyonun vestibüler sistem üzerinde önemli derecede olumsuz etkilere yol açmadığını ve hatta uzun vadede olumlu etkileri olabileceğini öne sürerken, diğer çalışmalar hastaların yarısından fazlasında vestibüler fonksiyon bozukluğu bildirmektedir (Buchman, Joy, Hodges, Telischi ve Balkany, 2004; Gnanasegaram ve ark., 2016; Steenerson, Cronin ve Gary, 2001).

Bu çalışmada yetişkin koklear implant kullanıcılarının cerrahi öncesi ve sonrası takip sürecinde baş dönmesi ve denge bozukluğuna ilişkin olası yakınmalarının retrospektif olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

YÖNTEM

Bu çalışmaya 01.01.2015 ile 30.04.2023 tarihleri arasında Odyoloji bölümüne başvurmuş ve takipleri Odyoloji bölümünde yapılan 18 yaş üzerindeki koklear implant kullanıcılar dâhil edilmiştir. Çalışmanın etik kurul onayı alınmıştır (Karar no: GO23/497).

Bireylerin dâhil edilme kriterleri:

- Koklear implant kullanıcısı olmak
- Düzenli hasta takipleri yapılmış olmak (İmplantasyon sonrası ilk 12 ayda 1,3,6, ve 12. ay takipleri yapılmış olmak ve sonra yıllık takipleri yapılmış olmak)
- Anamnez formlarının bulunması
- Tanılanmış nörolojik bozukluk hikâyesi olmaması
- Tanılanmış ortopedik problem hikâyesi bulunmaması

Bireylerin dâhil edilmeme kriterleri:

- Koklear implant kullanmıyor olmak
- 18 yaş altında olmak
- Anamnez formlarının bulunmaması
- Düzenli takiplerin yapılmaması
- Tanılanmış nörolojik veya ortopedik problem hikâyesinin olması

Arşiv taramasında dâhil edilme kriterlerini karşılayan bireylerin işitme kaybı ile ilgili demografik, etiyolojik ve tanımlayıcı verileri, koklear implantasyona ilişkin demografik bilgileri ve hastaların cerrahi öncesi ve sonrası baş dönmesi/denge bozukluğuna ilişkin yakınmaları toplanmış ve kategorize (vertigo, dengesizlik, başta hafiflik hissi, düşme, dizziness) edilmiştir. Koklear implantasyon cerrahisi öncesinde vestibüler semptomu bulunan hastaların cerrahi sonrası yakınmalarındaki değişim de kategorize edilerek (değişim yok, artma, azalma, kaybolma) toplanmıştır.

İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizlerinde, bağımlı kategorik değişkenler için *Mc-Nemar* testi, bağımsız kategorik değişkenler için *Chi-square* testi kullanılmıştır. Verilerin analizinde IBM Sosyal Bilimlerde İstatistik Paket Programı (SPSS) sürüm 25.0 (IBM, ABD) istatistik programı kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi <0,05 olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Bu retrospektif çalışmada, 144 koklear implant kullanıcısı birey taranmış olup 66 bireyin (32 kadın, 34 erkek) vestibüler semptomlarına ilişkin verilere ulaşılmıştır. Çalışmaya dâhil edilen bireylerin tamamında bilateral çok ileri derecede işitme kaybı mevcuttur. Altmış dört birey unilateral koklear implant kullanıcısı iken iki birey bilateral koklear implant kullanıcısıdır. Bireylerin demografik bilgilerine ait veriler Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Bireylerin demografik özellikleri

Bireyler (n=66)	Yaş	İK Durasyonu (Yıl)	Kİ Kullanım Süresi (Yıl)
X ± SS	39±13	25±10	9±7
Min-Maks	18-76	4-51	1-30

X: Ortalama, SS: Standart sapma, Min: Minimum değer, Maks: Maksimum değer, İK: İşitme kaybı, Kİ: Koklear implant

Bireylerin cerrahi öncesindeki vestibüler semptomlarına ilişkin tanımlayıcı veriler Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Bireylerin cerrahi öncesi vestibüler semptomları

Semptom	Yakınma	N	%
Vertigo	+	19	28,8
	-	47	71,2
Dizziness	+	16	24,2
	-	50	75,8
Düşme	+	1	1,5
	-	65	98,5
Başta Hafiflik Hissi	+	2	3
	-	64	97
Dengesizlik	+	6	9,1
	-	60	90,9

Vestibüler semptomları olan bireylerin cerrahi öncesi ve sonrası oranları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edilmemiştir. Cerrahi öncesi ve sonrası semptomlara ilişkin karşılaştırma Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 3. Bireylerin cerrahi öncesi ve sonrası semptomlarının karşılaştırılması

Semptom	Cerrahi Öncesi (n, %)	Cerrahi Sonrası (n, %)	p
Dizziness	16, %24,2	18, %27,3	0,824
Vertigo	19, %28,8	13, %19,7	0,109
Dengesizlik	6, %9,1	8, %12,1	0,687
Başta Hafiflik Hissi	2, %3	2, %3	1

Cerrahi öncesinde herhangi bir vestibüler semptom ifade etmeyen bireylerin cerrahi sonrası semptomlarındaki değişimler Tablo 4’te gösterilmiştir.

Tablo 4. Cerrahi öncesi vestibüler semptomu olmayan bireylerin cerrahi sonrası semptomlarındaki değişim

Semptom	Yakınma	N	%
Vertigo	+	2	4,4
	-	43	95,6
Dizziness	+	9	20
	-	36	80
Düşme	+	0	0
	-	45	100
Başta Hafiflik Hissi	+	0	0
	-	45	100
Dengesizlik	+	3	6,7
	-	42	93,3

Cerrahi öncesinde herhangi bir vestibüler semptom ifade eden bireylerin cerrahi sonrası semptomlarındaki değişimler Tablo 5’te gösterilmiştir.

Tablo 5. Cerrahi öncesi vestibüler semptomu olan bireylerin cerrahi sonrası semptomlarındaki değişim

Semptom (n=44)	Cerrahi Öncesi Yakınma (n, %)	Cerrahi Sonrası Değişim (n, %)			
		Değişim Yok	Artma	Azalma	Kayıbı
Vertigo	19, %28,8	8, %42,1	4, %21,1	7, %36,8	0, %0
Dizziness	16, %24,2	9, %56,3	2, %12,5	5, %31,3	0, %0
Düşme	1, %1,5	0, %0	0, %0	0, %0	1, %100
Başta Hafiflik Hissi	2, %3	1, %50	0, %0	1, %50	0, %0
Dengesizlik	6, %9,1	2, %33,3	1, %16,7	3, %50	0, %0

TARTIŞMA

Bu retrospektif çalışmada, koklear implant (Kİ) kullanıcılarının vestibüler semptom yakınmaları hem cerrahi öncesi hem de cerrahi sonrası incelenerek dökümanite edilmiştir. Cerrahi öncesi ve sonrası karşılaştırmalarda vestibüler semptom oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edilmemiştir. Koklear implant cerrahisinden önce çok ileri derece işitme kayıplı hastaların etiyolojisinden kaynaklı vestibüler problemler olduğu gibi Kİ cerrahisini takiben de vestibüler bozukluklar bildirilmiştir (Ibrahim, da Silva, Segal ve Zeitouni, 2017). Literatürde bu çalışmanın bulguları ile tutarlı olan çalışmalar olmakla birlikte sonuçları çelişen çalışmalar da mevcuttur. Bu değişkenlik, kullanılan farklı testlerden kaynaklanıyor olabilir. Hem “Baş İtme Testi” hem de kalorik testler semisirküler kanal fonksiyonundan güçlü bir şekilde etkilenir. Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel (VEMP) testi, sakküler fonksiyondan güçlü bir şekilde etkilenir. Postürografi testi, postüral performansın telafi edici mekanizmalarına ilişkin bir değerlendirme yöntemidir. Dizziness engellilik ölçeği (DHI) değerlendirmeleri, hastanın denge algısı hakkındaki öznel izlenimini değerlendirir. Böylece, Kİ’nin vestibüler fonksiyonun bazı yönlerini etkileyebileceği gözlenmiştir (Melvin, Della Santina, Carey ve Migliaccio, 2009). Tüm bu değerlendirmeler bireylerin dengelerini sürdürürken vestibüler sistemlerindeki farklı bölgeleri değerlendirdiği için literatürdeki sonuçlarda da değişkenlik gözlenmiştir (Katsiari ve ark., 2013).

Literatürde iki çalışmada nispeten daha fazla sayıda anormal postoperatif HIT sonucu olduğu rapor edilmiştir (Batuecas-Caletrio, Klumpp, Santacruz-Ruiz, Benito Gonzalez, Gonzalez Sánchez ve Arriaga, 2015; Vankatova, Cao Van, Perez Fornos ve Guinarnd, 2014). Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel sonuçları için, iki çalışma daha iyi postoperatif sonuçlar göstermiştir (Coordes, Basta, Götze, Scholz, Seidl, Ernst ve Todt, 2012; Melvin ve ark., 2009). Dizziness engellilik ölçeği sonuçları için, Basta ve ark., yüksek bir postoperatif ortalama skor bildirmiştir (Basta, Todt, Goepel ve Ernst, 2008). Ancak bu yazarlar, ameliyattan sonra DHI puanlarında önemli bir artış olan sadece beş hastayı analiz etmişlerdir. Sonuçların değişkenliğine katkıda bulunan bir diğer faktör, Kİ kullanıcılarının homojen bir popülasyon olmamasıdır. Yenidoğanları içeren farklı yaş

gruplarından ileriden çok ileriye sensörinöral işitme kayıplı yaşlı yetişkinlere kadar geniş bir aralıkta örneklem grupları dâhil edilmiştir. Bu nedenle, işitme kaybı, yaş ve etiyojisi, Kİ ameliyatından önce, sonra veya hem önce hem de sonra vestibüler işlevi etkileyebilir. Literatürde birkaç çalışma ameliyat öncesi ortalama DHI skorlarının daha önceki bir vestibüler probleme işaret ettiğini göstermiştir (Migliaccio, Della Santina, Carey, Niparko ve Minor, 2005; Wagner, Basta, Wagner, Seidl, Ernst ve Todt, 2010). Birkaç çalışma, ameliyat öncesi kalorik veya VEMP hiporefleksi olan ve ameliyat sonrası kötüleşme (arefleksi) olan hastaları bildirmiştir (Abramides, Bittar, Tsuji ve Bento, 2015; Bonucci, Costa Filho, Mariotto, Amantini ve Alvarenga Kde, 2008; Katsiari ve ark., 2013). Bonucci ve ark., ameliyat öncesi kalorik testte hiporefleksi saptanan hastaların %10'unda ameliyat sonrası arefleksi olduğunu saptamışlardır, ancak bunun implante kulak mı kontralateral kulak mı olduğu net olarak açıklanmamıştır (Bonucci ve ark., 2008). Abramides ve ark., ve Katsiari ve ark., implante edilmemiş kulakta bir bozulmanın ya elektrodun bir kulaktaki skala timpaniye yerleştirilmesinin beyne giden vestibüler girdiyi değiştirmesi ve dolayısıyla kontralateral kulak yanıtını değiştirmesi ya da yanıtın tekrarlanabilirliği nedeniyle meydana gelebileceğini bildirmiştir (Abramides ve ark., 2015; Katsiari ve ark., 2013).

Çalışmamızda hem cerrahi öncesinde hem de cerrahi sonrasında en çok rastlanılan semptomlar vertigo ve dizziness yakınmalarıdır. Bu bulgular Kuang ve ark.'nın meta analiz çalışmasıyla tutarlıdır (Kuang, Haversat ve Michaelides, 2015). Koklear implant cerrahisinden sonra hastaların %37'sinde hiporefleksi ve %34'ünde kalorik asimetri olduğunu bulmuşlardır. Önceki çalışmalarda, Kİ kullanıcılarının üçte birinin ameliyattan sonra baş dönmesinden şikâyet ettiğini bildirmiştir (Shoman, Ngo, Archibald, Pijl, Chan ve Westerberg, 2008; Zawawi, Alobaid, Leroux ve Zeitouni, 2014).

Etik Kurul Onayı: Bu çalışma için GO23/497 karar numarası ile onay alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış Bağımsız.

Bilgilendirilmiş Onam: Katılımcılardan yazılı bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

Yazar Katkıları: Fikir - MB; Tasarım - E.Ö, M.B; Denetleme - M.B; Kaynaklar - E.Ö, E.Y; Veri toplanması ve/veya işlenmesi - Y.K, E.O; Analiz veya yorum - E.O, M.B; Literatür taraması - E.Y, E.O; Yazıyı yazan - E.Y, E.O.

Çıkar Çatışması: Yoktur.

Finansal Destek: Finansal destek kullanılmamıştır.

Çalışmamızda, cerrahi öncesinde vestibüler semptomu olan hastalardan vertigo yakınması olan hastaların %36,8'i, dizziness yakınması olan hastaların %31,3'ü, dengesizlik yakınması olan hastaların %50'si yakınmalarının azaldığını belirtmişlerdir. Bu bulgularla tutarlı olarak, Buchman ve ark. koklear implantasyondan önceki vestibüler problemi olan bireylerde koklear implantasyonun postüral kontrol üzerinde önemli bir etkisini gözlemlememiştir (Buchman ve ark., 2004). Bu çalışmada katılımcılarının %68'inde ameliyattan önce implante edilen kulakta kalorik hipofonksiyon olduğu gözlenmiştir. Burada, katılımcıların implantlarını en kötü vestibüler fonksiyona sahip kulaklarında kullanmaları halinde, koklear implant cerrahisini takiben postüral kontrol görevinde daha az önemli farkların gözlemlendiği gösterilmiştir. İmplantasyonun hangi kulağa uygulanması gerektiği belirlenirken genellikle ameliyattan önceki işitsel yoksunluk süresi ve konuşma anlaşılabilirliği gibi işitsel faktörler göz önünde bulundurulur (Criteria of candidacy for unilateral cochlear implantation in postlingually deafened adults I: theory and measures of effectiveness, 2004).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu retrospektif çalışmada koklear implant kullanıcılarının implantasyondan önce ve sonra vestibüler semptomları incelenmiştir. Koklear implantasyon cerrahisi sonrasında en çok gözlenen semptomların vertigo ve dizziness olduğu gözlenmekle birlikte, bu semptomları belirten bireylerin önemli bir bölümünün implantasyon cerrahisi sonrasında semptomlarında herhangi bir değişim olmadığı gözlenmiştir. Koklear implantasyonda, cerrahi öncesi ve sonrasında vestibüler değerlendirme protokolü önem arz etmektedir. Daha ileriki prospektif çalışmalarla, yaş, işitme kaybı süresi ve etiyojisi açısından homojen katılımcılar dâhil edilerek koklear implantasyonda vestibüler değerlendirme ve rehabilitasyonun etkisi ortaya konabilir.

Ethics Committee Approval: Approval was obtained for this study with decision number GO23/497.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Informed Consent: Written informed consent was obtained from the participants

Author Contributions: Concept - M.B; Design - E.Ö, M.B; Supervision - M.B; Resources - E.Ö, E.Y; Data collection and/or processing - Y.K, E.O; Analysis and/or interpretation - E.O, M.B; Literature search - E.Y, E.O; Writing manuscript - E.Y, E.O.

Conflict of Interest: No conflict of interest.

Financial Disclosure: None.

KAYNAKLAR

- Abramides, P. A., Bittar, R. S., Tsuji, R. K. ve Bento, R. F. (2015). Caloric test as a predictor tool of postural control in CI users. *Acta Otolaryngol*, 135(7), 685-691. [CrossRef]
- Basta, D., Todt, I., Goepel, F. ve Ernst, A. (2008). Loss of saccular function after cochlear implantation: the diagnostic impact of intracochlear electrically elicited vestibular evoked myogenic potentials. *Audiol Neurotol*, 13(3), 187-192. [CrossRef]
- Batuecas-Caletrio, A., Klumpp, M., Santacruz-Ruiz, S., Benito Gonzalez, F., Gonzalez Sánchez, E. ve Arriaga, M. (2015). Vestibular function in cochlear implantation: Correlating objectiveness and subjectiveness. *Laryngoscope*, 125(10), 2371-2375. [CrossRef]
- Bonucci, A. S., Costa Filho, O. A., Mariotto, L. D., Amantini, R. C. ve Alvarenga Kde, F. (2008). Vestibular function in cochlear implant users. *Braz J Otorhinolaryngol*, 74(2), 273-278. [CrossRef]
- Buchman, C. A., Joy, J., Hodges, A., Telischi, F. F. ve Balkany, T. J. (2004). Vestibular effects of cochlear implantation. *Laryngoscope*, 114(10 Pt 2 Suppl 103), 1-22. [CrossRef]
- Coordes, A., Basta, D., Götze, R., Scholz, S., Seidl, R. O., Ernst, A. ve Todt, I. (2012). Sound-induced vertigo after cochlear implantation. *Otol Neurotol*, 33(3), 335-342. [CrossRef]
- Criteria of candidacy for unilateral cochlear implantation in postlingually deafened adults I. theory and measures of effectiveness. (2004). *Ear Hear*, 25(4), 310-335. [CrossRef]
- Gnanasegaram, J. J., Parkes, W. J., Cushing, S. L., McKnight, C. L., Papsin, B. C. ve Gordon, K. A. (2016). Stimulation from Cochlear Implant Electrodes Assists with Recovery from Asymmetric Perceptual Tilt: Evidence from the Subjective Visual Vertical Test. *Front Integr Neurosci*, 10, 32. [CrossRef]
- Graeme, C. (2004). *Cochlear Implants: Fundamentals and Applications*, Springer.
- Handzel, O., Burgess, B. J. ve Nadol Jr, J. B. (2006). Histopathology of the peripheral vestibular system after cochlear implantation in the human. *Otol Neurotol*, 27(1), 57-64. [CrossRef]
- Ibrahim, I., da Silva, S. D., Segal, B. ve Zeitouni, A. (2017). Effect of cochlear implant surgery on vestibular function: meta-analysis study. *J Otolaryngol Head Neck Surg*, 46(1), 44. [CrossRef]
- Katsiari, E., Balatsouras, D. G., Sengas, J., Riga, M., Korres, G. S. ve Xenelis, J. (2013). Influence of cochlear implantation on the vestibular function. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 270(2), 489-495. [CrossRef]
- Kuang, H., Haversat, H. H. ve Michaelides, E. M. (2015). Impairment of Caloric Function After Cochlear Implantation. *J Speech Lang Hear Res*, 58(4), 1387-1395. [CrossRef]
- Maheu, M., Pagé, S., Sharp, A., Delcenserie, A. ve Champoux, F. (2017). The impact of vestibular status prior to cochlear implantation on postural control: a multiple case study. *Cochlear Implants Int*, 18(5), 250-255. [CrossRef]
- Melvin, T. A., Della Santina, C. C., Carey, J. P. ve Migliaccio, A. A. (2009). The effects of cochlear implantation on vestibular function. *Otol Neurotol*, 30(1), 87-94. [CrossRef]
- Migliaccio, A. A., Della Santina, C. C., Carey, J. P., Niparko, J. K. ve Minor, L. B. (2005). The vestibulo-ocular reflex response to head impulses rarely decreases after cochlear implantation. *Otol Neurotol*, 26(4), 655-660. [CrossRef]
- Parmar, A., Savage, J., Wilkinson, A., Hajioff, D., Nunez, D. A. ve Robinson, P. (2012). The role of vestibular caloric tests in cochlear implantation. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 147(1), 127-131. [CrossRef]
- Schindler, R. A., Kessler, D. K. ve Haggerty, H. S. (1993). Clarion cochlear implant: phase I investigational results. *Am J Otol*, 14(3), 263-272. Erişim: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8372924/>
- Schindler, R. A., Kessler, D. K., Rebscher, S. J., Yanda, J. L. ve Jackler, R. K. (1986). The UCSF/Storz multichannel cochlear implant: patient results. *Laryngoscope*, 96(6), 597-603. [CrossRef]
- Shoman, N., Ngo, R., Archibald, J., Pijl, S., Chan, S. ve Westerberg, B. D. (2008). Prevalence of new-onset vestibular symptoms following cochlear implantation. *J Otolaryngol Head Neck Surg*, 37(3), 388-394. Erişim: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19128644/>
- Steenerson, R. L., Cronin, G. W. ve Gary, L. B. (2001). Vertigo after cochlear implantation. *Otol Neurotol*, 22(6), 842-843. [CrossRef]
- Vankatova, L., Cao Van, H., Perez Fornos, A. ve Guinarnd, N. (2014). Cochlear implantation - better safe than sorry. *Rev Med Suisse*, 10(444), 1820, 1822-1823. Erişim: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25417339/>
- Wagner, J. H., Basta, D., Wagner, F., Seidl, R. O., Ernst, A. ve Todt, I. (2010). Vestibular and taste disorders after bilateral cochlear implantation. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 267(12), 1849-1854. [CrossRef]
- Zawawi, F., Alobaid, F., Leroux, T. ve Zeitouni, A. G. (2014). Patients reported outcome post-cochlear implantation: how severe is their dizziness? *J Otolaryngol Head Neck Surg*, 43(1), 49. [CrossRef]
- Zeng, F. G., Rebscher, S., Harrison, W., Sun, X. ve Feng, H. (2008). Cochlear implants: system design, integration, and evaluation. *IEEE Rev Biomed Eng*, 1, 115-142. [CrossRef]