



Normal İşiten Tinnitus Hastalarında Yüksek Frekans Odyometrinin Rolü

The Role of the High Frequency Audiometry in Tinnitus Patients with Normal Hearing

Cumhur ALTAY¹, Tankut UZUN¹, Togay MÜDERRİS¹

ÖZET

AMAÇ: Konvansiyonel odyometri testi normal olan tinnitus hastalarında yüksek frekans odyometri testinin önemini ve olası patolojilerin erken saptanmasındaki rolünü araştırmak.

GEREÇ VE YÖNTEM: Ocak 2018-Ocak 2021 tarihleri arasında İzmir Bakırçay Üniversitesi Çiğli Eğitim ve Araştırma Hastanesi KBB Kliniğine belirgin işitme kaybı olmaksızın uğultu ve çınlama şikayeti ile başvuran ve konvansiyonel odyometri sonuçları normal olan 18-45 yaş arası 60 hasta ile herhangi bir şikayeti olmayan konvansiyonel odyometri sonuçları normal olan 54 hasta çalışmaya dahil edildi. Çalışmaya dahil edilen tüm hastalara yüksek frekanslı odyometri de yapıldı.

BULGULAR: Çalışmaya katılan tüm hastaların sağ ve sol kulakları için saf ses ve yüksek frekans ortalamaları karşılaştırıldığında, her iki kulakta saf ses ve yüksek frekans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu.

SONUÇ: Mevcut bulgular ışığında saf ses odyometrinin koklea ve işitmeyi tam olarak değerlendiremediği görülmektedir. Yüksek frekanslı odyometride tespit edilen bulguların tinnituslu hastaların tedavisine yönelik yapılacak araştırmalar için ufuk açıcı olduğuna ve yüksek frekans odyometrinin işitme kaybının erken teşhisi için değerli veriler sağladığına inanıyoruz. Kurulacak yeni odyometri ünitelerinde ve mevcut altyapının modernizasyonunda mutlaka yüksek frekanslı odyometri cihazlarının ekipmanlara dahil edilmesi gerektiğini düşünüyoruz.

Anahtar Kelimeler: Tinnitus, Yüksek Frekans Odyometri, Saf Ses Odyometri

ABSTRACT

AIM: To investigate the importance of high frequency audiometry test and its role in early detection of possible pathologies in tinnitus patients with normal conventional audiometry test.

MATERIAL AND METHOD: 60 patients, aged between 18-45 years, who applied to İzmir Bakırçay University Çiğli Training and Research Hospital ENT Clinic between January 2018 and January 2021 with the complaint of buzzing and ringing in the ear without significant hearing loss and had normal conventional audiometry results, also 54 patients who had normal conventional audiometry results without any complaints were included in the study. High frequency audiometry was also performed on all patients included in the study.

RESULTS: When pure tone and high frequency averages for the right and left ears of all patients participating in the study were compared, a statistically significant difference was found between pure tone and high frequency values in both ears.

CONCLUSION: In the light of current findings, it can be seen that pure tone audiometry can not fully evaluate the cochlea and hearing. We believe that the findings detected in high frequency audiometry are stimulating for research to be conducted on the treatment of patients with tinnitus and that high frequency audiometry provides valuable data for the early diagnosis of hearing loss. We think that high frequency audiometry devices should definitely be included in the equipment in the new audiometry units to be established and the modernization of the existing infrastructure.

Keywords: Tinnitus, High Frequency Audiometry, Pure Tone Audiometry

¹İzmir Bakırçay Üniversitesi Çiğli Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

Makale geliş tarihi / Submitted: Haziran 2023 / June 2023

Sorumlu Yazar / Corresponding Author:

Tankut UZUN
Adres: İzmir Bakırçay Üniversitesi Çiğli Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı
Telefon: +90 505 658 5731
E-posta: uzuntankut@gmail.com
ORCID: 0000-0003-0189-8302

Makale kabul tarihi / Accepted: Kasım 2024 / November 2024

Yazar bilgileri:

Cumhur ALTAY: ORCID: 0000-0002-6169-0143, cumhuraltay@hotmail.com
Togay MÜDERRİS: ORCID: 0000-0003-4014-8176, togaymuderris@gmail.com

GİRİŞ

İşitmenin objektif ve subjektif yollarla değerlendirilmesi Dünya Sağlık Örgütü'nün bir halk sağlığı problemi olarak ilan ettiği işitme kaybının önlenmesi ve uygun müdahale yöntemlerinin belirlenmesi için çok önemlidir. Yaş, gürültüye maruziyet ve ototoksik ilaç kullanımı gibi birçok faktörün işitmeyi etkilediği bilinmektedir. İşitme kaybını en aza indirmek için işe hem işitme kaybının erken tespiti hem de erken müdahale şarttır. İşitme, geleneksel saf ses odyometri (125-8000 Hz) ile değerlendirilir.¹ Ancak insan kulağının 20000 Hz'e kadar ulaşan bir işitsel aralığı vardır. Literatürde, 9000 ile 20000 Hz arasındaki frekanslara genişletilmiş yüksek frekanslar denir.^{2, 3} Yüksek frekanslar, işitme hasarındaki eşik kaymasının ilk gözlemlendiği frekanslardır.⁴ Bu frekansların özellikle konuşulanları anlama ve gürültülü ortamlarda konuşmayı ayırt etme performansını etkilediği bilinmektedir.^{1, 5}

Tinnitus, ortada bir dış kaynak olmaksızın ses algılanmasıdır. Tinnitusun birçok formu olabilir ve çeşitli faktörler etiolojisine katkıda bulunabilir. Bununla birlikte, işitme kaybının tinnitus için en önemli risk faktörünü temsil ettiği iyi bilinmektedir.⁶ Tinnitus şikayeti olan hastaların birçoğunda geleneksel saf ses odyometride normal bulgular olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle geleneksel saf ses odyometrinin koklear hasarı objektif olarak yansıtmayacağı öne sürülmektedir.⁷ Yapılan güncel çalışmalarda normal odyogramı olan tinnitus hastalarında, kontrol gruplarına göre koklear ölü bölgelere daha sık rastlandığı ve dış tüy hücre hasarının olduğu, genişletilmiş yüksek frekans bölgesinde işitme eşiklerinde bozulmaların görülebildiği saptanmıştır.⁸ Ayrıca bir diğer çalışmada normal işitmesi olan tinnituslu hastalarda işitsel beyin sapı yanıtlarında 1. dalga amplitüdü düşük saptanmıştır, bu da tüy hücrelerinin ve işitme sinir liflerinin saf ses odyometri sonuçları normalden bile hasar görebildiğini düşündürmektedir.⁷ Tüm çalışmalar birlikte ele alındığında, tinnitus hastalarında "gizli işitme kaybı" teorisini desteklemektedir. Fakat tinnitus hastalarının rutin değerlendirilmesinde yüksek frekanslı odyometrinin standart bir tanı prosedürü olarak önerilip önerilmeyeceği sorusu halen devam etmektedir.¹⁰ Geleneksel saf ses odyometri ile değerlendirilmeyen yüksek frekansların yaşa bağlı işitme kaybı, ototoksikite ve akustik travma gibi faktörlerle bozulduğu bilinmektedir. Yaşla birlikte işitme yeteneği yavaş yavaş azalır; bu kayıp en yüksek frekanslarda başlar ve giderek en düşük frekanslara doğru uzanır.² Benzer şekilde, sisplatin gibi ototoksik ilaçların etkilerinin erken saptanması noktasında da yüksek frekans odyometrinin önemli rol oynayabileceği düşünülmektedir.¹¹

Geleneksel saf ses odyometri ile saptanamayan işitme kayıplarının erken tanısının, bu bireylerin koruyucu önlemler olarak işitme kayıplarının ilerlemesinin engellenerek koruyucu hekimlik noktasında önemli bir kazanım sağlanacağı düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı, tinnitus şikayetiyle polikliniğe başvuran ve geleneksel saf ses odyometri testlerinde normal işitme tanısı almış olan bireylere yüksek frekans odyometri testi uygulayarak teste yansımamış patolojilerin erken tespit edilemeyeceğini araştırmak ve yüksek frekans odyometri testinin tinnitus yakınması olan bireylerde öneminin vurgulanmasıdır.

GEREÇ VE YÖNTEM

İzmir Bakırçay Üniversitesi Çiğli Eğitim Araştırma Hastanesi Kulak Burun Boğaz (KBB) Kliniğine Ocak 2018-Ocak 2021 tarihleri arasında başvuran 18-45 yaş aralığındaki toplamda 114 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışma kontrol ve çalışma olmak üzere iki gruptan oluşmaktadır. Çalışma grubu işitme kaybı şikayeti olmayıp kulakta uğultu veya çınlama şikayetiyle başvuran ve geleneksel saf ses odyometri sonuçlarına normal işitme tanısı almış, 60 hastadan oluşmaktadır. Kontrol grubu ise çınlama şikayeti olmayan ve normal işitmeye sahip 54 hastadan oluşmaktadır. 20 dB ve altındaki işitme eşikleri normal işitme olarak kabul edilmiştir. Kulakta uğultu ve çınlama şikayeti tarifleyen hastalardan pulsatil tinnitus sorgulanarak; tarifleyenler çalışma dışı bırakıldı. 45 yaş üzerindeki hastalar presbiakuziye bağlı etiolojik faktörler nedeniyle çalışma dışı bırakıldı. Gürültüye maruziyet, akustik travma ve ototoksik ilaç kullanım öyküsü olan hastalar da çalışma dışı bırakılmıştır. Çalışma için İzmir Bakırçay Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan izin alınmış, tüm etik ilke ve bildiregelere uyularak çalışma gerçekleştirilmiştir.

Enstrümantasyon ve Prosedür

Çalışmaya dahil edilen tüm hastalara yüksek frekans odyometrisi ya-

pılmıştır. Farklı frekanslarda (125-20000Hz) işitme eşliğini belirlemek için hava iletimli saf ses odyometri testi yapılmıştır.

Geleneksel saf ses odyometri testi (125-8000Hz) Madsen Orbiter 922 klinik odyometre ve supra-aural Telephonics TDH-39 kulaklıklar ile tamamlanmıştır. Yüksek frekans odyometrisi (9000-20000Hz) aynı odyometre ve Koss HV/1A circumaural kulaklık ile yapıldı. Tüm odyometrik malzeme, üretici tavsiyelerinin yanı sıra ISO 389-112 ve IEC 60645-113 standartlarına göre kalibre edilmiştir. Dönüştürücüler ISO 389-112 standartlarına göre kalibre edilmiştir.

Odyometrik testler, eğitilmiş personel tarafından, ISO 8253-114 standartlarına uygun olarak, ses geçirmez bir kabin içerisinde manuel olarak gerçekleştirilmiştir. İşitme eşikleri, Modifiye Hughson-Westlake yöntemine göre belirlenmiştir. Tüm frekanslardaki işitme eşikleri desibel işitme seviyesinde (dB HL) sunulmuştur. Geleneksel saf ses odyometri ve yüksek frekans odyometrisinde elde edilen işitme eşikleri her frekans için (250-20000 Hz) kaydedilmiştir. Hastaların 500-1000-2000-4000 Hz için saf ses ortalamaları belirlenmiştir. Tüm frekanslarda ortalama işitme eşikleri belirlenerek, standart sapmaları hesaplanmıştır. Sağ ve sol kulak için saf ses ve yüksek frekans değerlerinin karşılaştırılmasında eşleştirilmiş örneklem t testi kullanılmıştır. P değeri hesaplanmış, p<0,05 anlamlı olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Çalışmaya katılan hastalarda en küçük yaş 18, en büyük yaş ise 45'ti. Hastaların ortalama yaşı ise 36,3 olarak hesaplandı. Çalışmaya dahil edilen hastaların 30'u (%26,3) erkek 84'ü (%73,7) ise kadındı. Hastaların 500-1000-2000-4000 Hz için sağ ve sol kulak için saf ses ortalamalarına ait veriler Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1: Çalışmaya katılan hastaların Odyometri Sonuçlarına İlişkin Veriler

Saf Ses Hava Yolu İşitme Eşiği	Minimum	Maximum	Ortalama	Standart Sapma
Sağ Geleneksel Saf Ses Odyometri	5 dB	20 dB	15,8 dB	3,991
Sol Geleneksel Saf Ses Odyometri	5 dB	20 dB	15,1 dB	4,864
Sağ Yüksek Frekans Odyometri	10 dB	55 dB	41,9 dB	11,609
Sol Yüksek Frekans Odyometri	5 dB	55 dB	41,1 dB	11,526

Hastaların sağ ve sol kulak için saf ses ortalamaları sırasıyla karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı fark bulunmamıştır (p=0,183 ve p=0,808).

Çalışmaya katılan tüm hastaların sağ kulak için saf ses ve yüksek frekans ortalamaları karşılaştırıldığında saf ses ve yüksek frekans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p=0). Benzer şekilde, tüm hastaların sol kulak için saf ses ve yüksek frekans ortalamaları karşılaştırıldığında saf ses ve yüksek frekans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p=0).

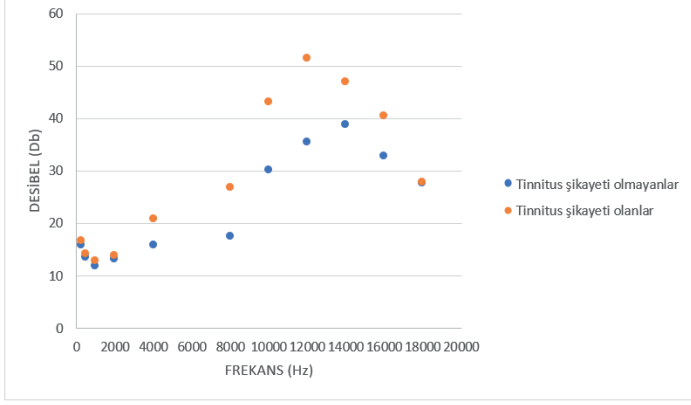
Kontrol ve çalışma grupları arasında sağ ve sol kulak için 500-1000-2000-4000 Hz saf ses ortalamaları karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı fark saptanmamış olup (sırasıyla; p=0,183 ve p=0,808); yüksek frekans odyometri ortalama sonuçları arasında hem sağ hem sol kulak için istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır (sırasıyla; p=0 ve p=0,012).

Tinnitus şikayeti olmayan hastalarda sağ ve sol kulakta işitme eşigi ortalamaları sırasıyla 250 Hz için 15,8 dB ve 15,6 dB, 500 Hz için 13,5 dB ve 13,4 dB, 1000 Hz için 11,9 dB ve 11,9 dB, 2000 Hz için 13,2 dB ve 13,5 dB, 4000 Hz için 15,9 dB ve 17,7 dB, 8000 Hz için 17,5 dB ve 19,8 dB, 10000 Hz için 30,2 dB ve 29,4 dB, 12000 Hz için 35,4 dB ve 38,8 dB, 14000 Hz için 38,75 dB ve 40,3 dB, 16000 Hz için 32,8 dB ve 36,2 dB, 18000 Hz için 27,6 dB ve 27,2 dB olarak hesaplanmıştır.

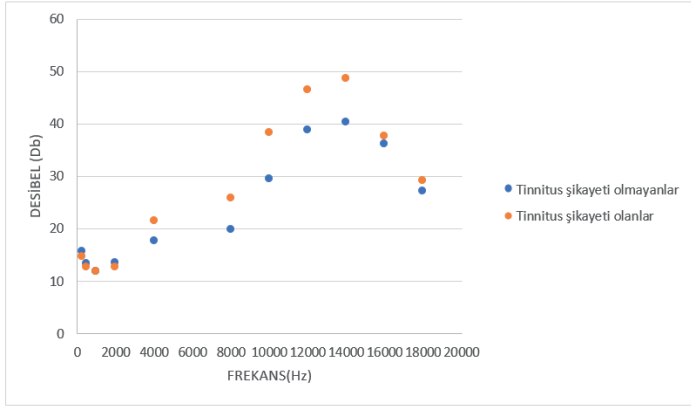
Tinnitus şikayeti olan hastalarda sağ ve sol kulakta işitme eşigi ortalamaları sırasıyla 250 Hz için 16,7 dB ve 14,7 dB, 500 Hz için 14,2 dB ve 12,6 dB, 1000 Hz için 12,9 dB ve 11,8 dB, 2000 Hz için 13,75 dB ve 12,75 dB, 4000 Hz için 20,9 dB ve 21,5 dB, 8000 Hz için 26,8 dB ve 25,8 dB, 10000 Hz için 43,2 dB ve 38,25 dB, 12000 Hz için 51,5 dB ve 46,5 dB, 14000 Hz için 46,9 dB ve 48,7 dB, 16000Hz için 40,5 dB ve 37,7 dB, 18000 Hz için 27,75 dB ve 29,2 dB olarak hesaplanmıştır. Sağ ve sol kulak için bu değerler tinnitusu olan ve olmayan hastalar

için Tablo 2 ve 3'te özetlenmiştir.

Tablo 2: Sağ Kulak İçin Tüm Frekanslardaki İşitme Eşiği Ortalamaları



Tablo 3: Sol Kulak İçin Tüm Frekanslardaki İşitme Eşiği Ortalamaları



TARTIŞMA

Çalışmamıza katılan hastalarda sağ ve sol kulak için saf ses ortalamaları ile yüksek frekans ortalamaları arasında anlamlı fark saptanmıştır. Geleneksel odyogram sonuçları normal olan hastalarda yüksek frekans odyometride saptanan bozulma ileride gelişecek işitme problemleri için erken uyarı niteliği taşıyor olabilir. Yapılan çalışmalarda geleneksel saf ses odyometrinin koklear hasarı güvenilir bir şekilde yansıtmadığı ileri sürülmüştür. Test edilen frekanslar arasındaki veya 8 kHz üzerindeki frekansları kodlayan tüy hücrelerinin hasarı, geleneksel odyometri tarafından tespit edilmez. Buna göre, normal odyogramı olan hastalarda koklear ölü bölgeler, dış tüy hücresi hasarları ve buna bağlı olarak genişletilmiş yüksek frekans bölgesinde işitme eşiğinde bozulmalar saptanabilir.^{8,9} Çalışmamızdaki veriler de bu bilgileri desteklemektedir. Çalışmamızda özellikle 12 kHz ve 14 kHz seviyelerinde işitme eşiklerinde belirgin yükselme saptanmıştır. Yüksek sesle müzik dinleyen genç erişkinler üzerine yapılan bir çalışmada da yüksek frekans işitme eşik seviyelerinde yükselme olduğu saptanmıştır⁴ Bizim çalışmamızda da saptanan yüksek frekanslardaki bu bozulma üzerine spesifik frekanslara özel ileri çalışmalar yapılması gerektiği ortadadır. Nitekim patlama gürültüsüne mesleki maruziyeti inceleyen güncel bir çalışmada da yüksek frekanslar incelenmese de meslek yılı arttıkça özellikle 4 kHz ve 8kHz'de belirgin etkilenme olduğu ortaya konulmuştur¹². Alınacak önlemlerle çalışmamızda yüksek frekans odyometride saptanan bu bozulma ile hastaların işitme kaybına sebep olabilecek etiyolojik faktörlerden korunması ileride gelişebilecek ileri düzey işitme kayıplarını engelleme noktasında önemli kazanımlar sağlayabilir.

Güncel bir çalışmada özellikle gürültülü ortamlarda konuşmayı algılamada yüksek frekansların önemli rol oynadığı gösterilmiştir. Geleneksel odyometride normal işiten fakat gürültülü ortamlarda

konuşmayı ayırt etmekte zorlanan hastalarda; yüksek frekanslarda çalışmamızdaki hipotezle uyumlu olarak kayıp saptanmıştır.¹³ Bazı hayvan ve insan çalışmalarından elde edilen kanıtlar, gürültüye maruz kalmanın ve yaşlanmanın, tüy hücrelerinde herhangi bir azalma veya işitme eşiklerinde yükselme meydana gelmeden önce iç tüy hücreleri ve koklear sinir lifleri arasındaki sinaps kaybıyla ilişkili olduğuna dair kanıtlar sunmuştur.^{14, 15} Bu koklear "sinaptopati" ilk olarak daha yüksek frekanslarda ortaya çıkar ve insan çalışmalarında "belirsiz işitsel işlev bozukluğu" ve "gizli işitme kaybı" dahil olmak üzere çeşitli isimlerle bilinen bir dizi zorluğa katkıda bulunduğu varsayılmıştır.^{7, 14, 16} Standart odyometrinin nörodejenerasyonun bu tür erken belirtilerini tespit etmedeki başarısızlığının ardından, bazı çalışmalar gürültüye maruz kalma, ototoksiste ve yaşlanmanın neden olduğu gizli işitme kaybının tespitinde genişletilmiş yüksek frekanslı odyometrinin tanılabilir faydasını incelemiştir ve yüksek frekans odyometrinin bu bozulmaya ilişkin veriler sunabildiği gösterilmiştir.^{1, 2, 4}

Çalışmamızda çınlama şikayeti olan hastaların saf ses odyometri sonuçları ile yüksek frekans odyometri sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır. Bu durum geleneksel saf ses odyometrinin çınlama şikayeti tarifleyen hastalarda tüm yönleriyle değerlendirme sağlamakta yetersiz kalabildiği hipotezini desteklemektedir. Yapılan güncel bir çalışmada; normal odyogram bulguları olan tinnitus hastalarında yüksek frekans odyometride işitme eşiklerinde düşüşler saptanmıştır. Tinnitus tariflenen tarafta bu bulgular daha belirgin olarak saptanmıştır¹⁷ Çalışmamızla uyumlu olarak saptanan bu veriler tinnitus hastalarında geleneksel odyometrinin değerlendirme noktasında yetersiz kaldığını göstermektedir. Bu noktadan hareketle yüksek frekans odyometri tinnitus hastalarında değerli veriler saptamaktadır.

SONUÇ

Yüksek frekansların rolüne ilişkin bilinmez birçok nokta mevcuttur. Mevcut bulgular ışığında saf ses odyometrinin kokleayı ve işitmeyi tam olarak değerlendiremediği görülebilmektedir. Yüksek frekans odyometride saptanan bulguların tinnituslu hastaların tedavisine yönelik yapılacak araştırmalar için ufuk açıcı olduğunu ve yüksek frekans odyometrinin işitme kayıplarının erken tanısı noktasında değerli veriler sağladığına inanıyoruz. Bu nedenle özellikle genç popülasyonda da yüksek frekans odyometride saptanan kayıpların, hastaların başlarında standart testlere yansımaya yüksek sesle müzik dinleme gibi işitme kaybı etiyolojik faktörlerinden erken kaçınması ile koruyucu hekimlik açısından değerli bir tarama testi olduğuna inanıyoruz. Yeni kurulacak odyometri ünitelerinde ve mevcut altyapının modernizasyonunda mutlaka yüksek frekans odyometri cihazlarının da ekipmana dahil edilmesi gerektiğini düşünüyoruz.

Yazarlık Katkıları

Fikir/Kavram: CA, TU, TM, Çalışma Tasarımı ve Dizayn: CA, TU, TM, Kaynak ve literatür değerlendirmesi: CA, TU, TM, Veri Toplama ve/veya İşleme: CA, TU, TM, Analiz ve/veya Yorum: CA, TU, TM, Yazım: CA, TU, TM

KAYNAKLAR

- 1.Valiente AR, Sanz CP, Górriz C, et al. Diseño de una nueva herramienta para la exploración auditiva. *Acta Otorrinolaringológica Española*. 2009;60(1):43-48.
- 2.Valiente AR, Fidalgo AR, Villarreal IM, Berrocal JRG. Extended high-frequency audiometry (9000–20 000 Hz). Usefulness in audiological diagnosis. *Acta Otorrinolaringologica (English Edition)*. 2016;67(1):40-44.
- 3.Kumar P, Upadhyay P, Kumar A, Kumar S, Singh GB. Extended high frequency audiometry in users of personal listening devices. *American journal of otolaryngology*. 2017;38(2):163-167.
- 4.Le Prell CG, Spankovich C, Lobarinas E, Griffiths SK. Extended high-frequency thresholds in college students: effects of music player use and other recreational noise. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2013;24(08):725-739.
- 5.Shaw GM, Jardine CA, Fridjhon P. A pilot investigation of high-frequency audiometry in obscure auditory dysfunction (OAD) patients. *British journal of audiology*. 1996;30(4):233-237.
- 6.Ahlf S, Tziridis K, Korn S, Strohmeyer I, Schulze H. Predisposition for and prevention of subjective tinnitus development. 2012;7(10).
- 7.Schaette R, McAlpine D. Tinnitus with a normal audiogram: physiological evidence for hidden hearing loss and computational model. *Journal of Neuroscience*. 2011;31(38):13452-13457.
- 8.Weisz N, Müller S, Schlee W, Dohrmann K, Hartmann T, Elbert T. The neural code of auditory phantom perception. *Journal of Neuroscience*. 2007;27(6):1479-1484.
- 9.Fabijańska A, Smurzyński J, Hatzopoulos S, et al. The relationship between distortion product otoacoustic emissions and extended high-frequency audiometry in tinnitus patients. Part 1: normally hearing patients with unilateral tinnitus. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*. 2012;18(12):CR765.
- 10.Goodey R. Tinnitus treatment—state of the art. *Progress in Brain Research*. 2007;166:237-246.
- 11.Knight KR, Kraemer DF, Winter C, Neuwelt EA. Early changes in auditory function as a result of platinum chemotherapy: use of extended high-frequency audiometry and evoked distortion product otoacoustic emissions. *Journal of Clinical Oncology*. 2007;25(10):1190-1195.
- 12.Özer H. Patlama Gürültüsüne Maruz Kalan Kişilerin Odyolojik Bulguları. 2023
- 13.Motlagh Zadeh L, Silbert NH, Sternasty K, Swanepoel DW, Hunter LL, Moore DR. Extended high-frequency hearing enhances speech perception in noise. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2019;116(47):23753-23759.
- 14.Liberman MC, Epstein MJ, Cleveland SS, Wang H, Maison SF. Toward a differential diagnosis of hidden hearing loss in humans. *PLoS one*. 2016;11(9):e0162726.
- 15.Liberman MC. Noise-induced and age-related hearing loss: new perspectives and potential therapies. *F1000Research*. 2017;6
- 16.Saunders G, Haggard M, Field D. Clinical diagnosis and management of obscure auditory dysfunction. *Br J Audiol*. 1989;23:358.
- 17.Vielsmeier V, Lehner A, Strutz J, et al. The relevance of the high frequency audiometry in tinnitus patients with normal hearing in conventional pure-tone audiometry. *BioMed research international*. 2015; 2015:302515.