

Uzun süre mesleki gürültüye maruz kalan işçilerde standart ve yüksek frekans odyometri bulguları

Findings of standard and high-frequency audiometry in workers exposed to occupational noise for long durations

Dr. Sami TÜRKKAHRAMAN,¹ Dr. Üzeyir GÖK,² Dr. Turgut KARLIDAĞ,²
Dr. Erol KELEŞ,² Uzm. Ody. Ahmet ÖZTÜRK²

Amaç: Bu çalışma uzun süre gürültüye maruz kalanlarda standart ve yüksek frekans odyometri ile işitme eşiklerindeki değişiklikleri saptamak amacıyla yapıldı.

Hastalar ve Yöntemler: Hidroelektirik santralinin farklı gürültüye sahip çeşitli birimlerinde çalışan 64 erkek işçide (ort. yaş 42; dağılım 31-55) ve işitme problemi olmayan 30 erkek gönüllüde (ort. yaş 42; dağılım 31-55) saf-ses odyometri ile 250-16000 Hz arasında işitme eşikleri ölçüldü. İşçilerden, maruz kalınan gürültü düzeyine göre üç, gürültüye maruz kalma sürelerine göre dört grup oluşturuldu.

Bulgular: İşçilerin ortalama işitme eşiklerinin 4000-16000 Hz arasındaki tüm frekanslarda yükselmiş olduğu görüldü ($p<0.005$). En fazla etkilenen frekanslar ise 4000, 6000, 14000 ve 16000 Hz idi ($p<0.0005$). Gürültü düzeyi ve gürültüye maruz kalma süresi arttıkça işitme eşiklerinin daha fazla etkilendiği izlendi ($p<0.05$).

Sonuç: İşitme kaybı riski altındaki bireylerin belirlenmesi ve takibinde standart odyometri ile birlikte yüksek frekans odyometrisinin de kullanılması gerektiği sonucuna varıldı.

Anahtar Sözcükler: Yaş faktörü; odyometri/yöntem; odyometri/saf-ses; işitme eşiği/fizyoloji; işitme kaybı, yüksek frekans/etyoloji; işitme kaybı, gürültüyle oluşan/etyoloji/tanı; gürültü, mesleki/olumsuz etkileri.

Objectives: Changes in hearing thresholds were determined by standard and high-frequency audiometry in subjects exposed to occupational noise for long durations.

Patients and Methods: Hearing thresholds were measured between 250 and 16000 Hz frequencies by standard and high frequency audiometry in 64 male workers (mean age 42 years; range 31 to 55 years) of a hydroelectric power plant and in 30 age- and sex-matched controls with no hearing problems. The workers were divided into three groups according to the noise level and into four groups according to the duration of exposure.

Results: The mean hearing thresholds of workers showed significant increases in all frequencies from 4000 to 16000 Hz ($p<0.005$), the most affected frequencies being 4000, 6000, 14000 and 16000 Hz ($p<0.0005$). Increases in hearing thresholds were significantly correlated with the noise level and duration of exposure to noise ($p<0.05$).

Conclusion: The results suggest that high frequency audiometry should be used together with standard audiometry in the detection and follow-up of individuals who are at potential risks for hearing losses.

Key Words: Age factors; audiometry/methods; audiometry, pure-tone; auditory threshold/physiology; hearing/physiology; hearing loss, high-frequency/etiology; hearing loss, noise-induced/etiology/diagnosis; noise, occupational/adverse effects.

◆ ¹Kahramanmaraş Devlet Hastanesi, KBB Hastalıkları Kliniği, Kahramanmaraş; ²Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB Hastalıkları Anabilim Dalı, Elazığ.
◆ Dergiye geliş tarihi: 25 Aralık 2002. Düzeltme isteği: 29 Mart 2003. Yayın için kabul tarihi: 4 Nisan 2003.
◆ İletişim adresi: Dr. Üzeyir Gök. Fırat Üniversitesi, Fırat Tıp Merkezi KBB Kliniği, 23200 Elazığ.
Tel: 0424 - 233 35 55 / 2116 Faks: 0424 - 238 76 88
e-posta: uzeyirgok@yahoo.com

◆ ¹Department of Otolaryngology, Kahramanmaraş State Hospital, Kahramanmaraş; ²Department of Otolaryngology, Medicine Faculty of Fırat University, Elazığ, all in Turkey.
◆ Received: December 25, 2002. Request for revision: March 29, 2003. Accepted for publication: April 4, 2003.
◆ Correspondence: Dr. Üzeyir Gök. Fırat Üniversitesi, Fırat Tıp Merkezi KBB Kliniği, 23200 Elazığ, Turkey.
Tel: +90 424 - 233 35 55 / 2116 Fax: +90 424 - 238 76 88
e-mail: uzeyirgok@yahoo.com

Gürültüye bağlı işitme kaybı (GBİK), erişkinlerde yaygın olarak görülen bir meslek hastalığıdır; sensorinöral işitme kaybının, presbiakuziden sonra en sık karşılaşılan nedenidir.^[1]

Gürültü ile işitme kaybı arasında bir neden-sonuç ilişkisi olduğu 19. yüzyıldan beri bilinmektedir.^[2] Gürültü ve ilişkili parametrelerin işitme üzerine etkileri araştırılırken, genellikle standart odyometri test frekansları olan 250-8.000 Hz aralığında çalışmalar yapılmıştır. Bu nedenle, yüksek frekans ve gürültü konusunda görece daha az çalışma bulunmaktadır. Bu, elektrikli odyometrenin kullanıma girdiği dönemdeki teknik sorunlardan; konuşma frekanslarının 500-2.000 Hz arasında olduğunun anlaşılmasından; yüksek frekans odyometride (YFO) hem test yöntemi, hem de kalibrasyon yönünden genel kabul görmüş bir standardın bulunmamasından kaynaklanıyor olabilir. Ancak, YFO'nun kullanım alanı gittikçe genişlemektedir.^[3]

Gürültüye bağlı işitme kaybında, kokleanın iç ve dış tüylü hücrelerini içeren duyuşal alıcılar düzeyinde hasar oluşur.^[4] Yüksek ses düzeylerindeki gürültüye uzun süre maruz kalanlarda ise, özellikle 3.000-6.000 Hz arasında daha fazla olmak üzere yüksek frekanslarda hafifçe düzelen, ancak düşük frekansları etkilemeyen bir işitme kaybı görülmektedir.^[1,5,6]

Yüksek frekans odyometrisinin, özellikle gençlerde karşılaşılan GBİK ve akustik travmanın erken dönemde belirlenmesinde, konvansiyonel odyometriye göre daha başarılı olduğunu bildiren çalışmaların yanında^[7-10] iki uygulama arasında fark olmadığını belirten yayınlar da bulunmaktadır.^[11]

Bu çalışmada, gürültüye uzun süre maruz kalanların işitme eşiklerinde, gürültünün şiddetine ve süresine bağlı olarak meydana gelen değişikliklerin standart ve yüksek frekans odyometri ile belirlenmesi amaçlandı.

OLGULAR VE YÖNTEMLER

Hidroelektrik santralının çeşitli birimlerinde, günde sekiz saat korumasız biçimde yüksek gürültü altında çalışan, gönüllü 64 erkek işçi (ort. yaş 42; dağılım 31-55) çalışmaya alındı. İşçilerin yaşı, çalışma yeri ve süresi, günlük çalışma ve dinlenme süreleri, sürekli ilaç kullanımı, birinci dereceden yakınlarında işitme sorunu, geçirilmiş veya yeni bir kulak hastalığı, kulak ve kafa travması öyküsü olup olmadığı bir anket formu ile sorgulandı. Ayrıca, gürültü-

den korunmak için herhangi bir yöntem uygulanıp uygulanmadığı araştırıldı.

Akut, kronik veya geçirilmiş bir kulak hastalığı olan; sürekli ilaç kullanan; kafa veya kulak travması geçirmiş; aile üyelerinde işitme kaybı öyküsü olan; otoskopide işitme fonksiyonunu etkileyebilecek bir patoloji bulunan; timpanogramda patolojisi olan; gürültüye karşı kulak koruma cihazı kullanan; 20 yaşın altında ve 55 yaşın üstünde olan hastalar çalışma grubuna alınmadı. Anket işlemi bitirildikten sonra yapılacak işlemler anlatılarak, deneklerin onayı alındı. Ayrıntılı bir KBB muayenesinin ardından odyolojik değerlendirmeler yapıldı.

İşçiler çalışma alanlarına göre üç gruba ayrıldı: Gürültü düzeyi, 95-110 dB olan türbin kısmında çalışanlar (20 işçi, grup I); 75-85 dB olan bakım atölyesinde çalışanlar (24 işçi, grup II) ve 75 dB'nin altında olan açık alanda çalışanlar (20 işçi, grup III).

Ayrıca, çalışmaya alınan işçilerden, santralin gürültülü ortamında çalışma sürelerine göre 10-14 (16 işçi), 15-19 (13 işçi), 20-24 (27 işçi) ve 25-29 yıl (8 işçi) dört grup oluşturuldu. İşçiler gürültülü ortamda ortalama 18.03±4.95 yıldır (dağılım 10-29 yıl) çalışıyordu.

Fırat Tıp Merkezi'nde çalışan, yaş ve cinsiyet bakımından çalışma grubuyla uyumlu olacak şekilde seçilen 30 erkek gönüllüden (ort. yaş 42; dağılım 31-55) kontrol grubu oluşturuldu. Kontrol grubunda, çalışma grubundaki ölçütlere ek olarak, uzun süreli veya şiddetli, ani yüksek sese maruz kalmama koşulu da arandı.

Odyolojik testler olarak timpanometri, standart saf-ses ve yüksek frekans saf-ses odyometri uygulandı. Bu testlerde, Interacoustics Clinical Audiometer Model AC40, Interacoustics Impedance Audiometer AZ7, Interacoustics XYT Recorder Model AG3 (Interacoustics Co., Danimarka), Telephonics yastıkçıklar içine yerleştirilmiş TDH 39 kulaklık ve yüksek frekanslar için KOSSHV / PRO dijital kulaklık ve EAR B-71 kemik vibratörü kulaklık (Interacoustics Co., Danimarka) kullanıldı. Testler, standart akustik kontrollü odalarda (Industrial Acoustics Company, Inc. ABD) gerçekleştirildi. Kalibrasyon işlemlerinde fiziksel yöntem kullanıldı. Santralin farklı bölgelerindeki gürültü düzeyleri bir gürültüölçer (Bruel and Kjaer 2235, Copenhagen, Danimarka) ile belirlendi.

İşitme ölçümleri, gürültünün oluşturabileceği geçici eşik değişikliğinin etkisinden kurtulmak için

24 saatlik gürültüsüz bir süre sonrasında yapıldı. Her iki kulakta saf-ses hava yolu işitme eşikleri 250, 500, 1000, 2000, 4000, 6000, 8000, 10000, 12000, 14000 ve 16000 Hz'de; saf-ses kemik yolu işitme eşikleri ise 500, 1000, 2000, 4000 ve 6000 Hz'de belirlendi. Normal işitme eşiği her iki kulakta 1 kHz olarak belirlendi; her iki kulakta 4 ve/veya 6 kHz frekansında 25 dB'den fazla simetrik sensorinöral tipte işitme kaybı olması GBİK için yeterli ölçüt sayıldı.

İstatistiksel değerlendirmelerde frekans ve işitme düzeyi temel alındı. Gruplar arası karşılaştırmalarda tek yönlü varyans analizi (ANOVA), Student t- ve Tukey HSD testleri kullanıldı. Tüm testler SPSS 10.0 for Windows programı ile değerlendirildi.

BULGULAR

Odyometrik tanı ölçütlerine göre 36 işçide (%56) GBİK belirlenirken, 28 işçide (%44) GBİK görülmedi.

Çalışma ve kontrol grupları arasında saf-ses od-yogramları, standart test frekansları, sağ ve sol kulak işitme eşikleri bakımından 10 dB'den fazla fark bulunmadı. Bu nedenle, sonuçlar değerlendirilirken sağ (veya sol) kulağa ait işitme değerleri göz önüne alındı. Kontrol ve çalışma gruplarının 250-16000 Hz frekansları aralığındaki ortalama saf-ses işitme eşikleri incelendiğinde, çalışma grubunun ortalama işitme eşiklerinin, 4000-16000 Hz arasındaki tüm frekanslarda, kontrol grubuna göre anlamlı derecede yükseldiği görüldü ($p<0.005$) (Tablo I). Yüksek frekanslardaki (4000, 6000, 14000 ve 16000 Hz) işitme eşiği farkları daha anlamlı bulunurken ($p<0.0005$); 250-2000 Hz frekanslarındaki farklılıklar anlamlı değildi ($p>0.05$).

Gürültüye maruz kalma süresine göre yapılan incelemede, 10-14 yıl süreyle çalışanların ortalama işitme eşikleri, kontrol grubuna göre anlamlı olmayan düzeyde yüksek bulundu ($p>0.05$) (Tablo II). On beş yıldan fazla çalışan işçilerin tamamında 250, 4000, 6000, 14000 ve 16000 Hz'de anlamlı derecede eşik yükselmesi saptandı ($p<0.05$). Gürültüye maruz kalma süresi arttıkça, eşik yükselmesinin 4-6 Hz'den alt ve üst frekanslara yayıldığı; bunun özellikle 14-16 kHz'de belirginleştiği görüldü. Eşik yükselmesinin 2 kHz'in altında (25 dB'den az) bulunması, işitme kaybı oluşmadığı şeklinde yorumlandı.

Farklı gürültü düzeylerine göre yapılan incelemede, ortalama işitme eşikleri, gürültü düzeyinin en yüksek olduğu grup I'de 1000 Hz dışında tüm frekanslarda; grup II'de 250, 4000, 6000, 14000, 16000 Hz frekanslarında; gürültü düzeyinin en düşük ol-

TABLO I
KONTROL VE ÇALIŞMA GRUPLARININ
ORTALAMA İŞİTME EŞİKLERİ (dB HL)

Frekans (Hz)	Kontrol (n=30)	Çalışma (n=64)
250	11.2±5.3	12.7±5.3
500	9.5±4.9	10.5±5.5
1000	9.1±5.3	10.4±6.7
2000	9.8±5.9	12.1±8.8
4000	13.8±5.9	22.7±14.5*
6000	17.5±2.8	26.9±15.1*
8000	19.7±3.9	26.7±16.8**
10000	22.0±6.2	28.4±20.9**
12000	28.6±6.5	35.1±23.2**
14000	36.6±9.7	46.0±18.1*
16000	44.5±10.3	55.0±10.1*

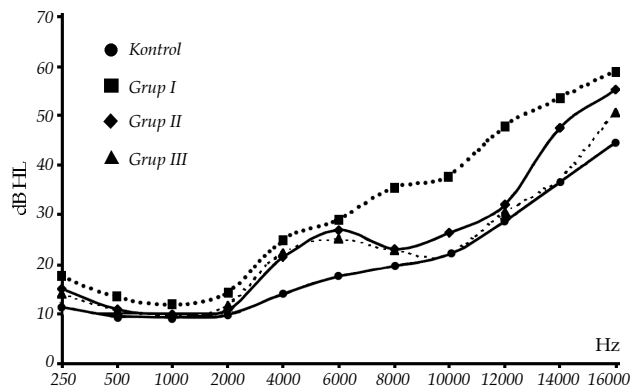
Tüm değerler ortalama ±SD olarak verilmiştir.

* $p<0.0005$, ** $p<0.005$ (Student t-testi).

duğu grup III'de ise sadece 4000, 6000 ve 16000 Hz frekanslarında kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulundu ($p<0.05$) (Şekil 1). İşitme eşiklerinin 4000, 6000, 14000 ve 16000 Hz frekanslarında üç grupta da anlamlı derecede yükseldiği görüldü ($p<0.05$). İşitme eşiklerinde belirlenen 250, 500, 1000 ve 2000 Hz arasındaki azalmalar, işitme kaybı derecesinde bulunmadı.

TARTIŞMA

Çalışmamızda, maruz kalınan gürültünün şiddeti ve süresi sınıflandırılmadan yapılan genel karşılaştırmada, çalışma grubunun saf-ses konvansiyonel işitme eşiklerinin özellikle 4-6 kHz'de ($p<0.0005$) ve 8 kHz'de kontrol grubuna göre anlamlı derecede



Şekil 1 - Farklı gürültü düzeylerine maruz kalan gruplar ile kontrol grubuna ait ortalama işitme eşikleri.

TABLO II
GÜRÜLTÜYE MARUZ KALMA SÜRELERİNE GÖRE
ÇALIŞMA VE KONTROL GRUPLARININ ORTALAMA İŞİTME EŞİKLERİ (dB HL)

Frekans* (Hz)	Kontrol* (n=30)	10-14 yıl* (n=16)	15-19 yıl* (n=13)	20-24 yıl* (n=27)	25-29 yıl* (n=8)
250	11.2±5.3	12.5±5.0	14.6±6.3 [■]	16.5±6.1 [■]	22.1±7.7 ^{■□••}
500	9.5±4.9	9.3±5.3	10.6±4.6	12.3±4.0	17.5±6.8 ^{■□••}
1000	9.1±5.3	9.3±7.0	9.5±5.8	10.3±5.9	15.6±7.9 ^{■□•}
2000	9.8±5.9	12.8±10.3	10.7±9.0	11.3±7.6	16.5±3.9 ^{■□}
4000	13.8±5.9	20.4±18.0	22.6±13.4 [■]	25.7±13.9 [■]	22.5±10.6 [■]
6000	17.5±2.8	22.8±13.5	29.9±17.1 [■]	29.2±13.9 [■]	29.3±10.3 [■]
8000	19.7±3.9	21.4±13.0	28.9±20.0 [■]	26.5±15.6	30.3±11.3
10000	22.0±6.2	25.0±21.8	28.6±19.9	26.7±16.7	37.1±27.5
12000	28.6±6.5	28.1±21.7	35.6±22.7	37.8±24.0	43.1±25.3
14000	36.6±9.7	36.5±21.6	47.1±16.9 ^{■□}	50.7±14.8	53.4±14.8
16000	44.5±10.3	48.5±15.2	55.8±8.1 ^{■□}	58.2±4.2	59.3±2.0

Tüm değerler ortalama ±SD olarak verilmiştir. *p<0.05 (tek yön ANOVA); [■]p<0.05 (Tukey HSD testi) Kontrol grubu ile çalışma grupları arasında; [□]p<0.05 (Tukey HSD testi) 10-14 yıl ile >14 yıl arasında; [•]p<0.05 (Tukey HSD testi) 15-19 yıl ile >19 yıl arasında; ^{••}p<0.05 (Tukey HSD testi) 20-24 yıl ile 25-29 yıl arasında.

yükseldiği görüldü (p<0.005). Daha yüksek frekansların tümünde de fark vardı (p<0.005). İstatistiksel açıdan, 14-16 KHz'deki farkın anlamlılığı, 4-6 kHz'deki fark kadar dikkat çekiciydi (p<0.0005).

Hızlı endüstrileşme ve gürültü kaynaklarının çoğalmasına bağlı olarak erişkinlerde sensorinöral işitme kayıplarına daha sık rastlanmaktadır. Dünyada yaklaşık 400-500 milyon insan gürültüden kaynaklanan işitme sorunu yaşamaktadır. Gürültüye bağlı mesleki işitme kayıpları ise gerekli önlemlerin alınmasıyla önlenmektedir.^[12]

Gürültüye bağlı işitme kaybı, gürültünün süresi, şiddeti, kulak koruma cihazı kullanımı gibi çeşitli parametrelerle ilişkili olduğu için çeşitli çalışmalarda farklı değerlere rastlanmaktadır. Maisarah ve Sa'id^[13] gürültüye maruz kalan fabrika işçilerinin %83'ünde, kalmayanların ise %31.7'sinde sensorinöral işitme kaybı olduğunu bildirmişler; işçilerin %80.5'ine gürültüden koruyucu kişisel cihaz verilmesine rağmen, işçilerin sadece %5.1'inin cihazları düzenli kullandığını belirtmişlerdir. Benzer bir çalışmada, %54.6'sında GBİK belirlenen endüstri işçilerinin hiçbirinin koruma cihazı kullanmadığı saptanmıştır.^[14] Dereköy,^[15] bir mermer fabrikasında çalışan 58 işçinin %67.2'sinde işitme kaybı belirlemiş; işitme kayıplarının %17.9'unun tek, %82.5'inin çift taraflı olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda GBİK oranı %56 bulunmuştur.

Gürültüye bağlı işitme kaybı tanısı için başlıca ölçütler, yüksek şiddetteki gürültüye korunma olmaksızın uzun süre maruz kalma ve saf-ses odyogramında işitme eşiklerindeki etkilenmenin 3, 4 veya 6 kHz'de en yüksek derecede olmasıdır.^[16]

Oleru^[17] 90-115 dBA şiddetinde endüstriyel gürültüye maruz kalan 61 tekstil işçisinin işitme eşiklerini kontrol grubuyla karşılaştırmış; gürültülü ortamda çalışan her yaş grubundan işçinin işitme eşığının tüm konvansiyonel frekanslarda anlamlı derecede yükseldiğini saptamıştır. Çelik ve ark.^[14] 95-110 dB şiddetindeki mesleki gürültüye maruz kalan işçilerin, özellikle 4-6 kHz'lerde sensorinöral tipte işitme kaybına uğradığını; işitme kaybının ilk 10 yıl içinde hızla geliştiğini; ancak eşiklerin sonraki yıllarda, giderek daha yavaş yükseldiğini bildirmişlerdir.

Kiukaanniemi ve ark.^[18] otolojik açıdan sağlıklı 39 kişiye, askerliğin başlangıcında ve birinci yılı tamamlandığında konvansiyonel saf-ses (0.25 ve 8 kHz) ve yüksek frekans elektrik kemik iletim (0.5-20 kHz) odyometrisi yapmışlar; birinci yılın sonunda, sağ kulakta 2-8 kHz frekanslarındaki saf-ses ortalamasında istatistiksel olarak anlamlı bir yükselme (ortalama 5 dB) olduğunu; sol kulakta ise farklılık olmadığını saptamışlardır. Yüksek frekans odyometri ölçümlerinde tüm frekanslarda eşik yükselmesi ve iki kulak arasındaki en yüksek farkın 15-17 kHz'de bulunduğu görülmüş; işitme eşiklerinde or-

taya çıkan bu değişiklikler, sağ taraftan yapılan silah atışına bağlanmıştır.^[18] Çalışmamızda, 14-16 kHz'deki ve 4-6 kHz'deki eşik yükselmelerinin aynı dönemde başlayıp anlamlılık düzeyine ulaştığını saptadık. Bu bulgular, GBİK'nin erken tanısında yüksek frekans odyometrinin, standart frekans odyometri kadar hassas olduğunu düşündürmektedir. Morton ve Reynolds,^[19] endüstriyel gürültüye maruz kalan 64 işçiyi yaşa göre dört grupta incelemişler; 10-20 kHz'deki saf-ses işitme eşiklerinde, sağlıklı bireylere göre anlamlı bir yükselme olduğunu saptamışlardır.

Gürültü ve yaşın yüksek frekans işitme eşikleri üzerine etkilerini ve güvenilirliğini belirlemek amacıyla yapılan başka bir çalışmada, endüstriyel gürültü altında çalışan 187, gürültüye maruz kalmayan 52 deneğe standart saf-ses odyometri (0.25-8 kHz) ve YFO (10-18 kHz) yapılmış ve YFO'nun konvansiyonel odyometri kadar güvenilir olduğu gösterilmiştir.^[7] Ayrıca, gürültüye maruz kalanların işitme eşiklerinde, kalmayanlara göre en fazla 14 kHz'de olmak üzere tüm yüksek frekanslarda anlamlı derecede yükselme olduğu ve bu değişikliklerde esas belirleyicinin gürültü, ikinci belirleyicinin ise yaş olduğu belirlenmiştir.^[7]

Fausti ve ark.,^[8] gürültünün 8000-20000 Hz işitme eşik düzeyleri üzerine etkilerini araştırmışlar, aynı düzeyde gürültüye sürekli maruz kalan kıdemli askerlerin 13-20 kHz'deki işitme eşiklerinde belirgin yükselme olduğunu ve normal genç erişkinlere göre işitmelerinde 8-12 kHz'de en fazla 20 dB düşüş olduğunu göstermişlerdir. Aynı çalışmada, 8-12 kHz'deki işitsel duyarlılık ölçümünün, kokleanın bazal kıvrım fonksiyonunu yansıtması nedeniyle önemli bilgiler sağladığı ve bunun standart odyometrik ölçümlerle belirlenemeyeceği belirtilmiştir.^[8] Çalışmamızda, hem 4-6 kHz'de hem de 14-16 kHz'de çalışma grubunun işitme eşliğinde kontrol grubuna göre oldukça dikkat çekici yükselme belirlendi ($p<0.0005$).

Gürültüye maruz kalma sürelerine göre yaptığımız karşılaştırmalarda, işitme eşiklerinin ilk 15 yılda kontrol grubuna göre anlamlı düzeye varmadan giderek yükseldiği ($p>0.05$); 15-19 yıl aralığında yükselişin anlamlı düzeye ulaştığı görüldü ($p<0.05$); 14-16 kHz'deki eşik yükselmelerinin 4-6 kHz ile aynı dönemde başlaması ve yine aynı dönemde anlamlılık düzeyine varması oldukça dikkat çekicidir. İlerleyen yıllarda, gürültüye bağlı işitme kaybı 4-6 kHz'de fazla değişmezken, 14-16 kHz'de devam et-

mekte; 20-24 yıl sonrasında ise 3 kHz'in altındaki frekanslarda gelişmektedir ($p<0.05$). Ancak, 3 kHz altındaki eşik yükselmeleri 25 dB'nin üzerine çıkmamaktadır.

Maruz kalınan gürültü şiddeti arttıkça, işitme kaybı da artmaktadır. Çalışmamızda en fazla işitme kaybı, gürültünün en yüksek olduğu grup I'de görüldü; bunu grup II ve III izlemektedir ($p<0.05$).

Sonuç olarak, gürültünün konvansiyonel frekanslarda olduğu gibi yüksek frekanslarda da (özellikle 14-16 kHz) işitme kaybı üzerine etkili olduğunu; risk altındaki bireylerin belirlenmesi ve takibinde, standart odyometri ile birlikte yüksek frekans odyometrisinin de kullanılması gerektiğini düşünüyoruz.

KAYNAKLAR

1. Rabinowitz PM. Noise-induced hearing loss. *Am Fam Physician* 2000;61:2749-56, 2759-60.
2. Alberti PW. Occupational hearing loss. In: Ballenger JJ, editor. *Disease of the nose, throat, ear, head & neck*. 1st ed. Philadelphia: Lea-Febiger; 1991. p. 1053-68.
3. Ardic FN, Topuz B, Ozuer MZ. Standardization in measuring high frequency hearing threshold. [Article in Turkish] *Kulak Burun Bogaz Ihtis Derg* 1998;5:185-9.
4. Bohne BA, Clark WW. Growth of lesion and associated hearing loss with increasing duration of exposure. In: Hamernik RP, Henderson D, Salvi R, editors. *New perspectives of noise-induced hearing loss*. 14th ed. New York: Raven Press; 1982. p. 283-302.
5. Clark WW, Bohne BA. Effects of noise on hearing. *JAMA* 1999;281:1658-9.
6. Şahin Üİ, Cemiloğlu R, Tekalan ŞA, Erdem M, Tekden K, Belenli İ. Bir dokuma fabrikasında çalışan 394 işçinin odyolojik test neticelerinin değerlendirilmesi. *Otolaringoloji ve Stomatoloji Derg* 1988;2:92-4.
7. Ahmed HO, Dennis JH, Badran O, Ismail M, Ballal SG, Ashoor A, et al. High-frequency (10-18 kHz) hearing thresholds: reliability, and effects of age and occupational noise exposure. *Occup Med* 2001;51:245-58.
8. Fausti SA, Erickson DA, Frey RH, Rappaport BZ, Schechter MA. The effects of noise upon human hearing sensitivity from 8000 to 20 000 Hz. *J Acoust Soc Am* 1981;69:1343-7.
9. Grzesik J, Pluta E. Dynamics of high-frequency hearing loss of operators of industrial ultrasonic devices. *Int Arch Occup Environ Health* 1986;57:137-42.
10. Hallmo P, Borchgrevink HM, Mair IW. Extended high-frequency thresholds in noise-induced hearing loss. *Scand Audiol* 1995;24:47-52.
11. Osterhammel D. High-frequency audiometry and noise-induced hearing loss. *Scand Audiol* 1979;8: 85-90.
12. Abdulla S. Noise-induced hearing loss: the future is hear. *Cochlear pharmacology and noise trauma: prevention and progress-a joint symposium organized by The Novartis Foundation and the European Commission Concerted Action Against Noise*. The

- Novartis Foundation London, UK, 1-2 May 1998. *Mol Med Today* 1998;4:284-5.
13. Maisarah SZ, Said H. The noise exposed factory workers: the prevalence of sensori-neural hearing loss and their use of personal hearing protection devices. *Med J Malaysia* 1993;48:280-5.
 14. Celik O, Yalcin S, Ozturk A. Hearing parameters in noise exposed industrial workers. *Auris Nasus Larynx* 1998;25:369-75.
 15. Dereköy FS. Bir mermer fabrikasındaki gürültünün işçiler üzerindeki odyolojik etkileri. *KBB Klinikleri* 2000;2:7-10.
 16. Coles RR, Lutman ME, Buffin JT. Guidelines on the diagnosis of noise-induced hearing loss for medicolegal purposes. *Clin Otolaryngol* 2000;25:264-73.
 17. Oleru UG. Comparison of the hearing levels of Nigerian textile workers and a control group. *Am Ind Hyg Assoc J* 1980;41:283-7.
 18. Kiukaanniemi H, Lopponen H, Sorri M. Noise-induced low- and high-frequency hearing losses in Finnish conscripts. *Mil Med* 1992;157:480-2.
 19. Morton LP, Reynolds L. High frequency thresholds: variations with age and industrial noise exposure. *S Afr J Commun Disord* 1991;38:13-7.