GÜRÜLTÜYE BAĞLI İŞİTME KAYBINDA NÖRAL KOMPONENT VARLIĞININ UYARILMIŞ İŞİTSEL BEYİNSAPI POTANSİYELLERİ İLE ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATION OF NEURAL COMPONENT IN NOISE-INDUCED HEARING LOSS BY AUDITORY BRAINSTEM EVOKED POTENTIALS

Dr. Onur ÇELİK, Dr. Şinasi YALÇIN, Ody. Ahmet ÖZTÜRK (*)

ÖZET: *Bu çalışmada bir hidroelektrik santralda çalışan ve kronik mesleki gürültüye maruz kalan 95 erkek işçi değerlendirildi. Normal işiten 33 erkek gönüllü ile karşılaştırma yapıldı. Tüm işçi ve kontrollere saf ses ve konuşma odyometrisi, impedans testleri ve uyarılmış işitsel beyinsapı potansiyel ölçümleri yapıldı. 50 işçiden esasen 4-6 kHz bölgesini etkileyen ve bilateral, simetrik sensorinöral işitme kaybı tespit edildi.*

Gürültüye bağlı işitme kayıplı 50 hastanın 10 ve 50/sn hızda uyaranla elde edilen uyarılmış işitsel beyinsapı potansiyellerinin değerlendirilmesinde; I., III. ve V. dalga absolü latans (AL) ve I-III, III-V veI-V interpik latans (İL) değerleri her iki klik hızında da kontrol değerlerden farklı bulunmadı. Bu çalışmanın verileri gürültüye bağlı kalıcı işitme kaybının koklear niteliğini vurgulamaktadır ve uyarılmış işitsel beyinsapı potansiyellerinin gürültüye bağlı kalıcı işitme kaybı gelişenlerde normal işitenlerden farklı bir sonuç vermediği anlaşılmıştır.

Anahtar Sözcükler: *Gürültüye bağlı işitme kaybı, nöral komponent, uyarılmış işitsel beyinsapı potansiyelleri.*

SUMMARY: *Ninety-five male workers exposed to chronic occupational noise in a hydroelectric power plant were evaluated in this study. They were compared with thirty-three male volunters with normal hearing. All workers and controls were subjected to pure tone and speech audiometry, impedance tests and measurements of auditory brainstem evoked potentials. The sensorineural hearing loss which were detected in fifty workers were bilateral, symmetrical and affected mainly frequencies of 4 to 6 kHz. Absolutete latencies (AL) of waves I, III and V, as well as I-III-V and I-V interpik latency (IL) differences were not different in both workers with noise induced hearing loss and control subjects, even for both repetition rates of 10 stim/s and 50 stim/s. The data of this study demonstrate the cochlear nature of noise induced hearing loss as no significant schanges in interpik latency differences at either repetition rates.*

Key Words: *Noise-induced hearing loss, neural component, auditory brainstem evoked potentials.*

GİRİŞ

Erişkinlerdeki kalıcı işitme kayıplarının en yaygın nedeni gürültüdür (18). Genel kanıya göre gürültünün dejeneratif etkileri koklea düzeyinde olmaktadır (6, 14). Yüksek şiddette geniş band gürültü, bazal kıvrımda 4 kHz bölgesinde tüy hücrelerinin dejenerasyonuna veya hasarına yol açmaktadır (8, 31). Bu bölgenin gürültüye karşı en duyarlı yer olması çeşitli biçimlerde açıklanmaya çalışılmıştır: l- İnsan kulağı 1-5 kHz arasındaki seslere karşı daha duyarlıdır (muhtemelen dış ve orta kulak orta frekanslardaki sesleri daha iyi geçirecek bir iletim karakteristiğine sahiptir) (16), 2- Basilar membran kokleanın ilk kıvrımının aşağı bölgelerinde kemik laminaya çok yakındır; bu nedenle Corti organının hareketinde bir amplitüd kısıtlanması söz konusudur. Şiddetli bir sese maruz kalındığında maksimum basılar membran vibrasyonu bazal kokleada olmaktadır (5). 3- Akustik refleks 2 kHz'in altındaki frekanslarda şiddetli seslerin geçişini zayıflatmaktadır (7). Gürültü etkisi en çok 4-6 kHz bölgesinde olmasına rağmen Corti organının diğer bölgelerinin de etkilendiği gösterilmiştir (11,30).

Koklea düzeyindeki değişikliklerden daha sonra santral işitme yollarında dejenerasyon başladığını öne sürenler de vardır (17, 30). Corti organındaki kısmi dejenerasyonu takiben santral dejenerasyonun yerleşmesinin işitme sinirinin tonotopik organizasyonu ile ilgili olduğu öne sürülmüştür (17).

Koklea düzeyindeki değişikliklerden daha sonra santral işitme yollarında dejenerasyon başladığını öne sürenler de vardır (17, 30). Corti organındaki kısmi dejenerasyonu takiben santral dejenerasyonun yerleşmesinin işitme sinirinin tonotopik organizasyonu ile ilgili olduğu öne sürülmüştür (17).

Gürültüye bağlı işitme kaybının GBİK) erken dönemlerinde tespit edilen tipik odyometrik bulgusu, 3-6 kHz bölgesinde lokalizasyon gösteren, 4 kHz çentiği veya "C5 dip" de denilen bir sensorinöral ka-

(*) Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı ELAZIĞ

yıptır (11, 18). Gürültüye maruz kalma devam ederse işitmedeki kayıp, frekans spektrumunun her iki tarafına doğru yayılım gösterir (8, 31). İşitme kaybı konuşma frekanslarına (500-2000 Hz) yayılmadıkça ve 25 dB'i aşmadıkça genellikle fark edilmez.

GBİK'te konvansiyonel veya uyarılmış işitsel beyinsapı odyometrisi kullanılarak insan üzerinde yapılan çalışmalarda çelişkili sonuçlar bildirilmiştir. Almadori ve arkadaşları retrokoklear tutulumu reddederken (1), Attias ve Pratt bunun aksini öne sürmektedirler (3). Sunulan çalışma GBİK'te retrokoklear tutulum olup olmadığını ve uyarılmış işitsel beyinsapı potansiyellerinin (UİBP) bu tür işitme aybında tanısal bir değerinin olup olmadığını ortaya koymayı amaçlamaktadır.

YÖNTEM VE GEREÇLER

Çalışmada, 1-23 yıl süreyle ve rutin olarak günde 8 saat devamlı yüksek gürültüye maraz kalan ve yaşları 20-49 (ortalama 35.7) arasında değişen 95 erkek işçi değerlendirildi. Kontrol grubu, yaşları 20-49 (ortalama 35.1) arasında olan işitmesi ve otoskopik muayene sonucu normal olan toplam 33 erkek gönüllüden oluşuyordu.

Otoskopi sonrasında 3 kişi çalışma dışı bırakıldı. Bunlardan iki tanesinde bilateral kronik otitis media sekeli, bir tanesinde tek taraflı effüzyonlu otitis media vardı. Daha sonra, kalan 92 kişiye saf ses ve konuşma odyometrisi, timpanometri, akustik refleks eşik tayininden oluşan odyometrik testler uygulandı. Bu testlerde Interacoustics Clinical Computer Audiometer Model AC5, Interacoustics Impedance Audiometer AZ7, Interacoustics XYT Recorder Model AG3 (Interacoustics Co., Assens, Danimarka), TDH-39P kulaklık ve Oticon 62507 kemik vibratörü (Oticon International A/S, Copenhagen, Danimarka) kullanıldı. Testler standart akustik kontrollü odalarda (Industrial Acoustics Company, Inc., New York, ABD) gerçekleştirildi. İşitme eşikleri hem hava, hem de kemik yolu için tespit edildi. İstatistiksel hesaplamalarda düzenli bir şeklide kemik yolu eşikleriyle uyumlu bulunan hava yolu eşikleri kullanıldı.

GBİK için kriterimiz; daha önce kronik olarak gürültüye maruz kalmış, ancak ototoksik ilaç kullanım öyküsü olmayan, kafa travması geçirmemiş ve otoskopik olarak normal bir denekte, yüksek frekansları ilgilendiren ve esasen 4 ve 6 kHz'de lokalize olan bilateral ve simetrik sensorinöral işitme kaybının bulunmasıydı. Konvansiyonel odyometrik testler tamamlandıktan sonra saf ses eşiklerine göre GBİK tespit edilen 50 işçinin (yaş ortalaması 37.3) UİBP kayıtlan Medelec Audiostar Electric Response Audiometer (Vickers Healthcare Co., Surrey, İngiltere) ile yapıldı. Çalışma grubu gürültülü ortamda çalıştıkları süre dikkate alınarak beşer yıllık dilimler halinde beş subgruba ayrıldı. Test edilecek kişi herhangi bir sedasyon yapılmaksızın muayene masası üzerine supin pozisyonunda yatırıldı. Kafa derisi önce alkol emdirilmiş pamuk, sonra Omni deri temizleme sıvısıyla silinerek elektrotlararası direnç 2000 ohmun altına düşürüldü. İletici ortamı sağlamak için elektrot jeli kullanıldı. Aktif elektrotlar uluslararası %10 - %20 sistemine göre belirlenen F_3 ve F_4 noktalarına cerrahi flaster ile tespit edildi (29). Her iki mastoid proses üzerine (M_1 ve M_2) yerleştirilen diğer iki elektrottan ipsilateral olanı referans, kontralateral olanı ise toprak olarak belirlendi. Gümüş-gümüş klorid disk elektrotlar kullanıldı. 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 ve 110 dB nHL şiddetlerinde, 0.1 msn süreli rarefaction klik uyaranı, TDH-49P kulaklıktan deneğe verilerek UİBP uyarıldı. Uyaranın hızı l0/sn idi. Bu 8 ayrı uyaran şiddeti ile -V. dalga latans-şiddet fonksiyonunu incelemek amacıyla sadece V. dalga latansları hesaplandı, diğer hesaplamalar için 80 dB nHL'de elde edilen latans değerleri kullanıldı. Ancak artmış uyaran hızının etkilerini görebilmek için ayrıca 50/sn hızda uyaran verilerek ikinci bir kayıt daha yapıldı, tüm ölçümler sağ ve sol kulakta ayrı ayrı yapıldı ve her bir kayıt iki kez kaydedilerek dalga formlarından emin olmamız sağlandı.

Gerek konvansiyonel testler, gerekse uyarılmış işitsel beyinsapı odyometrisi, kalıcı eşik değişikliği (KED) üzerine geçici eşik değişikliğinin (GED) muhtemel etkilerini önlemek için gürültülü çalışma ortamından en az 18 saat süre ile uzak kalmış işçilere uygulanmıştır.

İstatistiksel analizde Student's t-test ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanıldı.

BULGULAR

İşçilerin maruz kaldıkları mesleki gürültü 95-110 dB A şiddette olup frekans spektrumu (enerji yoğunluğu 1-4 kHz arasında olmak üzere) 0.5-10 kHz arasında idi (Reten ERS-13 Reten Electronic, Almanya). Bu ölçümler çalışma yerinin 4 ayrı ünitesinde yapılmış ve burada ölçümlerin ortalama değerleri sunulmuştur. Çalışanlar, kendilerine verilmiş olan kulak koruma cihazlarını rahat olmadığı gerekçesiyle kullanmıyorlardı.

Akustik refleks eşiklerinde, işitme eşiklerinde ve latanslarda kulaklararası farklılık saptanmamıştır (p > 05). Dolayısıyla tüm karşılaştırmalarda sağ kulak değerleri esas alınmıştır. 4 kHz'te akustik refleks eşik değerleri ortalaması çalışma grubunda kont-

rol grubuna göre anlamlı olarak yüksek bulunmuştur (p < 0.0005). Diğer test frekanslarında anlamlı bir farklılık yoktur (p > 05) (Tablo 1). Çalışmaya alınan işçilerin hiçbirinde patolojik timpanogram elde edilmemiştir.

Tablo l- Akustik refleks eşikleri (dB HL).

Test Frekansı	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu
500 Hz	98 ± 9	97 ± 9
1000 Hz	96 ± 7	95 ± 8
2000 Hz	95 ± 7	93 ± 7
4000 Hz	101 ± 7*	94 ± 7

Değerler ortalama ± standart deviasyon olarak verilmiştir.
*p < 0.0005 (Student's t-test)

Tonal odyometrideki verilerimiz 0.25-8 kHz'de dB HL olarak işitme eşiklerinden oluşmaktadır (Tablo 2). Görüldüğü gibi 2 kHz'den itibaren 6 kHz'e kadar gittikçe artan anlamlı bir eşik yükselmesi vardır. 8 kHz'de bu eşik yükselmesi tekrar bir miktar azalmaktadır. Ancak en belirgin eşik yükselmesi 4-6 kHz bölgesinde olmuştur.

Tablo 2- Saf ses işitme eşikleri (dB HL).

Test Frekansı	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu
250 Hz	18.2 ± 6.8	17.6 ± 6.5
500 Hz	13.4 ± 6.0	12.0 ± 5.0
1000 Hz	11.4 ± 5.0*	9.4 ± 4.5
2000 Hz	13.3 ± 7.4**	10.1 ± 7.8
4000 Hz	27.1 ± 12.5***	10.8 ± 8.7
6000 Hz	32.7 ± 13.9***	20.2 ± 9.3
8000 Hz	21.0 ± 10.2****	17.1 ± 7.9

Değerler ortalama ± standart deviasyon olarak verilmiştir.
*p<0.01, **p<0.005, *** p<0.0005, **** p<0.05 (Student's t-test)

Latans verileri gürültüye maruz kalma süresine göre oluşturulan subgruplar arasında tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırıldı ve istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmedi (p > 0.05) (Tablo 3). 10/sn ve 50/sn uyaran hızlarındaki latanslar kontrol değerlerinden istatistiksel bir farklılık göstermemiştir (Tablo 4). Şekil l, V. Dal ga latans-şiddet fonksiyonunu her iki klik hızında karşılaştırmalı olarak vermektedir. Artmış klik hızının V. dalga latansı üzerine etkileri her iki grupta da oldukça benzer olup istatistiksel farklılık göstermemiştir (p > 0.05).

Tablo 3- Gürültüye maruz kalma süresine göre oluşturulan subgrupların AL ve IL değerleri (Klik uyaran şiddeti = 80 dB nHL, uyaran Hızı 10/sn).

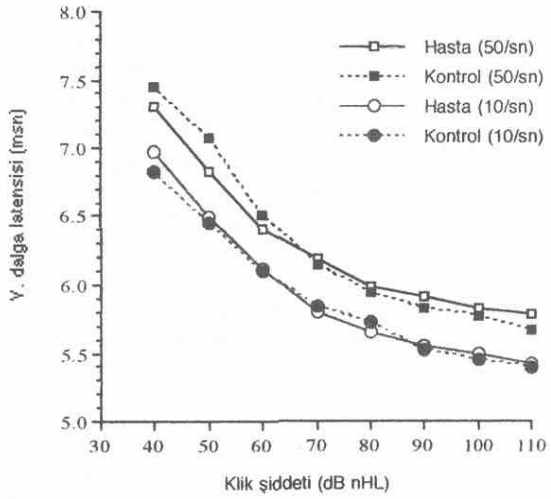
	Latans (msn)					
Süre	I	III	V	I-III	III-V	I-V
≥ 5 yıl	1.3±0.2	3.6±0.1	5.5±0.1	2.3±0.3	1.9±0.1	4.2±0.2
6-10 yıl	1.4±0.3	3.6±0.1	5.4±0.1	2.2±0.2	1.8±0.2	4.0±0.3
11-15 yıl	1.9±0.5	4.0±0.6	5.9±0.5	2.2±0.4	1.9±0.2	4.1±0.4
16-20 yıl	1.5+0.1	3.6±0.1	5.6±0.2	2.2±0.2	1.9±0.1	4.1±0.2
> 20 yıl	1.5±0.1	3.7±0.1	5.6±0.2	2.2±0.1	1.9±0.1	4.2±0.4

Değerler ortalama ± standart deviasyon olarak verilmiştir.

Tablo 4- İki değişik uyaran hızıyla elde edilen latans değerleri ve artmış uyaran hızının net etkisi (Klik uyaran şiddeti = 80 dB nHL).

Latans	10/sn	50/sn	50-10
I	1.5±0.3 (1.4±0.1)	1.6±0.3 (1.5±0.3)	0.1±0.1 (0.1±0.1)
III	3.7±0.4 (3.7±0.2)	3.9±0.2 (3.9±0.1)	0.2±0.3 (0.2±0.3)
V	5.5±0.3 (5.5±0.3)	5.9±0.3 (5.8±0.2)	0.2±0.3 (0.2±0.3)
I-III	2.2±0.2 (2.2±0.2)	2.3±0.3 (2.3±0.1)	0.1±0.3 (0.1±0.3)
III-V	1.8±0.2 (1.9±0.2)	2.0±0.2 (2.0±0.1)	0.1±0.2 (0.1±0.2)
I-V	4.1±0.3 (4.1±0.3)	4.2±0.4 (4.3±0.2)	0.2±0.2 (0.2±0.2)

Değerler ortalama ± standart deviasyon olarak verilmiştir.
Kontrol grubuna ait değerler parantez içinde verilmiştir.



Şekil 1- İki farklı uyaran hızıyla V. dalga latans şiddet fonksiyonu.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Attias ve Pratt, gürültüye bağlı kalıcı eşik değişikliği gelişen kişilerde yaptıkları odiolojik ve beyinsapı potansiyel çalışmasında, 10/sn uyaran hızında L dalga, 55/sn hızda ise L, III. ve V. dalgalarda latans uzaması gözlemlediler; ancak, IL farklarında anlamlı bir değişildik tespit edemediler (2). Bu araştırmacılar, gürültüye maruz kalmanın bir sonucu olarak işitme fonksiyonunda tespit edilen değişikliklerde yüksek uyaran hızının etkinliğini, düşük uyaran hızından daha yüksek olarak yorumlamışlardır.

Stürzebecher ve arkadaşları, 55'i GBİK'li olan 253 sensorinöral işitme kayıplı hastayı BERA ile incelediler (28). GBİK'li hastalardan elde edilen her üç İL farkı, normallere çok yakın değerlerde bulunmuştur.

Blast hasan tipik olarak iletim ve sensorinöral işitme kayıplarının karışımından oluşur. Sensorinöral komponent, GED veya KED şeklinde olabilir. Pratt ve arkadaşları, blast hasarlılarda UİBP çalışması yapmışlardır (20). Sensorinöral kaybın GED komponenti belirgin bir pik I latans uzaması gösterirken, KED komponentinde herhangi bir latans uzaması tespit edilmemiştir; yani bu çalışmada, latanslardaki uzama blasta bağlı işitme kaybının iletim komponenti ve sensorinöral işitme kaybının GED komponenti ile ilişkili olarak bulunmuştur. Ayrıca yine aynı çalışmada UİBP üzerine artmış uyaran hazmın etkisi, blast etkisine maruz kalmış ve normal kişilerde farklı olmamıştır. Bu çalışmada işitme sistemine blastın santral etkisi tespit edilmemiştir.

Mair ve Laukli, 6 sensorinöral işitme kayıplı hastada konvansiyonel ve yüksek frekans odyometri ile birlikte BERA çalışması yaptılar (15). Hastaların 5'i alt frekanslarda kayıp gösteriyorken biri 3-4 kHz bölgesinde akustik tarvmaya bağlı 90 dB işitme kaybı gösteriyordu. Akustik travmalı hastada 2 kHz toneburst uyaranla latans ve amplitüdü V. dalga ile uyumlu olan sadece bir tek dalga tespit edilebilmişti. Bu kötü kaydı ise UİBP'in primer olarak kokleanın 2-4 kHz frekans bölgesinden kaynaklandığı görüşüne uygun olarak değerlendirmişlerdi. Çünkü diğer 5 hastada, alt frekanslarda konvansiyonel odyometri ile tespit edilmiş olan 40-50 dB'lik eşiklere rağmen normal UİBP kayıtları elde edilmişti. Üst frekanslarda belirgin bir eşik yükselmesinin olmayışı, eşik-üstü şiddette uyaran verildiğinde normal UİBP kaydı alınmasına imkan sağlıyordu.

Almadori ve arkadaştan, GBİK'li 54 hastayı tonal ve konuşma odyometrisi, impedans odyometri ve uyarılmış işitsel beyinsapı odyometrisi ile incelediler (1). Araştırmacılar AL'ları ve IL farklarını her iki idik hızında da, işitme kaybına rağmen, normal sınırlarda bulmuşlardır. GBİK'te retrokoklear tutulumun olmadığı gösterilen bu çalışmanın sonuçlan bizim sonuçlarımıza büyük benzerlik göstermektedir.

Klik hızındaki artma kontrollerde ve çalışma grubunda aynı etkiyi yapmıştır. Artmış klik hızının net etkileri ile ilgili sonuçlar Attias ve Pratt'ın çalışma sonuçlarına benzerdir (Tablo 4) (2). Verilerimiz Almadori ve arkadaşlarının, Rosenhamer ve arkadaşlarının, Jerger ve Mauldin'in çalışmaları ile uyumlu olup GBİK'in koklear niteliğini ve her iki klik hızında da latanslarda kontrollere göre anlamlı bir değişiklik olmadığını vurgulamaktadır (l, 12, 23). Artmış uyaran hızının etkisinin çalışma grubunda kontrol grubundakinden farksız oluşu, artmış uyaran hızıyla etkilenen yerin ses enerjisinin çevirme uğradığı yerin (kokleanın) santralında olduğu yani sinaptik bir etki olduğu savı ile uyumludur (2, 20, 21).

Bilindiği gibi en stabil beyinsapı potensiyeli V. dalgadır (13, 19). Ancak koklear işitme kayıplarında V. dalga latanslanndaki artış konusunda fikir birliği yoktur. Selters ve Brackmann (26) 50 dB'den az işitme kayıplarında latansların değişmediğini, ancak daha fazla işitme kaybı olduğunda yaklaşık 0.015 msn/dB'lik bir latans artışı olduğunu, Rosenhamer (22) ise 0.01 msn/dB'lik bir artışın 30-40 dB'den itibaren başladığını öne sürmektedir. Bizim V. dalga latans-şiddet fonksiyonundaki deviasyonumuz 0.02 msn/dB idi. Bilindiği gibi 0.03 msn den daha düşük bir deviasyon, üst tonlardaki işitme kayıplarıyla uyulu olarak meydana gelmektedir (9). Uyaran hızını saniyede 50'ye çıkardığımızda bu deviasyon 0.03 msn/dB olmuştur. Yani normal ranjlarda bulunmuştur (Tablo 3). Koklear ve retrokoklear patolojilerin ayrımında oldukça güvenilir bir kriter V. dalga latansı ve kulaklararası farklılığıdır (24). Selters ve Brackmann retrokoklear patolojilerin ayrımında UİBP spesifitesini artırmak için her 10 dB için 0.1 ms düzletme önermişlerdir. Eğer latans uzaması varsa düzeltilmiş latans koklear patolojilerde normal sınırlara düşmektedir, retrokoklear patolojilerde ise uzamış olarak kalmaktadır. Bu düzeltme ile uzamış V. dalga latanslarına bakarak yanlışlıkla retrokoklear lezyon tanısı konulması önemli ölçüde azalmıştır (27). Çalışmamızda V. dalga latanslarında çalışma grubu ile kontrol grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır, ayrıca kulaklararası farklılık ta söz konusu değildir ($p > 0.05$). V. dalga latanslarımız, sunduğumuz hastalardaki işitme kayıplarının koklear orijinini vurgulamaktadır.

Çalışma grubundaki deneklerde 4-6 kHz bölgesinde hafif işitme kaybı söz konusuydu. Eşiğe yakın şiddetteki klik uyaranın öncelikle ve esas itibarıyla kokleanın 2-4 kHz bölgesini uyardığını, daha yüksek şiddetlerde de esas katkının bu bölgelerden olduğunu düşünecek olursak, 4-6 kHz bölgesinde tespit edilen kayıplar buraya yakın bölgelerin katkısıyla kolaylıkla

kompanse edilebilecek kadar az miktardaki koklea hasarını yansıtıyor diyebiliriz. İşitme eşikleri üzerine yaşlanmanın etkisi bilinmektedir (25). Ancak bu progressif etkinin hesaba katılması için, veya başladığının kabul edilmesi için belli bir yaş sının üzerinde kesin bir fikir birliği yoktur. Yaşa bağlı tespit edilebilir bir işitme kaybının başlangıcı için 55 yaş sınırını kullanan bazı raporlar vardır (4, 10). Bu çalışmadaki hasta ve kontrol grubundaki bireylerin tümü 50 yaşından genç olup yaş aralıkları ve yaş ortalamaları her iki grupta uyumludur. Bu nedenle sonuçlarımızı presbiakuziniri etkilemiş olması uzak bir olasılıktır. Zaten Tablo 3'te görüldüğü gibi gürültüye maruz kalma süresi (ki bu büyük oranda yaş ile de ilgilidir) latanslar üzerine etkili olmamıştır.

Çalışmamızın sonucunda gürültünün kokleayı etkileyerek başlangıçta 4 ve/veya 6 kHz'de belirgin olan, ancak yıllar içinde bu frekansların dışındaki bölgelere de yayılan bir işitme kaybı yaptığı tespit edilmiştir. Retrokoklear tutulum ile ilgili bir bulgu elde edilememiştir. Bu çalışmada GBİK'te uyarılmış beyinsapı işitsel odyometrisinin tamsal değerini destekleyecek bir veri elde edilememiştir.

Yazışma Adresi: Dr. Onur ÇELİK
Fırat Üniversitesi
Araştırma Hastanesi
KBB Kliniği
23200 ELAZIĞ

KAYNAKLAR

1. ALMADORIG, OTTAVIANI F, PALUDETTI G, ROSIGNOLI M, ĞALUCCI L, D[1] ALATRI L, VERGONI G: Auditory brainstem responses in noise-induced permanent hearing loss. Audiology27036-41, 1988.
2. ATTIAS J, PRATT H; Audiory evoked potentials and audiological follow-up of subjects developing noise-induced permanent threshold shift. Audiology 23: 498-508, 1984.
3. ATTIAS J, PRATT H: Follow-up of auditory-evoked potentials and temporary threshold shift in subjects developing noise-induced permanent hearing loss. Audiology 250 116-123,1986.
4. CHEN TJ, CHIANG HC, CHEN SS; Effects of aicraft noise on hearing and auditory pathway function of airport employees. J Occup Med 34: 613-619, 1992.
5. CODY AR, JOHNSTONE BM: Acoustic trauma: single neuron basis for the "halfoctave shift". Journal of Accoust Soc Am 70: 707-711, 1981.
6. COLLET L, MORGON A, VEUILLET E, GARTNER M: Noise and medial olivocochlear system in humans. Acta Otolaryngol (Stockh), 2:231-233,1991.
7. DOBIE RA: Noise-induced hearing loss. Bailey BJ, (Ed): Head and Neck Surgery, Otolaryngology. JB Lippincott Co. Philadelphia, 1993. pp 1782-1791.
8. FOX MS: Industrial noise exposure and hearing loss. Ballenger JJ, (Ed): Diseases of the Nose, Throat and Ear, Head and Neck, 13 the ed. Lea and Febiger. Philadelphia, 1985. pp 1062-1083.
9. GALAMBOS R, HECOX KE: Clinical applications of the auditory brain stem response. Otolaryngol Clin North Am, 3: 709-722, 1978.
10. HASAN S, BEG MHA: Noise induced hearing loss in industrial workers of Karachi, Pakistan J Otolaryngol 10: 200-205, 1994.
11. HOUGHTON JM, GREVILLE KA, KEITH WJ: Acoustic reflex amplitude and noise, induced hearing loss. Audiology, 27:42-48, 1988.
12. JERGER J, MAULDIN L: Prediction of sensorineural hearing level from the brain stem evoked response. Arch Otolaryngol, 8: 456-461, 1978.
13. KAVANAGH KT, BEARDSLEY JV: Brain stem auditory evoked response I. basic principles and clinical applications in the assessment of patients with nonorganic hearing loss. Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl 58 88:1-10, 1979.
14. LIM DJ, DUNN DE: Anatomic correlates of noise induced hearing loss. Otolaryngol Clin North Am 3: 493-513, 1979.
15. MAIR IWS, LAUKLI E: Low -frequency hearing loss: auditory brainstem response-derived band analysis. Audiology 25: 184-190, 1986.
16. MOORE BCJ: An introduction to the psychology of hearing, 3rd Edition, Academic Press, London,p43, 1989.
17. MOREST DK, BOHNE BA: Noise-induced degeneration in the brain and representation of înner and outher hair cells. Hear Res 9: 145-151, 1983.
18. OSGUTHORPE JD, KLEIN AJ: Occupational hearing conservation. Otolaryngol Clin North Am 2: 403-414, 1991.
19. PICTON TW, WOODS DL, BARIBEAU-BRAUN J, HEALEY TM: Evoked potential audiometry. J Otolaryngol 6: 90-119, 1977.
20. PRATT H, BEN-DAVID Y, PELED R, et al: Auditory brain stem evoked potentials: clinical promise of increasing stimulus rate. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 51: 80-90, 1981.
21. PRATT H, SOHMER H: Intensity and rate functions of cochlear and brainstem evoked res-

ponses to click stimuli in man. Arch Otorhinolaryngol 212: 85-92, 1976.
22. ROSENHAMER H: Auditory evoked brainstem electric response (ABR) in cochlear hearing loss. in T. Lundborg (Ed.), Scandinavian symposium on brain stem response (ABR). Scand Audiol, suppl. 13: 83-93, 1981.
23. ROSENHAMER HJ, LINDSTROM B, LUNDBORG T: On the use of clickevoked electric brainstem responses in audiological diagnosis. III. latencies in cochlear hearing loss. Scand Audiol 1:3-11, 1981.
24. RUPA V, DA YALAK: Wave V latency shifts with age and sex in normals and patients with cochlear hearing loss: development of a predictive model. Br J Audiol 27: 273-279, 1993.
25. SCHUKNECHT HF: Presbyacusis, Laryngoscope, 65: 402-411, 1955.
26. SELTERS W A, BRACKMNN DE: Acoustic tumor detection with brain stem electric response audiommetry. Arch Otolaryngol 103: 187, 1977.
27. SELTERS WA, BRACKMANN DE: Brainstem electrical response audiometry in tumor detection. House WF, Luetje CM (Eds): Acoustic tumors. University Park Press. Baltimore, 1979, pp 225-234.
28. STÜRZEBECHER E, KEVANNISHVILLI Z, WERBS M, MEYER E, SCHMIDT D: Interpeak intervals of auditory brainstem response, interaural differences in normal hearing subjects and patients with sensorineural hearing loss. Schand Audiol 14: 83-87, 1985.
29. TÜKEL K: Klinik elektroansefalografi, s. 1-26, Çeliker Matbaacılık, İstanbul, 1980.
30. WARD WD, DUVALL AJ: Behavioral and ultrastuctural correlates of Acoustic Trauma. Ann Otol Rhinol Laryngol 80: 1-16, 1971.
31. WARD WD: Noise-induced hearing damage. Paparella MM, Shumrick DA (Eds): Otolaryngology, 2nd ed, vol 2. Saunders. Philadelphia, 1980. pp 1788-1803.