

Kemik iletimli ses uyarılarına yanıt olarak elde edilen oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller: Sağlıklı erişkinlerdeki ölçüm sonuçları

Ocular vestibular evoked myogenic potentials in response to bone-conducted sound stimuli: results of measurements in healthy adults

Dr. Gülfem Beyazpınar, Dr. Evren Hızal, Dr. Hatice Seyra Erbek

Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada, kemik yolu ile verilen ses uyarılarına yanıt olarak elde edilen oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyellerin (oVEMP) sağlıklı erişkinlerdeki normal değerleri belirlendi.

Hastalar ve Yöntemler: Çalışmaya saf ses işitme eşiği ortalamaları 20 dB'den iyi olan, pozisyonel testlerinde nistagmus saptanmayan ve kulakla ilgili yakınması olmayan 42 sağlıklı erişkin gönüllü (18 erkek, 24 kadın; ort. yaş 39.7±11.2 yıl; dağılım 20-60 yıl) (84 kulak) dahil edildi. Katılımcılara kulak burun boğaz muayenesi, odyolojik değerlendirme ve pozisyonel testler yapıldı. Hava yolu ve kemik yolu iletimli ses uyarıları verilerek oVEMP testleri yapıldı ve elde edilen sonuçlar karşılaştırıldı.

Bulgular: Test edilen kulak yönü ve cinsiyetler arasında latans ve amplitüd değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0.05$). N1, p1 latansı ve amplitüd değerleri ile yaş arasında ilişki yoktu ($p>0.05$). Ortalama n1 latansı 9.9±1.87 milisaniye, p1 latansı 12.75±1.41 milisaniye idi. Amplitüd ortalaması 5.06±1.97 μ V idi. Kulaklar arası asimetri oranı p1 için %4±3, n1 için %4±3 ve amplitüd için %8±6 idi.

Sonuç: Bu çalışmada elde edilen veriler sağlıklı yetişkinler için normal değerler kabul edilerek kemik iletimli ses uyaranlı oVEMP çalışmalarında referans olarak kullanılabilir.

Anahtar Sözcükler: Amplitüd; hava iletimi; kemik iletimi; n1 dalgası; oküler vestibüler miyojenik yanıt; vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller; vestibülooküler refleks.

ABSTRACT

Objectives: This study aims to determine the normal values of ocular vestibular evoked myogenic potentials (oVEMP) in response to bone-conducted sound stimuli in healthy adults.

Patients and Methods: The study included 42 healthy adult volunteers (18 males, 24 females; mean age 39.7±11.2 years; range 20 to 60 years) (84 ears) with pure tone mean thresholds better than 20 dB, no detected nystagmus during positional tests, and no complaint involving the ear. The participants were performed otorhinolaryngologic examination, audiologic evaluation, and positional tests. Ocular vestibular evoked myogenic potentials were measured using air-conducted and bone-conducted sound stimuli and results were compared.

Results: No statistically significant difference was detected between the side of the ear tested and sex in terms of the latency and amplitude values ($p>0.05$). There was no correlation between n1, p1 latency and amplitude values with age and ($p>0.05$). Mean n1 latency was 9.9±1.87 milliseconds and p1 latency was 12.75±1.41 milliseconds. Mean amplitude was 5.06±1.97 μ V. Interaural asymmetry ratios were 4±3% for p1, 4±3% for n1, and 8±6% for amplitude.

Conclusion: Data obtained in this study may be accepted as normal values for healthy adults and used as reference in oVEMP studies with bone-conducted sound stimuli.

Keywords: Amplitude; air conduction; bone conduction; n1 wave; ocular vestibular myogenic response; vestibular evoked myogenic potentials; vestibulo-ocular reflex.



Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (Vestibular Evoked Myogenic Potentials; VEMP), periferik vestibüler organların uyarılması ile başlayan ve çeşitli kaslardaki aktivite değişikliği ile sonlanan refleks yanıtlarının ölçüldüğü elektrofizyolojik test yöntemlerinden biridir. Kolay uygulanabilen ve invaziv olmayan bir test yöntemi olan VEMP, denge fonksiyonlarının değerlendirilmesi için son zamanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.^[1-3] Refleks yanıtı, boyun kaslarından ölçülüyor ise servikal VEMP (cVEMP), ekstraoküler kaslardan ölçülüyor ise oküler VEMP (oVEMP) olarak adlandırılır.^[4]

İlk olarak Colebatch ve Halmagyi tarafından klinik olarak kullanılan cVEMP, esas olarak sakülün uyarılması ile başlayan ve inferior vestibüler sinir yoluyla taşınan vestibülokolik refleksin, aynı tarafta kasılı haldeki sternokleidomastoid (SCM) kasta ortaya çıkardığı inhibitör yanıtın yüzey elektrotları kullanılarak elektromiyografik olarak ölçülmesi temeline dayanır.^[1,5-9] Daha yeni bir test yöntemi olan oVEMP'te ise esas olarak utrikülün uyarılması ile başlayan ve superior vestibüler sinir ile taşınan vestibülooküler refleksin karşı taraftaki ekstraoküler kaslarda yarattığı eksitator yanıt ölçülür.^[1,9-12] Günümüzde her iki yöntem de otolit organ fonksiyonunu göstermede ve vestibüler uç organların değerlendirilmesinde giderek yaygın şekilde kullanılmaktadır.

Oküler VEMP'in, cVEMP'e kıyasla daha kısa sürede yapılması ve boyun kaslarını kasmakta zorlanan bireylerde kooperasyonun daha rahat sağlanması gibi çeşitli avantajları vardır.^[5,13] Oküler VEMP ölçümleri periferik vestibüler organların çeşitli şekillerde uyarılması ile yapılabilmektedir. Kuvvetli ses ve vibrasyon gibi fizyolojik olmayan uyaranlar, baş hareketi olmaksızın vestibülooküler reflesi harekete geçirerek ekstraoküler kasların uyarılmasını sağlayabilir. Bu durum bize vestibülooküler reflesi ekstraoküler kaslardan ölçme ve indirekt yollarla değerlendirilme olanağı sağlamaktadır.^[5] Örneğin, hava yolu ile verilen ses uyarıları ile refleks yolağı tetiklenerek ekstraoküler kaslardan kayıt alınabilir. Sağlıklı erişkinlerde hava yolu ile verilen ses uyarıları kullanılarak elde edilen oVEMP yanıtlarına ait değerler daha önce yapılan bir çalışma ile ortaya konmuştur.^[5] Kemik yolu ile iletilen uyarılar kullanılarak da oVEMP yanıtlarının alınabileceği gösterilmiştir.^[10,14] Ancak, ölçüm yöntemi, ölçümlerde kullanılan uyarılar

ve elde edilen yanıtlara ait özellikle toplumu-muzdaki normal değerleri yansıtan sayısal veriler net değildir.

Bu çalışmanın amacı, kemik yolu ile iletilen ses uyarıları kullanılarak elde edilen oVEMP yanıtlarının sağlıklı erişkinlerdeki normal değerlerini saptamak ve elde edilen verileri hava yolu ile iletilen ses uyarıları kullanılarak elde edilen oVEMP yanıtları ile karşılaştırmaktır.

HASTALAR VE YÖNTEMLER

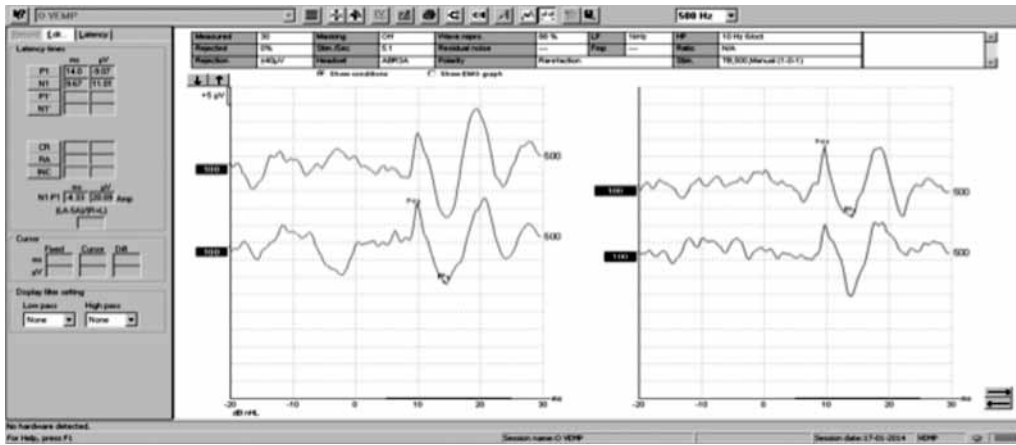
Çalışma, Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı'nda yürütüldü. Herhangi bir kulak sorunu ve vertigosu olmayan, 18-60 yaş arasındaki sağlıklı gönüllüler çalışma evrenini oluşturdu. Gönüllülere tam bir kulak burun boğaz muayenesini takiben odyometri ve pozisyonel testler uygulandı. Odyometri sonucunda saf ses işitme eşiği ortalamaları 20 dB'den iyi olan, pozisyonel testlerinde nistagmus saptanmayan 42 gönüllü (84 kulak) (18 erkek, 24 kadın; ort. yaş 39.7±11.2 yıl; dağılım 20-60 yıl) çalışmaya dahil edildi. Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından onaylanmıştır (Proje No: KA13/172). Çalışmaya katılan tüm bireylerden imzalanmış gönüllü denek bilgilendirme ve onay formu alınmış ve çalışma Helsinki Deklarasyonu ilkeleri uyarınca gerçekleştirilmiştir.

Çalışma dışı bırakma kriterleri olarak, sistemik hastalık varlığı; kulakla ilgili hastalık varlığı; kulakla ilgili geçirilmiş ameliyat veya vertigo öyküsünün varlığı; odyometride hava-kemik mesafesinin 500-4000 Hz frekans aralığında 10 dB üzerinde olması; göz hareketlerinde kısıtlılık bulunması; dış kulak yolunda veya test esnasında göz etrafına yapıştırılacak elektrot yerleşimini engelleyecek şekilde yüzde bir anatomik bozukluğun bulunması kabul edildi.

Oküler VEMP test tekniği

İlk olarak alkol ve peeling jel ile cilt temizliği yapıldı. Miyojenik aktivitelerin kayıt edilmesi için Interacoustics Eclipse Smart EP25 cihazı (Interacoustics, Assens, Danimarka) kullanıldı.

Her test için dört adet tek kullanımlık, kendiliğinden tutunan Ag/AgCI (Ambu Blue Sensor N Ref: N-00-S/25, Ambu, Ballerup, Danimarka) yüzey elektrodu kullanıldı. Noninverting elektrot, alt göz kapağının yaklaşık 3-4 mm altına, infraorbital rime gelecek şekilde; toprak elektrot

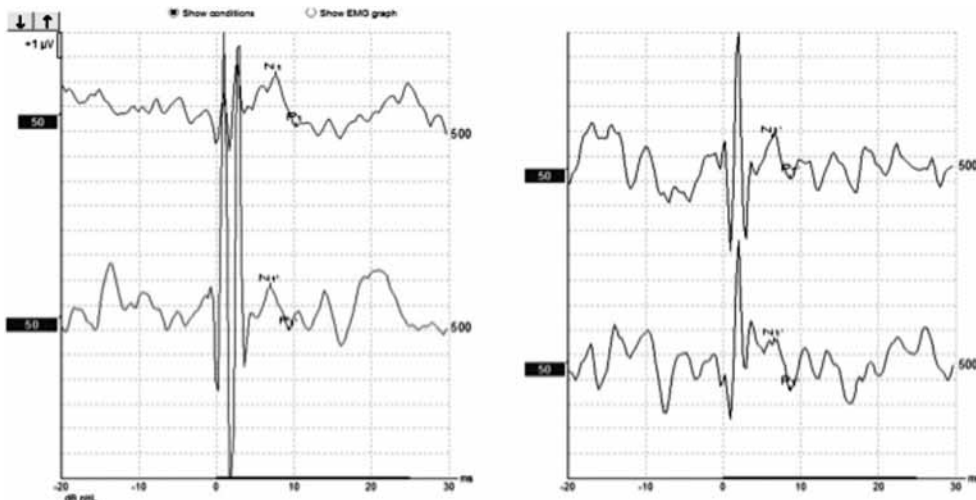


Şekil 1. Hava yolu iletimli ses uyarıları kullanılarak yapılan bir oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel testinde sağ ve sol kulaktan elde edilen kayıtlar.

alına, verteks elektrodu (inverting elektrod) ise çeneye yerleştirildi.

Cilt direnci 5 k Ω 'un altında tutuldu. Her bir kayıt sırasında 500 uyarı kullanıldı. Ses uyarıları verilirken gönüllülerin, iki metre uzaklıkta gözlemlerin doğal bakış çizgisi ile yatay ekseninde 30-40° açı oluşturacak şekilde, önceden belirlenmiş bir objeye doğru (ses hangi kulaktan geliyorsa, objenin o tarafına doğru) bakmaları istendi. İlk olarak, hava yolu iletimli ses uyarılarına karşı verilen oVEMP yanıtları ölçüldü; ses uyarıları ER-3A kanal içi kulaklık (3M E-A-Rtone, Berkshire, United Kingdom) ile verilirken karşı taraf gözden alınan yanıtlar kayıt edildi. Daha sonra ise kemik iletimli ses uyarılarına karşı verilen oVEMP yanıtları ölçüldü. Rarefaction - polaritesinde 500 Hz

Blackman tone-burst ses uyarıları kullanıldı. Uyarılar, mastoid kemik üzerine yerleştirilen B71 kemik stimülatörü ile, 50-20 dB nonHL (normalized hearing level) şiddet aralığında ve 10 dB nHL düşüş aralıkları ile verildi; karşı taraf gözden alınan yanıtlar kayıt edildi. Kayıt penceresi zaman aralığı -10.0 ms -70.0 ms olarak belirlendi. En az iki ardışık testte aynı dalga formu ve latansları elde edilen oVEMP yanıtları değerlendirmeye alındı. Uyarı verilmesini takiben oluşan ilk dalga şeklinin tepe noktaları n1 ve p1 olarak belirlendi (Şekil 1 ve 2) ve dalgaların latans ile amplitüd değerleri ölçüldü. Ayrıca çalışmaya katılan gönüllüler 40 yaş üzeri ve 40 yaş altı olarak iki gruba ayrıldı. Elde edilen tüm n1 latans, p1 latans ve amplitüd değerleri birbirleri ile karşılaştırıldı.



Şekil 2. Kemik iletimli ses uyarıları kullanılarak yapılan bir oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel testinde sağ ve sol kulaktan elde edilen kayıtlar.

İstatistiksel değerlendirme

İstatistiksel değerlendirme için PASW 17.0 versiyon (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programı kullanıldı. Grupların ortalamalarının değerlendirilmesinde Student t testi ve Mann-Whitney U testi kullanıldı. Yaş ile latans ve amplitüd değerlerinin ilişkisi Pearson korelasyon analizi ile değerlendirildi. *P* değerinin 0.05'in altında olması istatistiksel açıdan anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Test edilen kulak tarafına göre oVEMP sonuçları

Kemik iletimi ile verilen ses uyarılarına karşı verilen oVEMP yanıtları incelendiğinde, sağ kulak için n1 latans değeri 9.9 ± 1.94 ms, p1 latans değeri 12.69 ± 1.44 ms, amplitüd değeri ise 5.05 ± 1.98 μ V olarak bulundu. Sol kulak için n1 latans değeri 10.08 ± 1.82 ms, p1 latans değeri 12.81 ± 1.4 ms, amplitüd değeri ise 5.08 ± 1.99 μ V olarak bulundu. Test yapılan kulak tarafına göre değerler istatistiksel açıdan anlamlı farklılık göstermedi ($p > 0.05$).

Kulaklar arası asimetri oranı (IAR), n1, p1 latansları ve amplitüd için sağ ve sol kulakta elde edilen değerler kullanılarak [(büyük değer - düşük değer) / (büyük değer + düşük değer)] x100 formülü ile hesaplandı. Buna göre IAR, p1 için 4 ± 3 (%0-%16), n1 için 4 ± 3 (%0-%15), amplitüd için 8 ± 6 (%0-%34) olarak bulundu. Kulaklar arası asimetri oranı, p1, n1 ve amplitüd için hiçbir orguda %35'ten yüksek değildi.

Cinsiyete göre oVEMP sonuçları

Kemik iletimi ile verilen ses uyarılarına karşı verilen oVEMP yanıtları incelendiğinde, kadınlarda n1 latans değeri 10.09 ± 2.25 ms, p1 latans değeri 12.51 ± 1.51 ms, amplitüd değeri ise 5.23 ± 1.93 μ V olarak bulundu. Erkeklerde ise

Tablo 1. Tüm çalışma grubunda kemik iletimi ile verilen ses uyarılarına yanıt olarak elde edilen oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel ölçüm sonuçları

Test parametreleri	En düşük	En yüksek	Ort.±SS
N1 latansı (ms)	6.33	15	10.0 ± 1.9
P1 latansı (ms)	9.67	15.67	12.8 ± 1.4
Amplitüd (μ V)	2.93	11.12	5.1 ± 2.0

Ort.±SS: Ortalama \pm standart sapma.

n1 latans değeri 9.86 ± 1.21 ms, p1 latans değeri 13.07 ± 1.22 ms, amplitüd değeri 4.83 ± 2.03 μ V olarak bulundu. Değerler, cinsiyete göre istatistiksel açıdan anlamlı farklılık göstermedi ($p > 0.05$).

Yaşa göre oVEMP sonuçları

Kemik iletimi ile verilen ses uyarılarına karşı verilen oVEMP yanıtları incelendiğinde, n1, p1 ve amplitüd değerleri ile yaş arasında ilişki yoktu ($p > 0.05$). Gönüllüler 40 yaş altı ve üstü olarak iki gruba ayrılıp değerler karşılaştırıldığında da gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$).

Çalışma grubu oVEMP değerleri

Elde edilen bulgulara göre, cinsiyet ve kulak yönü test sonuçlarını etkilemediğinden toplam 84 kulak için test parametreleri hesaplandı (Tablo 1). Tüm çalışma grubu için, kemik iletimi ile verilen ses uyarılarına yanıt olarak ölçülen ortalama (en düşük-en yüksek) n1 latans değeri 9.99 (6.33-15) ms, p1 latans değeri 12.75 (9.67-15.67) ms, amplitüd değeri 5.06 (2.93-11.12) μ V idi.

Kemik ve hava iletimi ile verilen ses uyarılarına karşılık elde edilen oVEMP yanıtlarının karşılaştırılması

Hava iletimi ile verilen ses uyarılarına yanıt olarak ölçülen ortalama n1 latans değeri 9.85 ± 1.88 ms, p1 latans değeri 12.71 ± 1.78 ms, amplitüd değeri 7.8 ± 4.09 μ V idi.

Kemik iletimi kullanılarak elde edilen yanıtlar ile hava iletimi kullanılarak elde edilen yanıtlar birbiriyle karşılaştırıldığında n1 ve p1 latans değerleri için istatistiksel açıdan anlamlı fark saptanmadı. Amplitüd değerleri ise hava iletimi ile ses uyarıları verilen grupta istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha yüksek idi (Tablo 2).

Tablo 2. Kemik iletimi ile verilen ses uyarılarına karşılık elde edilen oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel yanıtları ile hava iletimi ile verilen ses uyarılarına karşılık elde edilen oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel yanıtlarının karşılaştırılması

Test parametreleri	Kemik	Hava	<i>p</i>
	Ort.±SS	Ort.±SS	
N1 latansı (ms)	9.99 ± 1.87	9.85 ± 1.88	0.642
P1 latansı (ms)	12.75 ± 1.41	12.71 ± 1.78	0.89
Amplitüd (μ V)	5.06 ± 1.97	7.8 ± 4.09	<0.0001

Ort.±SS: Ortalama \pm standart sapma.

TARTIŞMA

Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller, temel olarak periferik vestibüler organların uyarılması ile başlayan ve çeşitli kaslarda sonlanan refleks yanıtının ölçüldüğü bir elektromiyogram (EMG) kayıdır.^[4] Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller testi, sakküler fonksiyonu göstermede sıkça kullanılmaktadır.^[15] Kulağa verilen klik ve tone-burst gibi ses uyarıları, sakküler afferentleri uyarır ve vestibülokolik refleks yolu ile aynı taraftaki SCM kası aktivitesinde inhibisyona neden olur. Bu inhibitör potansiyeller, SCM kası kasılı iken yüzeysel elektrotlar ile elektromiyografik olarak tespit edilirler. Sonuç kayıtları; p13 adı verilen pozitif bir dalga ve ardından n23 adı verilen negatif bir dalga içerir. Sakküler afferentlerin sese, utriküler afferentlerin ise aynı zamanda titreşime duyarlı olduğu hayvan çalışmalarında gösterilmiştir. Wu ve ark.^[16] kedilerde akustik uyarının sakkülden kaynaklanan irregüler afferent sinir liflerini uyardığını belirtmişlerdir. Curthoys ve ark.^[17] kobaylarda utriküldeki irregüler afferent liflerin en iyi kemik yolu iletimli vibrasyon ile uyarıldığını göstermişlerdir.

Literatürde VEMP ile ilgili çalışma bulguları çeşitlilik göstermektedir. Bu farklılıkların kullanılan test parametrelerinden kaynaklanabileceği göz önünde tutulmalıdır. Bir testin ayırıcı tanıda kullanılabilmesi için, uygulama ve değerlendirme parametrelerinin standart olması, normal popülasyona ilişkin yeterli verinin toplanması gereklidir. Kemik yolu ile verilen ses uyarılarına karşı sağlıklı erişkinlerde gelişen oVEMP yanıtlarının kliniğimizdeki normal değerlerinin saptanması, bu tekniğin vertigo hastalarının değerlendirilmesinde aktif şekilde kullanılmasına olanak sağlamıştır.

Vestibüler organlar fizyolojik olarak kafa hareketleri ile uyarılırlar. Ancak vestibüler sistem bütünlüğü değerlendirilirken yapılacak testlerde uyarıcı olarak kafa hareketlerini kullanmak, kayıtlarda miyojenik yanıtlarla karışabilecek elektriksel gürültüye neden olabileceği için pratik açıdan zordur. Kontrol edilebilen, şiddeti ve süresi ayarlanabilen, hava veya kemik yolu ile iletilen ses uyarıları ile titreşim ve galvanik (elektriksel) akım gibi uyarıcılar ise daha ölçülebilir ve standart yanıtlara neden oldukları için testlerde sıklıkla tercih edilirler.^[4]

Oküler VEMP'in, cVEMP'e kıyasla bazı üstünlükleri vardır. Bunlar, testin güvenilir olması, daha az yorgunluğa yol açması ve alttaki kas aktivitesinin doğrulanmasının gerekmemesidir. Çalışmamızda, oVEMP testinin cVEMP testine göre daha kolay yapılabildiğini ve daha kısa sürede sonuç alındığını gözlemledik. Ancak, bazı durumlarda test süresinin uzamasına bağlı olarak ekstraoküler kaslarda yorulma ve oVEMP dalgalarında bozulma gibi güçlüklerle de karşılaştık.

Oküler VEMP ölçümleri dalga latansları açısından değerlendirildiğinde, refleks yolağının görece homojen çalışması nedeniyle olgular arası n1 latans değerleri arasında büyük farklılıklar yoktur. Nitekim, n1 dalgası, işitme kayıplı bireylerde de elde edilebildiği için, oVEMP'in işitsel fonksiyonlardan etkilenmediği düşünülmektedir. N1 amplitüdü açısından değerlendirildiğinde ise, olgular arasında dikkat çekici değişiklikler gözlenmiştir. Kafatası büyüklüğü, şekli, kitlesi ve bunların uyarıların iletimindeki etkileri nedeniyle n1 dalgalarında insanlar arasında amplitüd açısından farklı değerler elde edilmesi beklenebilir.^[8,18]

Oküler VEMP test yanıtlarında, n1 ve p1 dalgasının yanı sıra, geç latanslı olarak gözlenen ek pozitif negatif dalgalar da oluşmaktadır. Bu geç dalgaların da vestibüler fonksiyonları yansıttığı söylenebilir; ancak bazı nedenlerle bu dalgalar değerlendirmede kullanılmamaktadır. Örneğin, kişinin test sırasında gözlerini kapatması geç latanslı dalgaları etkilerken n1 dalgası bundan etkilenmemektedir. Ayrıca geç latanslı yanıtlar, servikooküler refleks, blink refleksi, çene kapanma refleksi ya da postauriküler kas refleksi gibi beyin sapı reflekslerinden etkilenmektedir.^[19]

Kemik iletimiyle gönderilen bir uyarı hem vestibülokolik hem de vestibülooküler yolağı aktive eder. Alın kemiğine (Fz noktası) verilen titreşim uyarısı, tüm kafatasını etkileyerek mastoid kemiğe ulaşır; vestibüler saçlı hücreleri ve otolit afferent nöronları uyararak superior vestibüler sinir yoluyla taşınır.^[17] Superior vestibüler nörit, vestibüler schwannoma gibi nedenlerle tek taraflı vestibüler kaybı olan hastalarda kemik iletimli oVEMP yanıtlarının, lezyonun karşı tarafında azalmış ya da kaybolmuş olduğu gösterilmiştir.^[12,20] Kulaklar arası asimetri oranı bu hastalarda, sağlıklı bireylere göre önemli derecede yüksektir.^[21]

Nagai ve ark.,^[22] kemik titreşimi ile yapılan oVEMP testinde kulaklar arası asimetri oranını 21.7 ± 14.0 (üst limit 49.7) olarak belirtmiştir. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz kulaklar arası asimetri değerlerinin de bu verilerle uyumlu olduğu görüldü. Buna göre, kulaklar arasındaki fark p1, n1 ve amplitüd için hiçbir olguda %35'ten yüksek değildi.

Colebatch ve ark.^[23] yaptıkları çalışmada SCM kası üstüne yerleştirdikleri elektrotlarla yüksek şiddetteki klik ses uyarılarına yanıt olarak kısa latanslı bir yanıt oluştuğunu ortaya koymuşlardır. Daha sonraki çalışmalarla, yüksek şiddette ses uyarılarına karşı masseter,^[24] trapezius,^[25] splenius capitis,^[16] triceps^[15] ve soleus^[26] gibi diğer kaslardan da benzer yanıtlar alındığı gösterilmiştir.

Servikal VEMP geliştirildikten 10 yıl kadar sonra Rosengren ve ark.,^[18] kafatası kemiğine verilen titreşim uyarılarının ortaya çıkardığı vestibüler kökenli ekstraoküler kas potansiyellerini kaydetmiş ve oVEMP gelişimine öncülük etmişlerdir.

Curthoys ve ark.,^[17] kobaylarda irregüler utriküler afferent nöronların en iyi kemik titreşimi ile uyarıldığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte Iwasaki ve ark.,^[27] oVEMP yanıtlarının kemik yoluyla iletilen farklı uyarılarla da alınabileceğini göstermişlerdir. Bu yazarlar, sağlıklı erişkin bireylerde kemik iletimli tone-burst ses, mini tap/shaker ile titreşim ve tendon çekici ile vurma uyarıları kullanmış, elde ettikleri latans ve amplitüd değerlerini karşılaştırmışlardır.^[27] Buna göre yazarlar, ortalama dalga amplitüdünü tone-burst ses uyarısı için $8.47 \pm 4.02 \mu V$, mini tap/shaker ile verilen titreşim uyarısı için $7.68 \pm 3.68 \mu V$, tendon çekici ile vurma uyarısı için $7.44 \pm 3.78 \mu V$ olarak; n1 latansını tone-burst ses uyarısı için 10.35 ± 0.63 ms, mini tap/shaker ile verilen titreşim uyarısı için 8.99 ± 0.45 ms, tendon çekici ile vurma uyarısı için ise 9.83 ± 0.61 ms olarak bulmuşlardır. Biz, çalışmamızda kemik iletimli ses uyarılarını kullandık. Bulduğumuz latans değerleri ile Iwasaki ve ark.nın^[27] bildirdikleri latans değerleri benzerlik göstermektedir. Çalışmamızda elde ettiğimiz ortalama amplitüd değeri ($5.06 \pm 1.97 \mu V$), Iwasaki ve ark.nın^[27] bildirdiği ortalama amplitüd değerine göre ($8.47 \pm 4.02 \mu V$) daha düşük gibi görünmekle birlikte; çalışmamızda elde ettiğimiz amplitüd aralıkları ($2.93-11.12 \mu V$), Iwasaki ve ark.nın^[27]

bildirdiği amplitüd aralıkları ile ($2.23-19.37 \mu V$) benzerdir.

Rosengren ve ark.nın^[18] yaptıkları çalışmada, sağlıklı gönüllülere kemik iletimi ile verilen ses uyarılarına yanıt olarak elde edilen kısa latanslı potansiyeller, infraorbital rimde cilt yüzeyine yerleştirilen elektrotlar yardımıyla EMG kaydı olarak alınabilmiştir. Bu potansiyellerin kaydını en iyi şekilde alabilmek için güçlü bir stimülatör kullanılmış ve gönüllülere yukarı bakmaları söylenmiştir. N1 dalgası, elektrotların yerleştirilme uygunluğu ve yukarı bakışta amplitüdün artması nedeniyle temel olarak inferior oblik kas aktivitesi sonucu elde edilmiştir.

Kemik iletimli ses uyarılarına karşılık elde ettiğimiz oVEMP yanıtları ile hava iletimli ses uyarılarına karşılık elde ettiğimiz oVEMP yanıtları karşılaştırıldığında n1 ve p1 latans değerleri için iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmazken; ortalama amplitüd değeri, hava iletimli ses uyarıları kullanılan grupta daha yüksek saptandı. Bizim çalışmamızdan farklı olarak Nguyen ve ark.,^[13] titreşim uyarısı kullanarak elde ettikleri n1 amplitüdünün hava iletimli ses uyarısı kullanılarak elde ettikleri n1 amplitüdünden daha yüksek olduğunu bildirmiş; bu durumu titreşimin sese göre daha kuvvetli bir uyarım sağlaması ile açıklamışlardır. Bizim çalışmamızda kemik iletimi ile elde edilen amplitüdlere, hava iletimi ile elde edilen amplitüdlere daha düşük bulunmasının nedeni ise, kemik iletimi için kullandığımız ses uyarısı şiddetinin (50 dB), hava iletimi için kullandığımız ses şiddetinin (100 dB) kadar etkili uç-organ uyarımını yapamaması olabilir.

Taylor ve ark.,^[28] sağlıklı gönüllülerde hem hava hem de kemik yolu iletimli farklı uyarılar kullanarak oVEMP yanıtlarını ölçmüşlerdir. Yazarlar, hava iletimli ses uyarıları kullanarak yaptıkları oVEMP ölçümlerinde ortalama n1 latansını 8.8 ± 0.7 ms, ortalama n1 amplitüd değerini $9.4 \pm 5.9 \mu V$ (aralık, $2.0-27.1 \mu V$) olarak bulmuş; mini tap kullanarak verdikleri titreşim uyarıları sonucunda, n1 latansının 9.3 ± 0.6 ms, ortalama n1 amplitüdünün $19.5 \pm 9.4 \mu V$ (aralık, $5.3-45.6 \mu V$) olduğunu; refleks çekici kullanarak kafatasına vurma uyarıları sonucunda elde ettikleri ortalama n1 latansını 8.9 ± 0.6 ms, ortalama n1 amplitüdü değerini ise $25.8 \pm 13.0 \mu V$ (aralık, $7.8-59.7 \mu V$) olarak bildirmişlerdir.^[28]

Oküler VEMP ölçümlerinin göz hareketlerinden ne derece etkilendiğini saptamak amacıyla, sol gözünde protez olan ve hareket kısıtlılığı bulunan, işitme kaybı ve vestibüler yakınması olmayan, odyovestibüler testleri normal saptanan, 53 yaşındaki bir erkek gönüllüye, çalışmaya dahil etmemekle birlikte hava ve kemik iletimli ses uyarıları kullanılarak oVEMP testleri yapıldı. Ölçümlerin sonucunda n1 latans, p1 latans ve amplitüd değerleri hem sağ kulak hem de sol kulak için, çalışmada elde ettiğimiz değerlere benzer bulundu. Bu durum bize, gözde bulunan protezin vestibülooküler refleksi etkilemediğini, ekstraoküler kasta belirgin bir sorun yok ise oVEMP kayıtların düzgün şekilde alınabileceğini göstermektedir.

Erişkinlerde yaşın latans ve amplitüd değerleri üzerine etkisinin incelendiği çalışmalarda, 60 yaşın üzerinde yaşla amplitüdlere negatif latansların ise pozitif ilişki gösterdiği bildirilmiştir.^[29] Bizim çalışmamızda yaş ortalaması 39.74±11.28, yaş aralığı ise 20-60 idi. Yaş aralığı göz önünde tutulduğunda, çalışmamızda sağlıklı erişkinlere ait normal değerleri yansıtacak uygun bir örneklem oluşturulduğu düşünülmektedir. Olgular 40 yaş altı ve üstü olarak iki gruba ayrılıp değerler karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark saptanmadı ($p>0.05$).

Sonuç olarak, servikal VEMP testi ile esas olarak inferior vestibüler sinir fonksiyonları değerlendirilir. Bu test, lateral semisirküler kanal ve superior vestibüler sinir hakkında bilgi veren kalorik testin tamamlayıcısı niteliğindedir.^[30] Oküler VEMP testi ise superior vestibüler sinir fonksiyonunu değerlendiren, cVEMP'ten daha sonra geliştirilen yeni bir tekniktir. Oküler VEMP'in cVEMP'e kıyasla daha kısa sürede uygulanması, boyun kaslarını kasmakta zorlanan bireylerde daha rahat uyum sağlanması gibi avantajları bulunmaktadır.^[5] Oküler VEMP dalgaları, periferik vestibüler organların hava yoluyla verilen ses uyarıları veya kemik yoluyla verilen ses ve titreşim uyarıları ile tetiklenmesi sonucu elde edilebilmektedir. Kemik iletimli ses uyarıları kullanılarak elde edilen oVEMP yanıtları, vestibüler sistem bütünlüğünün değerlendirilmesi amacıyla kullanılabilir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, sağlıklı erişkinlerde kemik iletimli ses uyarılarına yanıt olarak oluşan oVEMP dalgalarının normal değerlerini göstermektedir. Oküler VEMP, vestibüler sistem

bütünlüğünün değerlendirilmesinde tamamlayıcı ve kolay uygulanabilir bir test yöntemidir. Biz çalışmamızda sağlıklı gönüllülerde kemik yolu iletimli ses uyarınlı oVEMP testi yaptık. Çalışma grubunda n1 latans değeri 9.99±1.87, p1 latans değeri 12.75±1.41, amplitüd değeri ise 5.06±1.97 olarak bulundu. Bu sonuçlar, kemik iletimli ses uyarıları kullanılarak yapılan oVEMP testi için toplumumuzu yansıtan referans olarak değerlendirilebilecek ve vertigonun ayırıcı tanısında tamamlayıcı bir inceleme olarak oVEMP kullanımının yaygınlaşmasına yardımcı olacaktır.

Çıkar çakışması beyanı

Yazarlar bu yazının hazırlanması ve yayınlanması aşamasında herhangi bir çıkar çakışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Finansman

Yazarlar bu yazının araştırma ve yazarlık sürecinde herhangi bir finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

KAYNAKLAR

1. Derinsu U, İsgenderova E, Akdaş E. Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyellerin standardizasyonu. *Marmara Medical Journal* 2009;22:127-33.
2. Akyıldız A. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi; 1998.
3. Bailey BJ, Johnson JT, editors. *Head & Neck Surgery-Otolaryngology*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006. Çeviri editörü: Korkut N. Baş & Boyun Cerrahisi, Otolarengoloji. Ankara: Güneş Kitabevi; 2011.
4. Hizal E, Erbek HS, Ozluoglu LN. Vestibular evoked myogenic potentials. *Bozok Tıp Dergisi* 2014 Özel sayı 1;26-37.
5. Erbek S, Hizal E, Erbek SS, Özlüoğlu LN. Ocular vestibular evoked myogenic potentials in response to air conducted stimuli: clinical application in healthy adults. *Kulak Burun Bogaz Ihtis Derg* 2014;24:311-5.
6. Colebatch JG, Halmagyi GM. Vestibular evoked potentials in human neck muscles before and after unilateral vestibular deafferentation. *Neurology* 1992;42:1635-6.
7. Murofushi T, Curthoys IS, Topple AN, Colebatch JG, Halmagyi GM. Responses of guinea pig primary vestibular neurons to clicks. *Exp Brain Res* 1995;103:174-8.
8. Rosengren SM, Welgampola MS, Colebatch JG. Vestibular evoked myogenic potentials: past, present and future. *Clin Neurophysiol* 2010;121:636-51.
9. Iwasaki S, McGarvie LA, Halmagyi GM, Burgess AM, Kim J, Colebatch JG, et al. Head taps evoke a crossed vestibulo-ocular reflex. *Neurology* 2007;68:1227-9.
10. Chiarovano E, Zamith F, Vidal PP, de Waele C. Ocular and cervical VEMPs: a study of 74 patients suffering from peripheral vestibular disorders. *Clin Neurophysiol* 2011;122:1650-9.

11. Halmagyi GM, Colebatch JG, Curthoys IS. New tests of vestibular function. *Baillieres Clin Neurol* 1994;3:485-500.
12. Curthoys IS, Iwasaki S, Chihara Y, Ushio M, McGarvie LA, Burgess AM. The ocular vestibular-evoked myogenic potential to air-conducted sound; probable superior vestibular nerve origin. *Clin Neurophysiol* 2011;122:611-6.
13. Nguyen KD, Welgampola MS, Carey JP. Test-retest reliability and age-related characteristics of the ocular and cervical vestibular evoked myogenic potential tests. *Otol Neurotol* 2010;31:793-802.
14. Manzari L, Burgess AM, Curthoys IS. Dissociation between cVEMP and oVEMP responses: different vestibular origins of each VEMP? *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2010;267:1487-9.
15. Cherchi M, Bellinaso NP, Card K, Covington A, Krumpke A, Pfeifer MS, et al. Sound evoked triceps myogenic potentials. *Otol Neurotol* 2009;30:545-50.
16. Wu CH, Young YH, Murofushi T. Tone burst-evoked myogenic potentials in human neck flexor and extensor. *Acta Otolaryngol* 1999;119:741-4.
17. Curthoys IS, Kim J, McPhedran SK, Camp AJ. Bone conducted vibration selectively activates irregular primary otolithic vestibular neurons in the guinea pig. *Exp Brain Res* 2006;175:256-67.
18. Rosengren SM, McAngus Todd NP, Colebatch JG. Vestibular-evoked extraocular potentials produced by stimulation with bone-conducted sound. *Clin Neurophysiol* 2005;116:1938-48.
19. Iwasaki S, Smulders YE, Burgess AM, McGarvie LA, Macdougall HG, Halmagyi GM, et al. Ocular vestibular evoked myogenic potentials to bone conducted vibration of the midline forehead at Fz in healthy subjects. *Clin Neurophysiol* 2008;119:2135-47.
20. Iwasaki S, Murofushi T, Chihara Y, Ushio M, Suzuki M, Curthoys IS, et al. Ocular vestibular evoked myogenic potentials to bone-conducted vibration in vestibular schwannomas. *Otol Neurotol* 2010;31:147-52.
21. Wang SJ, Weng WJ, Jaw FS, Young YH. Ocular and cervical vestibular-evoked myogenic potentials: a study to determine whether air- or bone-conducted stimuli are optimal. *Ear Hear* 2010;31:283-8.
22. Nagai N, Ogawa Y, Hagiwara A, Otsuka K, Inagaki T, Shimizu S, et al. Ocular vestibular evoked myogenic potentials induced by bone-conducted vibration in patients with unilateral inner ear disease. *Acta Otolaryngol* 2014;134:151-8.
23. Colebatch JG, Halmagyi GM, Skuse NF. Myogenic potentials generated by a click-evoked vestibulocollic reflex. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1994;57:190-7.
24. Deriu F, Tolu E, Rothwell JC. A sound-evoked vestibulomasseteric reflex in healthy humans. *J Neurophysiol* 2005;93:2739-51.
25. Ferber-Viart C, Duclaux R, Colleaux B, Dubreuil C. Myogenic vestibular-evoked potentials in normal subjects: a comparison between responses obtained from sternomastoid and trapezius muscles. *Acta Otolaryngol* 1997;117:472-81.
26. Watson SR, Colebatch JG. Vestibular-evoked electromyographic responses in soleus: a comparison between click and galvanic stimulation. *Exp Brain Res* 1998;119:504-10.
27. Iwasaki S, Smulders YE, Burgess AM, McGarvie LA, Macdougall HG, Halmagyi GM, et al. Ocular vestibular evoked myogenic potentials in response to bone-conducted vibration of the midline forehead at Fz. A new indicator of unilateral otolithic loss. *Audiol Neurootol* 2008;13:396-404.
28. Taylor RL, Wijewardene AA, Gibson WP, Black DA, Halmagyi GM, Welgampola MS. The vestibular evoked-potential profile of Ménière's disease. *Clin Neurophysiol* 2011;122:1256-63.
29. Su HC, Huang TW, Young YH, Cheng PW. Aging effect on vestibular evoked myogenic potential. *Otol Neurotol* 2004;25:977-80.
30. Akkuzu G, Akkuzu B, Ozluoglu LN. Vestibular evoked myogenic potentials in benign paroxysmal positional vertigo and Meniere's disease. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2006;263:510-7.