

DOI: 10.5152/jarem.2018.2090

Manuscript Type: Original Article

Title: Evaluation of Olivocochlear Efferent System Activation After Music Exposure in Young Individuals

Running Head: Olivocochlear system and music exposure

Başlık: Genç Bireylerde Müzik Maruziyeti Sonrası Olivokoklear Efferent Sistem Aktivasyonunun Değerlendirilmesi

Kısa başlık: Olivokoklear sistem ve müzik maruziyeti

Authors: Erdoğan Bulut¹, Elçin Nurçin¹, Şule Yılmaz¹, Selis G. Güven², Memduha Taş¹

Institutions: ¹Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji, Edirne, Türkiye

²Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz, Edirne, Türkiye

Address for Correspondence: Erdoğan Bulut

e-mail: erdoganbulut@trakya.edu.tr

Submitted: 10.04.2018

Accepted: 08.06.2018

Cite this article as: Bulut E, Nurçin E, Yılmaz Ş, Güven SS, Taş M. Evaluation of Olivocochlear Efferent System Activation After Music Exposure in Young Individuals. JAREM 2018; DOI:

10.5152/jarem.2018.2090

This article has been accepted for publication and undergone full peer review but has not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process, which may lead to differences between this version and the Version of Record. Please cite this article as: Bulut E, Nurçin E, Yılmaz Ş, Güven SS, Taş M. Evaluation of Olivocochlear Efferent System Activation After Music Exposure in Young Individuals. JAREM 2018; DOI: 10.5152/jarem.2018.2090.

©Copyright 2018 by University of Health Sciences Gaziosmanpaşa Taksim Training and Research Hospital. - Available online at www.jarem.org

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada müzik maruziyeti sonrası genç bireylerde olivokoklear efferent sistem aktivasyonunun işitme sistemi üzerindeki koruyucu rolü araştırılmıştır.

Yöntemler: Yaşları 19-22 yıl arasında değişen (Yaş ort±SS=19.63±0.83) işitmesi normal 22 genç-yetişkin birey çalışma kapsamına alındı. Tüm bireylere 30 dakika boyunca 85.4 dBA seviyesinde müzik dinletildi. Müzik maruziyeti öncesi, hemen sonrası ve 300 dakika dinlenme sonrası üç aşamada katılımcılara saf ses odyometri, immitansmetrik ölçümler, Distortion Product Otoakustik Emisyon (DPOAE) testleri ve kontralateral akustik uyarın yokluğunda ve varlığında Transient Evoked Otoakustik Emisyon (TEOAE) ölçümlerini içeren odyolojik değerlendirme yapıldı.

Bulgular: Müziğe maruziyet öncesi, sonrası ve dinlenme sonrası üç aşamada yapılan odyolojik değerlendirmelerde bireylerde işitme eşikleri ve DPOAE Sinyal-gürültü oranı (S/N-R) yanıtları açısından ölçülen tüm frekanslarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0.05$). Müzik maruziyeti hemen sonrasında kontralateral 0.5 kHz stapes refleks eşliğinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış elde edilirken ($p=0.02$), dinlenme sonrası yapılan ölçümlerde ise ölçülen tüm frekanslarda anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0.05$). TEOAE S/N-R yanıtlarında müzik maruziyeti hemen sonrasında 1 kHz ($p=0.016$) ve 1.4 kHz ($p=0.009$)'de istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş saptanır iken, dinlenme sonrası yapılan ölçümlerde ise maruziyet öncesine göre ölçülen tüm frekanslarda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmadı ($p>0.05$). Kontralateral akustik uyarın varlığında elde edilen TEOAE amplitüdlerinde müzik maruziyeti öncesine göre hemen sonrasında ve dinlenme sonrasında da ölçülen tüm merkez frekanslarında istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş gözlemlendi ($p<0.001$).

Sonuç: Müziğe maruziyet sonrası kontralateral stapes refleks eşik artışı ve kontralateral akustik uyarın varlığında TEOAE amplitüdlere düşmesi ile gözlenen anlamlı supresyon etkisi olivokoklear efferent sistemin akustik travma karşısında koruyucu rolü olduğunu düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Efferent yol; Refleks, akustik; Gürültüye bağlı işitme kaybı; Otoakustik emisyon, spontan; Müzik

Abstract

This article has been accepted for publication and undergone full peer review but has not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process, which may lead to differences between this version and the Version of Record. Please cite this article as: Bulut E, Nurçin E, Yılmaz Ş, Güven SS, Taş M. Evaluation of Olivocochlear Efferent System Activation After Music Exposure in Young Individuals. JAREM 2018; DOI: 10.5152/jarem.2018.2090.

©Copyright 2018 by University of Health Sciences Gaziosmanpaşa Taksim Training and Research Hospital. - Available online at www.jarem.org

Objective: In this study, protective role of olivocochlear efferent system activation on hearing system in young individuals after music exposure (ME) was investigated.

Methods: Twenty two young adults between the ages of 19-22 years (Mean age \pm SD = 19.63 \pm 0.83) with normal hearing participated in the study. All participants listened to music at 85.4 dBA for 30 minutes. Audiological evaluation including pure tone audiometry, immittance measurements, Distortion Product Otoacoustic Emissions (DPOAEs), and Transient Evoked Otoacoustic Emissions (TEOAEs) with and without contralateral acoustic stimuli was done before ME, immediately after listening to music, and after rest period.

Results: No significant differences in pure tone audiometry and DPOAE signal-to-noise ratio (S/N-R) results were found among three measurement sessions (before ME, immediately after ME, and after rest period) in the measured all frequencies ($p > 0.05$). There was a significant increase in the contralateral stapes reflex threshold at 0.5 kHz measured immediately after ME ($p = 0.02$) while no significant difference was found in the measured frequency after resting ($p > 0.05$). In the TEOAE S/N-R responses, a statistically significant decrease was found at 1 kHz ($p = 0.016$) and 1.4 kHz ($p = 0.009$) immediately after ME, whereas no significant difference was found between TEOAE S/N-R responses measured before ME and after resting conditions ($p > 0.05$). Compared to before exposure, there was a statistically significant decrease ($p < 0.001$) in all center frequencies measured immediately after ME and after resting conditions in TEOAE amplitudes obtained in the presence of CAS.

Conclusion: The contralateral stapes reflex thresholds increase after exposure to music and the significant suppression effect of TEOAE amplitudes in the presence of CAS suggests that the olivocochlear efferent system plays a role in protecting auditory system from acoustic trauma.

Keywords: Efferent pathway; Reflex, acoustic; Noise-induced hearing loss; Otoacoustic emission, spontaneous; Music

GİRİŞ

Ses, etrafımızdaki havada oluşan sıkışma ve gevşeme, yani basınç azalması ve artması sonucunda meydana gelen titreşimlerden oluşmaktadır (1). Gürültü genelde hoşnutsuz veya istenmeyen sesi

This article has been accepted for publication and undergone full peer review but has not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process, which may lead to differences between this version and the Version of Record. Please cite this article as: Bulut E, Nurçin E, Yılmaz Ş, Güven SS, Taş M. Evaluation of Olivocochlear Efferent System Activation After Music Exposure in Young Individuals. JAREM 2018; DOI: 10.5152/jarem.2018.2090.

©Copyright 2018 by University of Health Sciences Gaziosmanpaşa Taksim Training and Research Hospital. - Available online at www.jarem.org

gösterir (2). Dünya nüfusunun yaklaşık % 5'i büyük ekonomik maliyetlere neden olan ve etkilenen bireyin yaşam kalitesine zarar veren, endüstriyel, askeri, eğlence yerleri ve rekreasyon alanlarından kaynaklanan gürültüye bağlı işitme kaybına sahiptir (3). Özellikle eğlence yerleri ve rekreasyon alanlarından kaynaklanan gürültülere maruz kalmanın işitme sistemi üzerindeki etkisi endişe uyandırmaktadır (4). Harris (5) endüstriyel gürültüye bağlı işitme kaybını, gürültüye bağlı geçici işitme değişikliği, kalıcı işitme değişikliği ve akustik travma olmak üzere üç kategoriye ayırmaktadır. Gürültüye bağlı işitme kaybında travma, işitme organı olan kokleada maruz kalmanın yoğunluğuna ve süresine bağlı olarak işitme keskinliğinde geçici azalma veya geçici eşik değişikliğine neden olabilir (6). Gürültü etkisiyle meydana gelen bu işitme eşiği değişiklikleri belli bir süre sonra ortadan kalktığı için geçici işitme kaybı olarak isimlendirilmektedir. Gürültüye maruz kalınan sürenin yaklaşık 10 katı kadar bir geçtikten sonra işitme eşiklerinin bireyin normal işitme eşiği değerlerine döndüğü gözlenmektedir (7). Gürültüye bağlı işitme kaybında ilk olarak 4 kHz daha sonra 6 kHz ve 3 kHz frekanslarındaki etkilenme odyolojik olarak saptanabilmektedir. İlerleyen zaman içinde işitme kaybı 0.5 kHz, 1 kHz ve 2 kHz frekanslarını da etkilemektedir (8). Hafif derecede işitme kaybı (15-20 dB) ile başlayan işitme eşik değişiklikleri gündelik hayatta veya bire bir görüşmelerde fark edilmemesine rağmen, arka plan gürültünün olduğu ortamlarda bireylerin konuşmayı ayırt etmekte güçlük çekmelerine neden olmaktadır (9). Çalışmalar, geçici işitme eşiği değişikliklerinin kısa bir süre sonra düzelse de yaşa bağlı olarak işitme kaybını hızlandırdığı (10) ve özellikle eğlence yerleri ve rekreasyon alanlarından kaynaklı gürültü maruziyetinin yaşa bağlı işitme kaybını arttırarak yaşam kalitesini olumsuz etkilediğini göstermektedir (3). Yaşamın erken dönemlerinde gürültüye bağlı işitme kaybı prevelansındaki artışın bildirilmesiyle birlikte genç kulaklarda gürültüye maruz kalmanın uzun vadeli etkileri hakkındaki endişeler de artmaktadır (11). Geçmişte işyeri gürültüsü kaynaklı olarak işçilerde gözlenen gürültüye bağlı işitme kaybı, günümüzde çevresel koşullardan veya eğlence mekanlarından kaynaklı gürültüye bağlı işitme kaybı şeklinde de kendini göstermektedir (12). Son yıllarda taşınabilir MP3 çalarlar ve cep telefonu ile müzik dinlemenin hızla yayılması yüksek ses şiddet seviyelerine maruziyeti önemli ölçüde arttırmakta (13) ve özellikle genç popülasyonun sevdiği müzikleri dinlemelerinin kalıcı işitme kaybı açısından bir risk faktörü oluşturabileceğini düşündürmektedir. Yapılan çalışmalarda bu cihazlarla 15 dakika 100 dBA seviyesinde müzik dinlendiğinde 85 dBA seviyesinde gürültülü bir işyerinde 8 saat çalışmak durumunda kalan bir işçi kadar gürültü seviyesine maruz kalındığı gösterilmiştir (14). Tercih edilen yüksek dinleme seviyeleri, MP3 çaların kazanç ayarının % 60'ından % 90'a kadar değişmekte ve

This article has been accepted for publication and undergone full peer review but has not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process, which may lead to differences between this version and the Version of Record. Please cite this article as: Bulut E, Nurçin E, Yılmaz Ş, Güven SS, Taş M. Evaluation of Olivocochlear Efferent System Activation After Music Exposure in Young Individuals. JAREM 2018; DOI: 10.5152/jarem.2018.2090.

bu da 82.52 dBA ile 98.70 dBA arasındaki çıktı seviyelerine karşılık gelmektedir (15). Kişisel dinleme cihazı tüketicilerine yönelik bir anket çalışmasında, yükseköğretim öğrencilerinin ve yetişkinlerin yaklaşık beşte ikisinin tipik olarak MP3 çalarıyla "yüksek" ses seviyesinde müzik dinlediği tespit edilmiştir (16). MP3 müzik çaların dış kulak kanalındaki etkisinin 110 dBA' ya kadar yüksek seviyelerde ölçülmüş olması (17) ve müzik kaynaklı işitme kaybı prevalansındaki artışın bildirilmesi (18) MP3 çaların işitme fonksiyonu üzerindeki etkisinin araştırılmasının önemini arttırmıştır. İnsanlarda geçici işitme eşik değişiklikleri üzerine yapılan çalışmalarda (6) süre, yıllık olarak günlük maruziyet süreleri (genellikle 5 gün/hafta) üzerinden tanımlanmakla birlikte, tipik olarak 4 kHz' de ilk 10-15 yıl, 2 kHz için ise ilk 10-20 yıl boyunca işitme eşik değişikliğinin en hızlı şekilde arttığı gösterilmiştir.

Gürültüye bağlı işitme kayıplarının karakteristik patolojik özelliği tüylü hücrelerin kaybedilmesidir (19). Yaklaşık 30 yıldır kronik mesleki gürültüye maruz kalmış insan deneklerde yapılan temporal kemik çalışmalarında kokleanın bazal dönüşünde iç tüylü hücre kaybı sınırlı olmakla birlikte belirgin bir şekilde dış tüylü hücre (DTH) kaybı gözlenmiştir (20). Deneysel hayvan çalışmalarında da (21-23) akut olarak gürültüye bağlı işitme kaybında primer hedef hücre grubunun DTH olduğu bildirilmektedir. Gürültünün süre ve şiddetinin artması ile birlikte bu iç tüylü hücreler ve Corti Organı'nın tamamını yapısal olarak bozulmasına neden olmaktadır (23). Dış tüylü hücre kaybında işitsel duyarlılığın 40-60 dB azaldığı gösterilmiştir (24).

Otoakustik emisyonlar (OAE), gürültüye bağlı işitme kaybının neden olduğu erken koklear hasarın tespitinde önemli bir ölçüm yöntemi olarak kabul edilmekte ve yoğun gürültüye maruziyet sonucu DTH aktivitesi OAE' ler tarafından gösterilebilmektedir (25, 26). Bu nedenle OAE yanıtlarının düşük düzeylerde oluşu veya yokluğu iç kulak hasarının klinik öncesi bir belirteçidir (27). Ayrıca OAE'ler ipsilateral, contralateral veya binaural akustik uyarılar ile olivokoklear efferent işitme sistemini non-invaziv olarak araştırılmasına olanak sağlamaktadır (28). Olivokoklear sistem, beyin sapı içerisindeki superior oliver kompleksten kokleaya uzanan lateral ve medial liflerden oluşmaktadır (12). İpsilateral işlev gösteren lateral lifler kokleada iç tüylü hücrelerdeki sinir lifleri ile sinaps yaparken, kontralateral olarak uzanan medial lifler DTH ile sinaps yapmaktadır (29). Medial olivokoklear (MOK) liflerin dış tüylü hücreler aracılığı ile işitme sistemini akustik travmadan korumaya yardımcı olduğu ve ayrıca gürültülü ortamlarda konuşmanın ayırt edilebilmesini kolaylaştırdığı düşünülmektedir (30). OAE ölçümleri ile MOK sistemin işlevinin objektif bir şekilde değerlendirilmesi mümkün olmaktadır (31).

Dış tüylü hücrelerin ses uyarana karşısındaki yanıtını yansıtan OAE değerlerinin, ölçüm sırasında aynı

This article has been accepted for publication and undergone full peer review but has not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process, which may lead to differences between this version and the Version of Record. Please cite this article as: Bulut E, Nurçin E, Yılmaz Ş, Güven SS, Taş M. Evaluation of Olivocochlear Efferent System Activation After Music Exposure in Young Individuals. JAREM 2018; DOI: 10.5152/jarem.2018.2090.

zamanda kontralateral akustik uyarı (KAU) verilmesi durumunda kontralateral uyarı yokluğundakinden daha düşük çıktığı ve bu düşüşün MOK sistemin DTH üzerindeki baskılayıcı etkisinden kaynaklandığı belirtilmektedir (32). Bu nedenle KAU kullanılarak ölçülen olivokoklear efferent refleksi, gürültüye bağlı işitme kaybı duyarlılığının değerlendirilmesinde bir araç olarak önerilmektedir (33). Literatürde, işitme eşiğinde herhangi bir değişiklik olmasa da, 30 dakikalık MP3 çalar müzik maruziyetinin Distortion Product Otoakustik Emisyon (DPOAE) amplitüdlerinde belirgin bir düşüşe neden olabileceği bildirilmiştir (34). Yapılan diğer çalışmalarda 90 dBA' yı aşan gürültü maruziyetlerinde, maruziyet süresinin 1 ile 4 saat arasında değiştiğinde, sırasıyla OAE amplitüdlerinde azalma ve geçici eşik değişikliğine sebep olduğu gösterilmiştir (4,15). Gürültünün işitme üzerindeki etkileri alanlarında uygulanması için, ses seviyeleri genellikle A-ağırlıklandırma olarak bilinen standartlaştırılmış bir filtreleme ağı üzerinden geçirildikten sonra ölçülür ve sesin amplitüdünü 0.5 kHz'in altındaki ve 10 kHz'in üzerindeki frekanslarda zayıflatır. Algılanan ses yüksekliği ve bu filtreleme ağıyla ölçülen ses seviyeleri dBA olarak belirlenmiştir (4,6).

Çalışmamızda genç-yetişkin bireylerde 85.4 dBA ses seviyesinde 30 dakika müziğe maruziyet sonrası geçici işitme değişikliğine bağlı olarak olivokoklear efferent sistemin işitme sistemi üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

YÖNTEMLER

Katılımcılar

Etik kurul onayı ve gönüllü bireylerden yazılı olarak bilgilendirilmiş onam formu alındıktan sonra, araştırma 11 erkek ve 11 kız olmak üzere 22 genç-yetişkin birey üzerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada yer alan genç-yetişkin bireylerin yaş aralığı 19 ile 22 yaş arasında değişmektedir (Yaş ort±SS=19.63±0.83). Gönüllü olarak araştırmaya katılan bireylerde otoskopik muayene ve odyolojik değerlendirme sonrası sistemik hastalığı bulunmayan, ototoksik ilaç kullanımı, akustik travmaya maruziyet, geçirilmiş kulak hastalığı ve soy geçmişinde ailesinde kalıtsal kulak hastalığı bulunmayan işitmesi normal bireyler çalışma kapsamına alınmıştır.

Araştırma Protokolü

Çalışma kapsamına alınan bireylerde müzik maruziyeti öncesi yapılan odyolojik değerlendirmede immitansmetrik ve saf ses odyometrik ölçümler, Transient Evoked Otoakustik Emisyon (TEOAE) ve

This article has been accepted for publication and undergone full peer review but has not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process, which may lead to differences between this version and the Version of Record. Please cite this article as: Bulut E, Nurçin E, Yılmaz Ş, Güven SS, Taş M. Evaluation of Olivocochlear Efferent System Activation After Music Exposure in Young Individuals. JAREM 2018; DOI: 10.5152/jarem.2018.2090.

DPOAE testleri ile KAU yokluğunda ve varlığında TEOAE yanıtları değerlendirilmiştir. Bireylere müzik maruziyeti öncesi (MMÖ), 30 dakika müzik dinletildikten hemen sonra (MM30) ve maruziyet süresinin 10 katı (MM300) kadar geçen sürede (=300 dakika) tüm test protokolü her aşamada tekrarlanmıştır. Araştırmaya katılan tüm katılımcılara iPhone 4s marka A1387 model (iOS 5.0, 16 GB, Apple Inc.) cep telefonunda oluşturulan müzik çalma listeleri her bireyde aynı olacak şekilde ve aynı iPhone kulaklıklar (Apple Inc.) ile 30 dakika boyunca dinletilmiştir. Her katılımcıda müzik çalma listeleri dinletilmeden önce, cihaz kazancı maksimum volümde olacak şekilde ayarlanarak dBA cinsinden ses çıkış düzeyi Sound Level Meter (Larson Davis-824, NY USA) ile 2 cc coupler (Gras-Ra0038, Denmark) kullanılarak $L_{Aeq\ 30\ min}$ 85.4 dBA düzeyinde ölçülmüştür.

Odyolojik Değerlendirmeler

İmmittansmetrik Ölçümler

İmmittansmetrik ölçümler AT235H cihazında (Interacoustics, Taastrup, Denmark), TDH-39 (Telephonics, USA) kulaklıklar kullanılarak, 226 Hz prop tonda 75 dB SPL' de gerçekleştirilmiştir. 0.5-4kHz aralığında kontralateral stapes refleks eşikleri değerlendirilmiştir. +100 daPa ve -50 daPa basınç aralığında tepe eğrisi "A tip" veren tip normal timpanogram olarak kabul edilmiştir.

Saf Ses Odyometri

Gönüllü bireylerin işitmelerinin normal olması araştırma örnekleminin oluşturulmasında özellikle üzerinde durulan bir kriter olduğu için öncelikle tüm genç yetişkin bireylerde işitmenin normalliği değerlendirilmiştir. Normal işitmenin varlığı için yapılan odyolojik değerlendirme, saf ses odyometrisi (Interacoustic AC 40 Clinical Audiometry, Denmark) ve immittansmetrik (Interacoustic AT 235H, Denmark) ölçümleri içermektedir. Odyometrik değerlendirmeler ANSI standartlarına göre standart ses geçirmez kabinlerde odyometrik değerlendirme prosedürleri izlenerek yapılmıştır. Tüm saf ses hava yolu odyometrik değerlendirmeler 0.25-8 kHz aralığında Telephonic TDH-39 (Telephonics, USA) kulaklıklar, kemik yolu değerlendirmeler ise 0.5-4kHz aralığında Radioear B-71 (Radioear, USA) marka kemik yolu vibratörü kullanılarak yapılmıştır. "A tip" veren tip normal timpanogram, stapes reflekslerin olması ve bilateral işitmesi 20 dB HL ve altında olan katılımcıların işitmesi normal olarak değerlendirilmiştir.

DPOAE

This article has been accepted for publication and undergone full peer review but has not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process, which may lead to differences between this version and the Version of Record. Please cite this article as: Bulut E, Nurçin E, Yılmaz Ş, Güven SS, Taş M. Evaluation of Olivocochlear Efferent System Activation After Music Exposure in Young Individuals. JAREM 2018; DOI: 10.5152/jarem.2018.2090.

©Copyright 2018 by University of Health Sciences Gaziosmanpaşa Taksim Training and Research Hospital. - Available online at www.jarem.org

Dış tüylü hücre fonksiyonlarının değerlendirilmesi DPOAE testi ile 2f1-f2 modunda ILO 292 USB II Echoport ve Clinical OAE ILO V6 yazılımı (Otodynamics, London) kullanılarak binaural olarak yapılmıştır. F2 ve f1 frekans için oran $f2/f1$: 1.22, uyarın şiddeti f1 frekansı için $L1=65$ dB SPL, f2 frekansı için $L2=55$ dB SPL düzeyinde tutulmuştur. Sonuçlar f1 ve f2 primer tonların geometrik ortalamasında, 2f1-f2 modunda ölçülmüştür. 1 kHz ve 8 kHz arası frekanslarda, gürültü eşliğinin 3 dB SPL üstündeki sinyal değerleri anlamlı olarak kabul edilmiştir ve DPOAE testinde elde edilen sonuçlarda sinyal gürültü oranı "Signal/Noise-Ratio (S/N-R)" esas alınmıştır (35).

TEOAE ve Kontralateral Akustik Uyarın

İşitmelerinin normal olduğu saptanarak araştırmaya dahil edilen olgular için kontralateral uyarın yokluğunda ve varlığında Transient Evoked Otoakustik Emisyon (TEOE) ölçümleri de yapılmıştır. Tüm OAE ölçümleri ILO 292 Echoport USB II ve ILO V6 Clinical OAE yazılımı (Otodynamics, London) kullanılarak binaural olarak yapılmıştır. Prob, her ölçüm seansından önce üretici tarafından sağlanan 1 cc kalibrasyon boşluğunu kullanarak kalibre edilmiştir. TEOAE test parametrelerinde nonlineer ölçümler için binaural olarak 80 ± 4 dB peSPL şiddetinde 80 μ sn süreli saniyede 50 klik uyarın kullanılarak 260 uyarım yapılarak, gürültü dışlama düzeyi 45 dB SPL ve altında tutulmuştur. 1 kHz -1.4 kHz -2 kHz-2.8 kHz-4 kHz merkez frekanslarında S/N-R yanıtları MMÖ, MM30 ve MM300 de olmak üzere üç aşamada da ölçülmüştür. KAU verilerek yapılan TEOAE testi ölçümlerinde bir kulaktan 80 ± 4 dB peSPL şiddetinde linear 80 μ sn süreli saniyede 50 klik uyarın kullanılır iken, kontralateral kulaktan ise linear stimulus modunda 60 dB peSPL şiddetinde beyaz gürültü verilmiş ve 260 TEOAE uyarını kullanılmıştır. 1 kHz -1.4 kHz -2 kHz-2.8 kHz-4 kHz merkez frekanslarında binaural olarak ölçüm yapılarak TEOAE yanıtları ile kontralateral akustik uyarın varlığında supresyon yanıtları karşılaştırılmıştır. TEOAE ölçümlerinde sinyal amplitüdüleri incelenmiştir. Supresyon amplitüdülerinin hesaplanması için kontralateral uyarın yokluğunda elde edilen değerler ile kontralateral uyarın varlığında elde edilen değerler arasındaki fark hesaplanmıştır (36).

İstatistiksel Analiz

Veriler SPSS programı 17. versiyon (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin dağılımının normalliği Kolmogorov-Smirnov testi ile sınıanmış ve odyolojik değerlendirme verileri ortalama \pm Standart Sapma üzerinden verilerek MMÖ, MM30 ve MM300 aşamalarında One-way ANOVA testi ile Post-hoc çoklu karşılaştırma testi, grup içi karşılaştırmada ise Paired Sample T-test kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

This article has been accepted for publication and undergone full peer review but has not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process, which may lead to differences between this version and the Version of Record. Please cite this article as: Bulut E, Nurçin E, Yılmaz Ş, Güven SS, Taş M. Evaluation of Olivocochlear Efferent System Activation After Music Exposure in Young Individuals. JAREM 2018; DOI: 10.5152/jarem.2018.2090.

BULGULAR

Araştırmaya katılan bireylerde MMÖ, MM30 ve MM300 dakika sonra yapılan odyolojik değerlendirmelerde her üç aşamada da saf ses odyogramlarında 0.25 kHz ve 8 kHz arasında işitme eşikleri açısından değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$). Şekil 1’de gönüllü bireylerin saf ses odyogramlarında işitme eşiklerine ait ortalama değerler verilmiştir. İmmittansmetrik ölçümlerde (Şekil 2), kontralateral olarak ölçülen stapes reflekslerinde de 0.5 kHz’ de maruziyet öncesine göre, 30 dakika müzik dinletildikten hemen sonra yapılan ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş elde edilirken ($p=0.02$), 1, 2 ve 4 kHz’ de anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$). Müzik maruziyeti öncesi ve 300 dakika dinlenmesonrası yapılan karşılaştırmada ise 0.5 kHz, 1kHz, 2kHz ve 4 kHz’de ölçülen stapes refleks eşiklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilememiştir ($p>0.05$). TEOAE ölçüm sonuçlarını değerlendirdiğimizde ise S/N-R yanıtlarında merkez frekanslarda (Şekil 3) müzik maruziyet öncesine göre dinletildikten hemen sonrasında 1 kHz ($p=0.016$) ve 1.4 kHz ($p=0.009$)’de istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş saptanır iken, 2 kHz-2.8 kHz ve 4 kHz merkez frekanslarında anlamlı bir düşüş gözlenmemiştir. Üç yüz dakika sonra yapılan ölçümlerde de maruziyet öncesine göre tüm ölçüm frekanslarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edilememiştir ($p>0.05$). DPOAE ölçümlerini değerlendirdiğimizde (Şekil 4) ise müzik maruziyet öncesi, dinletildikten hemen sonrası ve 300 dakika sonra S/N-R yanıtları karşılaştırıldığında da 1kHz ve 8 kHz arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0.05$). MMÖ, MM30 ve MM300 dakika sonrası ölçülen değerlerde sağ ve sol kulaklarda KAU yokluğunda ve varlığında elde edilen TEOAE amplitüd değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($p>0.05$). Bu nedenle MMÖ, MM30 ve MM300 dakika sonrası ölçülen değerlerin karşılaştırılmasında sol-sağ kulaklardan elde edilen ölçümler birlikte değerlendirilerek istatistiksel analizler 44 kulak üzerinden yapılmıştır.

Şekil 5’ te MMÖ, MM30 ve MM300 dakika sonrası supresyon açısından TEOAE amplitüd değerleri arasındaki fark gösterilmiştir. Kontralateral akustik uyarın yokluğunda ve varlığında ölçülen TEOAE amplitüdü değerleri 1kHz -1.4 kHz -2 kHz-2.8 kHz ve 4 kHz merkez frekanslarında müzik maruziyet öncesi karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmaz iken ($p>0.05$), 30 dakika müzik dinletildikten hemen sonra yapılan ölçümlerde ise tüm merkez frekanslarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ($p<0.001$). 300 dakika sonrası veya dinlenme sonrası ölçümler

This article has been accepted for publication and undergone full peer review but has not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process, which may lead to differences between this version and the Version of Record. Please cite this article as: Bulut E, Nurçin E, Yılmaz Ş, Güven SS, Taş M. Evaluation of Olivocochlear Efferent System Activation After Music Exposure in Young Individuals. JAREM 2018; DOI: 10.5152/jarem.2018.2090.

yapıldığında ise müzik maruziyeti sonrası yapılan ölçümlere benzer şekilde istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmiştir ($p < 0.0002$).

TARTIŞMA

Son yıllarda özellikle genç bireylerde taşınabilir kişisel müzik dinleme cihazlarına (MP3 çalar, iPod, Cep telefonları) artan ilgi nedeni ile gürültüye bağlı işitme kaybı geliştiği ve bununla birlikte yaşa bağlı işitme kaybının daha erken dönemlerde ortaya çıkmasına neden olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (4, 10, 12, 13). Efferent işitme sistemi, insanlarda işitsel algıda önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle üzerinde en çok çalışılan efferent sistemin medial kısmı yani MOK sistemin, ses kaynağının lokalizasyonu, işitsel dikkat, akustik sinyallerde gelişmiş algılama ve arka plan gürültüde konuşmanın ayırt edilmesi için önemli olmasının yanı sıra, işitme sistemini akustik travmadan korumaya yardımcı olduğu da bilinmektedir (30, 33). Akustik travmaya karşı koruyuculuk gösteren bir diğer işitsel sistem mekanizması ise yüksek şiddetli ses uyarını karşısında stapes kasının kasılmasını ve ses şiddetinin azalmasını sağlayan akustik reflektir (37). Akustik refleksin kontralateral supresyonu yüksek şiddetli ses uyarılarında efferent sisteminin işlevini değerlendiren bir gösterge olabileceği gibi bu kontralateral supresyon orta kulak kas refleksinde bir amplitüd düşüşü veya eşik artışı şeklinde de saptanabilir (38). Bu amaçla çalışmamızda işitsel sistemin koruyuculuğu açısından 85.6 dB A civarında müzik dinlemede genç bireylerin akustik refleks cevapları ve MOK aktivasyonları değerlendirilmiştir. Kontralateral uyarı varlığında OAE amplitüplerinde azalma ortaya çıkması MOK efferent sistem fonksiyonunun etkisiyle dış tüylü hücre aktivasyonunun baskılanması sonucunda gerçekleşen bir durumdur (39). Yapılan deneysel çalışmalarda (40-42) MOK efferent sistemin elektriksel veya akustik uyarılmasının geçici eşik değişikliklerini önlediği gösterilmiştir. MOK efferent sistemin disseke edilmesi gürültü maruziyeti sonrası kalıcı eşik değişikliklerini arttırmıştır (40-43) ve olivokoklear efferent refleks veya MOK efferent sistemin gürültüye bağlı işitme kayıplarında duyarlılığı ölçmek için noninvaziv bir yöntem olduğu bulunmuştur (43). MOK aktivasyonunu özellikle geçici eşik değişikliği açısından değerlendiren Hannah ve ark.'nın (15) yaptıkları çalışmada genç bireylerde müzik maruziyeti sırasıyla 82.52 dBA, 87.46 dBA, 92.25 dBA ve 98.70 dBA seviyelerinde ölçülmüş ve buna bağlı olarak maruziyet öncesi, sonrası ve dinlenme sonrası KAU yokluğunda ve varlığında ölçülen TEOAE amplitüd değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir supresyon etkisi saptamamışlardır. Çalışmamızda özellikle maruziyet öncesine göre sonrasında ve dinlenme

This article has been accepted for publication and undergone full peer review but has not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process, which may lead to differences between this version and the Version of Record. Please cite this article as: Bulut E, Nurçin E, Yılmaz Ş, Güven SS, Taş M. Evaluation of Olivocochlear Efferent System Activation After Music Exposure in Young Individuals. JAREM 2018; DOI: 10.5152/jarem.2018.2090.

sonrasında da KAU varlığında elde edilen TEOAE amplitüd değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir supresyon etkisinin gözlenmesi olivokoklear efferent sistemin akustik travma öncesi koruyuculuk açısından önemli olduğunu düşündürmektedir. Efferent sistemin stapes refleksi arkı üzerinden yapılan çalışmalarda gürültünün devamı süresince stapes kasını kasıldığı (43) ve kronik gürültü ile birlikte kasın sürekli kasılarak antremanlı hale geldiği ve verimliliğin arttığı gösterilmiştir (44). Weidenar (45) ve Sarıkaya'nın (46) yaptıkları çalışmalarda 0.5 kHz' de stapes refleksi eşliğinin 10 dB üzerinde bir şiddetle ve 5 dakika boyunca kontralateral uyarı verilerek akustik refleksi latensleri incelenmiş ve özellikle gürültüye bağlı işitme kayıplarının ayırıcı tanısı için önerdikleri bu yöntemde kronik gürültü maruziyetine bağlı olarak refleksi decay olmadığını göstermişlerdir. Çalışmamızda bu amaçla genç bireylerde müzik maruziyeti sonucu akustik refleksi latenslerinden ziyade refleksi eşiklerini kontralateral olarak değerlendirdik ve gürültüye bağlı işitme kayıplarının ayırıcı tanısı için önerilen 0.5 kHz de yapılan çalışmaları destekler tarzda istatistiksel olarak eşik yanıtlarda artış elde ettik. Amplifiye edilen müziğin işitsel sistem özelliklerine etkisi üzerine birçok çalışma bulunmaktadır. Taşınabilir kişisel müzik dinleme cihazlarında dış kulak kanal hacminden dolayı ses seviyesinde 5-5.5 dB artış gözlenmektedir ve ses ayarlarında %5-%10 farklılığın gözlemlendiği 6 adet taşınabilir cihazda ses çıkış seviyeleri üzerine yapılan bir çalışmada (47) ortalama ölçülen gürültü düzeyinin 85 dBA olduğu ve bu gürültü düzeyinin 80 dBA ile 110 dBA değiştiği gösterilmiştir. Çalışmamızda müzik maruziyeti oluşturmak için genç bireylerde 30 dakika boyunca ortalama 85.6 dBA bir gürültü düzeyi oluşturduk ve bu düzeyde işitme eşikleri açısından değerlendirdiğimizde Trzaskowski (48) ve Bhagat (34)'in bulgularına benzer şekilde özellikle 2-8 kHz arasında istatistiksel olarak anlamlı değişiklik elde etmedik. Yapılan çalışmalarda (25-27) gürültü maruziyetinin bireylerin işitme eşiklerinde değişiklik gözlenmeden otoakustik emisyon parametrelerinde değişiklik gösterdiği ve iç kulakta gürültüye bağlı işitme kaybı için bir tanı belirteci olabileceği önerilmiştir. 338 gönüllü birey üzerinde uçak gemisinde yapılan uzun süreli bir çalışmada altı ay gürültüye maruziyet öncesi ve sonrası ölçülen saf ses odyogramları, TEOAE ve DPOAE yanıtları değerlendirildiğinde otoakustik emisyon amplitüdülerinde anlamlı derecede azalma gözlenirken, bireylerin işitme eşiklerinde herhangi bir değişiklik elde edilememiştir (25). Bulgularımızda müzik maruziyeti sonrası genç bireylerde TEOAE S/N-R yanıtlarında 1 kHz ve 1.4 kHz de istatistiksel olarak anlamlı bir düşüşün saptanması yapılan çalışmaları destekler tarzda olmasına rağmen DPOAE yanıtlarında anlamlı bir değişiklik elde edilemedi. 28 genç gönüllü birey üzerinde yapılan bir başka çalışmada gürültü maruziyet öncesi, sonrası ve dinlenme

This article has been accepted for publication and undergone full peer review but has not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process, which may lead to differences between this version and the Version of Record. Please cite this article as: Bulut E, Nurçin E, Yılmaz Ş, Güven SS, Taş M. Evaluation of Olivocochlear Efferent System Activation After Music Exposure in Young Individuals. JAREM 2018; DOI: 10.5152/jarem.2018.2090.

sonrası yapılan odyolojik değerlendirmelerde işitme eşiklerinde çalışmamıza benzer şekilde istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler gözlenmez iken, otoakustik emisyon parametrelerinde anlamlı değişiklikler elde edilmiştir (15). Yapılan çalışmalarda özellikle 90 dBA üzerinde gürültünün geçici işitme eşik değişikliğine neden olduğu, sürekli olması halinde kalıcı eşik değişikliğine yol açtığı ve bu değişikliğin 4-8 kHz olduğu gösterilmiştir (49,50).

SONUÇ

Çalışmamızda 85.4 dBA düzeyinde 30 dakika müzik maruziyetinin taşınabilir kişisel müzik dinleme cihazları için saf ses odyogramlarda eşik cevaplarda ve DPOAE yanıtlarında değişiklik oluşturmadığı yönünde bulgular elde edilmiştir. Bununla birlikte müzik maruziyetinde 0.5 kHz kontralateral stapes refleks eşik artışı, TEOAE nonlinear S/N-R yanıtlarındaki azalmalar ve KAU varlığında gözlenen TEOAE lineer amplitüdlerin supresyonu bu testlerin akustik travma öncesi bir belirteç ve olivokoklear efferent sistemin akustik travma karşısında koruyucu rolü olabileceğini düşündürmektedir.

KAYNAKLAR

1. Bulut E. Corti organı frekans seiciliğinde dış tüylü hücrelerin rolü. (Doktora Tezi). Edirne: Trakya Üniv. 2009.
2. Devren M. Gürültüye Bağlı İşitme Kayıplı Olguların Odyolojik Bulguları ve Psiko-sosyal Yönden Karşılaştırılması. Edirne: Trakya Üniv. 1998.
3. Oishi N, Schacht J. Emerging treatments for noise-induced hearing loss. Expert Opin Emerg Drugs 2011; 16(2): 235-45.

This article has been accepted for publication and undergone full peer review but has not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process, which may lead to differences between this version and the Version of Record. Please cite this article as: Bulut E, Nurçin E, Yılmaz ř, Güven SS, Taş M. Evaluation of Olivocochlear Efferent System Activation After Music Exposure in Young Individuals. JAREM 2018; DOI: 10.5152/jarem.2018.2090.

©Copyright 2018 by University of Health Sciences Gaziosmanpaşa Taksim Training and Research Hospital. - Available online at www.jarem.org

4. Keppler H, Dhooge I, Maes L, D'haenens W, Bockstael A, Philips B, Swinnen F, Vinck B. Short-term auditory effects of listening to an MP3 player. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2010; 136(6): 538-48.
5. Haris JD. Audition. *Ann Rev Psychol* 1972; 23: 313-46.
6. Humes L, Joellenbeck LM, Durch J, editors. *Noise and Military Service. Implications for hearing loss and tinnitus.* Washington DC: National Academies Press; 2001.
7. Esmer N, Akiner M, Karasalihoğlu A.R, Saatçi M. *Klinik Odyoloji.* Ankara: Bilim Yayınları; 1995.
8. Őenkal ÖA, Aydın E. Havacılıkta İşitme ve Gürültüye Bağlı İşitme Kayıpları. *KBB ve BBC Dergisi* 2013; 21 (2): 47-54.
9. Bess, FH.; Humes, L. *Audiology: the fundamentals.* 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams &Wilkins; 2008.
10. Kujawa SG, Liberman MC. Acceleration of age-related hearing loss by early noise exposure: evidence of a misspent youth. *J Neurosci* 2006; 26: 2115–23.
11. Folmer RL, Griest SE, Martin WH. Hearing conservation education programs for children: a review. *J Sch Health* 2002; 72: 51–7.
12. Yu J, Lee D, Han W. Preferred listening levels of mobile phone programs when considering subway interior noise. *Noise and Health* 2016; 18(80): 36-41.
13. Naik K, Pai S. High frequency hearing loss in students used to ear phone music: A randomized trial of 1,000 students. *Indian Journal of Otology* 2014; 20(1) :29-32
14. Kageyama T. Loudness in listening to music with portable headphone stereos. *Percept Mot Skills* 1999; 88 (2):423.
15. Hannah K, Ingeborg D, Leen M, Annelies B, Birgit P, Freya S, Bart V. Evaluation of the olivocochlear efferent reflex strength in the susceptibility to temporary hearing deterioration after music exposure in young adults. *Noise and Health* 2014;16(69):108-15.
16. Zogby International. 2006. Survey of Teens and Adults about the Use of Personal Electronic and Head Phones. Available at: http://www.asha.org/NR/rdonlyres/10B67FA1-002C-4C7B-BA0B-1C0A3AF98A63/0/zogby_survey2006.pdf. Retrieved December 20, 2007.
17. Hodgetts WE, Rieger JM, Szarko RA The effects of listening environment and earphone style on preferred listening levels of normal hearing adults using an MP3 player. *Ear Hear* 2007; 28: 290-97.

This article has been accepted for publication and undergone full peer review but has not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process, which may lead to differences between this version and the Version of Record. Please cite this article as: Bulut E, Nurçin E, Yılmaz Ő, Güven SS, Taş M. Evaluation of Olivocochlear Efferent System Activation After Music Exposure in Young Individuals. *JAREM* 2018; DOI: 10.5152/jarem.2018.2090.

18. Morata TC. Young people: Their noise and music exposures and the risk of hearing loss. *Int J Audiol* 2007; 46; 111-12.
19. Schuknecht HF. *Pathology of the ear*. Cambridge, Mass: Harvard University Press; 1974.
20. Nakamoto Y, Iino Y, Kodera K. Temporal bone histopathology of noise-induced hearing loss. *Nippon Jibiinkoka Gakkai Kaiho* 2005; 108:172–81.
21. Bulut E, Uzun C, Öztürk L, Turan P, Kanter M, Arbak S. A New Hypothesis on the Frequency Discrimination of the Cochlea. *J Int Adv Otol* 2017 Aug;13(2):204-10.
22. Yildirim C, Yağiz R, Uzun C, Taş A, Bulut E, Karasalihoğlu A. The protective effect of oral magnesium supplement on noise-induced hearing loss. *Kulak Burun Bogaz Ihtis Derg* 2006;16(1):29-36.
23. Hirose K, Liberman MC. Lateral wall histopathology and endocochlear potential in the noise damaged mouse cochlea. *J Assoc Res Otolaryngol* 2003; 4:339–52.
24. Ryan A, Dallos P. Effect of absence of cochlear outer hair cells on behavioural auditory threshold. *Nature* 1975; 253:44–6.
25. Lapsley Miller JA, Marshall L, Heller LM, Hughes LM. Low-level otoacoustic emissions may predict susceptibility to noise-induced hearing loss. *J Acoust Soc Am* 2006;120:280-96.
26. Marshall L, Lapsley Miller JA, Heller LM, Wolgemuth KS, Hughes LM, Smith SD, *et al*. Detecting incipient inner-ear damage from impulse noise with otoacoustic emissions. *J Acoust Soc Am* 2009;125:995-1013.
27. Lapsley Miller JA, Marshall L. Otoacoustic emissions as a preclinical measure of noise-induced hearing loss and susceptibility to noise-induced hearing loss. In: Robinette MS, Glattke TJ, editors. *Otoacoustic Emissions: Clinical Applications*. New York: Thieme Medical Publishers; 2007. p. 321-41.
28. Collet L, Veuillet E, Bene J, Morgon A. Effects of contralateral White noise on click-evoked emissions in normal and sensorineural ears: Towards an exploration of the medial olivocochlear system. *Audiology* 1992; 31: 1-7.
30. Guinan JJ. Jr. Olivocochlear Efferents; Anatomy, Physiology, Function, and the Measurement of Efferent Effects in Humans. *Ear and Hearing* 2006; 27(6): 589-607.
31. Muchnik C, Rotha DAE, Othman-Jebaraa R, Putter-Katz H, Shabtai EL, Hildesheimera M. Reduced Medial Olivocochlear Bundle System Function in Children with Auditory Processing Disorders. *Audiol Neurootol* 2004; 9: 107–14

This article has been accepted for publication and undergone full peer review but has not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process, which may lead to differences between this version and the Version of Record. Please cite this article as: Bulut E, Nurçin E, Yılmaz Ş, Güven SS, Taş M. Evaluation of Olivocochlear Efferent System Activation After Music Exposure in Young Individuals. *JAREM* 2018; DOI: 10.5152/jarem.2018.2090.

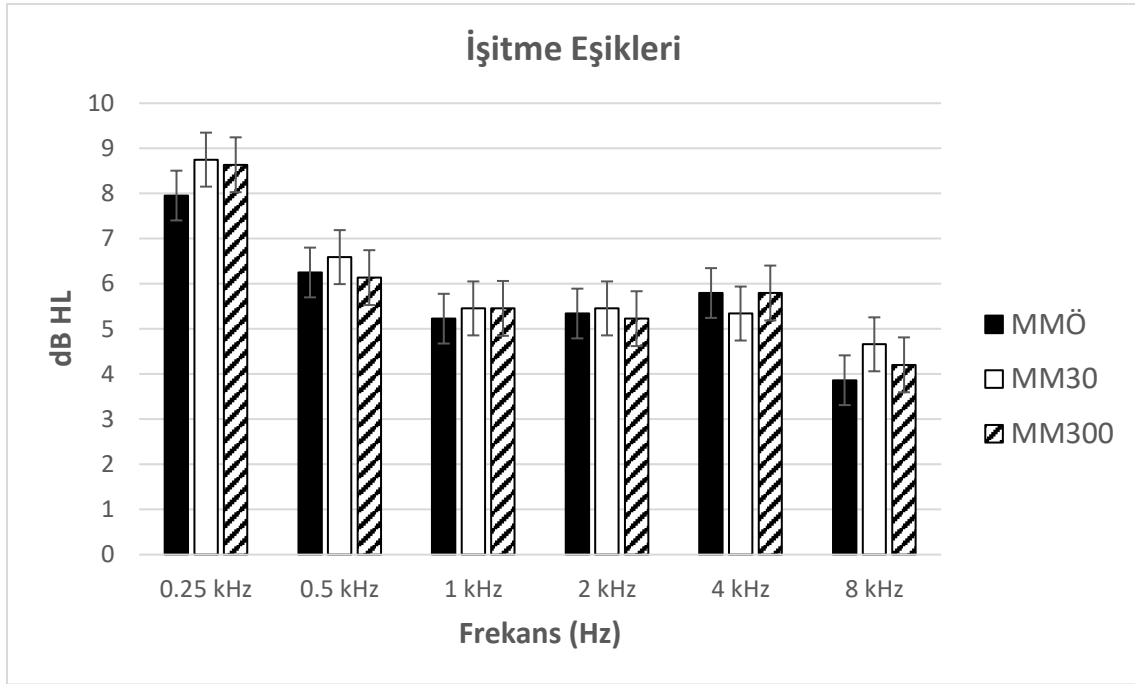
32. Collet L, Kemp DT, Veuillet E, Duclaux R, Moulin A, Morgon A. Effects of contralateral auditory stimuli on active cochlear micro-mechanical properties in human subjects. *Hearing Research* 1990; 43: 251–62.
33. Guinan JJ Jr, Backus BC, Lilaonitkul W, Aharonson V. Medial olivocochlear efferent reflex in humans: Otoacoustic emission (OAE) measurement issues and the advantages of stimulus frequency OAES. *J Assoc Res Otolaryngol* 2003; 4(4):521-40.
34. Bhagat SP, Davis AM. Modification of otoacoustic emissions following ear-level exposure to MP3 player music. *Int J Audiol* 2008;47(12):751-60.
35. Hall JW, McCoy MJ, Whitehead ML, Martin GK. Clinical testing of distortion-product otoacoustic emissions. *Ear Hear* 1993;14(1):11-22.
36. Didone DD, Kunst LR, Weich TM, Tochetto TM, Mota HB. Function of the medial olivocochlear system in children with phonological disorders. *J Soc Bras Fonoaudiol* 2011; 23(4): 358-63.
37. Kumar A, Barman A. Effect of efferent-induced changes on acoustical reflex. *Int J Audiol* 2002; 41: 144-7.
38. Mishra SK. Medial efferent mechanisms in children with auditory processing disorders. *Front Hum Neurosci* 2014; 27: 8: 860.
39. Bulut E, Yilmaz S, Tas M, Türkmen M T, Polat Z. Contralateral Suppression of Transient Evoked Otoacoustic Emissions in Children with Fluency Disorders. *JAREM* 2017; 7: 144-48.
40. Cody AR, Johnstone BM. Temporary threshold shift modified by binaural acoustic stimulation. *Hear Res* 1982; 6: 199-205.
41. Rajan R. Involvement of cochlear efferent pathways in protective effects elicited with binaural loud sound exposure in cats. *J Neurophysiol* 1995; 74: 582-97.
42. Rajan R. Frequency and loss dependence of the protective effects of the olivocochlear pathways in cats. *J Neurophysiol* 1995; 74: 598-615.
43. Maison SF, Liberman MC. Predicting vulnerability to acoustic injury with a noninvasive assay of olivocochlear reflex strength. *J Neurosci* 2000; 20: 4701-7.
44. Borg E. On the neuronal organization of the acoustic middle ear reflex. A physiological and anatomical study. *Brain Res* 1973 Jan 15;49(1):101-23.
45. Weidenar H, Lenarz T. Verhalten des stapediusreflexes bei akustischer. *Rhinol Otol* 1982: 61; 674-77.

This article has been accepted for publication and undergone full peer review but has not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process, which may lead to differences between this version and the Version of Record. Please cite this article as: Bulut E, Nurçin E, Yılmaz Ş, Güven SS, Taş M. Evaluation of Olivocochlear Efferent System Activation After Music Exposure in Young Individuals. *JAREM* 2018; DOI: 10.5152/jarem.2018.2090.

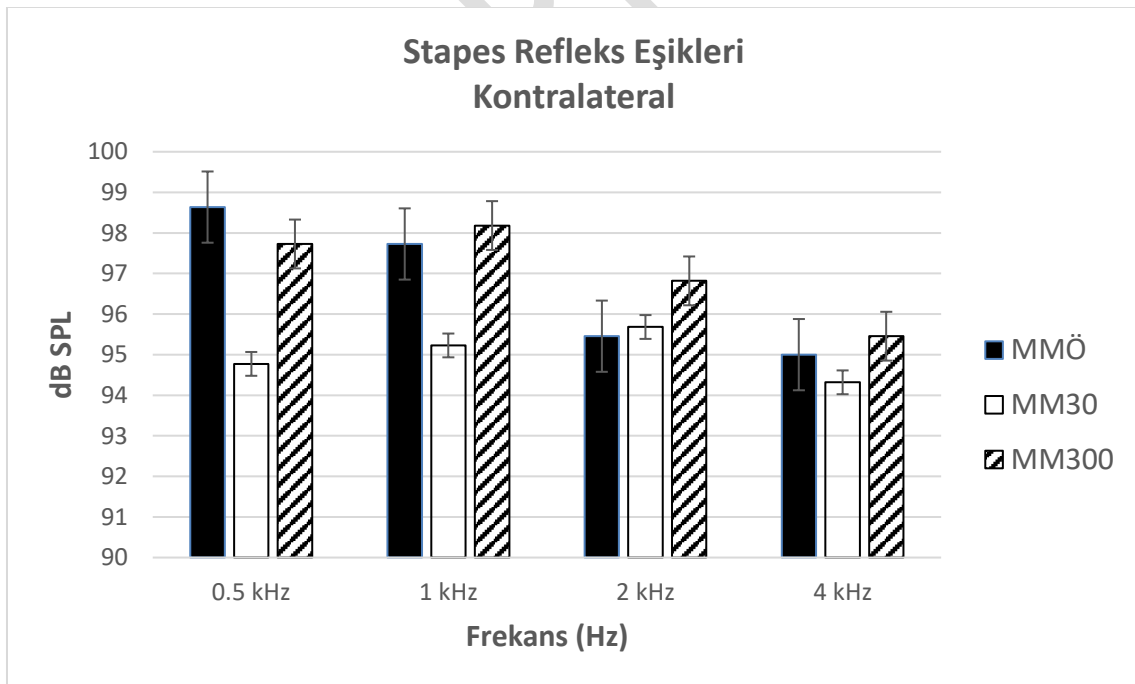
46. Sarıkaya İ, Karasalihoğlu AR, Havza B. Gürültüye bağlı işitme kayıplarının ayırıcı tanısında stapes refleks cevaplarının yeri. Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 1987;4(1); 16-21.
47. Fligor BJ, Cox LC: Output levels of commercially available portable compact disc players and the potential risk to hearing. Ear and Hearing 2004; 25(6): 513–27
48. Trzaskowski B, Jędrzejczak WW, Piłka E, Cieślicka M, Skarżyński H. Otoacoustic emissions before and after listening to music on a personal player. Med Sci Monit. 2014 Aug 13;20:1426-31.
49. Hellström PA, Axelsson A, Costa O: Temporary threshold shift induced by music. Scand Audiol Suppl 1998; 48: 87–94
50. Santos L, Morata TC, Jacob LC, Albizu E, Marques JM, Paini M. Music exposure and audiological findings in Brazilian disc jockeys (DJs). Int J Audiol 2007; 46(5):223-31.

This article has been accepted for publication and undergone full peer review but has not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process, which may lead to differences between this version and the Version of Record. Please cite this article as: Bulut E, Nurçin E, Yılmaz Ş, Güven SS, Taş M. Evaluation of Olivocochlear Efferent System Activation After Music Exposure in Young Individuals. JAREM 2018; DOI: 10.5152/jarem.2018.2090.

©Copyright 2018 by University of Health Sciences Gaziosmanpaşa Taksim Training and Research Hospital. - Available online at www.jarem.org



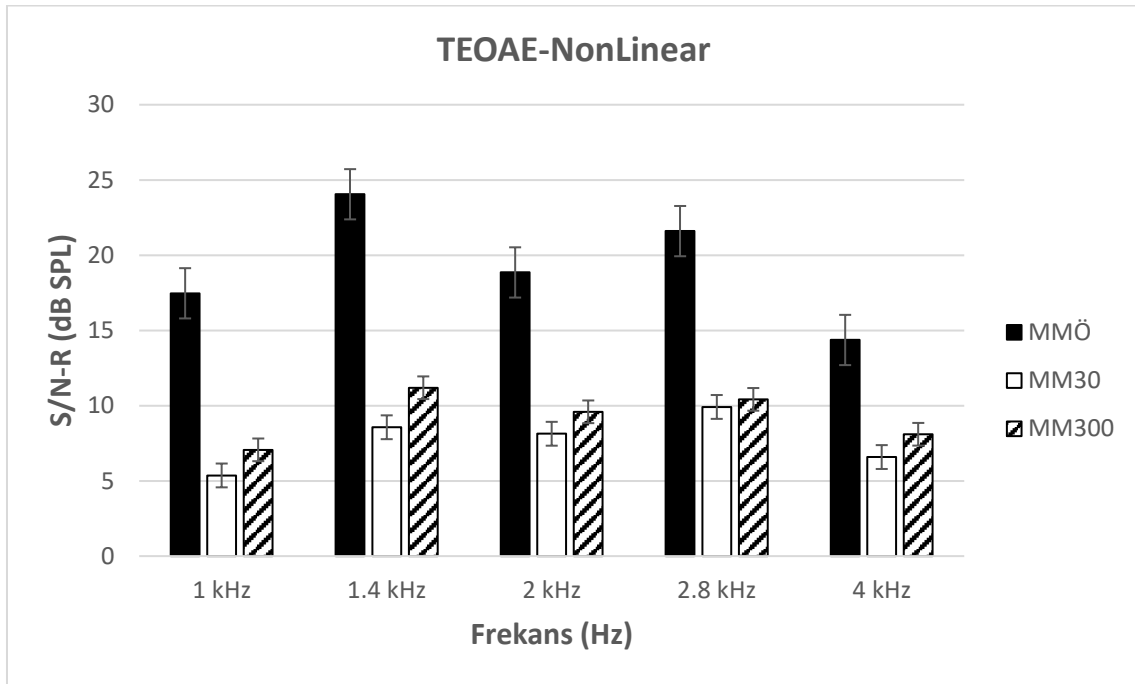
Şekil 1. Müzik maruziyet öncesi, 30 dakika dinletildikten sonra ve 300 dakika sonrası genç bireylerin işitme eşikleri



Şekil 2. Müzik maruziyet öncesi, 30 dakika dinletildikten sonra ve 300 dakika sonrası

This article has been accepted for publication and undergone full peer review but has not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process, which may lead to differences between this version and the Version of Record. Please cite this article as: Bulut E, Nurçin E, Yılmaz Ş, Güven SS, Taş M. Evaluation of Olivocochlear Efferent System Activation After Music Exposure in Young Individuals. JAREM 2018; DOI: 10.5152/jarem.2018.2090.

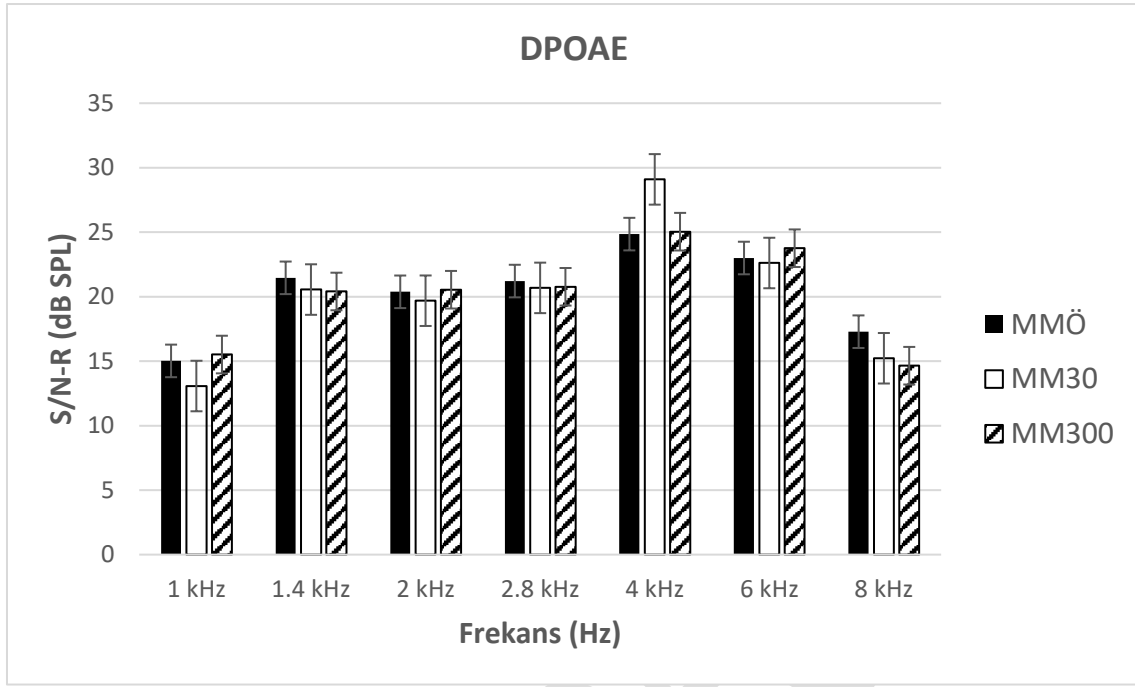
genç bireylerin kontralateral stapes refleks eşikleri



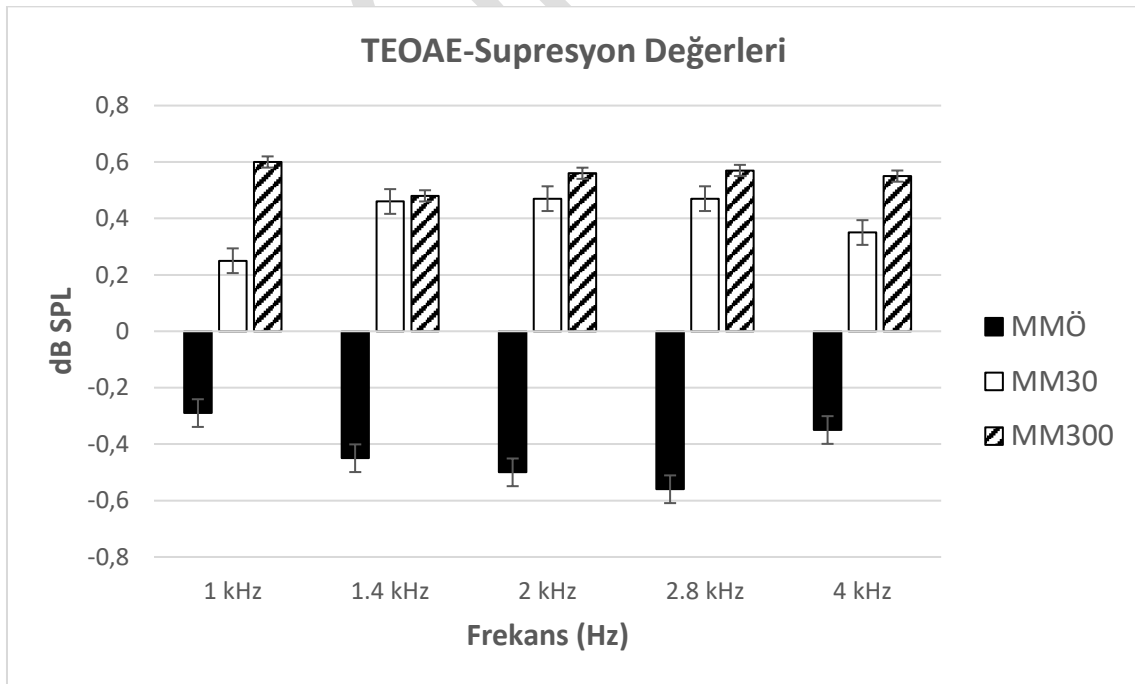
Şekil 3. Müzik maruziyet öncesi, 30 dakika dinletildikten sonra ve 300 dakika sonrası genç bireylerin TEOAE S/N-R yanıtları

This article has been accepted for publication and undergone full peer review but has not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process, which may lead to differences between this version and the Version of Record. Please cite this article as: Bulut E, Nurçin E, Yılmaz Ş, Güven SS, Taş M. Evaluation of Olivocochlear Efferent System Activation After Music Exposure in Young Individuals. JAREM 2018; DOI: 10.5152/jarem.2018.2090.

©Copyright 2018 by University of Health Sciences Gaziosmanpaşa Taksim Training and Research Hospital. - Available online at www.jarem.org



Şekil 4. Müzik maruziyet öncesi, 30 dakika dinletildikten sonra ve 300 dakika sonrası genç bireylerin DPOAE S/N-R yanıtları.



This article has been accepted for publication and undergone full peer review but has not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process, which may lead to differences between this version and the Version of Record. Please cite this article as: Bulut E, Nurçin E, Yılmaz Ş, Güven SS, Taş M. Evaluation of Olivocochlear Efferent System Activation After Music Exposure in Young Individuals. JAREM 2018; DOI: 10.5152/jarem.2018.2090.

Şekil 5. Müzik maruziyet öncesi, 30 dakika dinletildikten sonra ve 300 dakika sonrası genç bireylerin TEOAE supresyon değerleri

UNCORRECTED

This article has been accepted for publication and undergone full peer review but has not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process, which may lead to differences between this version and the Version of Record. Please cite this article as: Bulut E, Nurçin E, Yılmaz Ş, Güven SS, Taş M. Evaluation of Olivocochlear Efferent System Activation After Music Exposure in Young Individuals. JAREM 2018; DOI: 10.5152/jarem.2018.2090.

©Copyright 2018 by University of Health Sciences Gaziosmanpaşa Taksim Training and Research Hospital. - Available online at www.jarem.org