

Araştırma:

Sağlıklı erişkin sıçanlarda işitmenin distorsiyon ürünü otoakustik emisyon ölçüm yöntemiyle değerlendirilmesi

Yavuz Atar¹, İlhan Topaloğlu², Ziya Saltürk², Hilmi Uğraş²

¹Gönen Devlet Hastanesi Kulak Burun Boğaz Kliniği, Balıkesir

²Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi 1. Kulak Burun Boğaz Kliniği, İstanbul

Amaç: Erişkin sıçan grubunda kohlea kaynaklı otoakustik emisyonların distorsiyon ürünü otoakustik emisyon cihazı ile ölçüm sonuçlarının ve uygulamanın değerlendirilmesi amaçlandı. **Yöntem:** Çalışma 10 adet sağlıklı erişkin Wistar Albino sıçan üzerinde yapıldı. 1 ay arayla toplam iki kez otoakustik emisyon ölçümleri yapıldı. Ölçüm yapılırken orta kulağın durumu mutlaka değerlendirilmesi gerektiğinden, sıçanların kulakları otoskopik muayene ile değerlendirildi ve dış kulak yolunda buşonu olmayan, akut otit ve adeziv otit tespit edilmeyenler çalışmaya dahil edildi. Emisyonlar (2f1-f2 kübik distorsiyon ürünü bileşenleri) General Diagnostic modunda, hem DPgram hem de input-output (I/O) ölçümü şeklinde yapıldı. **Bulgular:** Sıçanlarda: DPgram'larda emisyon seviyeleri 1001, 1184, 1416, 1685, 2002 frekanslarında gürültü eşliğinin altındayken diğer test frekanslarında gürültü eşliğinin üstündeydi. I/O ölçümlerinde 3000 Hz frekanslarında, primer stimülusun 45, 50, 55 ve 60 dB olduğu ve 4000 Hz frekanslarında 45 dB ölçümlerde emisyon seviyeleri; gürültü eşliğinin altındayken diğer primer stimüluslarda gürültü eşliğinin üstündeydi. **Sonuç:** Özellikle gürültü eşliğinin üzerinde saptanan yüksek frekans ölçümler alçak frekans ölçümlere göre sıçanlarda işitmeye yönelik çalışma yapmak için daha uygundur. Distorsiyon ürünü otoakustik emisyonlar sıçanlarda rahatlıkla alınabilmektedir. Ancak sıçan otoakustik emisyon ölçümü yaparken karşılaşılan en önemli sorun sıçan dış kulak yolunun çok dar olması ve bu nedenle probun yerleştirilmesinde zorlukla karşılaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Otoakustik emisyon, sıçan, işitme, kohlea

Evaluation of hearing in healthy adult rats by measuring method of distortion product otoacoustic emission

Objective: Aim of this study is to evaluate emissions originated from the cochlea of adult rats by distortion product otoacoustic emission and to analyze results. **Methods:** Ten adult female Wistar Albino rats were included into the study. Otoacoustic emission was applied to rats twice with one month interval. Before emissions were taken, otoscopic examination was performed in order to assess middle ear and tympanic membrane status. Ears with adhesive otitis media, acute otitis media, chronic otitis media and serumen were excluded. Emissions (2f1-f2 cubic distortion product components) were measured in general diagnostic mode and as both DPgram and input-output (I/O) forms. **Results:** DPgram levels were below the noise threshold at 1001, 1184, 1416, 1685, and 2002 Hz frequencies. It was above the noise threshold at other frequencies. I/O results were below primary stimulus at 45, 50, 55, and 60 db in 3000 Hz. It was also below primary stimulus at 45 db in 4000 Hz and above it at other stimulus levels. **Conclusion:** Distortion product otoacoustic emissions can be measured at rats comfortably, but narrow external auditory canal causing difficulty in insertion of probe is the main challenge. High frequencies, which were above the noise thresholds, were suitable for studies whereas lower frequencies were below.

Key words: Otoacoustic emission, rat, hearing, cochlea

Genel Tıp Derg 2011;21(4): 131-136

Gönderim Tarihi: 07.08.2011

Kabul Tarihi: 19.01.2012

Yazışma adresi: Dr.Yavuz Atar, Rüstem Mh Ömer Seyfettin Cad
No:16 Gönen/Balıkesir

E-posta: yavuzatar@gmail.com

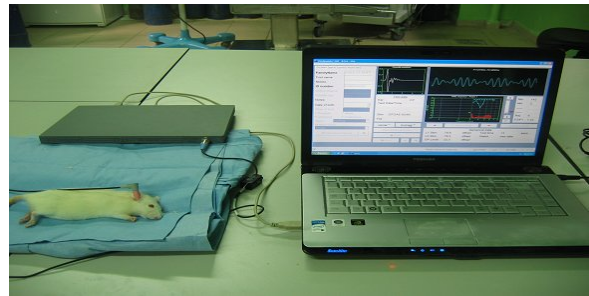
Otoakustik emisyonlar (OAE), insanların ve hayvanların dış kulak yolundan tespit edilebilen, koklear kaynaklı, hafif şiddette akustik enerji yayılımlarıdır. Koklear kaynaklı herhangi bir sesin dış kulak yolundan alınarak kaydedilmesi sonucu

OAE cevapları ortaya çıkar. OAE'lar spontan ve uyarılmış olarak iki grupta tanımlanmaktadır (1). Spontan otoakustik emisyonlar (SOAE), dışarıda akustik uyarı olmadan kendiliğinden oluşan koklear kaynaklı, tonal, düşük seviyedeki dar bant sinyalleridir. Uyarılmış otoakustik emisyonlar (UOAE) ise stimulus frekansı (SFOAE), geçici uyarılmış (TEOAE) ve distorsiyon ürünü (DPOAE) olmak üzere üç tipi vardır. DPOAE amplitüdüleri, stimülasyonda kullanılan tonların şiddetleri ile yakın ilişki gösterir. DPOAE teknik prosedürleri TEOAE'den çok daha komplekstir (2-4). OAE'ların objektif ve noninvaziv olmasının yanı sıra kısa sürede yapılabilmesi odyolojide kullanımını arttırmıştır. OAE ölçümü için, öncelikle otoskopik muayene yapılarak dış kulak yolu ve kulak zarının normal olup olmadığına bakılmalıdır. Dış kulak yolunu tıkayıcı lezyonlar ve orta kulak patolojilerine bağlı olarak gelişen orta kulakta ki basınç değişiklikleri, OAE cevabını büyük ölçüde etkilemektedir (5). Biz çalışmamızda erişkin sıçan grubunda kohlea kaynaklı otoakustik emisyonların distorsiyon ürünü otoakustik emisyon cihazı ile uygulamayı ve ölçüm sonuçlarını değerlendirmeyi amaçladık.

Yöntem

Çalışma esnasında 5199 numaralı Hayvanları Koruma Kanunu ve Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'nın Deneysel ve Diğer Bilimsel Amaçlar İçin Kullanılan Deney Hayvanlarının Korunması, Deney Hayvanlarının Üretim Yerleri ile Deney Yapacak Olan Laboratuvarların Kuruluş, Çalışma, Denetleme, Usul ve Esaslarına Dair Yönetmeliğine uyuldu. Çalışmamız İstanbul Üniversitesi Deneysel Tıp Araştırma Enstitüsü Laboratuvarında yapılmış olup İstanbul Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nun 81 sayı ve 32 karar numaralı kararına göre onam almıştır. Deney hayvanlarında çalışmayı yapan araştırmacının deney hayvanları uygulama sertifikası bulunmaktaydı. Çalışma 10 adet sağlıklı erişkin Wistar Albino sıçan üzerinde yapıldı. Otoakustik emisyon ölçümü yapılırken orta kulağın durumu mutlaka değerlendirilmesi gerektiğinden, sıçanların kulakları otoskopik muayene ile değerlendirildi ve dış kulak yolunda buşonu olmayan, akut otit ve adeziv otit tespit edilmeyenler çalışmaya dahil edildi. Wistar Albino sıçanlara intramusküler ketamin hidroklorür 45

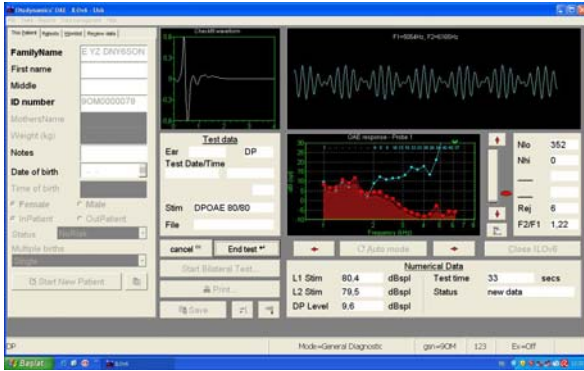
mg/kg ve xylacine 5 mg/kg ile anestezi sağlandıktan sonra DPOAE ölçümleri yapıldı. (Şekil 1). Sıçanların ağırlıkları 200–240 gr arasında değişiyordu. Çalışma sırasında arka plandaki ses seviyesi 50 dB'in altında idi. 10 adet yetişkin sıçan, genel anestezi altında DPOAE yapıldıktan sonra, 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık, 21±1 °C sıcaklıkta, serbest yemek ve su alabildikleri ve arka plan gürültü seviyesinin 50 dB'nin altında olduğu bir ortamda 30 gün süre ile tutuldu ve bu sürede ölen sıçan olmadı. 30 gün sonra genel anestezi altında distorsiyon ürünü otoakustik emisyonla ölçümleri tekrarlandı. Bu çalışmada emisyonların incelenmesi için DPOAE kullanılmıştır. DPOAE Otodynamics Ltd. ILOv6 cihazıyla, cihazın probunun ucuna en küçük boy timpanometri kauçuk probu takılarak ölçüldü (Şekil 2). Sıçanın kafası yere yatay pozisyona getirildikten sonra prob sıçanın kulağına iyice yerleştirildi. Cihazdaki prob göstergesi ve uyarıcı dalga formu uygun konfigürasyonu ile cihazın uygun ölçüm pozisyonunda olduğu görüldükten sonra ölçüme başlandı (Şekil 3). Distorsiyon ürünü otoakustik emisyonlar (2f1-f2 kübik distorsiyon ürünü bileşenleri) General Diagnostic modunda, hem DPgram hem de input-output (I/O) ölçümü olarak yapıldı. DPOAE'lar farklı frekans ve şiddetlerdeki uyarılar kullanılarak ölçüldü. DPgram ölçümü 1001, 1184, 1416, 1685, 2002, 2380, 2832, 3369, 4004, 4761, 5652 ve 6726 Hz f2 frekanslarında yapıldı. Ölçüm sırasında 2f1-f2 frekansında gürültü şiddetinden 3 dB ve üzerinde olan OAE'lar pozitif kabul edildi. I/O ölçümleri 3000, 4000, 5000, 6000 Hz frekanslarda yapıldı. Her iki ölçümde de alınan yanıtlar en yüksek seviyesine kadar kaydedilerek test sonlandırıldı. Sonuçlar istatistiksel olarak örneklerde "student t-test" (SPSS 13.0; Graphpad prism 4.0) ile herbir frekansdaki DPOAE amplitüd ve gürültü eşliğindeki değişimler analiz edildi.



Şekil 1. DPOAE ölçüm düzeneği



Şekil 2. Cihaz probunun dış kulak yoluna uygulanışı



Şekil 3. DPOAE ölçüm verilerine ait ekran görüntüsü

Bulgular

Sıçanlar tutuldukları ortamı rahat tolere ettiler. Kilo kaybı veya aşırı kilo alımı saptanmadı. Yiyecek ve su tüketiminde farklılık görülmedi. Ölen veya hastalanan sıçan olmadı. Sıçanlar otoskopik muayene yapılarak çalışmaya dâhil edildiği için, bütün sıçanların DPgram ve I/O seviyeleri kaydedildi.

DPgram ölçümünde primer uyarı şiddetleri 65 dB'de eşitlendi (L1=L2). İki ayrı frekans (f1 ve f2), en güçlü yanıtların alınabileceği f2/f1= 1.22 olacak şekilde düzenlendi. DPgram ölçümü 1001, 1184, 1416, 1685, 2002, 2380, 2832, 3369, 4004, 4761, 5652 ve 6726 Hz f2 frekanslarında yapıldı (Tablo 1). I/O ölçümü yapılırken f1=f2=80 olacak şekilde ve uyarı şiddeti azaltılarak alınan yanıtlar kaydedildi. I/O fonksiyonların eşik ve eşik üstü ölçümleri 80 dB'den 40 dB'e kadar 5'er dB'lik basamaklar halinde azalan primer ses tonları kullanılarak yapıldı. I/O

ölçümleri 3000, 4000, 5000, 6000 Hz frekanslarda yapıldı (Tablo 2a, Tablo 2b).

Tablo 1. Ortalama DPgram ölçümleri ve gürültü eşiği değerleri (1. ve 30.gün)

Frekans	Ortalama DPgram değerleri		Gürültü Eşiği	
	İlk Ölçüm	Son Ölçüm	İlk Ölçüm	İlk Ölçüm
1001	3.83	-0.53	11.67	11.31
1184	1.50	2.05	10.43	11.30
1416	1.35	5.3	10.32	10.70
1685	2.05	1.0	6.68	7.47
2002	0.95	-0.05	4.49	4.16
2380	2.33	2.48	-1.55	1.71
2832	6.27	5.29	-0.87	-1.09
3369	10.57	12.13	-6.31	-5.23
4004	13.92	14.97	-5.48	-5.55
4761	22.39	22.56	-5.75	-4.59
5652	24.64	25.88	-5.86	-4.75
6726	23.48	22.91	-6.8	-4.95

Tablo 2a. DPOAE I/O değerleri (A: 1. B: 30. gün)

Frekans (Hz)	80 dB		75dB		70dB		65dB		60dB	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
3000	13.90	19.1	10.79	14.3	4.4	2.3	-1.63	-3.3	-8.95	-7.56
4000	20.27	11.3	19.78	22.3	10.73	11.1	1.33	0.89	8.48	6.57
5000	24.23	26.4	20.30	34.1	22.19	23.1	13.58	12.23	11.95	10.45
6000	30.16	39.4	25.81	26.6	28.11	26.2	23.82	24.35	22.64	22.34

Tablo 2b. DPOAE I/O değerleri (A: 1. B 30. gün)

Frekans (Hz)	55 dB		50dB		45dB		40dB	
	A	B	A	B	A	B	A	B
3000	-6.16	-5.86	-4.77	-6.76	-8.56	-8.18	-11.56	-11.88
4000	-4.25	-4.23	-5.52	-4.45	-7.11	-9.23	-9.43	-8.34
5000	4.84	4.33	6.52	6.44	3.78	7.51	3.75	4.31
6000	15.31	16.7	8.84	13.52	15.66	7.92	6.46	5.69

Hem DPgram, hem de I/O fonksiyonlar için gürültü seviyesi DPOAE frekanslarının 50 Hz üzerindeki frekanslarda ölçüldü. DPgram'larda emisyon seviyeleri 1001, 1184, 1416, 1685, 2002 frekanslarında gürültü eşiğinin altındayken 2380, 2832, 3369, 4004, 4761, 5652 ve 6726 Hz frekanslarında gürültü eşiğinin üstündeydi. I/O ölçümlerinde 3000 Hz frekanslarında, primer stimülusun 40, 45, 50, 55 ve 60 dB olduğu ve 4000 Hz frekanslarında 40 ve 45 dB ölçümlerde emisyon seviyeleri; gürültü eşiğinin altındayken diğer primer

stimüluslarda gürültü eşiğinin üstündeydi. 5000 ve 6000 Hz frekanslarında tüm primer stimüluslarda gürültü eşiğinin üstündeydi (Tablo 3a, Tablo 3b). 3000, 4000, 5000 ve 6000 Hz frekanslarında I/O emisyon değerleriyle 1. ve 30.gün değerleriyle *t*-testini kullanarak karşılaştırdığımızda anlamlı fark olmadığı saptandı ($P>0,05$).

Tablo 3a. Gürültü eşiği değerleri (A: 1. B: 30. gün)

Frekans (Hz)	80 dB		75dB		70dB		65dB	
	A	B	A	B	A	B	A	B
3000	2.35	2.89	-6.74	-6.01	-6.85	-6.53	-5.24	-5.65
4000	-6.59	-5.45	-8.10	-8.44	-6.94	-7.21	-7.1	-7.12
5000	-4.62	-5.05	-6.66	-6.45	-6.58	-6.76	-6.29	-7.02
6000	-5.25	-6.11	-7.62	-8.23	-8.58	-9.56	-9.6	-10.45

Tablo 3b. Gürültü eşiği değerleri (A: 1. B: 30. gün)

Frekans (Hz)	60dB		55 dB		50dB		45dB		40dB	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
3000	-3.95	-3.85	-4.77	-5.46	-2.18	-2.76	-6.34	-5.67	-9.94	-10.44
4000	-5.48	-6.26	-5.52	-6.23	-9.23	-8.47	-6.97	-7.42	-8.68	-7.99
5000	-8.95	-7.05	-6.42	-6.33	-7.51	-6.49	-5.76	-6.52	-8.3	-8.31
6000	-7.64	-6.66	-8.84	-9.7	-7.92	-8.57	-7.22	-6.92	-5.52	-5.33

Tartışma ve sonuç

OAE, insanların ve hayvanların dış kulak yolundan tespit edilebilen, koklear kaynaklı, hafif şiddette akustik enerji yayılımlarıdır. OAE'lar perinöral bir olay olup, stapes tabanı ile afferent koklear sinir liflerinin sinapsları arasında meydana gelir (1). Oluşumunda, dış titreşim tüylü hücrelerin önemli rolleri olduğuna dair birçok kanıt mevcuttur. İşitme kaybının olduğu frekanslarda emisyonların saptanmayıp, işitmenin normal olduğu frekanslarda emisyonun saptanması, OAE'ların koklear orjinli olduğunu gösteren bulgulardandır (1). Koklear kaynaklı herhangi bir sesin dış kulak yolundan alınarak kaydedilmesi sonucu OAE cevapları ortaya çıkar. Koklear hasarın en sensitif göstergesi olan, kokleanın hassas yapıları dış titreşim tüylü hücrelerin durumu OAE ile monitorize edilebilir (2,5,6). OAE'ların objektif ve noninvaziv olmasının yanı sıra kısa sürede yapılabilmesi odyolojide kullanımını arttırmıştır. OAE'lar spontan ve uyarılmış olarak iki grupta tanımlanmaktadır (1). SOAE, dışarıda akustik uyarı olmadan kendiliğinden oluşan koklear kaynaklı, tonal, düşük seviyedeki dar bant

sinyalleridir. UOAE'nin ise SFOAE, TEOAE ve DPOAE olmak üzere üç tipi vardır. Sağlıklı koklea, bitonal stimuluslar ile intermodülasyon ürünleri denen ek frekansların ortaya çıkması ile sonuçlanan pek çok farklı distorsiyon ürünlerine yol açar. Bu emisyonlar pek çok frekansta ortaya çıkmakla beraber en belirgin emisyon 2f1-f2 frekansı, DPOAE'ların bazal membranda oluşma yerinden kaynaklanmaktadır (2-4). Oluşan DPOAE'nun amplitüdü, stimülasyonda kullanılan tonların şiddetleri ile yakın ilişki gösterir. DPOAE'nun teknik prosedürleri TEOAE'den çok daha kompleksdir (2-4). Kulak yoluna iki ayrı frekansta ses vermek için iki minyatür speaker ve bir minyatür mikrofon konması gerekir (4). Uyarıların frekans ve şiddet oranları ölçümlerin sonuçlarını etkilemektedir. Tüm bu zorluklara rağmen DPOAE'lar periferik işitme sistemi ile ilgili çok ayrıntılı bilgiler verebilir. DPOAE'ların yüksek hassasiyeti ve iyi frekans özelliği normal duyma fonksiyonu olanları, dış titreşim tüylü hücrelerin ciddi lezyonu olan olgulardan ayırmaya imkân verir. Özellikle düşük frekanslar için DPOAE, 50 dB üzerinde duyma seviyesi değişimi olanları ayırmaya izin verir (2).

Bununla birlikte, DPOAE'lar pür ton işitme eşiklerini değerlendirmek için uygun değildirler. DPOAE'lar normal ve normale yakın orta kulak ve koklear fonksiyonun ispatını gösterir, fakat işitme eşiklerini yansıtmaz (2-4).

OAE ölçümleri sessiz bir ortamda yapılmalıdır. Ölçüm sırasında sadece pasif kooperasyona ihtiyaç vardır. OAE ölçümünde kulağa takılan prob içerisinde iki minyatür hoparlör ve bir mikrofon vardır. Hoparlörden verilen klik şeklindeki ses uyarılarına alınan cevaplar, mikrofon aracılığı ile kayıt edilir. Kullanılan mikrofon, OAE'ların düşük seviyelerde olduğu hallerde önem kazanır. İyi mikrofon sensitif ve ortam gürültüsünden az etkilenir özelliğe sahip olmalıdır.

Otoakustik emisyonların elde edilebilmeleri için sağlıklı bir ortakulak yapısı gereklidir. Sağlıklı bir ortakulak yapısında bile kokleadan yansıyan enerjinin yaklaşık 12 dB kayba uğradığı bilinmektedir (7). Klinik kullanımda OAE ölçümleri invaziv olmaması, ağrısız olması, anestezi gerektirmemesi, hastanın genel durumundan bağımsız olup çocuk (özellikle yenidoğanlarda koklear fonksiyonları değerlendirmede faydalıdır) ve

mental retarde hastalara rahatlıkla uygulanabilmesi, objektif bir test olması, hassas bir ölçüm olması, sonucun kesin olması, test süresinin kısa olması ve geniş hasta guruplarının taranabilmesi gibi avantajları nedeniyle sık tercih edilmektedir (2,4,8-10).

Uyarılmış otoakustik emisyonlar ototoksik ilaçların etkisini hemen görmek için kullanılabilir. Eğer bir ilaç koklea hasarı yaparsa o frekanstaki etki OAE ile hemen yakalanabilir (frekans spesifik) (2). OAE'ların varlığı normal şekilde çalışabilen iç kulağın genel anatomik ve fizyolojik yapısını doğrular. Bu baziller membran, korti organı, stria vaskularis hareketine bağlı endolenfin ve dış saçlı hücrelerin sağlığını gerektirir. OAE'lar bu sistemler zarar gördüğünde baskılanır. Bununla birlikte OAE kullanılarak koklear disfonksiyon veya patolojilerin tipleri arasındaki farklılaşma belirlenemez (2,9).

Kokleadaki küçük fonksiyon defektleri DPOAE ile daha odyogramda belli olmadan önce yakalanabilir. Arnold ve ark. (11), azalmış koklear fonksiyonu tespit etmek için DPOAE yeteneğini test edip DPOAE ve ultra yüksek frekans işitme arasındaki ilişkiyi araştırdılar. 4-8 kHz'de DPOAE seviyelerinin pür ton ortalaması (PTO) ile önemli ölçüde bağlantılı olduğunu, bununla birlikte 4-8 kHz için olan PTO'ların DPOAE seviyelerindeki değişikliklerin yaklaşık % 14'ünü açıkladığını ortaya çıkardılar. Sonuç olarak ultra yüksek frekans işitmenin DPOAE'ları etkilediğini ve bu bölgede pure ton eşikleri ile henüz tespit edilmemiş olan dış titreşim tüylü hücrelerdeki küçük değişikliklere emisyonların daha hassas olduğunu bildirdiler. Kim ve ark. (12), bir kulağın test frekansındaki DPOAE seviyesini pür ton duyma eşikine karşı değerlendirdiler. Testin duyarlılığını, özgünlüğünü ve tahmini yeterliliğini 6000 ve 4000 Hz'de % 85-89, 2000 Hz'de % 82-83 ve 1000 Hz'de % 78-79 olarak buldular. Koklear fonksiyonların değerlendirmesinde DPOAE'nun yararlı frekans özelliği olan objektif bir test olabileceğini bildirdiler. OAE'ların bu özelliklerini göz önünde bulundurarak, bizde çalışmamızda sağlıklı erişkin sıçanlarda işitme ölçümünü araştırırken DPOAE'dan yararlandık.

OAE'lar koklear dalgaların güçlü doğal bir yan ürünü olması sebebiyle, kulak zarı hareketi ile birlikte tüm orta kulak kemikçik zincirin, oval pencere ve stapesin normal hareketini gösterir (11-13). Ortakulaktaki negatif ve pozitif basınç

değişikliklerinde otoakustik emisyon amplitüt ve dalga tekrarlanabilirliği oranlarında belirgin değişiklikler meydana gelir. Bu sebeple herhangi bir nedenle otoakustik emisyon ölçümü yapılırken ortakulağın durumu mutlaka değerlendirilmelidir. Dış kulak yolunu tıkayıcı lezyonlarına ve orta kulak patolojilerine bağlı olarak gelişen orta kulaktaki basınç değişiklikleri, OAE cevabını büyük ölçüde etkilemektedir (5). Biz de çalışmamızda OAE ölçümü yapmadan önce sıçanlara ayrıntılı otoskopik muayene yaptık. Dış kulak yolu tıkanıklığı, akut otit veya timpanik membran retraksiyonu tesbit edilen sıçanları çalışmaya dâhil etmedik.

Wit ve Ritsma (14) deney hayvanlarında kokleanın kısa olması nedeniyle emisyon latansının çok kısa olacağını ve emisyonların alınamayacağını iddia etmişler. Buna karşılık yapılan diğer çalışmalarda deney hayvanlarında TEOAE başarıyla alınabilmektedir. DPOAE için ise bu tartışma söz konusu değildir. Küçük deney hayvanlarında bile rahatlıkla alınabilmektedir (15). Ancak sıçan otoakustik emisyon ölçümü yaparken karşılaşılan en önemli sorun sıçan dış kulak yolunun çok dar olması ve bu nedenle probun yerleştirilmesinde zorlukla karşılaşılmasıdır. Biz de çalışmamızda probu dış kulak yoluna sıkıca oturtabilmek için, cihazın probunun ucuna, en küçük boyda timpanometri probu yerleştirdik ve herhangi bir artefakt olmadan rahatlıkla emisyon alabildik.

Özellikle gürültü eşliğinin üzerinde saptanan yüksek frekans ölçümler alçak frekans ölçümlere göre sıçanlarda işitmeye yönelik çalışma yapmak için daha uygundur. Distorsiyon ürünü otoakustik emisyonlar sıçanlarda rahatlıkla alınabilmektedir. Ancak sıçan otoakustik emisyon ölçümü yaparken karşılaşılan en önemli sorun sıçan dış kulak yolunun çok dar olması ve bu nedenle probun yerleştirilmesinde zorlukla karşılaşılmasıdır.

Kaynaklar

1. Wit HP, Ritsma RJ. Evoked acoustical emissions from the human ear: Some experimental results. *Hear Res* 1980;2:253-61.
2. Brown AM, McDowell B, Forge A. Acoustic distortion products can be used to monitor the effects of chronic gentamicin treatment. *Hear Res* 1989;42:143-56.
3. Özturan O, Lew H, Jerger J. Otoakustik emisyonlar ve klinik uygulamaları. *KBB İhtisas Derg* 1994;2:194-205.

4. Ömür M, Dadaş B. Klinik Baş ve Boyun Anatomisi.1.cilt. İstanbul: Ulusal Tıp Kitapevi; 1996.
5. Bonfils P, Avan P. Distortion product otoacoustic emissions alues for clinical use. Arc Otolaryngol Head Neck Surg 1992;118:1069-76.
6. Kızılay A, Özturan O, Erdem T, Kalcıoğlu MT, Miman MC. Effects of chronic exposure of electromagnetic fields from mobile phones on hearing in rats. Auris Nasus Larynx 2003;30:239-45.
7. Rahko T, Kumpulainen P, Ihalainen H, Ojala E, Aumala O. A new analysis method for the evaluation of transiently evoked otoacoustic emissions. Acta Otolaryngol 1997;529:66-8.
8. Apaydın F, Ege Y, Günhan Ö, Bilgen V. Otoakustik emisyonlarda ilk uygulamalarımız. Türk Otolaringol Arş 1995;33:267-72.
9. Fabiani M. Evoked Otoacoustic emissions in the study of adult sensorineural hearing loss. Br J Audiol 1993;27:131-7.
10. Lafreniere D, Smurzynski J, Jung MS, Leonard G, Kim DO. Otoacoustic emissions in full-term newborns at risk for hearing loss. Laryngoscope 1993;103:1334-41.
11. Arnold DJ, Losbury-Martin B, Martin GK. High-frequency hearing influences lower-frequency distortion-product otoacoustic emissions. Arch Otolaryngol Head Neck Surgery 1999;125:215-22.
12. Kim DO, Paparello J, Jung MD, Smurzynski J, Sun X. Distortion product otoacoustic emission test of sensorineural hearin loss: Performance regarding sensitivity, specificity and receiver operating characteristics. Acta Otolaryngol 1996;116:3-11.
13. Probst R, Lonsbury, Martin M, Martin GK. A review of otoacoustic emissions. Jou Acous Som 1991;89:2027-67.
14. Wit HP, Ritsma RJ. Evoked acoustical emissions from the human ear: Some experimental results. Hear Res 1980;2:253-61.
15. Brown AM. Acoustic distortion from the rodent ears: A comparison of responses from rats, Guiena Pigs and Gerbils. Hear Res 1987;31:25-38