



KLİNİK ÇALIŞMA

SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA ORTA KULAK REZONANS FREKANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Gülçin DÖNGEL , Dr. M. Volkan AKDOĞAN , Dr. Seyra ERBEK 

Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, KBB ve BBC Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

ÖZET

Amaç: Serebral palsy (SP) anormal kas tonusu, postür ve hareket ile karakterize bir durumdur. SP'li çocukların yutma fonksiyonlarındaki değişikliklerin östaki fonksiyonlarını etkilemesi olasıdır. Bu durum multifrekans timpanometrinin önemli bir parametresi olan orta kulak rezonans frekansında (RF) değişikliklere neden olabilir. Bu çalışma ile SP'li çocukların orta kulak RF değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem ve Gereçler: İşitme kaybı şikayeti olmayan ve otoskopik muayenesi normal olan 5-15 yaş aralığında toplam 60 çocuk (120 kulak) çalışmaya dahil edilmiştir. SP tanısı konan 30 çocuk çalışma grubunu, tamamen sağlıklı olan benzer yaş ve cinsiyet özelliklerine sahip 30 çocuk ise kontrol grubunu oluşturmuştur. Tüm katılımcıların her iki kulağından multifrekans timpanometri ile elde edilen RF değerleri değerlendirilmeye alınmıştır.

Bulgular: SP'li çocukların sağ kulak RF ortalaması 981±369 Hz, sol kulak RF ortalaması 1099±398 Hz iken, kontrol grubunun sağ kulak RF ortalaması 1080±328 Hz, sol kulak RF ortalaması 1190 ±296 Hz bulunmuştur. Her iki grup arasında RF değerleri açısından anlamlı fark tespit edilmemiştir.

Sonuç: Bu çalışma ile SP'li çocukların RF değerlerinin aynı yaş gruplarındaki sağlıklı çocukların RF değerlerine göre farklılık göstermediği ortaya konmuştur. Bu bulgulardan yola çıkarak multifrekans timpanometrinin effüzyonlu otitis media, otoskleroz gibi RF değerinde değişiklik yarattığı bilinen hastalıkların ayırıcı tanısı amacıyla SP'li hasta popülasyonunda da kullanılabileceği düşünülebilir.

Anahtar Sözcükler: Rezonans frekansı, Multifrekans timpanometri, Östaki tüpü, Serebral Palsy

EVALUATION OF MIDDLE EAR RESONANS FREQUENCY IN CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY

SUMMARY

Objective: Cerebral palsy (CP) is characterized by abnormal muscle tone, posture and movement. It is possible that changes in swallowing functions of children with CP may affect eustachian functions. This may cause changes in the middle ear resonance frequency (RF), an important parameter of multifrequency tympanometry. The aim of this study was to determine middle ear RF values of children with CP.

Material and Methods: A total of 60 children (120 ears) aged 5-15 years with no hearing loss and normal otoscopic examination were included in the study.. Study group consist of 30 children with CP and the control group consisted of 30 children with similar age and gender characteristics. The RF values obtained from both ears of all participants were evaluated.

Results: Children with CP had a right ear RF average of 981 ± 369 Hz and a left ear RF average of 1099 ± 398 Hz. The right ear RF average of the control group was 1080 ± 328 Hz and the left ear RF average was 1190 ± 296 Hz. There was no significant difference between the two groups in terms of RF values.

Conclusion: This study showed that the RF values of children with CP is not different from the RF values of healthy children in their age group. From these findings, it may be said that the multifrequency tympanometry can be used in the patient population with CP in order to differentiate the known diseases that cause changes in RF values such as otosclerosis and otitis media with effusion.

Keywords: Resonance frequency, multifrequency tympanometry, eustachian tube, cerebral palsy

GİRİŞ

Serebral palsy (SP) gelişmekte olan santral sinir sistemindeki hasara bağlı olarak ortaya çıkan kalıcı hareket ve postür bozukluğudur. Kas tonusunu, duruşunu ve hareketini etkileyen, ilerleyici olmayan, merkezi motor disfonksiyonu içeren heterojen bir grup

İletişim kurulacak yazar: Dr. M. Volkan AKDOĞAN, Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, KBB ve BBC Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye, E-mail: drmvolkkan@hotmail.com

Gönderilme tarihi: 05 May 2019, revizyonun gönderildiği tarih: 19 August 2019, yayın için kabul edilme tarihi: 22 August 2019

Kaynak gösterimi: Döngel G., Akdoğan M. V., Erbek S. Serebral Palsili Çocuklarda Orta Kulak Rezonans Frekansının Değerlendirilmesi. KBB-Forum 2019;18(3):199-205

hastalığa işaret eden bir anormalliktir. SP çocukluk çağının en sık özürüllük nedenlerindedir. SP insidansı ülkelere göre değişiklik göstermekle birlikte ortalama olarak her 1000 canlı doğumda 2-2,5 olarak bildirilmiştir. SP'ye yol açan hasar prenatal, perinatal veya postnatal dönemde ortaya çıkabilir. SP kişiyi ömür boyu etkilemektedir. Beyindeki hasar ilerleyici değildir ancak yaşla birlikte etkileri daha belirginleşir. Bu duruma iskelet sisteminde görülen şekil bozuklukları örnek olarak gösterilebilir¹⁻³.

Timpanometrik inceleme, kulak zarı ve orta kulak sistemi hakkında bilgiler veren objektif bir testtir. Dış kulak yolunun bir prob ile



tıkanması sonrası dış ortam basıncına göre meydana gelen negatif ve pozitif basınç değişikliklerinde timpanik membrandan yansıyan akustik enerji miktarının ölçülmesidir. Orta kulağın geçirgenlik ve iletim özellikleri, intratimpanik basınç, östaki tüpü fonksiyonu, timpanik membranın bütünlüğü ve hareket kabiliyeti, kemikçik zincir devamlılığı ve hareketi hakkında bilgi verir. Klasik timpanometride sıklıkla 226 Hz kullanılır⁴.

Multifrekans timpanometri (MFT), 226 Hz ile 2000 Hz arasında değişik prob tonlar ile birden fazla akustik bileşenin ölçümüdür. Multifrekans timpanometrenin sunduğu en önemli parametre rezonans frekansıdır (RF). Rezonans frekansı sistemin doğal frekansında titreştiği komplians ve kütle suseptanslarının toplamının 0'a eşit olduğu noktadır⁵. Sistemin iletim karakterindeki değişiklikler RF'de görülen değişikliklerle kolaylıkla belirlenebilmektedir. Normal bir kulakta RF değeri ortalama 950 Hz civarındadır ve 650-1400 Hz arasında değişim göstermektedir⁶. Çocuk yaş grubunda da sağlıklı bireyler için ortalama RF değeri ortalama 1012±224 Hz (650-1350 Hz aralığında) olarak tespit edilmiştir ve sağlıklı çocukların RF değerleri yetişkinlerle benzerlik göstermektedir⁷.

SP'de nöromotor kontrol bozukluğu dışında görme, konuşma, yutma ve bilişsel işlev bozuklukları da görülebilir⁸. Motor fonksiyonlarda ki azalma sonucu yutma fonksiyonlarında oluşan değişikliğin östaki disfonksiyonuna neden olarak orta kulak rezonansında farklılık yaratabileceği düşünülebilir. Bu çalışmanın amacı SP'li çocukların orta kulak RF değerlerinin sağlıklı çocuklardan farklılık gösterip göstermediğini değerlendirmektir.

HASTALAR VE YÖNTEM

Bu çalışma Başkent Üniversitesi Konya Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir. Çalışma Başkent Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmış (Proje no: KA17/317) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir. Çalışmaya katılan tüm bireylerin velilerinden imzalanmış gönüllü denek bilgilendirme ve onay formu alınmıştır. İstatistiksel ön değerlendirme ile örneklem genişliği hesaplanmıştır. Çalışmaya Başkent Üniversitesi

Konya Uygulama ve Araştırma Merkezi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Kliniği tarafından takip edilen SP tanısı almış olan hastalar ve herhangi bir sağlık problemi olmayan ve kulak burun boğaz muayenesi normal olan bireyler katılmıştır. Uyum sorunu nedeniyle testleri yapılamayan bireyler, dış kulak ve orta kulakla ilgili anatomik problemi olan bireyler, kulak zarı operasyonu geçiren bireyler, kulak ameliyatı öyküsü olan bireyler, daha önce veya çalışma sırasında tespit edilmiş işitme kaybı olan bireyler çalışma dışı bırakılmıştır. Çalışmaya 5-15 yaş arasında olan, herhangi otolojik veya nörootolojik şikâyeti olmayan ve ameliyat öyküsü bulunmayan, muayenede herhangi bir kulak patolojisi bulunmayan, timpanometrik değerlendirmede orta kulak basıncı ± 50 daPa arasında olan bireyler dahil edilmiştir.

Bütün katılımcılar ilk olarak bir KBB uzmanı tarafından muayene edilmiştir. KBB muayenesi normal olan katılımcılara sırasıyla 226 Hz klasik timpanometri ve multifrekans timpanometri testleri uygulanmıştır. İmpedansmetrik taramada timpanogramı Tip A olan bireylere multifrekans timpanometri yapılmıştır. Tüm bireylerin değerlendirilmelerinde Grason Stadler (GSI) Tymptar Version 2 elektroakustik immitansmetre cihazı kullanılmıştır (GSI, Grason Stadler, ABD). Multifrekans Timpanometri testi iki etapta gerçekleştirilmiştir. İlk etapta sabit frekansta probe tone vererek +200 ile -400 daPa arasında basınç değiştirilerek standart timpanometri yapılmıştır. İkinci etapta basınç sabit düzeyde tutularak 250-2000 Hz frekans aralığında birbirini takip edecek şekilde 50 Hz aralıklarla uyaran verilerek orta kulak rezonans frekans değerleri bulunmuş ve tüm immitansmetrik değerlerin çıktıkları alınmıştır.

Rezonans Frekansı değerleri kontrol ve deney (çalışma grubu) bağımsız iki grup ve ayrıca sağ ve sol kulak bağımlı olmak üzere sürekli değişken olarak ölçülmüştür. Ölçümlerin Kolmogorov-Smirnov testine göre normal dağılıma sahip olduğu belirlenmiştir. Kontrol ve deney (çalışma grubu) arasındaki ortalama RF değerlerinin analizinde iki-bağımsız grup t-testi kullanılmıştır. Grup içerisinde sağ ve sol kulak ortalama RF değerlerinin karşılaştırılmasında ise iki-bağımlı grup t-testi kullanılmıştır. Test



değerlerine bağlı olan anlamlılık değerleri (p) SPSS 15.0 istatistik paket programı kullanılarak hesaplanmıştır.

İki ortalamanın farklılığının istatistiksel anlamlılığı için hesaplanan p değeri 0,05 düzeyi ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir (p<0,05).

BULGULAR

Çalışma grubu SP tanısı ile izlenen 30 kişiden, kontrol grubu tamamen sağlıklı 30 kişiden oluşmuştur. Çalışma grubunda 13 kız 17 erkek, kontrol grubunda 12 erkek 18 kız bulunmaktadır. Çalışma grubunun yaş ortalaması 8,20 iken kontrol grubunda 7,56 olarak tespit edilmiştir. İki grup arasında cinsiyet ve yaş yönünden anlamlı bir fark elde edilmemiştir. Çalışma grubundaki bireylerin sağ kulak RF ortalaması 981±369 Hz, sol kulak ortalaması 1099±398 Hz olarak bulunmuştur. Bu karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (p=0,198, p>0,05) (Tablo 1).

Kontrol grubunun sağ kulak RF ortalaması 1080±328, sol kulak RF ortalaması 1190±296 olarak bulunmuştur. Bu

karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (p=0,117 p>0,05) (Tablo 2).

Çalışma ve kontrol gruplarının sağ kulak RF değerleri ortalamaları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (p>0,05) (Tablo 3).

Çalışma ve kontrol gruplarının sol kulak RF değerleri ortalamaları karşılaştırıldığında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (p>0,05) (Tablo 4).

Kontrol grubunda bulunan bireylerin RF ortalamaları çalışma grubundaki bireylerin sağ kulak RF değeri ve sol kulak RF değeri ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (p>0,05) (Tablo 5).

Çalışma grubunun ortalama RF değerleri ile kontrol grubunun ortalama RF değerleri karşılaştırıldığında da istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmemiştir (p>0,05) (Tablo 6).

Tablo 1: Çalışma Grubu Sağ ve Sol Kulak RF Değerleri

		Ortalama	N	Standart sapma	Standart hata	Test	p değeri
Çalışma Grubu	SAĞ RF	981,00	30	369,037	67,376	t=-1,318	0,198
	SOL RF	1099,00	30	398,214	72,703		

Tablo 2: Kontrol Grubu Sağ ve Sol Kulak RF Değerleri

		Ortalama	N	Standart sapma	Standart hata	Test	p değeri
Kontrol Grubu	SAĞ RF	1080,00	30	328,685	60,009	t=-1,618	0,117
	SOL RF	1190,00	30	296,647	54,160		



Tablo 3: Kontrol ve Çalışma Gruplarının Sağ Kulak RF Değeri Karşılaştırılması

		N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Test	p değeri
SAĞ RF	KONTROL	30	1080,00	328,685	60,009	t=1,097	0,277
	ÇALIŞMA	30	981,00	369,037	67,376		

Tablo 4: Kontrol ve Çalışma Gruplarının Sol Kulak RF Değeri Karşılaştırılması

		N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Test	p değeri
SOL RF	KONTROL	30	1190,00	296,647	54,160	t=1,004	0,320
	ÇALIŞMA	30	1099,00	398,214	72,703		

Tablo 5: Kontrol Grubunun Ortalama RF Değerlerinin Çalışma Grubunun Sağ ve Sol Kulak RF Değerleri ile Karşılaştırılması

	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Test	p değeri
Kontrol ortalama Çalışma sağ	30	1135,00	251,683	45,951	t=1,888	0,064
	30	981,00	369,037	67,376		
Kontrol ortalama Çalışma sol	30	1135,00	251,683	45,951	t=0,419	0,677
	30	1099,00	398,214	72,703		

Tablo 6: Kontrol ve Çalışma Grubu Ortalama RF Değerlerinin Karşılaştırılması

	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Test	P değeri
Kontrol grubu	30	1135,00	251,683	45,951	t=1,341	0,185
Çalışma grubu	30	1040,00	295,410	53,934		



TARTIŞMA

SP tanısı, primitif reflekslerin persistansı, motor gelişim geriliği ve anormal postural reaksiyonlar gibi klinik bulguların kombinasyonu ile konur⁹. SP'li hastalarda anormal postür ile birlikte kalıcı ancak ilerleyici olmayan motor fonksiyon bozukluğu gözlenir. Bu motor fonksiyon bozukluğu sıklıkla fetal ya da bebeklik döneminde ortaya çıkar ve fonksiyonel yetenek ve aktivitelerde kısıtlılığa neden olur. Motor gelişim bozukluklarına sıklıkla sekonder kas-iskelet sistemi problemleri, epilepsi, algısal, bilişsel, davranışsal problemler ve iletişim problemleri eklenir. SP'li hastalarda %10-20 civarında işitme problemleri gözlenirken, %40-50 hastada ise afazi, disartri gibi dil ve konuşma bozuklukları ortaya çıkmaktadır¹⁰.

Timpanometrik ölçüm orta kulak sisteminin çevresel basınç değişikliklerine karşı verdiği tepkiyi gösterir. Temel odyolojik değerlendirmede sık olarak kullanılan önemli bir bileşendir. İletkenlik olarak Türkçe'ye çevrilen akustik immitans akustik admitans (geçirgenlik) ve akustik empedans (direnc) kavramlarının her ikisini de kapsamaktadır¹¹.

Timpanometrik ölçüm için en sık düşük frekans (226 Hz ya da 678 Hz) probe tonlu timpanometreler kullanılmaktadır. Fakat bu standart timpanometreler özellikle orta kulağın kütleli etkisini artıran patolojilerde ayırıcı tanı koymakta çok hassas değildirler. Bu yüzden daha geniş bir frekans aralığı olan 226Hz-2000Hz de ölçüm yapabilen multifrekans timpanometreler tercih edilmektedir. MFT, admittans ve admittansı belirleyen unsurlar hakkında ayrıntılı bilgi veren bir testtir. Admittans ve unsurlarını belirleyen değişkenler sertlik, kütle ve sürtünmedir. Sertlik, admittansın sertlik suseptansını, kütle ise admittansın diğer unsuru olan kütle suseptansını belirler. Rezonans frekansta total suseptans 0'dır. RF değerinin yüksek olması sistemin sertlik etkisinde olduğunu gösterirken düşük olması ise sistemin kütle etkisinde olduğunu gösterir¹².

Bir başka değişle, orta kulak iletim sistemi, kütle ve sertliği (orta kulak hava hacmi ve basıncı, orta kulak kaslarının tonusu ve

koklea'nın mekanik immittansı) içerir. Kütle ve sertlik dengesindeki değişiklikler RF değerinde de değişikliklere neden olur. Sertlik etkisinin artması RF değerinde artışa neden olurken, kütle etkisinin artması ise RF değerinin azalmasına yol açar¹³.

Kütle etkisi altındaki orta kulak patolojilerine kolesteatom ve kemikçik zincir ayrılması örnek olarak gösterilebilir. Otoskleroz ve timpanoskleroz ise sertlik etkisi altındaki kulaklara örnek olarak verilebilir.

Multifrekans timpanometrinin orta kulak ve iç kulağı ilgilendiren pek çok patolojik durum dışında fizyolojik durumlarda da değişiklik gösterdiğine dair bulgular literatürde mevcuttur. Sözen ve ark. vücut kütle indeksi arttıkça RF değerinin düştüğünü göstermişlerdir¹⁴. Shahnaz ve ark. ise Çinli ve Kafkas ırkından olan bireylerin RF değerlerini karşılaştırdıklarında Çinlilerin RF değerlerinin daha yüksek olduğunu bulmuşlardır¹⁵. Yapılan bir çalışmada ise gebe kadınların benzer yaşta ki gebe olmayan kadınlara göre daha düşük RF değerlerine sahip oldukları ortaya konmuştur¹⁶. Normal bireylerdeki bu farklılıklar yaş, orta kulak ve dış kulak yolu yapılarındaki kalıtsal değişiklikler, endolenfatik sıvı değişiklikleri, orta kulak mukozasının kemikçiklerin ve ligamentlerin durumundaki fizyolojik değişikliklerle açıklanmıştır.

İç kulağı etkileyen Meniere hastalığı ve geniş vestibuler akuadukt gibi patolojilerin de orta kulak iletim sistemini etkileyerek MFT parametrelerinde değişikliklere neden olabileceği belirtilmektedir^{17,18}. Geniş vestibuler akuaduktta endolenfatik kese ve kanaldaki hacim arttıkça RF değerinde düşme gözlemlendiği ortaya konmuştur¹⁷. Meniere hastalığı ile ilgili yapılan çalışmalarda ise tartışmalı sonuçlar elde edilmiştir. Sugawara ve ark. Meniere hastalığı olanlarda RF değerlerini daha düşük bulurken Ishizi ve ark. ise normal bireylere göre anlamlı bir değişiklik olmadığını bildirmişlerdir^{17,19}. Yapılan bir çalışmada da temporomandibuler eklem hastalığı olan bireylerde, hastalık tarafından elde edilen RF değerlerinin karşı kulaktan elde edilen RF değerlerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır²⁰.



Elde edilen tüm bu sonuçlar bize klasik timpanometri ile fark edilemeyen orta kulak biyomekanik özelliklerindeki değişikliklerin MFT ile tespit edilebileceğini göstermektedir.

Literatürde SP'li hastaların otolojik ve odyolojik özellikleri ile ilgili oldukça kısıtlı sayıda çalışma vardır. 1980 yılında Haberfellner ve Welzl-Müller tarafından 61 SP'li kişinin timpanometri ile orta kulak basınçları ölçülmüştür. Çalışmada Valsalva ve Politzer manevralarının ardından timpanometri yapılmış SP ve sensorimotor bozukluğun şiddeti ile negatif orta kulak basıncı arasında bir bağlantı bulunamamıştır²¹. Weir ve ark. ise 940 SP'li hastayı, hasta kayıtları üzerinden geriye dönük olarak incelediklerinde hastaların %39'unda işitme ile ilgili problemler olduğunu tespit etmişlerdir. İşitme problemi olan hastalarında %36'sında (131 hasta) etyolojiden östaki disfonksiyonuna bağlı kronik seröz otitis media sorumlu tutulmuştur²². Bu çalışma bize SP'li hasta popülasyonunda östaki disfonksiyonunun tespitinin ne kadar önemli olduğuna işaret etmektedir.

Biz yaptığımız bu çalışma ile özellikle orta kulak patolojilerinin ayırıcı tanısında klasik timpanometriye göre daha değerli bilgiler veren ve effüzyonlu otitis media, otoskleroz, kemikçik zincir kopukluğu gibi belirli orta kulak patolojilerinde güvenilirliği kabul edilmiş olan MFT'nin otolojik muayenesi normal ve işitme kaybı olmayan SP'li hasta grubunda olası östaki tüpü disfonksiyonuna bağlı değişiklik yapıp yapmadığını ortaya koymaya çalıştık. Çalışmamızda SP'li ve sağlıklı gönüllü bireyler arasında RF değerleri açısından anlamlı fark elde edilememiştir.

SONUÇ

SP çocukların motor fonksiyonlarındaki azalma sonucu yutma fonksiyonlarında değişiklikler oluşabilir. Bu değişikliklerin de östaki fonksiyonlarını etkilemesi olasıdır. Bu durum da orta kulak rezonans frekansında değişikliklere neden olabilir. Çalışmamızda her ne kadar SP'li hasta popülasyonunda kontrol grubuna göre daha düşük RF değerleri elde edilmiş olsa da aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu durum da bize RF'in SP'li hasta popülasyonunda da otoskleroz ve

effüzyonlu otit gibi RF değerlerinde belirgin değişiklik yaptığı bilinen hastalıkların ayırıcı tanısı için kullanılabileceğine işaret etmektedir. Bununla birlikte hasta grubumuzun yutma fonksiyonlarının ve SP alt tiplerinin ortaya konmaması nedeniyle bu tezin desteklenmesi için SP'nin belli alt gruplarında RF değerlerinin değerlendirildiği daha kapsamlı çalışmalara gerek vardır.

KAYNAKLAR

1. Blair E, Watson L. Epidemiology of cerebral palsy. *Semin Fetal Neonatal Med* 2006;11(2):117-25.
2. Oskoui M, Coutinho F, Dykeman J, Jette N, Pringsheim T. An update on the prevalence of cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Dev Med Child Neurol* 2013; 55:509-19.
3. Çelik S. Türk toplumunda serebral palsili ergenlerde cp-qol teen ölçeğinin geçerlilik-güvenilirlik değerlendirilmesi, Uzmanlık Tezi, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, İzmir, 2012
4. Wiley TL, Stoppenbach DT. Basic principles of acoustic immittance measures. In: Katz J, ed. *Handbook of Clinical Audiology*. 5th ed. Maryland: Williams & Wilkins; 2002. p.159-175.
5. Holte L. Aging effects in multifrequency tympanometry, *Ear Hear*. 1996 Feb;17(1):12-8.
6. Iacovou E, Vlastarakos PV, Ferekidis E, Nikolopoulos TP. Multi-frequency tympanometry: clinical applications for the assessment of the middle ear status. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2013 Jul;65(3):283-7.
7. Ferekidis E, Vlachou S, Douniadakis D, Apostolopoulos N, Adamopoulos G. Multiple-frequency tympanometry in children with acute otitis media. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1999 Dec;121(6):797-801.
8. Cans C. Surveillance Of Cerebral Palsy in Europe (SCEP): A Collaboration Of Cerebral Palsy Surveys And Registers. *Dev Med Child Neurol*, 2000; 42: 816?24.
9. Granild-Jensen JB, Rackauskaite G, Flachs EM, Uldall P. Predictors for early diagnosis of cerebral palsy from national registry data. *Dev Med Child Neurol*. 2015 Oct;57(10):931-5.
10. Patterson MC. Evaluation and diagnosis of cerebral palsy. Bridgemohan C, ed. Wolters Kluwer: 2017 UpToDate. Available at: <https://www.uptodate.com/contents/evaluation-and-diagnosis-of-cerebral-palsy>. (Erişim tarihi: 10/04/2017).
11. Ögüt F. Multifrekansiyel timpanometri ölçümlerinin otosklerotik ve normal kulaklarda karşılaştırılması. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, İzmir, 2006.
12. Stach B. The audiologist's assessment tools: Immittance measures. *Clinical Audiology: An Introduction*. 2nd ed. New York: Delmar; 2010. p.313-31.



13. Shanks J, Shelton C. Basic principles and clinical applications of tympanometry. *Otolaryngol Clin North Am* 1991; 24: 299-328.
14. Sözen M, Öz I, Erbek S. Effect of Body Mass Index on Middle Ear Resonance Frequency. *J Int Adv Otol.* 2018 Aug;14(2):208-210.
15. Shahnaz N, Davies D. Standard and multifrequency tympanometric norms for caucasian and chinese young adults. *Ear Hear* 2006; 27: 75-90.
16. Dag EK, Gulumser C, Erbek S. Decrease in middle ear resonance frequency during pregnancy. *Audiol Res* 2016; 6: 147-9.
17. Sato E, Nakashima T, Lilly DJ, Fausti SA, Ueda H, Misawa H, Uchida Y, Furuhashi A, Asahi K, Naganawa S. Tympanometric findings in patients with enlarged vestibular aqueducts. *Laryngoscope.* 2002 Sep;112(9):1642-6.
18. Ishizu K, Tamae A, Kubo K, Yoshida T, Matsumoto N, Yasui T, Nakagawa T. Diagnosis and following up of Ménière's disease using multifrequency tympanometry Cut-off values and temporal changes in measurements. *Auris Nasus Larynx.* 2018 Feb;45(1):81-87.
19. Sugawara K, Iwasaki S, Fujimoto C, Kinoshita M, Inoue A, Egami N, Ushio M, Chihara Y, Yamasoba T. Diagnostic usefulness of multifrequency tympanometry for Meniere's disease. *Audiol Neurootol* 2013;18(3):152?60.
20. Riga M, Xenellis J, Peraki E, Ferekidou E, Korres S. Aural symptoms in patients with temporomandibular joint disorders: multiple frequency tympanometry provides objective evidence of changes in middle ear impedance. *Otol Neurotol.* 2010 Dec;31(9):1359-64.
21. Haberkellner H, Welzl-Müller G. *Padiatrie und Padologie* [01 Jan 1980, 15(2):121-129].
22. Weir FW, Hatch JL, McRackan TR, Wallace SA, Meyer TA. Hearing Loss in Pediatric Patients With Cerebral Palsy. *Otol Neurotol.* 2018 Jan;39(1):59-64.