

Tone-burst uyarılı işitsel beyin sapı yanıtları ile işitsel uyarılmış durgun durum yanıtlarının karşılaştırılması

Eyyüp Diyar DOĞAN¹, Mustafa Bülent ŞERBETÇİOĞLU²

¹İstanbul Aydın Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji Anabilim Dalı, İstanbul
²İstanbul Medipol Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji Anabilim Dalı, İstanbul

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada, normal işiten bireylerde tone-burst işitsel beyinsapı cevabı (İBC) (Auditory Brainstem Responses –ABR) ile işitsel uyarılmış durgun durum (Auditory Evoked Steady State Response –ASSR) sonuçlarını karşılaştırdık.

Gereç ve Yöntemler: Bu çalışma, İstanbul Medipol Üniversitesi'nde okuyan 18–25 yaş arası normal işitmeye sahip 14 kadın ve 16 erkek olmak üzere 30 birey üzerinde yapılmıştır. Çalışmaya katılan kişilere akustik immittansmetri ve saf ses odyometrisi yapılmış, daha sonra tone-burst ABR yapılarak 500–4000 Hz'arası frekans işitme eşikleri tespit edilmiştir ve ASSR uygulanmıştır.

Bulgular: Tone-burst ABR ve ASSR eşikleri arasında yüksek frekanslarda iyi bir korelasyon gözlemlendi. Spearman korelasyon katsayıları 4000 Hz sağ ve sol kulak için sırasıyla 0,125; 0,70, 2000 Hz sağ ve sol kulak için sırasıyla 0,92 ve 0,629 olarak bulundu ($p>0,05$). Bin ve 500 Hz'lerde her iki kulak için Spearman korelasyon katsayıları 0,0 olarak bulundu ($p<0,05$). Test olasılık değeri $p<0,05$ olduğundan dolayı 500 ve 1000 Hz'lerde iki test arası istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlenmiştir.

Sonuç: Tone-burst ABR testinde elde edilen cevapların yorumlanması ve V. dalganın tespiti klinisyenin değerlendirmesine dayanmaktadır. İşitsel uyarılmış durgun durum testinde ise, elde edilen cevapların değerlendirilmesi subjektif yorumlama olmadan yapılmaktadır. Yapmış olduğumuz çalışmada ASSR eşiklerinin tone-burst ABR eşikleri ile bir birine yakın sonuçlar vermesi ve test süresinin kısa olmasından dolayı, ASSR testinin işitme eşiklerini belirlemede özellikle yüksek frekans bölgesinde güvenilir olarak kullanılabilir bir test olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: ASSR (işitsel uyarılmış durgun durum cevabı), saf ses odyometrisi, işitsel beyinsapı cevabı, tone-burst ABR, frekans

ABSTRACT

A comparison of the results measured by auditory steady state responses and using frequency-specific evoked auditory brainstem response

Objective: In this study, we aimed to compare the results of tone-burst ABR with ASSR in normal hearing individuals.

Material and Methods: Thirty (14 females and 16 males) normal-hearing students between the age of 18 and 25 from Istanbul Medipol University participated in this study. The acoustic immittansmetry and pure voice audiometry tests were performed on the participants. Then, frequency hearing thresholds between 500–4000 Hz of participants were identified by conducting a tone-burst ABR, and ASSR was carried out.

Results: The results indicated that there was no statistically significant difference between the Tone-burst ABR and ASSR in the higher thresholds (4000 to 2000 Hz); however when we look at the lower thresholds (1000 to 500 Hz) there was a statistically significant difference between the tone-burst ABR and ASSR. The Spearman correlation coefficients for 4000 Hz in both right and left ear were found 0.125 and 0.70 ($p>0.05$), respectively; the Spearman correlation coefficients for 2000 Hz in both right and left ear were found 0.92 and 0.692 ($p>0.05$), respectively. The Spearman correlation coefficients for 1000 and 500 Hz in both ears were found 0.0 ($p<0.05$).

Conclusion: Interpreting the results obtained from the tone-burst ABR test and the identifying V. Wave are based on the clinicians' assessments. In ASSR, however, interpreting the results obtained from ASSR are not based on the subjective assessments of the clinicians. This study showed that ASSR provides reliable threshold assessments especially when it is used in the higher frequency areas since it produced similar results with tone-burst ABR along with its short test duration.

Keywords: auditory evoked steady state response (ASSR), pure tone audiometry (PTA), tone-burst, auditory brainstem responses, frequency

Cite this article as: Doğan, E.D., Şerbetçioğlu, M.B., (2023). Tone-burst uyarılı işitsel beyin sapı yanıtları ile işitsel uyarılmış durgun durum yanıtlarının karşılaştırılması. Turk J Audiol Hearing Res 2023;6(1):8-13

GİRİŞ

İnsan kendini yönlendirmesi, değişen ve gelişen ihtiyaçlarını karşılamak için çevredeki uyarıları eleterek ve düzenleyerek bunu paylaşma çabasına iletişim denir. Konuşarak anlaşma yolu insanlar arasındaki iletişim yolları içinde en önemlisi ve en çok kullanılanıdır. Konuşarak iletişim kurmak canlılar arasındaki

insanları diğer canlılardan ayırt eden önemli özelliklerdendir. Öğrenilmiş bir davranış olan konuşmada en önemli unsur işitmedir. İşitme kaybı, derecesi ne olursa olsun bireyin konuşmayı ve dili öğrenmesini etkileyebilir. Bu sebepten dolayı da kişide sosyal ve duygusal bir takım sorunları da beraberinde

oluşturabilir. İşitme kaybının temelinde yatan nedenin erkenden ve en güvenilir şekilde ortaya konulması, hastanın tedavisini hızlandırıp, önemli ölçüde yarar sağlayacaktır.

Kooperasyon kurulabilen kişilerde işitme eşiklerinin saptanmasında en hassas metot olarak, standart odyolojik testler dediğimiz davranış odyometri günümüzde en geçerli muayene yöntemi olarak kullanılmaktadır. Ancak bu yöntem kooperasyon kurulamayan kişilerde kullanılmaz ve alternatif muayene metotlarına ihtiyaç vardır. Objektif esaslar dayan testler arasında işitsel beyinsapı cevabı İBC (Auditory Brainstem Responses – ABR) diğer objektif testlere göre daha kullanışlı ve güvenilir olmasından dolayı ABR, davranış odyometri yönteminin en kuvvetli alternatifini oluşturmaktadır (Kısat, Yetişer ve Muş, 1998).

İşitsel beyinsapı cevabı (ABR), odyolojik ve nörolojik tanıda kullanılan elektrofizyolojik bir yöntemdir. Hastanın katılımını gerektirmeyen objektif ve invaziv olmayan bir testtir. Yenidoğan taramasında, infantların ve test edilmesinde güçlük çekilen yetişkinlerin değerlendirilmesinde, koklear ve retrokoklear patolojilerin ayırıcı tanısında kullanılmaktadır (Hall, 2006).

İşitsel beyinsapı cevabı akustik uyarının verilmesinden sonraki ilk 10 ms'lik süre içinde gözlenen uyarılmış işitsel davranımlardır. İşitsel beyinsapı cevabı (İBC) ölçümünde uyarın tipi olarak klik, chirp veya tonal uyarınlar kullanılabilir. Tonal uyarın frekansa özgüdür ve uyarın olarak kullanılan frekanslardaki işitme ile ilgili bilgi verir. Tonal ABR, özellikle infant ve çocuklarda saf ses işitme eşiklerinin belirlenmesinde kullanılan bir tekniktir (Gorga, Johnson, Kaminski, Beauchaine, Garner ve Neely, 2006; Stapells, 2000). Fakat yapılan bazı çalışmalar, ton uyarının seçilen frekansın altındaki ve üstündeki frekanslarda da enerjiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Kokleanın anatomik yapısından dolayı, alçak frekansların kokleanın bazal bölgesini de harekete geçirdiği düşünülmektedir. Bu problemler Tone-burst uyarınların frekansa özellikli cevabını azaltmaktadır.

Frekansa özgü eşik elde etmek için kullanılan bir diğer test olan İşitsel Uyarılmış Durgun Durum Yanıtları (ASSR) testi de eşik tayininde kullanılmaktadır. ASSR, tekrarlayan uyarınlar serisi ile kulağın uyarılması sonucu oluşan potansiyellerdir (Beck, Speidel ve Petrak, 2007; Komazec, Lemajic-Komazec, Jovic, Nadj, Jovancević ve Savović, 2010; Ahn, Lee, Kim, Yoon ve Chung, 2007). İşitsel uyarılmış durgun durum testinde hedef, işitme kaybı ve işitsel rehabilitasyon için tahmini eşiklerin belirlenip odyogram oluşturulmasıdır. İşitsel uyarılmış durgun durum testi her iki kulak için aynı anda dört farklı frekansta test imkânı sunmaktadır. İşitsel uyarılmış durgun durum testi İBC'ye göre daha kısa bir sürede eşik öngörümü sağlarken test süresinin de kısalmasına katkıda bulunmaktadır (Beck ve ark., 2007; Lin, Ho ve Wu, 2009; Mühler, Mentzel ve Verhey, 2012). Johnson ve Brown (2005) ASSR ve İBC eşiklerini saf ses işitme eşikleri ile karşılaştırdıkları çalışmalarında; normal işitmeye sahip bireylerde ASSR testine kıyasla, İBC ile saf ses işitme eşikleri arasında

daha güçlü korelasyon elde etmişlerdir. İşitsel uyarılmış durgun durum ve saf ses işitme eşikleri arasında; alçak frekanslarda düşük, yüksek frekanslarda güçlü korelasyon tespit etmişlerdir (Johnson ve Brown, 2005). Yapılan bazı çalışmalarda tone-burst ABR eşik düzeylerinin yetişkin ve pediatrik gruplarda işitmenin tipi ve derecesini yansıtılabildiği görülmüştür. Çalışmalar normal işiten ve sensorinöral işitme kayıplı vakalarda yapılmıştır (Cone-Wesson, Dowell, Tomlin, Rance ve Ming, 2002; Rance ve Tomlin, 2006). Yapılan çalışmalarda ASSR eşik seviyelerinin yetişkin ve pediatrik gruplarda işitmenin tipi ve derecesini yansıtılabildiği görülmüştür. Çalışmalar normal işitmeye sahip bireylerde ve sensorinöral işitme kayıplı vakalarda yapılmıştır (Ahn ve ark., 2007; Cone-Wesson ve ark., 2002). İşitsel uyarılmış durgun durum ve davranım eşikleri arasında yüksek korelasyon gözlenmiştir (Dimitrijevic ve ark., 2002; Luts, Desloovere, Kumar, Vandermeersch ve Wouters, 2004; Rance, Roper, Symons, Moody, Poullis, Dourlay ve Kelly, 2005). İşitsel uyarılmış durgun durum ve tone-burst işitsel beyinsapı cevabı arasındaki ilişkiyi gözlemek amacıyla karşılaştırmaya dayalı çalışmalarda yapılmıştır (Stueve ve O'Rourke, 2003; Vander Werff, Brown, Gienapp ve Schmidt Clay, 2002).

Bu çalışmada, tone-burst ABR ile ASSR testleri arasındaki uyumu ortaya koymak amacıyla normal işitmeye sahip bireylerde elde edilen sonuçları karşılaştırdık.

YÖNTEM VE GEREÇLER

Bireyler

Bu çalışmada Medipol Üniversitesi Odyoloji bölümü 2. sınıf öğrencileri çalışma kapsamına alınmıştır. 18–25 yaş arası normal işitmeye sahip 30 birey her iki kulakta değerlendirilmiştir. Çalışmaya alınan tüm bireylere çalışmanın amaçları ve uygulamalar hakkında bilgilendirme yapılmış ve onam formu imzalatılmıştır.

Çalışmaya Dâhil Edilme Kriterleri:

- 18-25 yaş aralığında olmak
- Saf ses odyometri testinde işitme eşiklerinin normal değer aralığında (-10 dB ile 25 dB) olması
- Yapılan akustik immitansmetri incelemesinde Tip A timpanogram elde edilmesi
- Akustik refleks testinde cevap alınmış olması
- Çalışmadan Çıkarılma kriterleri:
- Konjenital anomali olması
- Nörolojik bozukluğun olması
- İşitme kaybı olması

“Tone-burst ve Klik Uyarılı İşitsel Beyin sapı Yanıtları ile İşitsel Uyarılmış Durgun Durum Yanıtlarının Karşılaştırılması” konulu bu çalışma İstanbul Medipol Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 13 /11/2019 tarihli, 964 karar numarası ile onaylanmıştır.

Çalışmamız İstanbul Medipol Mega Üniversite Hastanesinde 10.10.2019–10.03.2020 tarihleri arasında normal işitmeye sahip gönüllü katılımcılar üzerinde yapılmıştır. Çalışmaya 18–25 yaşları arasında gönüllü 14 kadın (ortalama 20,7) ve 16 erkek (ortalama 21,6) dâhil edilmiştir. Deneklerin her iki kulaklarında da ölçüm yapılmıştır. Araştırmaya katılan deneklerde otoskopik bakıda hastanın dış kulak ve kulak zarının normal olması ve 250–8000 Hz aralığında her bir frekans bandında saf ses eşiklerinin 25 dB HL ve altında olması (hava ve kemik yolu eşikleri arasında fark bulunmaması) kriterleri aranmıştır.

YÖNTEM

Saf ses işitme test ölçümleri Interacoustics-Clinical Audiometer AC40 cihazı ile Industrial Acoustic Company (IAC) standardındaki sessiz odalarda yapılmıştır. Hava yolu işitme düzeyleri 125 Hz ile 8000 Hz arasındaki frekanslarda TDH-39 Telephonic HB-7 kulaklık kullanılarak, kemik yolu işitme eşikleri 250 Hz ile 6000 Hz arasındaki frekanslarda Radioear B-71 kemik vibratörü kullanılarak saptanmıştır. Akustik immitansmetrik ölçümler, Interacoustic AA222 immitansmetri cihazı ile değerlendirilmiştir.

Testlerde hazırlık aşaması, en kısa sürede en çok bilgiyi elde etmede önemli faktörlerden biridir. Bu nedenle, teste başlanmadan önce bireylerin dosyaları oluşturulmalı, deri, elektrotların yerleşimi için hazırlanmalıdır. Elektrot ve insert kulaklıklar yerleştirilmeli bu işlem uygulanırken elektrik kablo ve kulaklık kablolarının birbirine temas etmemesi dikkate alınmıştır.

Tone-burst ABR ve ASSR testleri IAC (International Acoustic Company)'nin ses izolasyonlu özel test odalarında, normal oda sıcaklığında, loş ışıkta, sedye üzerinde ve sırt üstü yatar pozisyonda uygulandı. Artifakt dışlama sistemi uygulanarak bireylere doğal uykuda testler yapıldı. Bütün testler iki seansta tamamlandı. Test, bir katılımcı için ortalama üç saat sürmüştür. Ölçümlerde BioKLogic insert earphone kullanıldı. Uyarılmış potansiyellerin kaydı için Interacoustic Eclipse EP25 Diagnostik ABR kullanılmıştır. Yapılan testlerde elektrot yerleşimi, toprak elektrot altında (Fpz), pozitif hat alın üst kısmı vertex'de (Cz), negatif elektrotları mastoid'lerde (M1, M2) olacak şekilde belirlenmiştir. Cilt-elektrot impedanslarının 5 kOhm'un altında olmasına dikkat edilmiştir.

İşitsel beyinsapı ve ASSR kayıtları için, Interacoustic Eclipse EP25 Diagnostik ABR ve Interacoustic Eclipse ASSR sistemi kullanılmıştır.

Tone-burst ABR, 500, 1000, 2000, 4000 Hz'te uygulanmıştır. Tone-burst ABR testlerine 70 dB nHL şiddet düzeyinden başlanıp, 20 dB nHL şiddet düzeyine kadar 10 dB aralıklarla azaltılmıştır. İşitsel beyinsapı testlerinde, alterne polarite kullanılarak, yüksek frekans geçişli (*high pass*) 30 Hz, alçak frekans geçişli (*low pass*) 1500 Hz arasında filtrelenmiştir.

Analiz zamanı 22 msn ve uyarın tekrar sayısı 33,1 Hz olacak şekilde ayarlanmıştır. Ölçümler ipsilateral kayıt kullanılarak elde edilmiş ve buna göre değerlendirilmiştir. Her biri 2000 davranımlık en az iki trase elde edilerek davranımın tekrarlarına bilirliliği test edilmiş ve traseler analiz edilmiştir. Traseler, V. dalganın takibi ile değerlendirilmiştir.

Auditory Evoked Steady State Response Interacoustic Eclipse platformunda 90 Hz yetişkin uyku formu seçilmiştir. 500, 1000, 2000, 4000 Hz'te uygulanmaktadır. Auditory Evoked Steady State Response Interacoustic Eclipse sisteminde multipl frekans tekniğiyle her iki kulağa da eş zamanlı uyarın verilerek 0,5, 1, 2 ve 4 kHz'lerde ölçüm yapıldı. Çevirici (transducer) olarak "Biologic insert earphones" kullanıldı.

Auditory Evoked Steady State Response Interacoustic Eclipse sisteminde eşik belirlemede, uyarın tekrar sayısı değil, belirlenmiş bir zaman diliminde (6–11 dk) cevabın olup olmaması dikkate alınır. Ölçüm sonrasında ASSR sonuçları bir odyogram üzerinde otomatik olarak gösterilmektedir. Eşik belirlemede, her bir frekans ve şiddet düzeylerine göre değişen bir düzeltme faktörü kullanılmıştır. Odyogram üzerindeki ASSR eşiklerini düzeltme faktörü uygulamadan veya uygulandıktan sonra görmek mümkündür.

Araştırma Etik Kurul Onayı

Bu araştırma, Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü tarafından incelenerek etik kurul onayı alınmıştır.

İstatiksel Yöntem

Kaydedilen veriler istatistiksel analizde kullanılmak amacıyla Microsoft Excel yazılımına aktarıldı. Yaptığımız çalışmanın veri analizi, "Statistical Package for Social Sciences" (IBM Sosyal Bilimlerde İstatistik Paket Programı (SPSS) versiyon 22.0, Chicago, IL, USA) istatistik programı kullanılarak yapıldı. Tanımlayıcı istatistik bilgilerde ortalama ve standart sapma (Ort \pm SS) verilmiştir.

Çalışmada aynı örneklem üzerinde iki değişken karşılaştırılacağından örneklem sayısı uzman görüşü dikkate alınarak 30 denek olarak yeterli görülmüştür. Toplanan veri sayısı 30 olduğundan normalliğine bakılmadan non-parametrik testler yapılmıştır. Çalışmada kaydedilen katılımcıların ASSR ve tone-burst ABR, ile elde edilen sonuçlar arasındaki ilişki Spearman korelasyon test analizi yöntemi ile incelenmiştir. Bireylerin testlerinden elde edilen sürelerin standart sapması alınarak, tone-burst'te V. dalganın ortalama süreleri tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarında istatistiksel anlamlılık düzeyi 0,05 olarak kabul edildi.

BULGULAR

Tone-burst uyarın kullanılarak yapılan ABR testlerinde normal işiten kişilere ait standart değerlerin elde edilmesini ve minimum şiddet düzeyinde elde edilen V. dalga eşiği ile ASSR

Tablo 1. Tone-burst uyarılı işitsel beyinsapı cevabı ile işitsel uyarılmış durgun durum cevabının karşılaştırılması

		Geçti (n)	%	Kaldı (n)	%	p
Sağ Kulak 4 kHz	Tone-burst ABR	24	80,0%	6	20,0%	0,125
	ASSR	29	96,7%	1	3,3%	
Sol Kulak 4 kHz	Tone-burst ABR	23	76,7%	7	23,3%	0,070
	ASSR	29	96,7%	1	3,3%	
Sağ kulak 2 kHz	Tone-burst ABR	18	60,0%	12	40,0%	0,092
	ASSR	25	83,3%	5	16,7%	
Sol kulak 2 kHz	Tone-burst ABR	17	56,7%	13	43,3%	0,629
	ASSR	20	66,7%	10	33,3%	
Sağ kulak 1 kHz	Tone-burst ABR	3	10%	27	90%	0,000*
	ASSR	30	100%	0	0%	
Sol kulak 1 kHz	Tone-burst ABR	8	26,7%	22	73,3%	0,000*
	ASSR	29	96,7%	1	3,3%	
Sağ kulak 0.5 kHz	Tone-burst ABR	3	10%	27	90%	0,000*
	ASSR	25	83,3%	5	16,7%	
Sol kulak 0.5 kHz	Tone-burst ABR	3	10%	27	90%	0,000*
	ASSR	20	66,7%	10	33,3%	

*p < 0,05, n: kişi sayısı, *İstatistiksel olarak anlamlı fark

testinin uyumunu değerlendirmek için yapılan bu çalışmada, her bir birey için V. dalga eşiği saptanmıştır. İşitsel beyinsapı testlerinde dalgalar, 70 dB nHL düzeyinde daha belirgin görülürken şiddet düzeyinin azalması ile dalga amplitüdlerinde düşüş ve latanslarda uzama görülmüştür.

Tone-Burst ABR ve ASSR eşikleri arasında yüksek frekanslarda istatistiksel olarak iyi bir korelasyon olduğu gözlemlendi. Toplam 30 bireyin 60 kulağında yapılan ölçümlerde tone-burst ABR testinde teste başlama şiddeti olarak 70 dB nHL seviyede başlanmıştır ve 20 dB nHL seviyesine kadar eşik aranmıştır. Bütün frekanslar için 20 dB nHL eşik seviyesi kabul edilmiştir bu eşik seviyesinde cevap alınan bireyler geçti olarak değerlendirmeye alınırken 20 nHL eşik seviyesinden cevap alınamayan bireylere ise kaldı olarak belirtilmiştir. Dalga morfolojisine bakıldığında, tone-burst 4000 Hz’te yüksek şiddet seviyesinde I, III ve V. Dalgalar gözlemlenirken, şiddet seviyesi düştükçe sadece V. dalganın gözlemlendiği görülmüştür. Beş yüz Hz’te bütün şiddet seviyelerinde sadece V. dalga gözlenmiştir. Beş yüz Hz’te, 4000 Hz’e nazaran latans değerleri daha uzun seyretmiştir. Şiddet düzeylerinin azalması ile dalga amplitüdlerinde azalma ve latanslar da uzama gözlenmiştir.

Normal İşiten Bireylerde Ton-Burst ABR ve ASSR Sonuçlarının Karşılaştırılması

Tone-burst ABR ve ASSR testi için eşik olarak kabul edilen 20 dB (birim: tone-burst ABR için dB nHL, ASSR için dB HL) şiddet seviyesine göre geçti ve kaldı olarak değerlendirmeye alınmıştır.

Tone-burst ABR ve ASSR eşikleri arasında yüksek frekanslarda iyi bir korelasyon gözlemlendi. Spearman korelasyon katsayıları 4000 Hz sağ ve sol kulak için sırasıyla 0,125; 0,70, 2000 Hz sağ ve sol kulak için sırasıyla 0,92; 0,629 olarak bulundu (p>0,05). Test olasılık değeri p>0,05 olduğundan dolayı 2000 ve 4000 Hz’lerde iki test arası istatistiksel olarak anlamlı fark

gözlenmemiştir. Bin ve 500 Hz’ler de her iki kulak için Spearman korelasyon katsayıları 0,0 olarak bulundu (p>0,05). Test olasılık değeri p<0,05 olduğundan dolayı 500 ve 1000 Hz’lerde iki test arası istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir (Tablo 1).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, normal işitmeye sahip bireylerde işitsel uyarılmış durgun durum cevabı (ASSR) testi ve tone-burst ABR testinin 20 dB eşik seviyesine göre geçti kaldı olarak sonuçları karşılaştırıldı.

Teste katılan bireylerin tone-burst ABR 500–4000 Hz arası eşikleri bulundu. Ardından ASSR testi yapıldı. Normal işitmeye sahip bireylere test yapıldığı için işitme eşiği seviyesi 20 dB olarak kabul edildi ve her iki test içinde 20 dB uyarın varlığını temel alınarak eşikler geçti ve kaldı olarak yorumlanmıştır. Tone-burst ABR 2000 Hz ve 4000 Hz uyarılarda elde edilen eşiklerin ASSR ile karşılaştırılmasında istatistiksel olarak iki test arası anlamlı fark bulunamamıştır fakat tone-burst 500 Hz ve 1000 Hz de 20 dB eşik seviyesi dikkate alınarak, ASSR eşikleri ile karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak iki test arası anlamlı fark bulunmuştur. Normal işitmeye sahip bireylerde yüksek frekanslı uyarılarda tone-burst ABR ve ASSR arasındaki farkların azaldığı ve testlerin bir birleriyle uyumluluğunun arttığı görülmüştür.

Tone-burst ABR veya ASSR testi: İşitme kaybı olan bireylerde, işitme testi yapılması gereken fakat kooperasyon sağlayamayan veya rutin olarak yapılan saf ses odyometre testini gerçekleştiremeyecek kadar küçük olan bireylerde bu iki test yöntemi kullanılarak frekansa özgü eşik belirlenebilmektedir.

Klasik test yöntemleriyle işitmesinin değerlendirilmesi mümkün olmayan grupların en başında infant ve küçük çocuklar

oluşturmaktadır. Doğumdan 48 aya kadar olan yaş grubundaki işitme kayıplı bireylerin rehabilitasyon sürecinde erken müdahale çok önemlidir. Özellikle bu süreçte ebeveynler, odyologlar ve çocuk doktorlarına büyük bir işi düşmektedir. Bu yaş aralığındaki bireyin işitsel fonksiyonlarının düzgün bir şekilde çalışması ve yeterli işitsel girdinin beyne iletilerek dil gelişiminin başarılı bir şekilde tamamlanması dikkat edilmesi gereken en önemli husustur. Normal gelişim gösteren bir bebekte işitme yollarının gelişimi ilk 4 ay içinde tamamlanır ve sonraki aylarda dil yeteneği gelişmeye başlar (Hood, 1998; Lins ve ark., 1996). Bu nedenle yenidoğan bireyde ilk altı ay içerisinde işitmenin doğru bir şekilde değerlendirilmesi ve işitme kaybı olan bireylerde ise uzmanlar ve odyologlar tarafından takibi oldukça önem arz eder. İşitme kaybı mevcut olan bireyler de özellikle çocuklar da işitme kaybının tipinin, derecesinin ve konfigürasyonunun belirlenmesi büyük önem taşır (Hofmann ve Wouters, 2010). Bu durumun sağlanabilmesi için işitme eşiklerinin frekansa özgü eşik bulunarak elde edilmesiyle sağlanabilir (Foster, Stevens ve Brennan, 2013).

Kosmider (1997), işitsel uyarılmış durgun durum cevapları testi ile yapmış olduğu çalışmada 500–4000 Hz arasında değişen taşıyıcı frekanslar 10–25 dB için tipik sonuç verdiğini gözlemlemiştir. Fakat normal işitme sınırlarında ve çok hafif derecede işitme kaybı olan kişiler için elde edilen bilgi zayıftır. Kosmider (1997), standart ABR ile ASSR'nin yüksek frekans aralığında uyumlu sonuçlar verdiği ancak standart ABR'nin 500–1000 Hz'ler de eşik bulmada yetersiz kaldığını tespit etmişlerdir. Elde ettiğimiz bulgular doğrultusunda ASSR ve tone-burst ABR testlerinde elde edilen eşikler karşılaştırıldığında yüksek frekans korelasyonunun çok iyi derecede olduğu tespit edilmiştir.

Johnson ve Brown (2005), işitme kayıplı yetişkinlerde tone-burst 500; 1000 ve 2000 Hz'lerde ABR eşikleriyle ASSR eşiklerini karşılaştırmış, ve çok iyi derecede korelasyon elde ettiklerini bildirmişlerdir. Aoyagi ve ark.'nın, 3–15 yaş arasındaki 125 çocuk üzerinde yaptığı çalışmada; 1000 Hz'te ASSR, tone-burst ABR ve davranış odyometrisi eşiklerini karşılaştırmışlar, ASSR eşikleriyle davranışsal eşikler arasındaki korelasyonu, tone-burst ABR ile davranışsal eşikler arasındaki korelasyondan yüksek bulmuşlardır, (Aoyagi, Kiren, Furuse, Fuse, Suzuki, Yokota ve Koike, 1994). Çalışmamız da tone-burst 1000 Hz ABR ile ASSR eşikleri korelasyonu düşük düzeyde bulunmuştur çünkü tone-burst ABR testinde alçak frekanslarda hedeflenen eşik seviyesi (20 dB nHL'nin) üzerinde bulunmuştur. Bu durumda tone-burst ABR yapılan bireylerde özellikle alçak frekans eşik belirlerken belirli düzeltme katsayısı eklenmesi gerektiği önerilmektedir.

Perez-Abalo ve ark., 2001 yılında normal işitmeye sahip bireylerde yaptıkları testte çoklu frekans ölçümü kullanmışlar ve normal işitenlerde davranım eşikleri ile ASSR eşikleri arasında 10–30 dB arasında farklar bulmuşlardır. Aynı çalışmada ASSR 500 Hz eşiklerini, gerçek eşğin üzerinde bulmuşlardır. Bu farkın nedenini, alçak frekanslardaki çevre gürültüsünün maskeleye

etkisi ile açıklamışlardır. Çalışmamızda ASSR 500 Hz 20 dB'de eşik diğer frekanslara göre daha az oranda cevap alınmıştır.

Erken teşhis ile rehabilitasyona yönlendirilen işitme kayıplı çocuklarda, yapılmış olan işitme testinde kokleanın işitmeye duyarlı alanlarının frekansa spesifik ölçümü doğru bir şekilde belirlenmelidir. Frekansa spesifik işitme eşikleri, tone-burst ABR ile elde edilebildiği gibi ASSR ile de elde edilebilmektedir. Fakat tone-burst ABR dalga formu morfolojisinin yorumlanması ve eşiklerin elde edilmesi zaman aldığından ve klinisyenin tecrübesizliği testin klinikte rutin kullanımını kısıtlamaktadır. Bunun yerine yaygın olarak kullanılan klik ABR ise frekansa spesifik cevaplar vermemektedir. Bu nedenlerden dolayı ASSR ile elde edilen cevapların yorumlanması ABR testine göre daha objektiftir.

Yapmış olduğumuz çalışmada, normal işitmeye sahip 18–25 yaş aralığındaki bireylerin işitme eşığı değerlendirilmesinde, tone-burst ABR ve ASSR 2000–4000 HZ eşikleri karşılaştırıldığında korelasyonu güçlüdür. Tone-burst ABR ve ASSR 500–1000 Hz eşikleri karşılaştırıldığında ise korelasyonu zayıftır fakat ASSR testinin normal işitme eşğine göre benzerliği daha anlamlıdır. Elde edilen verilere göre ASSR testi işitmenin değerlendirilmesinde objektif bir test olarak kullanılabilir. Fakat normal işitmeye sahip bireylerde bilateral olmak üzere aynı anda ve çoklu frekans ASSR uygulandığında yapmış olduğumuz test özellikle 500 Hz'de diğer frekanslara göre anlamlı fark gözlemediği unutulmamalıdır. Sayar (2007), Normal işitenlerde ASSR eşikleri ve davranım eşikleri ile yapmış olduğu çalışmada, ASSR 500 Hz'de klinik uygulamalarda göz önüne alınması gerektiğini belirtmiştir.

Normal işiten bireylerde tone-burst ABR testinin ASSR testine göre 500 Hz ve 1000 Hz frekansında düşük güvenilirlikte, 2000 Hz ve 4000 Hz frekansında ise oldukça güvenilir sonuçlar verdiği istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bu sonuçlar, normal işiten bireylerde 500–1000 Hz frekanslarında tone-burst ABR testinin yanıltıcı sonuçlar verebileceğini göstermektedir. Bu nedenden dolayı düzeltme faktörleri uygulanabilir. İki bin ve 4000 Hz frekanslarında tone-burst ABR eşiklerine güvenilebilir ve bulunan eşikler yaklaşık normal değerlerdedir.

Frekanslara göre işitme eşikleri, tone-burst ABR ile elde edilebildiği gibi ASSR ile de elde edilebilmektedir. İşitsel uyarılmış durgun durum ile elde edilen cevapların yorumlanması ABR testine göre daha objektiftir. Yapılan birçok çalışmada, İBC ile elde edilemeyen eşiklerin işitsel durgun durum cevabı ile elde edilebildiği bildirilmektedir (Rance ve Tomlin, 2006; Swanepoel, Hugo ve Roode, 2004).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde çalışmamız literatürde yer alan benzer çalışmalarla paralel nitelikte olduğu gözlenmiştir. Katılımcı sayısı artırılarak testin güvenilirliği desteklenebilir. Farklı işitme eşiklerine sahip bireylerde özellikle pediatrik grupta tone-burst ABR testi esnasında huzursuzlanmaları ve uyanmaları

testin yarıda kalmasına neden olmaktadır. Bu sebepten testin kısa bir sürede yapılması önemlidir. Çalışmamızda normal işiten bireylerde ASSR eşiklerinin, tone-burst ABR eşikleriyle benzerlik gösterdiği ve çoklu frekans uygulamasıyla testin daha kıstada tamamlanması, ASSR testinin işitme eşiklerini belirlemede güvenilir olarak kullanılabilir bir test olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Ahn, J. H., Lee, H.-S., Kim, Y.-J., Yoon, T. H., & Chung, J. W. (2007). Comparing pure-tone audiometry and auditory steady state response for the measurement of hearing loss. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 136(6), 966–971. [CrossRef]
- Aoyagi, M., Kiren, T., Furuse, H., Fuse, T., Suzuki, Y., Yokota, M., & Koike, Y. (1994). Effects of aging on amplitude-modulation following response. *Acta Otolaryngol*, 511(Suppl), 15–22. [CrossRef]
- Beck, D. L., Speidel, D. P., & Petrak, M. (2007). Auditory steady-state response (ASSR): a beginner's guide. *Hear Rev*, 14(12), 34–37. <https://hearingreview.com/hearing-products/accessories/components/auditory-steady-state-response-assr-a-beginners-guide>
- Cone-Wesson, B., Dowell, R. C., Tomlin, D., Rance, G., & Ming, W. J. (2002). The auditory steady-state response: comparisons with the auditory brainstem response. *J Am Acad Audiol*, 13(4), 173–187. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12025894/>
- Dimitrijevic, A., John, S. M., Van Roon, P., Purcell, D. W., Adamonis, J., Ostroff, J., ..., & Picton, T. W. (2002). Estimating the audiogram using multiple auditory steady-state responses. *J Am Acad Audiol*, 13(04), 205–224. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12025896/>
- Foster, M., Stevens, J., & Brennan, S. (2013). Intra and intersubject variability in auditory steady-state response amplitude with high modulation rates to 1000 Hz amplitude modulated and tone pip stimuli. *Int J Audiol*, 52(7), 507–512. [CrossRef]
- Gorga, M. P., Johnson, T. A., Kaminski, J. K., Beauchaine, K. L., Garner, C. A., & Neely, S. T. (2006). Using a combination of click-and toneburst-evoked auditory brainstem response measurements to estimate pure-tone thresholds. *Ear Hear*, 27(1), 60–74. [CrossRef]
- Hall, J. W. (2006). Frequency-specific auditory brainstem response (ABR) and auditory steady-state response (ASSR). In *New handbook of auditory evoked responses*. 1st Ed. Boston: Pearson, 258–312.
- Hofmann, M., & Wouters, J. (2010). Electrically evoked auditory steady state responses in cochlear implant users. *J Assoc Res Otolaryngol*, 11(2), 267–282. [CrossRef]
- Hood, L. J. (1998). *Clinical applications of the auditory brainstem response*. Singular Publishing Group, San Diego.
- Johnson T. A., & Brown C. J. (2005). Threshold prediction using auditory steady state response and the tone auditory brainstem response: a within subject comparison. *Ear Hear*, 26(6), 559–576. [CrossRef]
- Kısat, F., Yetişer, S., & Muş, N. (1998). Basit tonal-ABR ile objektif odyogram elde etmede kullanılan yöntemlerin karşılaştırılması. *KBB ve Baş Boyun Cerrahisi Derg*, 6(3), 116–120. <https://dergi.kbb-bbc.org.tr/uploads/pdf/1998-6-3-116-120.pdf>
- Komazec, Z., Lemajic-Komazec, A., Jovic, R., Nadj, C., Jovancevic, L., & Savovic, S. (2010). Comparison between auditory steady-state responses and pure-tone audiometry. *Vojnosaint Pregl*, 67, 761–765. [CrossRef]

İşitme kayıplarının düzeyini ve konfigürasyonunu ortaya koymak için odyolojik testlerin hiç biri tek başına kullanılmamalıdır. Tüm odyolojik testler bir batarya oluşturur, birinin eksigini diğeri tamamlar. Bu nedenle mümkünse tone-burst ABR ve ASSR gibi bütün testler bir arada yapılmalıdır. Frekansa özgü bilgi elde ederken test süresini kısaltmak özellikle amaçlanıyorsa, ASSR testi yüksek frekanslarda güvenilir sonuçlar verebilir.

- Kosmider, D. (1997). *Auditory brainstem response and the steady state evoked potential as predictors of the behavioral audiogram*. Unpublished master's thesis. The University of Melbourne, Department of Otolaryngology, Audiology and Speech Sciences.
- Lin, Y.-H., Ho, H.-C., & Wu, H.-P. (2009). Comparison of auditory steady state response and auditory brainstem responses in audiometric assesment of adults with sensorineural hearing loss. *Auris Nasus Larynx*, 36(2), 140–145. [CrossRef]
- Lins OG, Picton TW, Boucher BL, Durieux-Smith A, Champagne SC, ..., & Savio G. (1996). Frequency specific audiometry using steady state response. *Ear Hear*, 17(2), 81–96. [CrossRef]
- Luts, H., Desloovere, C., Kumar, A., Vandermeersch, E., & Wouters, J. (2004). Objective assessment of frequency-specific hearing thresholds in babies. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 68(7), 915–926. [CrossRef]
- Mühler, R., Mentzel, K., & Verhey, J. (2012). Fast hearing-threshold estimation using multiple auditory steady-state responses with narrow-band chirps and adaptive stimulus patterns. *Scientific World Journal*, 192178. [CrossRef]
- Perez-Abalo, M. C., Savio, G., Torres, A., Martín, V., Rodríguez, E., & Galán, L. (2001). Steady state responses to multiple amplitude-modulated tones: an optimized method to test children and normal-hearing subjects. *Ear Hear*, 22(3), 200–211. [CrossRef]
- Rance, G., Roper, R., Symons, L., Moody, L.-J., Poullis, C., Dourlay, M., & Kelly, T. (2005). Hearing threshold estimation in infants using auditory steady-state responses. *J Am Acad Audiol*, 16(5), 291–300. [CrossRef]
- Rance, G., & Tomlin, D. (2006). Maturation of auditory steady-state responses in normal babies. *Ear Hear*, 27(1), 20–29. [CrossRef]
- Sayar, G. O. (2007). *ASSR (Auditory Steady-State Responses) ölçümlerinde MASTER (Multiple Auditory Steady-State Responses) VE IHS (Intelligent Hearing System) sistemlerinin karşılaştırılması*. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek lisans Tezi, İstanbul. (Danışman: Prof. Dr. Ferda Akdaş). <https://katalog.marmara.edu.tr/veriler/yordambt/cokluortam/F/D/F/E/E/T0055852.pdf>
- Stapells, D. R. (2000). Thresholds estimation by the tone evoked auditory brainstem response: a literature meta-analysis. *Int J Speech Lang Pathol Audiol*, 24(2), 74–83. https://cjslpa.ca/files/2000_JSLPA_Vol_24/No_02_33-92/Stapells_JSLPA_2000.pdf
- Stueve, M. P., & O'Rourke, C. (2003). Estimation of hearing loss in children: comparison of auditory steady-state response, auditory brainstem response and behavioral test methods. *Am J Audiol*, 12(2), 125–136. [CrossRef]
- Swanepoel, D., Hugo, R., & Roode, R. (2004). Auditory steady-state responses for children with severe to profound hearing loss. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 130(5), 531–535. [CrossRef]
- Vander Werff, K. R., Brown, C. J., Gienapp, B. A., & Schmidt Clay, K. M. (2002). Comparison of auditory steady-state response and auditory brainstem response thresholds in children. *J Am Acad Audiol*, 13(5), 227–235.