

İşitsel beyinsapı cevaplarında normal işiten bireylerde LS Chirp ve klik uyarının karşılaştırılması

Uğur BELET¹ , Ateş Mehmet AKŞİT¹ , Ebru KÖSEMİHAL¹ 

¹Yakın Doğu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü

ÖZ

Amaç: Normal işiten genç yetişkinlerde klik ve LS CE-Chirp (Level Specific Claus Elberling-Chirp - LSC) uyarıların oluşturduğu işitsel beyinsapı cevaplarının latans ve genlik değerlerinin karşılaştırılması.

Yöntem: Çalışmaya 20-25 yaşları arasında normal işitmeye sahip 15 kadın (30 kulak) ve 15 erkek (30 kulak) dahil edildi. Çalışmada klik ve LSC uyarılar, 11.1/sn ve 31.1/sn uyarın sıklığında kullanıldı. Ölçümler 80, 60 ve 20 dBnHL şiddet seviyesinde yapıldı. Elde edilen işitsel beyinsapı cevaplarının (I, III ve V. Dalgalar) latans ve genlikleri saptandı.

Bulgular: LSC uyarın kullanıldığında, V. Dalga latansının, (uyarın 80 dBnHL; sıklık 11,1/sn), tüm deneklerde klik uyarana göre daha uzun olduğu görüldü. 60 dBnHL uyarın şiddetinde ise klik ile LSC arasında V. Dalga latans farkı bulunmadı. 20 dBnHL şiddet seviyesinde ise V. Dalga latansı LSC uyaranda belirgin olarak daha uzun bulundu. Erkeklerin V. Dalga latansları ve I-V dalga aralıkları hem klik hem de LSC uyaranda kadınlara göre daha uzundu. Bu uzama LSC cevaplarında daha belirgindi.

Sonuç: LSC ve klik uyarın, beyinsapı cevaplarının ortaya çıkış süresini etkilemektedir. Farklı patoloji grupları ve farklı odyolojik konfigürasyona sahip hastalar üzerinde yapılacak çalışmalar LSC uyarının klinik değerinin belirlenmesinde önemli olacaktır.

Anahtar kelimeler: İşitsel beyinsapı cevabı, odyoloji, klik, LS chirp, latans, genlik

ABSTRACT

Comparison of LS Chirp and click stimulus in auditory brainstem responses in individuals with normal hearing

Purpose: To compare the latency and amplitude values of auditory brainstem responses (ABR) generated by click and LS CE-Chirp (Level Specific Claus Elberling-Chirp - LSC) stimuli in young adults with normal hearing.

Methods: 15 women (30 ears) and 15 men (30 ears) with normal hearing aged 20-25 years were included in the study. Click and LSC stimuli were used at 11.1 Hz and 31.1 Hz stimulus rates in the study. Measurements were made at 80, 60 and 20 dBnHL intensity levels. The latency and amplitudes of ABR waves (waves I, III and V) were determined.

Results: When using 80 dB LSC stimulation, Wave V appeared in all subjects with a longer delay than click stimulation. There was no difference in Wave V latency between click and LSC at 60 dBnHL stimulus level. Wave V latency at 20 dBnHL intensity level was found to be significantly longer in LSC stimulus. Males' Wave V latencies and I-V wave intervals were longer than females in both click and LSC stimuli. This elongation was more evident in LSC responses.

Conclusion: LSC and click stimulus have slightly different effects on the duration of brainstem responses. Studies on patients with different pathology groups and different audiological configurations will be important in determining the clinical value of LSC stimulation.

Keywords: Auditory brainstem response, audiology, click, LS chirp, latency, amplitude

Cite this article as: Belet, U., Akşit, A.M., Kösemihal, E. (2022). İşitsel beyinsapı cevaplarında normal işiten bireylerde LS Chirp ve klik uyarının karşılaştırılması. Turk J Audiol Hearing Res, 5(1):1-5.

GİRİŞ

İşitsel beyinsapı cevabı (ABR: auditory brainstem response), nöral sistemin senkronizasyonunu test eden odyometrik bir ölçümdür. Yaygın olarak, işitme kaybına neden olan patolojinin yerini belirlemede (Antonelli, A.R., ve ark., 1987), fonksiyonel işitme kaybının saptanmasında (Yoshida, ve ark., 1989) ve yenidoğan bebeklerin işitme taramasında kullanılır (Cianfrone, F., ve ark., 2018).

Tanısal değerlendirmede uyarın olarak klik kullanılır. Geniş bantlı bir uyarın olan klik, kokleanın önemli bir bölümünü uyardığından işitme sinirinin senkronizasyonu güvenilir olarak test edilebilir. Patolojinin saptanmasında V. Dalganın mutlak latansı ve I-V dalgalar arasındaki latans farkı önemli kriterlerdir. V. Dalga'nın ortaya çıkış süresi kişiler arasında büyük farklılık göstermediğinden (standart sapma

oldukça küçük olduğundan), milisaniyenin ondalık birimleri düzeyindeki latans uzamaları, patolojinin tanısına yardımcı olmaktadır. Yapılan çalışmalarda 80 dBnHL şiddet düzeyinde, 11,1/sn sıklıkla verilen klik uyaranda V. Dalga tepe latansında ve I-V dalgalar arasında 0,2 ms'nlik uzama patolojik bulgu olarak kabul edilmiştir (Schmidt, R.J., ve Sataloff, R.T., 2001; Burkard, ve ark., 2007).

Son yıllarda klik uyarının yanı sıra ABR ölçümlerinde chirp uyararı da sıkça kullanılmaya başlanmıştır (Cargnelutti, M. ve Biaggio, E.P.V., 2017). Chirp uyararı da klik gibi geniş bant bir uyarardır. Ancak klik uyararı, kokleanın fizyolojik yapısı nedeniyle, önce bazal sonra apikal bölgeleri uyarır. Chirp, klik uyararıdan farklı olarak özel frekans dizilimi ile akustik enerjiyi kokleanın tüm bölgelerine aynı anda ulaştırır (Kristensen, S.G. ve Elberling, C., 2012). Bunu sağlamak için alçak frekans uyararılar, kokleanın fizyolojik yapısı göz önünde bulundurularak, yüksek frekans uyararılarından daha önce başlatılır. Sonuçta nöral senkronizasyon daha iyi sağlandığından kaydedilen yanıtların genlikleri daha büyük olur. Böylece özellikle eşik seviyesinde sinyal/gürültü oranı yükseltilecek cevap kaydının belirginleşmesi sağlanır (Kristensen, S.G. ve Elberling, C., 2012).

Claus Elberling tarafından geliştirilen CE-Chirp (CE-Chirp: Claus Elberling-Chirp), düşük ve orta düzey şiddet seviyelerinde V. Dalga'nın optimum yanıt genliği için tasarlanmıştır. Yapılan çalışmalar, 70 dBnHL ve üzeri tanısal testlerde CE-Chirp kullanılmasının uygun olmadığını göstermiştir. Bu uyarım düzeylerinde CE-Chirp cevaplarının klik uyararına göre belirgin olarak daha erken ortaya çıktığı görülmüştür. Bu nedenle, ABR testlerinde daha çok işitsel eşikğin saptanmasında kullanılması önerilmiştir (Elberling, C., ve ark., 2010).

CE-Chirp'ün yeni versiyonu LS CE-Chirp (LSC) olarak tanımlanmıştır (LS CE-Chirp: Level Spesific Claus Elberling-Chirp). LSC geliştirilirken, klik uyararıyla olan latans farkının ortadan kaldırılması amaçlanmıştır (Kristensen, S.G. ve Elberling, C., 2012). Ancak LSC'nin klinik tanıda kullanılabilmesi için uyararı şiddetine bağlı olarak ortaya çıkan dalga tepe latans değerlerinin standardizasyonu önem taşımaktadır.

Çalışmamızın amacı, normal işiten genç yetişkinlerde klik ve LSC uyararıların oluşturduğu beyinsapı cevaplarının latans ve genlik değerlerini karşılaştırmaktır. Klik ile LSC karşılaştırılırken kullanılan çalışma grubunun benzer özellikte olması, ölçümlerdeki standart sapmanın düşük kalmasında önemli bir faktördür. İki uyararı arasındaki farklılık geniş bir yaş grubu ile çalışılırsa, yaşın ABR dalgalarını etkilemesi nedeniyle standart sapma büyüyecektir. ABR dalga latanslarındaki standart sapmanın minimal düzeyde kalmasını verilerin güvenilirliğini artıracak düşünülerek, çalışma sınırlı bir yaş grubu ile yapılmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırma, Ocak 2021 ile Kasım 2021 tarihleri arasında, Yakın Doğu Üniversitesi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü laboratuvarında normal işitmeye sahip gönüllü katılımcılar üzerinde yapılmıştır. Araştırma Yakın Doğu Üniversitesi Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylandı (YDU/2021/89-1303).

Çalışmada aynı örneklem üzerinde iki farklı değişken karşılaştırılacağından 30 denek yeterli görülmüştür. Çalışmaya 20-25 yaşları arasında gönüllü 15 kadın (ortalama 21,7) ve 15 erkek (ortalama 21,4) dahil 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 20 dB HL ve altında olması (hava ve kemik yolu eşikleri arasında fark bulunmaması) kriterleri aranmıştır. Katılımcılardan Aydınlatıcı Bilgi Onam Formunu okuyup imzalamaları istenmiştir.

Saf ses odyometri testi prosedürü

İşitme testleri sessiz oda koşullarında Interacoustic AC40/ Danimarka odyometre cihazı kullanılarak gerçekleştirildi. Hava yolu testinde TDH-39, kemik yolu testinde ise B-71 kemik vibratör kullanıldı.

ABR testi prosedürü

ABR ölçümleri Interacoustics Eclipse EP 25/Danimarka cihazı ile yapıldı. Ölçümlerde kulak içi kulaklık (IP-30) ve çok kullanımlık altın uçlu elektrotlar kullanıldı.

Testte klik ve LSC uyararılar, 11.1/sn ve 31.1/sn uyararı sıklığında kullanıldı. Ölçümler 80, 60 ve 20 dBnHL şiddet seviyelerinde yapıldı. Deneklerden elde edilen ABR dalgalarının (I, III ve V. dalgalar) latans ve genlikleri kaydedildi. Her şiddet seviyesinde çift kayıt alındı. Averajlama sayısı 1500 ve zaman penceresi 10 ms olarak ayarlandı. Elektrotlar arası empedans değerinin 5 kohm altında olması sağlandı. 100-3000 Hz bant geçiren filtre kullanıldı. Elektrot yerleşimi öncesi temizleme jeli ile deneklerin cilt temizliği yapıldı. Elektrotlar, elektrot pastası kullanılarak cilde yapıştırıldı. Her bir kayıta 4 adet elektrot kullanıldı. Toprak elektrot iki kaş arasına (Fpz), pozitif elektrot saç bitimine (Fz), negatif elektrotların biri sol kulak memesine (A1), diğeri sağ kulak memesine (A2) yerleştirildi.

Uyararı özellikleri

Tanısal testte deneklere 80 dBnHL seviyesinde LSC ve klik uyararı 11.1/sn uyararı sıklığı kullanarak verildi. Eşik taramasında 80, 60 ve 20 dBnHL seviyelerinde 31.1/sn uyararı sıklığı kullanıldı.

Analiz

Tüm şiddet seviyeleri ve uyararı hızlarında LSC ve klik uyararı cevaplarının I., III. ve V. dalga latansları ve genlik değerleri kaydedildi. Bu değerler uyararı şiddeti, uyararı hızı, cinsiyet

ve kulak yönüne göre (sağ/sol) karşılaştırıldı. Tüm istatistiksel değerlendirmelerde SPSS v:18.0 kullanıldı. Verilerin Kolmogorov-Simironov testinde normal dağılıma uygun olmadığı bulundu. Bu nedenle istatistiksel değerlendirme bağımlı iki örneklem arasında Wilcoxon işaretli sıralar testi (örneğin, klik ve LSC uyarana bağlı dalga latanslarının karşılaştırması); iki bağımsız örneklem arasında Mann-Whitney U testi ile yapıldı (Örneğin, kadın ve erkeklerde V. Dalga latansının karşılaştırılması).

BULGULAR

Deneklerin tümü değerlendirildiğinde, 80 dBnHL şiddet ve 11,1/sn uyararı sıklığında LSC uyararı ile elde edilen dalga latanslarının klik uyarana göre istatistiksel olarak daha fazla uzadığı görüldü. Ancak I-V dalga aralıklarında belirgin bir farklılık bulunmadı. Aynı şekilde 31,1/sn uyararı sıklığında 80 dBnHL ve 20 dBnHL uyararı şiddetinde LSC cevapları daha gecikmeli olarak kaydedildi. 60 dBnHL şiddet seviyesinde ise V. Dalga latanslarında belirgin bir farklılık görülmedi.

Cinsiyete göre karşılaştırdığımızda hem klik hem de LSC uyararı 80 dBnHL, 11,1/sn uyararı sıklığında erkeklerin V. dalga latansı ve I-V dalga aralıklarının kadınlara göre daha uzun olduğu saptandı. Bu uzama LSC cevaplarında daha belirgindi.

Deneklerin sağ ve sol kulakları arasında latans farkı gözlenmedi.

Uyararı tipine bağlı olarak V. Dalga genliğinde ve I/V dalga genliği oranında da anlamlı bir fark bulunmadı.

Çalışmada elde edilen tüm bulgular ve istatistiksel sonuçlar Tablo 1’de verildi.

TARTIŞMA

Çalışmanın amacı LSC ve klik uyararının ABR cevaplarına etkisini incelemektir. Tanısal test parametrelerinde (uyararı şiddeti 80 dBnHL; uyararı sıklığı 11,1/sn) klik uyararı kullanıldığında, deneklerin I., III. ve V. Dalga latans ortalamalarının (sırasıyla 1,37 msn, 3,51 msn ve 5,28 msn) ve I-V dalga aralıklarının (3,91 msn) Antonelli ve arkadaşlarının araştırmasıyla uyumlu olduğu belirlendi. (Antonelli, A.R., ve ark., 1987). LSC uyararı kullanıldığında da dalga latanslarının “normal” sınırlar içinde olduğu ama klik uyarana göre ortalama 0,07 msn daha uzun olduğu bulundu. Bu farkın istatistiksel olarak anlamlı bulunmasının nedeni, denek grubunun sınırlı bir yaş grubu arasından seçilmesi olabilir. Ancak tanısal testlerde latans uzamalarında görülen küçük farkların tanısal öneme sahip olduğu da bilinmektedir. Örneğin, Schmidt ve Sataloff (2001), 0,2 msn’lik latans artışı koklear patoloji ile retrokoklear patolojinin ayırımında kriter olarak kabul etmektedir. Bu nedenle V. Dalga latansında klik ve

Tablo 1. Cinsiyete ve uyararı özelliklerine göre ABR dalga latansları ve dalga genlikleri

Cinsiyet	N	Uyararı özelliği		Uyararı Tipi	Latans			I-V Aralığı (msn)	Genlik		
		Sıklık (Hz)	Şiddet (dBnHL)		I. Dalga (msn)	III. Dalga (msn)	V. Dalga (msn)		I. Dalga (uV)	V. Dalga (uV)	V/I Oranı (uV)
K+E	60	11,1	80	Klik	1,37 (0.11)***	3,51(0.19)**	5,28 (0.15)**	3.91 (0.15)	0.32 (0.12)	0.42 (0.09)	1.30 (0.12)
				LSC	1.48 (0.12)	3.60 (0.18)	5.35 (0.15)				
K+E	60	31,1	80	Klik	1,39 (0.12)***	3,62 (0.36)*	5,42 (0.16)**	4.03 (0.20)	0.30(0.11)	0.43 (0.10)	1.46 (0.12)
				LSC	1.54 (0.15)	3.75 (0.23)	5.53 (0.22)				
K+E	60	11,1	80	Klik	1,37 (0.11)	3,51(0.19)***	5,28 (0.15)***	3.91 (0.15)***			
					1.39 (0.12)	3,62 (0.36)	5,42 (0.16)				
K+E	60	11,1	80	LSC	1.48 (0.12)**	3.60 (0.18)***	5.35 (0.15)***	3.87 (0.20)***			
					1.54 (0.15)	3.75 (0.23)	5.53 (0.22)				
K+E	60	31,1	60	Klik			5.85 (0.25)			0.29 (0.07)	
				LSC			5.87 (0.38)				
K+E	60	31,1	20	Klik			7,74 (0.45)***			0.17 (0.08)	
				LSC			8.06 (0.52)				
E	30	11,1	80	Klik	1.37 (0.10)	3.54 (0.19)	5,32 (0.16)*	3,95 (0.15)*	0.34 (0.13)	0.43 (0.11)	1.24 (0.13)
K	30				1.37 (0.12)	3.48 (0.19)	5.24 (0.20)	3.87 (0.15)	0.30 (0.11)	0.42 (0.08)	1.39 (0.11)
E	30	11,1	80	LSC	1.47 (0.08)	3.60 (0.15)	5,42 (0.13)***	3,96 (0.15)***	0.31 (0.09)	0.40 (0.06)	1.30 (0.09)
K	30				1.49 (0.14)	3.60 (0.20)	5.28 (0.13)	3.79 (0.20)	0.30 (0.07)	0.39 (0.07)	1.22 (0.09)

Parantez içindeki rakamlar standart sapmaları göstermektedir. K: Kadın; E: Erkek

* p < 0,05

** p < 0,01

*** p < 0,001

LSC uyararı arasında bulunan farkın önemli bir sonuç olduğu düşünülmüştür.

Uyararı şiddeti 80 dBnHL düzeyinde sabit tutulurken, uyararı sıklığı 11,1/sn'den 31,1/sn'ye çıkarıldığında klik uyararıda I. Dalga'da belirgin bir uzama görülmemiş, III. ve V. Dalga latanslarında ise uzama saptanmıştır (Tablo 1). III. ve V. Dalgaların işitme sinirinden sonraki snaptik çekirdekler tarafından üretildiği düşünüldüğünde (Burkard, R.F., ve ark., 2007), her iki uyararı da beyinsapı düzeyinde benzer etki gösterdiği görülmüştür. Ancak uyararı hızı artırıldığında LSC uyararına bağlı I. Dalga latansında görülen anlamlı uzama, LSC'nin üretim tekniğinin bir sonucu olabilir.

Uyararı şiddeti 60 dBnHL seviyesine indirildiğinde klik ve LSC uyararına bağlı V. Dalga latans farkının minimuma indiği, ancak 20 dBnHL seviyesinde yeniden anlamlı olarak arttığı gözlenmiştir.

Her iki uyararı da cinsiyete bağlı olarak V. Dalga tepe latanslarında ve I-V dalgalar arası latanslarda anlamlı farklılık gösterdi. LSC uyararıda kadın erkek farkı daha belirgindi. Cinsiyetin V. Dalga latansına etkisi önceden beri bilinmektedir. Örneğin, Rupa ve Dayal (1993) normal işiten yetişkinlerde yaşa bağlı olarak V. Dalga latansını tahmin etmek için geliştirdikleri formüle kadın ve erkek için farklı değerler belirlediler. Formül şöyledir:

V. Dalga latansı (msn) = 4.892 + (0.007 x yaş) + (0.091 x cinsiyet).

Formüle cinsiyet bölümüne kadın için 1, erkek için 2 yazılması gerekmektedir. LSC'nin cinsiyete bağlı olarak ABR dalga latanslarını klik uyararıdan daha fazla etkilemesi, normatif değerlerin belirlenmesinde göz önünde bulundurulmalıdır.

İki uyararı tipi arasında önemli bir diğer farklılık, latans değerlerinin standart sapmalarında görüldü. Uyararı şiddet seviyesi düşürüldüğünde ve uyararı sıklığı artırıldığında dalga latanslarının standart sapmasının artması bilinen bir durumdur (Burkard, R.F. ve Sims, D., 2001; Stürzebecher, E., ve ark., 2003). Çalışmamızda 80 dBnHL şiddetinde ve 11,1/sn uyararı sıklığında LSC ile klik uyararının oluşturduğu V. Dalga latanslarının standart sapması aynıydı (0,15). Ancak uyararı sıklığı artırıldığında ve uyararı şiddeti azaldığında LSC'ye bağlı standart sapma, klik uyararına göre daha fazla artış gösterdi. 60 dBnHL'de LSC'nin standart sapması 0,38, klik uyararının 0,25 iken, 20 dBnHL'de sırasıyla 0,52 ve 0,45 olarak bulundu. 80 dBnHL'de uyararı hızı 31,1/sn'ye çıkarıldığında klik uyararının standart sapması 0,16'da kalırken, LSC'nin standart sapması 0,22'ye çıktı.

Kristensen ve Elberling 2012 yılında 10 denek üzerinde yaptıkları çalışmada, 80 dBnHL seviyesinde ve 27,1/sn uyararı sıklığında V. Dalga latansını klik uyararıyla 5,29 msn, LSC ile 6,31 msn'de buldular. Dalga latanslarının standart sapması her iki uyararıda da 0,27 idi. Bu çalışmada klik ile LSC arasındaki fark bizim sonuçlarımızdan daha büyüktü. İki çalışma arasındaki daha önemli bir fark ise Kristensen ve Elberling'in çalışmasında uyararı şiddeti 60 dBnHL'e indirildiğinde, LSC uyararının V. Dalga latansının 80 dBnHL'e göre daha erken ortaya çıkmasıydı. Bizim çalışmamızda ise şiddet seviyesi azaldıkça her iki uyararı tipinde de V. Dalga latansında anlamlı uzama görüldü.

Klik ve LSC uyararının ABR dalga latanslarına etkisi başka araştırmaların da konusu olmuştur. Bu çalışmalarda LSC uyararı ile elde edilen V. Dalga latans değerleri "normal sınırlar"da bulunmasına rağmen, klik uyararı ile elde edilen değerlerle ilişkisi farklılık göstermektedir. Örneğin, Jamal ve ark. (2021), 13 kişiyle yaptıkları çalışmada, 80 dBnHL şiddetinde LSC cevaplarını klik uyararına göre daha erken elde etmişlerdir.

Latans değerlerinde ortaya çıkan farklılıklar değerlendirildiğinde, LS Chirp uyararının şiddete ve cinsiyete bağlı olarak klik uyararıyla anlamlı farklılık göstermesi ve standart sapmasının klikten daha yüksek olması, LSC uyararı için normatif bulguların belirlenmesini gerekli kılmaktadır.

Dalga genlikleri açısından karşılaştırıldığında, iki uyararı arasında istatistiksel olarak belirgin bir farklılık bulunmadı. Ancak uyararı sıklığı artırıldığında ve uyararı şiddeti azaltıldığında LSC kayıtlarında genliklerin klik uyararına göre daha yüksek olduğu görüldü. Bu bulgu literatür ile uyumludur (Pushpalatha, Z.V. ve Konadath, S., 2016; Cho, S.W., ve ark., 2015).

Çalışmamızda, yaş gruplarına ve patolojik özelliklere yönelik bir araştırma yapılmadı. Araştırmaların farklı yaş grupları ve farklı patolojilerle zenginleşmesi, LSC uyararının tanısal değerini belirlemede önemli olacaktır.

SONUÇ

Cinsiyetler arasında ve bazı şiddet seviyelerinde, LSC ile klik uyararının ABR dalga latanslarını istatistiksel olarak farklı etkilediği görüldü. Bu farkların milisaniye düzeyinde olması, LSC uyararının tanısal ABR'de güvenilir olarak kullanılabilmesi anlamına gelmemelidir.

Diğeryandan, LSC'nin klinik uygulamada klik ile benzer sonuçlar vermesi, tanısal yöntemlere pek fazla zenginlik katmayacaktır. Bu nedenle, farklı hasta grupları veya parametreler kullanılarak iki uyararı arasındaki farkı belirlemek, LSC'nin klinik kullanım değerini arttıracaktır.

Ethics Committee Approval: Approval was obtained for this study with the decision number YDU/2021/89-1303.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – EK, UB; Design – AMA, UB; Supervision –AMA, EK; Data Collection and/or Processing – UB; Analysis and/or Interpretation – AMA, UB; Literature Search – UB, EK; Writing Manuscript – UB, AMA.

Conflict of Interest: No conflict of interest.

Financial Disclosure: None.

KAYNAKLAR

- Antonelli, A.R., Belloto, R., & Grandori, F. (1987). Audiologic Diagnosis of Central versus Eighth Nerve and Cochlear Auditory Impairment. *Audiology*, 26, 209-226.
- Burkard, R.F., Don, M., & Eggermont, J.J. (2007). Auditory Evoked Potentials: Basic Principles and Clinical Applications. Lippincott Williams and Wilkins
- Burkard, R.F., Sims, D. (2001) The human Auditory Brainstem Response to high click rates: Aging effects. *American Journal of Audiology*, 10:53-61.
- Cargnelutti, M., Cóser, P. L., & Biaggio, E. P. V. (2017). LS CE-Chirp® vs. Click in the neuroaudiological diagnosis by ABR. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 83(3):313-317 <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2016.04.018>
- Cho, S.W., Han, K.H., Jang, H.K., Chang, S.O., Jung, H., Lee, J.H. (2015) Auditory brainstem responses to CE-Chirp® stimuli for normal ears and those with sensorineural hearing loss. *Int J Audiol* 54(10), 700.
- Cianfrone, F., Mammarella, F., Ralli, M., Evetovic, V., Pianura, C.M., Bellocchi, G. (2018) Universal Newborn Hearing Screening Using A-TEOAE and A-ABR: The Experience of a Large Public Hospital. *Journal of Neonatal-Perinatal Medicine*, 1:87 – 92.
- Elberling, C., Callo, J., Don, M. (2010) Evaluating auditory brainstem responses to different chirp stimuli at three levels of stimulation. *J Acoust Soc Am*, 128(1):215-23.

Etik Kurul Onayı: Bu çalışma için YDU/2021/89-1303 karar numarası ile onay alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış Bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir –EK, UB; Tasarım – AMA, UB; Denetleme – AMA, EK; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – UB; Analiz ve/veya Yorum – AMA, UB; Literatür Taraması – UB, EK; Yazıyı Yazan – UB, AMA.

Çıkar Çatışması: Yoktur.

Finansal Destek: Finansal destek kullanılmamıştır.

- Elberling, C., Don, M. (2010) direct approach for the design of chirp stimuli used for the recording of auditory brainstem responses. *J Acoust Soc Am*, 128:2955-2964.
- Jamal, F. N., Arafat Dzulkarnain, A. A., Shahrudin, F. A., & Marzuki, M. N. (2020). Test-Retest Reliability of Level-Specific CE-Chirp Auditory Brainstem Response in Normal-Hearing Adults. *Journal of Audiology and Otolology*, 25(1), 14–21. <https://doi.org/10.7874/JAO.2020.00073>
- Kristensen, S.G., Elberling, C. (2012) Auditory brainstem responses to level-specific chirps in normal-hearing adults. *J Am Acad Audiol*, 23;9:712–21.
- Pushpalatha, Z.V., Konadath, S. (2016) Auditory brainstem responses for click and CE chirp stimuli in individuals with and without occupational noise exposure. *Noise Health*, 18(84), 260.
- Rupa, V., Dayal, A. (1993) Wave V latency shifts with age and sex in normals and patients with cochlear hearing loss: development of a predictive model. *British Journal of Audiology*, 27:273-279.
- Schmidt, R.J., Sataloff, R.T., Newman, J., Spiegel, J.R., Myers, D.L. (2001) The Sensitivity of Auditory Brainstem Response Testing for the Diagnosis of Acoustic Neuromas. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 127(1):19–22. doi:10.1001/archotol.127.1.19).
- Stürzebecher, E., Cebulla, M., Neumann, K. (2003) Click-evoked ABR at high stimulus repetition rate for neonatal hearing screening. *Int J Audiol*, 42:59-70.
- Yoshida, M., Noguchi, A., Uemura, T. (1989) Functional hearing loss in children, *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 17:3:287-295