



TEKNİK YAZI

UYARILMIŞ İŞİTSEL BEYİN SAPI YANITLARINDA (ABR) CHIRP UYARANIN ARTAN KLİNİK ÖNEMİ

Odyolog. Seval CEYLAN¹ , Dr. Atilla GÜMÜŞGÜN² , Dr. Yusuf Çağdaş KUMBUL² 

¹İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Atatürk Eğitim Araştırma Hastanesi KBB Kliniği Odyoloji Birimi, İzmir, Türkiye ²İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Atatürk Eğitim Araştırma Hastanesi KBB Kliniği, İzmir, Türkiye

ÖZET

Click uyarılar, Uyarılmış İşitsel Beyin Sapi Yanıtları (ABR) değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Click uyarının Koklear Dalga Gecikmesi olarak bilinen dezavantajı vardır. Bunu ortadan kaldırmak için chirp uyararı geliştirilmiştir. Chirp uyarının çeşitli tipleri mevcuttur (CE-Chirp, Narrow Band (NB) -CE Chirp, Level Spesifik (LS) CE- Chirp, Level Spesifik (LS) Narrow Band CE-Chirp). Literatür incelendiğinde Chirp uyararı çeşitlerinin ABR'de büyük dalga amplitüdü sağlayarak test süresini kısalttığı ve davranışsal eşiklere daha yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu özelliği sayesinde özellikle yenidoğan işitme taramalarında olmak üzere diğer elektrofizyolojik odyoloji uygulamalarında da klinik kullanımının yaygınlaşabileceği gösterilmiştir.

Anahtar Sözcükler: ABR, Click Uyararı, Chirp Uyararı

INCREASING CLINICAL IMPORTANCE OF CHIRP STIMULUS IN AUDITORY BRAIN STEM RESPONSES (ABR)

SUMMARY

Click stimuli are commonly used in the assessment of Evoked Auditory Brainstem Responses (ABR).The click stimulus has the disadvantage known as the Cochlear Wave Delay.To eliminate this disadvantage chirp stimuli are developed.There are several types of Chirp stimuli (CE-Chirp, Narrow Band (NB) -CE Chirp, Level Specific (LS) Chirp, Level Spesifik (LS) Narrow Band Chirp).When the literature is examined, it has been seen that Chirp stimulus types shorten the test duration and give closer results to behavioral thresholds by providing large wave amplitudes in ABR.Thanks to this feature, it has been shown that clinical use can be spread especially in neonatal hearing screenings and other electrophysiological audiology applications.

Keywords: ABR, Click Stimulus, Chirp Stimulus

GİRİŞ

İşitsel uyarılmış potansiyeller, iç kulaktan işitsel kortekse kadar uzanan nöronal yollarda, işitsel uyararı aracılığı ile elde edilen yanıtlardır¹. İşitsel Beyin Sapi Yanıtları (ABR) ise; işitsel uyarının gönderimini takiben ilk 10 msn"de elde edilen beyin sapi yanıtlarıdır. ABR"de 0-10 msn de ortaya çıkan yedi verteks pozitif dalga bulunmaktadır. İlk beş dalga özellikle klinikte yaygın ilgi ve kullanım alanı bulmuştur. Bu dalgalar Jewett ve Williston tarafından romen rakamları ile simgelenmiştir. ABR"nin değerlendirilmesinde esas alınan temel kriterler, dalgaların mutlak latansları, dalgalar arası latanslar, dalga amplitüdüleri ve dalga morfolojisidir.

İletişim kurulacak yazar: Dr. Seval CEYLAN, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Atatürk Eğitim Araştırma Hastanesi KBB Kliniği Odyoloji Birimi, İzmir, Türkiye, E-mail: sevalceylan@gmail.com

Gönderilme tarihi: 12 Haziran 2018, revizyonun gönderildiği tarih: 10 Eylül 2018 yayın için kabul edilme tarihi: 05 Ekim 2018

ABR dalgalarının kaynaklandığı bölgelere bakıldığında; I. dalga işitme sinirinin distalinden, II. dalga işitme sinirinin proksimalinden, III. dalga koklear nucleustan, IV. dalga superior oliver kompleksten, V. dalga lateral lemniskustan, VI. ve VII. dalgaların inferior kollikulustan jenere olduğu düşünülmektedir. Bunun yanında her dalga kendi nucleusunun yanındaki diğer nucleustan da etkilenebilmektedir². ABR testinin kullanıldığı temel alanlara bakılacak olursa:

1. İşitme Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi Amacıyla Kullanımı: Standart odyolojik tetkiklerin yapılmasının mümkün olmadığı bebek ve çocuklarda, zeka geriliği ve iletişim problemi olanlarda (simülasyon, komadaki hastalarda vb) işitme fonksiyonlarını değerlendirmek için kullanılır³.



2. Nörootolojik Hastalıklarda Tanısal Amaçlı Kullanımı: Beyin sapı ve serebellopontin köşe tümörlerinin tespitinde, koklear ve retrokoklear işitme kayıplarının ayırt edilmesinde ve işitsel nöropatinin tanısında kullanılır³.

3. İntraoperatif Monitorizasyon Amacıyla Kullanımı; Vestibülokoklear sinir tümörünün çıkarıldığı ameliyatlarda sırasında işitsel sistemin monitörize edilmesinde kullanılır³.

ABR Testinde Kullanılan Uyarın Çeşitleri

ABR'de kullanılan uyarın çeşitleri 3 sınıfa ayrılabilir; bütün frekans bandlarını içeren Click uyarınlar, dar bir frekans bandını içeren Tone-Burst uyarınlar ve Chirp uyarınlardır.

1. Click Uyarın: Bir transducer tarafından 100 µsn gibi çok kısa bir sürede üretilen uyarın şeklidir. Tüm frekans bantlarını içermesine rağmen kokleanın bütünlüğü, dış ve orta kulağın rezonatör özellikleri ve ses üreticinin elektroakustik özellikleri nedeniyle kokleanın daha çok 2-4 KHz bölgesini etkilemektedir. Ani başlangıçlı ve geniş bantlı bileşenlerinden dolayı kokleanın geniş bir bölgesini senkronize olarak uyardığı düşünülen click uyarının ABR'de kullanımı yaygındır². Ancak click uyarın şeklinde ses dalgasının kokleanın bazalinden apeksine kadar ulaşması zaman alır. Düşük frekans bölgesi yüksek frekans bölgesinden milisaniyeler sonra uyarılabilmektedir. Bu nedenle basiller membran hücreleri aynı anda uyarılamaz ve sonuçta sinir hücrelerinin depolarizasyonu da aynı anda olmaz ve sinir liflerinde nöral aktivite uzar^{4,5}. Bu durum Koklear Travel Delay (Koklear Dalga Gecikmesi) olarak tanımlanır ve Click uyarının bir dezavantajıdır.

2. Tone-Burst Uyarın: Özellikle infant ve küçük çocuklarda frekansa özel işitsel fonksiyonlar hakkında bilgi elde etmek amacıyla kullanılan kısa süreli uyarılara Tone-Burst uyarın adı verilmektedir. Tone-Burst uyarın çeşidinde 500, 1000, 2000, 4000 Hz frekanslar kullanılmaktadır¹. Dar band uyarınlarda koklear dalga gecikmesi geniş bantlı uyarınlara göre daha az olmasına rağmen yine de koklear dalga gecikmesinden kaynaklı dalga amplitüd azalması

gözlenir. Bu durum özellikle koklear dalga hızının yavaş olduğu 500 Hz için geçerlidir. Bu nedenle 500 Hz ABR ve Auditory Steady State Responses (ASSR) eşikleri ile davranışsal eşikler arasındaki fark fazla olmaktadır⁶.

3. Chirp Uyarın: Chirp uyarın kokleadaki dalga gecikmesini (Cochlear Travel Delay) telafi etmek amacıyla geliştirilmiştir. Chirp kavramı ilk defa Shore ve Nutall (1985) tarafından işitsel elektrofizyolojik alanda kullanılmıştır ve sonrasında koklear nöral gecikmenin giderilmesi için çalışmalar yapılmıştır. Geciken zamanı geri kazanmak için başlıca iki farklı yol bulunmuştur. Bunlardan biri giriş telafisi için Chirp ABR kullanımı, diğeri ise çıkış telafisi için Don ve ark. tarafından tanımlanan Stacked ABR kullanımıdır⁷. Filtreleme ve maskeleye dizisi sayesinde click uyarına karşı oluşan nöral cevapların ayrıştırıldığı Stacked ABR yöntemi kokleanın tüm görüntüsünü oluşturarak ABR ölçümüne katkıda bulunmuştur. Bu özelliğiyle Stacked ABR'nin küçük akustik tümörleri erken tanımlaması mümkündür. Ancak Stacked ABR klinik kullanımda pratik olmadığı için koklear gecikmeyi telafi etmek amacıyla yapılan çalışmalar devam etmiştir⁸.

Chirp uyarının gelişimi sırasında Elberling ve Don tarafından koklear nöral gecikme modelleriyle sistematik olarak değişen 5 farklı chirp uyarın tasarlanmıştır. Yapılan çalışmalarda chirp uyarınların click uyarınlardan daha etkili olduğu belirlenmiştir. Chirp uyarının ABR'de kullanımının geliştirilmesi için çalışmalar devam etmiştir⁹. Günümüze geldiğimizde ise Chirp uyarın geniş bantlı (Click uyarın türevi / CE-Chirp) kullanılabilirdiği gibi frekans spesifik dar band uyarın (Tone-Burst türevi / NB CE-Chirp) olarak da kullanılmaktadır. Ayrıca son yıllarda geliştirilen CE-Chirp uyarının gönderildiği şiddet düzeyine göre farklı gecikme modelleri oluşturularak Level Spesifik (LS) CE-Chirp uyarın çeşidi geliştirilmiştir. Yine benzer şekilde Narrow Band Chirp uyarının gönderildiği şiddet düzeyine göre gönderilme zaman skalası değiştirilerek Level Spesifik (LS) NB CE-Chirp uyarın şekli de geliştirilmiştir.



CE-Chirp ABR"nin Klinik Önemi

Click uyarın kullanıldığında koklear dalga gecikmesi nedeniyle kokleanın tüm bölgelerinden senkronize bir cevap sağlanamaz. Click uyarının bu dezavantajını gidermek amacıyla Elberling ve ark. tarafından farklı frekans bantlarında elde edilen ABR latanslarındaki farka dayalı gecikme modeli kullanılarak geniş bantlı CE-Chirp uyarın tasarlanmıştır. Click uyarın ve CE-Chirp uyarın aynı frekans spektrumuna sahiptir. İkisi de geniş bantlı uyarındır. Ancak CE-Chirp uyarın şeklinde; kokleadaki bütün frekans bölgelerini aynı anda uyarabilmek amacıyla düşük, orta ve yüksek frekanslı komponentlerin gönderilme zamanı değiştirilmiştir. CE-Chirp uyarın şeklinde düşük frekanslı sesler kokleaya yüksek frekanslı seslerden daha önce gönderilerek tüm frekansların basiller membran üzerindeki karakteristik bölgelere aynı anda ulaşımı sağlanmaktadır. Böylece kokleanın tüm bölgelerinin aynı anda depolarizasyonu ile yüksek amplitüdü dalgalar elde edilebilmektedir¹⁰.

CE-Chirp uyarın şekli yıllar süresince Claus Elberling tarafından yapılan çalışmalarla geliştirilerek günümüzdeki halini almıştır. Bu nedenle CE-Chirp uyarın şekline adı Claus Elberling isminin baş harfleri kullanılarak verilmiştir^{10,11}

Literatürde normal işiten kulaklarda CE-Chirp ABR ve Click ABR yöntemlerinin karşılaştırıldığı çalışmaları incelendiğimizde; Rodrigues ve ark. tarafından normal işiten 12 yetişkinde 80 ve 60 dB nHL gibi yüksek düzeylerde CE-Chirp ABR dalga latansları Click ABR dalga latanslarından kısa bulunurken, 40 ve 20 dB nHL"de ise CE-Chirp ABR dalga latansları Click ABR dalga latanslarından daha uzun bulunmuştur. Aynı zamanda 80 dB nHL altındaki düzeylerde (60, 40, 30, 20, 10 dB nHL) CE-Chirp ABR ile Click ABR"ye göre daha büyük V. dalga amplitüdü elde edilmiştir¹⁰.

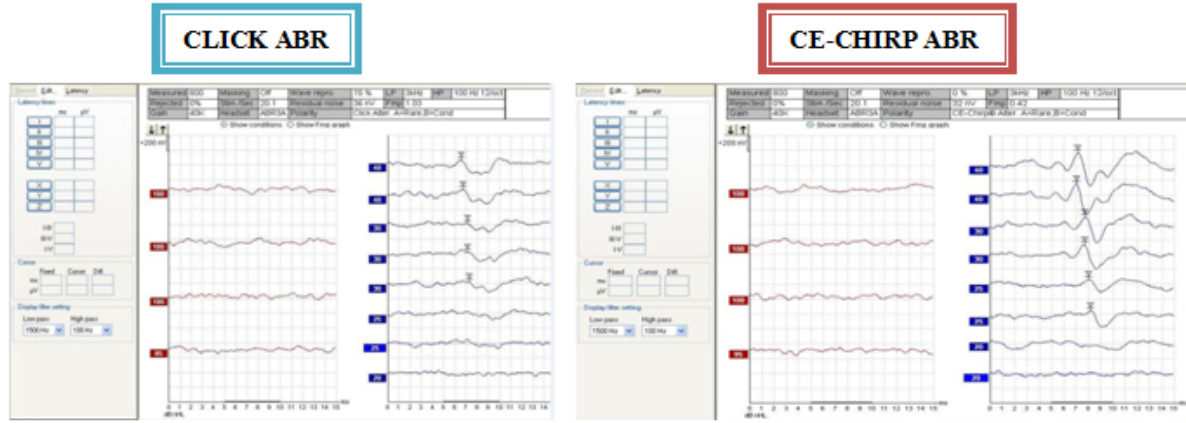
Cebulla ve ark. tarafından 96 yenidoğanda 60 dB nHL ve 40 dB nHL"de; CE-Chirp ABR (I. , III. ve V.) dalga amplitüdülerinin Click ABR dalga amplitüdülerinden daha büyük olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda CE-Chirp ABR test süresi Click ABR test süresinden daha kısa bulunmuştur¹².

Khorsand Sabet ve ark. tarafından normal işiten 15 bireyde 20, 40, 60 dB ses şiddetinde CE-Chirp ABR V. dalga amplitüdüleri, Click ABR V. dalga amplitüdülerinden daha büyük bulunmuştur. 80 dB nHL"de ise; Click uyarınla, CE-Chirp uyarına göre daha büyük V. dalga amplitüdüleri elde edilmiştir. Aynı zamanda CE-Chirp ABR V. dalga eşikleri, Click ABR V. dalga eşiklerinden yaklaşık 5 dB daha iyi olarak elde edilmiştir¹³.

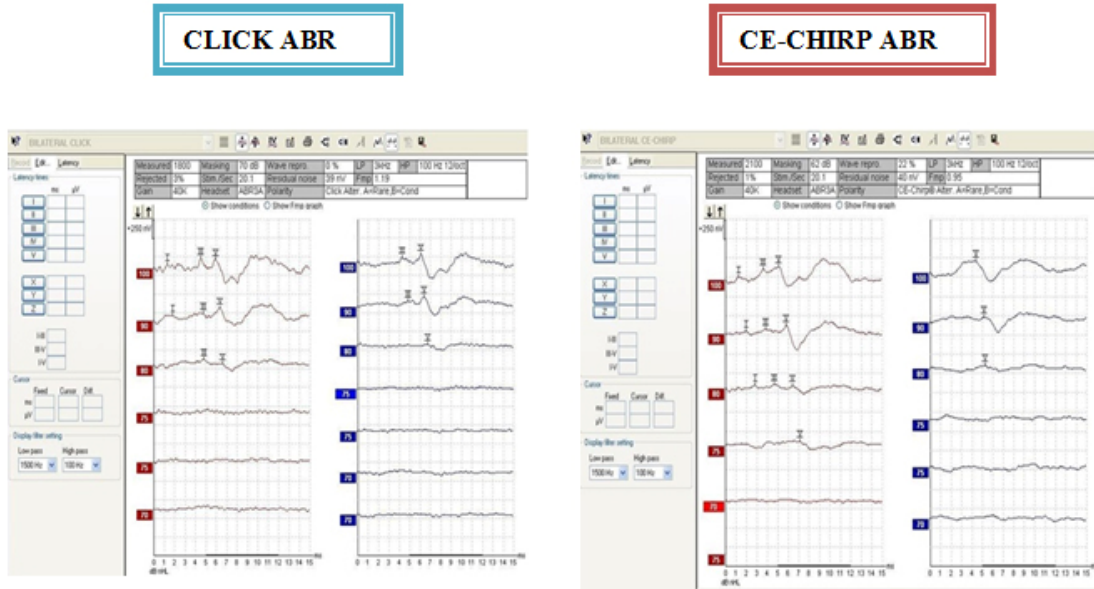
Stuart ve ark. tarafından 23 yenidoğanda 30 dB nHL"de CE-Chirp uyarın ile Click uyarından daha büyük V. dalga amplitüdüleri elde edilmiştir¹⁴.

Almeida ve ark.nın yaptıkları bir çalışmada, işitme kaybı riski olan ve işitme kaybı riski olmayan 40 yenidoğanda 30-35 dB nHL"de CE-Chirp test süresi Click ABR test süresinden kısa bulunmuştur¹⁵. Yeni Zelanda Sağlık Bakanlığı Ulusal Tarama Programının raporunda ise tarama ABR"de bilateral CE-Chirp ABR"nin Click ABR"den yaklaşık 3-5 dakika daha hızlı sonuç verdiği gösterilmiştir¹⁶.

Di Scipio ve Mastronardi tarafından CE-Chirp uyarının intraoperatif izlemede kullanımına dair yapılan çalışmada; Chirp uyarının büyük dalga amplitüdüleri ile daha kısa test süresi sağladığı ve ameliyat sırasında Chirp uyarın kullanımının operasyonu gerçekleştiren cerraha daha hızlı geri bildirim sağlayacağı belirtilmiştir¹⁷.



Şekil 1: Kendi kliniğimizde sağ kulağı total işitme kayıplı bir hastanın normal işiten sol kulağında CE-Chirp ABR eşliğinin, Click ABR eşliğinden daha düşük ses şiddetinde elde edildiğini gösteren örnek



Şekil 2: Kendi kliniğimizde yaptığımız çalışmada bilateral sensorinöral işitme kayıplı bir hastanın sağ kulağında CE-Chirp ABR eşliğinin, Click ABR eşğine göre daha düşük ses şiddetinde elde edildiğini gösteren örnek [21].

Sensorinöral işitme kayıplı hastalarda CE-Chirp ABR ve Click ABR yöntemlerinin karşılaştırıldığı literatür bilgilerine bakılacak olursa; Cho SW ve ark. tarafından 22 normal işiten ve 22 sensorinöral işitme kayıplı hastada CE-Chirp ABR ve Click ABR sonuçları karşılaştırılmıştır. Yüksek frekanslara doğru artış gösteren ve 80 dB nHL'den az olan sensorinöral işitme kayıplı hastalar bu çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışma sonucunda; 0,5, 1, 2 ve 3 KHz davranışsal eşikleri ile CE-Chirp ABR eşikleri arasında belirli bir bağlantı bulunurken, Click ABR eşikleri ile 1, 2, 3, 4 KHz davranışsal eşikleri arasında bağlantı bulunmuştur. CE-Chirp ABR

eşiklerinin özellikle 0.5 KHz davranışsal eşikleriyle belirli bir uygunluk gösterdiği belirtilmiştir¹⁸.

Soha ve ark. 30 normal işiten, 30 sensorinöral işitme kayıplı yetişkinde yaptıkları çalışmada, yüksek şiddetlerdeki seslerde CE-Chirp uyararla I. ve III. dalgalar Click uyarana göre daha az gözlenmiştir¹⁹. Maloff ve ark. tarafından 25 normal işiten, 25 sensorinöral işitme kayıplı bireyde özellikle düşük şiddetlerde Chirp uyararla Click uyarandan daha büyük V. dalga amplitüdü elde edildiği bildirilmiştir²⁰.

Kendi kliniğimizde yaptığımız bir çalışmada ise bilateral sensorinöral işitme kayıplı 19 yetişkin



erkek hastanın CE-Chirp ABR ve Click ABR sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu araştırma sonucunda; CE-Chirp ABR test süresi Click ABR test süresinden istatistiksel açıdan anlamlı olarak kısa bulunmuştur [(24.89±4.74 vs. 28.63±4.98) dakika, p=0.001]. Aynı zamanda araştırmamızda pure tone odyometri 1 KHz eşikleri: 55.00±14,36 dB HL, 2 KHz eşikleri: 60,00±13,40 dB HL, 4 KHz eşikleri: 63,48±10,57 dB nHL olarak belirlenmiştir. CE-Chirp ABR eşikleri (60,15±10,34) , Click ABR eşikleri ise (62,27±9,93 dB nHL) olarak belirlenmiştir. CE-Chirp ABR eşikleri 1 KHz ve 2 KHz davranışsal eşiklerine daha yakın bulunurken, Click ABR eşikleri 4 KHz davranışsal eşiklerine daha yakın bulunmuştur²¹ (Şekil 2).

Narrow Band CE-Chirp ABR'nin Klinik Önemi

ABR'de frekansa spesifik eşiklerin tahmininde dar bantlı uyarılara ihtiyaç vardır. Frekansa spesifik bilgi edinmek için ise Tone-Burst uyarın çeşidi yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak Tone-Burst uyarının belirli bir frekans bölgesinde gözlenen koklear dalga gecikmesi problemi vardır. Bunun dışında en önemli problemlerden biri de düşük frekanslı Tone-Burst uyarınlar ile V. dalganın belirlenme güçlüğüdür. CE-Chirp uyarının tasarlanması işitsel elektrofizyolojik alanda önemli bir gelişme olmasına rağmen frekansa özgü eşiklerin tahmininde CE Chirp uyarın şekli de eksik kalmaktadır²².

Tone-Burst uyarının bu eksikliğini gidermek için Tone-Burst uyarın benzeri dar bantlı NB CE-Chirp uyarın geliştirilmiştir^{4,9}. NB CE-Chirp uyarın 4 merkezi frekans bölgesinde; 0.5, 1, 2, 4 KHz olacak şekilde düzenlenmiştir NB CE-Chirp uyarının merkez frekansı Tone-Burst uyarından biraz daha geniştir ve senkronize nöral ateşlemeye olanak sağlamaktadır²³.

Narrow Band CE-Chirp uyarınla ilgili çalışmalara baktığımızda; Ferm ve ark'nın 30 bebekte; yeni doğan taramasını geçen 42 kulakta yaptıkları çalışmada; 1 ve 4 KHz NB Chirp ve Tone pip ABR bulguları karşılaştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda NB CE-Chirp ABR dalga amplitüdüleri Tone pip ABR dalga amplitüdülerinden daha büyük bulunmuştur. Yenidoğanlarda NB CE-Chirp uyarın kullanımının sinyal gürültü oranını düşürerek test süresini kısalttığı belirtilmiştir. Aynı zamanda NB CE-Chirp uyarınla Tone pip 1 ve 4 KHz uyarından yaklaşık 5 dB daha düşük seviyelerde eşikler elde edildiği belirtilmiştir. Bu nedenle NB CE-Chirp uyarınla davranışsal eşiklere daha yakın cevaplar elde edilebileceği vurgulanmıştır²⁴.

Rodrigues ve ark. tarafından normal işiten 40 çocukta 0.5, 1, 2, 4 KHz NB CE-Chirp ve Tone-Burst ABR sonuçları 80, 60, 40, 20 dB nHL'de karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda NB CE-Chirp ABR'nin özellikle düşük frekanslarda Tone-Burst ABR'den daha kısa dalga latansları sağladığı belirtilmiştir. NB CE-Chirp uyarının sadece 500 Hz'de 80 dB nHL gibi yüksek ses şiddetlerinde Tone-Burst uyarına göre daha küçük amplitüdü dalgalar sağladığı bildirilmiştir. 500 Hz 80 dB nHL dışında NB CE-Chirp ABR dalga amplitüdüleri Tone-Burst ABR dalga amplitüdülerinden daha büyük olarak belirlenmiştir²³.

Zirn ve ark. 6-18 yaş arasında 253 çocukta yaptıkları çalışmada NB CE-Chirp uyarın ABR'nin kayıt süresini kısalttığı belirtilmiştir²⁵. Böylece NB CE-Chirp ABR yönteminin aynı zamanda test süresini kısaltma açısından da avantajlı olduğu gösterilmiştir.

dB nHL şeklinde belirlenen ABR eşikleri dB HL şeklinde belirlenen davranışsal eşiklere eşit değildir. ABR'de dB nHL şeklinde belirlenen eşikler (estimated-tahmini) edB HL şeklindeki tahmini davranışsal eşiklere çevrilirken düzeltme faktörü kullanılmaktadır. NB CE-Chirp ABR ile davranışsal eşikleri tahmin etmek için kullanılan düzeltme faktörü 5 dB kadar düşebilir. Örneğin 500 Hz Tone-Burst ABR için 20 dB olarak kullanılan düzeltme faktörü, 500 Hz NB CE-Chirp ABR'de 5 dB kadar düşürülerek 15 dB olarak kullanılabilir²⁶. Böylece NB CE-Chirp uyarının davranışsal eşiklere yakın sonuçlar sağlama açısından Tone-Burst uyarından daha avantajlı olduğu gösterilmiştir.

Level Spesifik (LS) CE-Chirp ABR'nin Klinik Önemi

Don ve ark.'nın Chirp uyarınla ilgili verileri Elberling ve Don tarafından tekrar gözden geçirilirken 1400 ve 5700 Hz arasındaki frekanslarda uyarın şiddetinin değişimiyle beraber latans değişimleri olduğu gözlenmiştir. Latanslardaki bu değişimin yüksek ve düşük şiddetlerde sadece 0.55 ms olduğu ve uyarın şiddetinin koklear nöral gecikmede majör etkisi olmadığı düşünülse de bu konuda çalışmalar devam etmiştir.^{27,28}

Chirp uyarınlarda da sesin şiddeti ne kadar fazlaysa sesin koklea içerisinde ilerleme hızı da o kadar artacaktır.²⁹ CE-Chirp uyarının gönderildiği şiddet düzeyine göre uyarının gönderilme zaman skalası değiştirilerek Level Spesifik (LS) CE-Chirp uyarın çeşidi geliştirilmiştir. LS CE-Chirp Uyarın; farklı şiddet düzeylerinde kullanılan CE-Chirp uyarının avantajlarını kullanmaya olanak sağlamaktadır. Her şiddet seviyesindeki LS CE-



Chirpler; farklı bir gecikme modeline dayandırılmıştır. LS CE-Chirp uyarı 100 dB" den 0 dB"e kadar 5"er dB"lik adımlarla uygulanabilmektedir. Aynı zamanda NB CE-Chirp uyarının gönderildiği şiddet düzeyine bağlı olarak uyarının gönderilme zaman skalası değiştirilerek Level Spesifik (LS) NB CE-Chirp uyarı şekli de geliştirilmiştir³⁰.

LS CE-Chirp uyarı ile ilgili çalışmalara baktığımızda; Kristensen ve Elberling tarafından normal işiten 10 yetişkinde LS CE-Chirp, CE-Chirp ve Click uyarı ile elde edilen ABR bulguları karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda 80 dB nHL"de Click ABR amplitüdü CE-Chirp ABR amplitüdlerinden daha büyük bulunmuştur. LS CE-Chirp uyarı ile 80 dB nHL düzeyinde CE-Chirp ABR ve Click ABR dalga amplitüdlerinden daha büyük dalga amplitüdü elde edildiği belirtilmiştir³⁰. Bu çalışmada; normal işitenlerde yüksek ses şiddetlerinde de en büyük ABR dalga amplitüdü LS CE-Chirp uyarı ile elde edildiği için en avantajlı uyarı çeşidi olarak LS CE-Chirp uyarı gösterilmiştir.

Cargnelutti ve ark. normal işiten 30 bireyde 85 dB nHL"de LS CE-Chirp ABR ve Click ABR sonuçlarını karşılaştırdıklarında; I, III ve V. dalga mutlak latansları arasında önemli bir fark gözlenmezken LS CE-Chirp uyarı ile Click uyarıya göre daha büyük V. dalga amplitüdü elde edildiği bildirilmiştir³¹.

Di Scipio ve ark. tarafından serebellopontin köşe tümörü cerrahisi sırasında işitme siniri monitorizasyonunda LS CE-Chirp uyarı ile yüksek ses şiddetlerinde de I, III ve V. dalgaların kısa sürede ve belirgin olarak elde edildiği belirtilmiştir. Bu nedenle intraoperatif izlemede LS CE-Chirp uyarı kullanımının avantajlı olduğu vurgulanmıştır³².

Literatür incelendiğinde Chirp uyarı kullanımının sadece ABR testiyle sınırlı kalmadığı görülmektedir. Örnek olarak Chertoff ve ark. 16 normal işiten yetişkinde Chirp uyarı ile gerçekleştirilen Birleşik Aksiyon Potansiyellerinde Click uyarıya göre daha büyük N1 dalga amplitüdü elde etmişlerdir³³.

Venail ve ark. ise normal işiten ve işitme kayıplı çocuklarda; NB CE-Chirp ASSR eşiklerini ile Tone-Burst ABR eşiklerini davranışsal eşiklere yakınlık bakımından karşılaştırdığında; NB CE-Chirp ASSR eşikleri ile 0.5, 1, 2, 4 KHz davranışsal eşikleri arasında yüksek derecede bağlantı olduğunu gösterilmiştir³⁴.

Wilson ve ark tarafından normal işiten 30 genç yetişkinde Tone-Burst ABR sonuçları ve

Narrow Band CE-Chirp uyarı ile gerçekleştirilen 40 Hz ASSR sonuçları 0.5, 2, 4 KHz davranışsal eşiklere yakınlık bakımından karşılaştırılmıştır. Sonuçta düşük frekanslı davranışsal eşikleri tahmin etme açısından Narrow Band Chirp uyarı ile 40 Hz ASSR yöntemi Tone-Burst ABR yönteminden daha avantajlı bulunmuştur. Eşik tahmininde Narrow Band Chirp uyarı ile 40 Hz ASSR ile Tone-Burst ABR"ye göre 15 dB daha az düzeltme faktörü kullanılabileceği vurgulanmıştır³⁵.

SONUÇ

Koklear dalga gecikmesini telafi etmek amacıyla geliştirilen Chirp uyarı çeşitlerinin ABR uygulamasında sağladığı avantajlar incelendiğinde;

Normal işiten kulaklarda; 80 dB nHL gibi yüksek düzeyler dışında CE-Chirp ABR yöntemiyle Click ABR yönteminden daha büyük amplitüdü dalgalar elde edildiği görülmüştür. Aynı zamanda CE-Chirp ABR yönteminin test süresini kısalttığı ve davranışsal eşiklere daha yakın sonuçlar sağladığı belirtilmektedir. Bu özelliği sayesinde CE-Chirp ABR"nin özellikle yenidoğan işitme taramalarında ve normal işitme taramalarında daha yaygın kullanılabileceği öngörülmektedir. 80 dB nHL"de CE-Chirp uyarı ile Click uyarıya göre daha düşük amplitüdü ABR dalgaları etme açısından görülen eksikliğin ise LS CE-Chirp uyarı şekli ile giderilebileceği görülmüştür.

NB CE-Chirp ABR yöntemiyle Tone-Burst ABR"ye göre davranışsal eşiklere daha yakın sonuçlar elde edilebildiği için; NB CE-Chirp ABR"nin frekansa spesifik doğru bilgilerle uygun işitme cihaz kullanımına olanak sağlayabileceği düşünülmektedir.

Intraoperatif monitorizasyonda özellikle LS CE-Chirp uyarı ile yüksek ses şiddetlerinde de belirgin cevaplar ve daha kısa test süresi sağlayarak avantaj sağladığı belirtilmiştir. Ayrıca Chirp uyarı kullanımının sadece ABR testiyle sınırlı kalmadığı görülmüştür. Birleşik Aksiyon Potansiyelleri ve ASSR testlerinde de Chirp uyarı kullanımının avantajlı olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur.

Bu bilgiler ışığında Chirp uyarı çeşitlerinin odyoloji bilimine yeni bir ivme katacağı beklenmektedir. Özellikle LS CE-Chirp uyarı ve LS Narrow Band CE-Chirp uyarı yakın zamanda geliştirilen uyarı çeşitleri olduğu için ülkemizde bu konuda yapılacak çalışmaların artırılması ve bu uyarı çeşitlerine ait normatif verilerin oluşturulması oldukça önem arz etmektedir.



KAYNAKLAR

- Hall JW. Overview of auditory neurophysiology; Past, present and future. New handbook of Auditory Evoked Responses. 1st ed. Boston: Pearson Education; 2007: 34
- Muş N, Ozdamar O. İşitsel beyin sapı cevapları. Ankara: Gülhane Askeri Tıp Akademisi; 1996 (32-98)
- Mecher JR. Auditory evoked potentials . In Larry R. Squire, editor, Encyclopedia of Neuroscience. Oxford 2009:715-719.
- Dau T, Wagner O, Mellert V, Kollmeier B. Auditory brainstem responses with optimized chirp signals compensating basilar-membrane dispersion. J Acoust Soc Am. 2000;107(3):1530-40
- Elberling C. Auditory brainstem responses to a chirp stimulus designed from derived-band latencies in normal hearing subject. J. Acoustical Society of America November 2008;124 (5): 3022
- Stürzebecher, E., Cebulla, M., Elberling, C., & Berger, T. (2006). New efficient stimuli for evoking frequency-specific auditory steady-state responses. Journal of the American Academy of Audiology, 17(6), 448-461
- Don M., and Elberling C. (1994). "Evaluating residual background noise in human auditory brain-stem responses," J. Acoust. Soc. Am. 96, 2746-2757. 10.1121/1.411281
- Prigge L, Weller S, Weatherby L. Auditory Brainstem Response and The Travelling Wave Delay. Canadian Hearing Report October 2012;7(5):33-34
- Elberling C, Callo J, Don M. Evaluating auditory brainstem responses to different chirp stimuli at three levels of stimulation. J Acoust Soc Am. 2010; 128(1):215-223
- Rodrigues GRL, Lewis DR. Comparison of Click and CE-Chirp stimuli on Brainstem Auditory Evoked Potential recording. Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2012;17(4):413
- Ronne FM, Dau T, Harte J, Elberling C. Modeling auditory evoked brainstem responses to transient stimuli. J. Acoustic. Soc. Am. May 2012; 131(5): 3907
- Cebulla M, Lurz H, Shehata-Dieler W. Evaluation of waveform, latency and amplitude values of chirp ABR in newborns. Int J Pediatric Otorhinology 2014;78(4):631-6
- Khorsand Sabet V, Mandavi-Zafarghandi ME, Safavi M, Sharifian M, Tabatabaee SM. Comparison of click and CE-Chirp-evoked human auditory brainstem responses: a preliminary study. Aud 2014;23(4):69-76
- A Stuart ; Cobb, Kensi M. Effect of stimulus and number sweeps on the neonate auditory brainstem response. Ear and Hearing The Official Journal of the American Society 2014;35(5):585-588
- Almeida MG, Sena-Yoshinaga TA, Cortes-Andrea IF, Sousa MNC, Lewis RL. Automated auditory brainstem responses with CE-Chirp at different intensity levels. Audiol., Commun. Res. 2014;19(2):117-23
- Young G, Keogh T, Glennon S. Review of newborn hearing screening regimes and associated screening devices. National Screening Unit Ministry of Health New Zeland 2014: 40
- Di Scipio E and Mastronardi L. CE-Chirp® ABR in cerebellopontine angle surgery neuromonitoring: technical assessment in four cases. Neurosurg Rev. 2015 Apr;38(2):381-4
- Cho SW et al. Auditory brainstem responses to CE-Chirp(R) stimuli for normal ears and those with sensorineural hearing loss. Int J Audiol (2015):
- Soha M, Hamada MD, Salwa M, Abdel Latif MD, Hoda IA. The verification of ABR Response by using the Chirp Stimulus in Moderate Sensorineural Hearing Loss. The Department of Audiology. Med. J. Cairo Univ 2013;81(2):21-26
- Maloff ES, Hodd LJ. A comparison of auditory brainstem responses elicited by click and chirp stimuli in adults with normal hearing and sensory hearing loss. Ear Hear 2014;35(2):271-82
- Ceylan S, Gümüşgün A, Feratlar F. Comparison of CE-Chirp ABR and Click ABR methods in patients with bilateral sensorineural hearing loss. ENT Updates 2018;8(1):27-32.
- Singer Y. S., Abdala C, & Cone-Wesson B. Auditory threshold sensitivity of the human neonate as measured by the auditory brainstem response. Hearing Research, 1997;104(1-2), 27-38
- Rodrigues GR, Ramos N, Lewis DR. Comparing auditory brainstem responses (ABRs) to toneburst and narrow band CE-Chirp in young infants. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2013 Sep;77(9):1555-60
- Ferml L, Lightfoot G, Stevens J. Comparison of ABR response amplitude, test time, and estimation of hearing threshold using frequency specific chirp and tone pip stimuli in newborns. Int J Audiol 2013; 52(6):419-423
- Zirn S, Louza J, Reiman V, Wittlinger N, Hempel JM, Schuster M. Comparison between ABR with click and narrow band chirp stimuli in children. J. Pediatric Otorhinolaryngol 2014;78(8):1352-55
- Speidel, DP, Beck DL. Demystifying the CE-Chirp. Hearing Review. 2016;23(2):28.
- Elberling C, Don M. A direct approach for the design of chirp stimuli used for the recording of auditory brainstem responses. J Acoust Soc Am. 2010 Nov; 128(5):2955-2964
- Klassen M. Air and Bone-conducted Brainstem-Evoked Response Audiometry collection of normative data for the new-developed level-specific CE-Chirp stimulus in normal-hearing adults. Radboud University. Master 2016
- Hall, J.W.III. (2016, June). Update on auditory evoked responses: Value of chirp stimuli in ABR/ASSR measurement. AudiologyOnline, Article 17434. Retrieved from www.audiologyonline.com (Erişim Tarihi:25/7/2018)
- Kristensen Sinnet GB, Elberling C. Auditory brainstem responses to level specific chirps in normal hearing adults. Journal of the American Academy of Audiology 2012 Vol:23; 9: 712-721
- Cargnelutti M, Cóser PL, Biaggio EPV. LS CE-Chirp® vs. Click in the neuroaudiological diagnosis by ABR. Braz J Otorhinolaryngol. 2017 May - Jun;83(3):313-317. doi: 10.1016/j.bjorl.2016.04.018. Epub 2016 May 31.
- Di Scipio MD, Mastronardi L. Level Specific CE-Chirp® BAEPs: A new faster technique in neuromonitoring cochlear nerve during cerebello-pontine angle tumor surgery. Interdisciplinary Neurosurgery Volume 11, March 2018, Pages 4-7



33. Chertoff M, Lichtenhan J, Willis M. Click and chirp evoked human compound action potentials. *J Acoust Soc Am* 2010;127(5):2992-2996
34. Venail F, Artaud JP, Blanchet C, Uziel A, Mondain M. Refining the audiological assessment in children using narrow-band CE-Chirp-evoked auditory steady state responses. *International Journal of Audiology*. Volume 54, 2015-Issue 2
35. Wilson US, Kaf WA, Danesh AA, Lichtenhan JT. Assessment of low-frequency hearing with narrow-band chirp-evoked 40-Hz sinusoidal auditory steady-state response. *Int J Audiol*. 2016;55(4):239-47