

## GİRİŞ

ABR, akustik uyarı sonucu oluşan işitsel sekron nörolojik aktiviteyi ve beyin sapı yanıtını ölçen objektif bir testtir.<sup>1</sup> Akustik uyaran ile oluşan elektriksel potansiyellerin elektrodlar aracılığı ile kaydedilir. Kendisinden 100 kat büyük amplitüdde elektroensefalografik aktivitenin içinde bulunan, çok küçük düzeydeki ( $<1 \mu V$ ) bir elektrofizyolojik aktivite ölçülür. Akustik uyarılara karşı oluşan yanıtların ortalaması alınarak dalga formları elde edilir. Kural olarak 10 ms'nden kısa zaman aralığında oluşan 5-7 pikten oluşur. Genellikle ilk 5 dalga (I-V. dalgalar), tanı için daha sık kullanılır.

ABR'nin tek başına işitme testi olmadığı ve klinisyenlere sadece işitme eşiği tahmin ve değerlendirmede yardımcı bir araç olduğu akıldan çıkarılmamalıdır. Eşik sensitivitesinin artması için davranışsal od-yometrik testler ile korele edilmelidir.

## TARİHÇE

İlk kez 1967'de Sohmer ve Feinmester tarafından tanımlanmasının ardından Jewett ve ark. ABR potansiyelleri ilgili daha ayrıntılı bir seri yayımladılar.<sup>2-4</sup> 1975'de Starr ve Ancor, ABR'nin beyinsapı nörolojik lezyonlarının tanısında olası kullanımı ile bu hastalarda anormal ABR dalga formlarını tanımladılar.<sup>5</sup> 1977'de Selters ve Brackmann'ın ABR'nin akustik tümörlerin tanısında kullanılmasına dair makaleleri yayımlandı.<sup>6</sup> O zamanlardan günümüze

gerek ABR tekniğinin temellerine ilişkin gerekse uygulama alanlarıyla ilgili en iyi kayıtların nasıl alınacağı, sonuçların nasıl yorumlanacağına dair birçok makale yayımlanmış ve halen de yayımlanmaktadır. Sonuç olarak ABR ve uyarılmış potansiyeller odyolojik testlerin bir parçası haline gelmiştir.

## TERMINOLOJİ

**Latans:** Akustik uyaran sonrası oluşan dalganın zamanı ya da iki dalga arasındaki zaman olarak tanımlanır ve milisaniye (msn) ile ölçülür. İki dalga arası zaman interpeak-latans olarak da bilinir.

**Amplitüd:** Dalganın pozitif ve negatif tepe noktaları arasındaki vertikal mesafedir ve mikrovolt ile ölçülür.

**Morfoloji:** Dalgaların görünüm olarak genel yapısını ifade eder. Morfoloji, amplitüd ve latans ABR değerlendirmesindeki en önemli kriterlerdir.

**Sinyal Averajlama:** ABR dalgalarının daha iyi görülüp değerlendirilebilmesi için istenmeyen elektriksel aktivitelerin baskılanması gerekir ki bu işlem sinyal averajlama olarak bilinir. EEG uyaran olmaksızın aktiviteleri kaydeder ve bu aktivitelerin amplitüdleri yüksektir. Ardından uyaran sonrasındaki aktiviteyi 10 msn boyunca kaydeder ki bu aktivitelerinde amplitüdleri yüksektir. Bu işlem 1000-2000 kez tekrarlanır. Cihaz uyaran olmadan oluşan pozitif dalgaları negatif olarak kabul eder ve uyarı sonrası oluşan dalgalar görülür hale gelir.<sup>7</sup>

**Sinyal Gürültü Oranı (SNR):** Uyarı

sonrası oluşan elektriksel aktivitenin istenmeyen elektriksel aktiviteye (gürültü-noise) oranıdır. ABR güvenilir olması için oran 2/1 olmalıdır.

**Rate (Oran):** Her bir zaman ünitesindeki 1 saniyede uyaran tekrarı sayısıdır. Oran arttıkça latans artar ve amplitüd azalır. Retrokoklear patolojilerde latans artışı (latans kayması) çok ileri boyuttur.

**Analiz Zamanı:** Uyaran verildikten sonra oluşan cevabın ortalama ve analiz edilmesi için gereken süredir.

**İmpedans:** Elektriksel devredeki enerji akışının toplam direncidir. AEP'de 2 elektrod arası direçtir (ohm) ve Z ile gösterilir.

**dBnHL:** Uyaranın yoğunluk seviyesini göstermek için kullanılır.

**Uluslararası 10-20 sistemine göre;**

**Cz:** Vertekse yerleştirilen elektrod alanı olup "C" koronalı, "z" orta hattı simgeler.

**Fpz:** Alın orta çizgisinde iki kaş arasında elektrod alanı olup "F" frontal, "p" pozitif, "z" orta hattı simgeler.

**Fz:** Alın orta çizgisinde olan ancak saç çizgisine daha yakın elektrod alanı olup "F" frontal, "z" orta hattı simgeler.

**M1-M2:** M1 sol mastoid, M2 sağ mastoid simgeler.

**A1-A2:** A1 sol kulak lobülü, A2 sağ kulak lobülünü simgeler.

## İŞİTSEL UYARILMIŞ POTANSİYELLER (AEPs)

İşitsel uyarılmış potansiyeller, iç kulaktan kortekse kadar uzanan nöral yollardaki elektriksel aktiviteyi gösterir. Bu elektriksel aktivite nöral uyarı etkisiyle oluşan iyon değişiminin ekstrasellüler sıvıda yarattığı voltaj değişiklikleridir.

Elektrodların kulak ya da vertekse yerleşim yerine göre yakın ya da uzak saha potansiyelleri elde edilir. Aktif elektrod-vertekse yerleştirilmişken referans elektrod bir ya da iki kulak memesi ya da mastoide yerleştirilmesiyle ölçülen verteks (V) potansiyelleri latansın hızlı, yavaş ve geç olmasına göre sınıflandırır ve bu teknikle

ölçüm **uzak saha potansiyelleri** adını alır. Eğer referans elektrod kulak memesine ve aktif elektrod orta kulak ya da dış kulak yoluna konursa alınan bu uyarım tekniği **yakın saha potansiyelleri** olarak adlandırılır.

### Yakın Saha Potansiyelleri

Koklea ve koklear sinirin primer fibrillerinden kaynaklanan potansiyeller ölçülür. Elektrokokleografi (ECochG) adı verilen bu yöntem daha çok Meniere hastalığının tanısı, normal seyrinin anlaşılması ve progresyonun izleminde kullanılır.<sup>8</sup>

#### Koklear Mikrofonikler

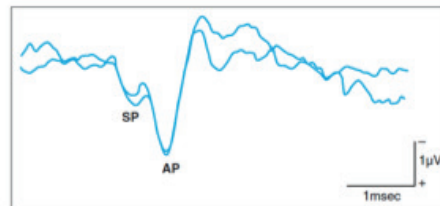
Dış tüylü hücrelerin silyalı yüzlerinden kaynaklanan, baziller membranda ani yer değiştirmelerini yansıtan potansiyellerdir. Gerçek eşiği yansıtmamakla birlikte intra-operatif monitörizasyon yapıldığında koklea durumu hakkında bilgi verebilir.<sup>9</sup>

#### Sumasyon Potansiyeli

İç ve dış tüy hücrelerinin aktivitesi ve baziller membranının düzensizlikleri ile ilişkili olan sumasyon potansiyeli sürekli bir ton ya da transient akustik uyarı ile kaydedilir. Bu potansiyeller aksiyon potansiyelleri tarafından örtüldüğü için gittikçe artan klik uyarılar verilerek ölçülür. (Şekil 1)

#### Aksiyon Potansiyeli

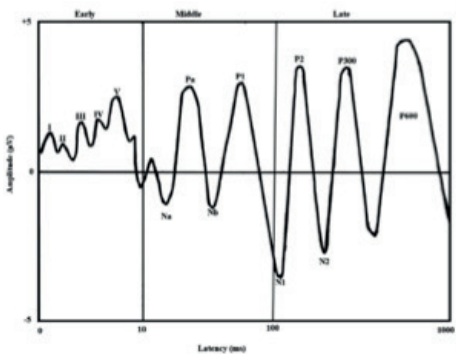
Koklea bazal kıvrımındaki sinir fibrillerinden kaynaklanan, akson boyunca ilerleyen ve nöronlar arası sinapslarla iletilen elektriksel akımdır. Kokleanın nöral aktivitesiy-le yakından ilişkisi olduğu için eşiği işitme eşiğine çok yakındır. Bu nedenle yüksek frekanslarda odyolojik eşiği bulmada güvenilir (Şekil 1).



Şekil 1 • Normal ECoG kaydı.<sup>7</sup>

## Uzak Saha Potansiyelleri

Uzak saha potansiyelleri latansa göre 3'e ayrılır: Erken, orta ve geç latans cevapları (Şekil 2). Erken latans cevapları işitme siniri ve beyin sapındaki bazı anatomik alanlar, orta latans cevapları talamokortikal yollar ve geç latans yanıtları ise işitsel korteks hakkında bilgiler verir.<sup>10</sup>



**Şekil 2 •** Uzak saha potansiyelleri.<sup>11</sup>

### Erken Latans Cevapları

Akustik uyarandan 0-10 msn sonra görülen yanıtlardır. Bu grupta EcochG ve ABR yer alır. ABR ayrıntısıyla anlatılacaktır.

## Orta Latans Cevapları (MLR)

Akustik uyarandan 10-100 msn arasında görülen yanıtlardır. Pozitif (P) ve negatif (N) dalgalardan oluşur ve dalgalar ABR'ye göre daha geniştir.<sup>12</sup> İlk olarak negatif dalgaya Na, ardından pozitif Pa dalgası oluşur. Nb, Pb ve bazen de Nc, Pc dalgaları oluşur (Şekil 2) En sabit olan ve en sık kullanılan ise Pa dalgasıdır. Pb dalgası geç latans cevapların P1 dalgası ile aynıdır. Amplitüd ve latans değerleri yaş, cinsiyet, uyku, sedasyon, uyarın tipi, şiddeti ve tekrarlama oranı, elektrod yerleşimi ve filtreleme gibi unsurlardan etkilenir. Orta latans cevapları

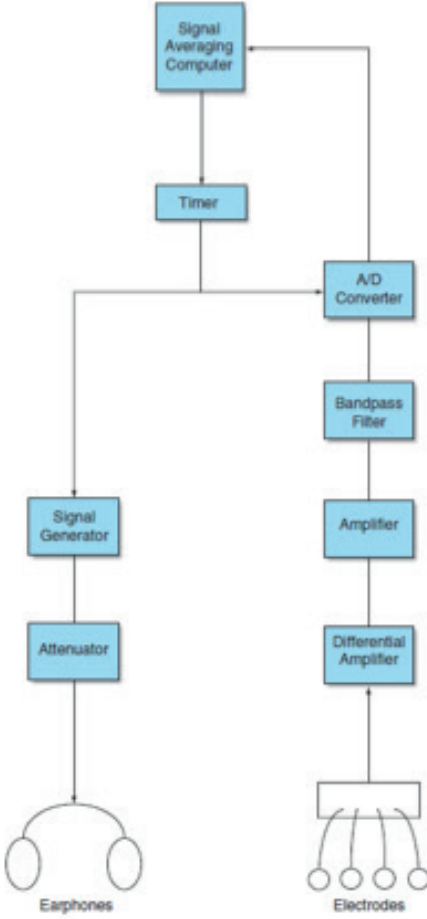
işitme değerlendirilmesi, serebral lezyonların tanı ve yerleşim yerinin belirlenmesinde, santral işitme bozuklukları tanısı ile koklear implant öncesi-sonrası değerlendirmelerde yararlıdır.<sup>13</sup>

### Geç Latans Cevapları (LLR)

Akustik uyarandan 50-250 msn arasında görülen ve işitsel korteks kaynaklı yanıtlardır. Geç latans cevapları, P1, N1, P2, N2 adı verilen pozitif ve negatif dalgalardan oluşur. P1 ile Pb dalgalarının aynı olduğu da dikkat ediniz (Şekil 2). Tüm dalgaların net biçimde görülmesi için uyaran öncesi analiz zamanı iyi ayarlanmalıdır. Nitekim +500 msn olarak ayarlandığında tüm komponentler örülebilir. Geç latans cevapları, sesin kortekse ulaştığını, işlemlendiğini ve algılandığını gösterir. Bu nedenle uyku ve sedasyon yapan ilaçlardan oldukça etkilenir. P1 dalgasının yaş ilerledikçe kısalması işitme korteksi maturasyonunun önemli göstergesidir. Yine işitme cihazı ve koklear implantın fonksiyonel değerlendirilmesinde, fonksiyonel işitme kayıplarında, ABR yapılamayan ya da sonuçlarına güvenilmeyen vakalarda, kooperasyon bozukluğu olan ve işitme eşiği belirlenemeyen hastalarda kullanılabilir.<sup>14, 15</sup>

## ÖLÇÜM TEKNİĞİ

Nöronlar arası iletişimde esas olan sinaptik iletim esnasında oluşan elektriksel aktiviteler yerleştirilen elektrodlar ile tesbit edilebilir ve bu teknik elektroensefalogram (EEG) olarak bilinir. Sinyalin ya da akustik uyarının verilmesiyle oluşan EEG aktivitesi işitsel uyarılmış potansiyellerin kaydının en temel basamağıdır. Kayıt için en basit anlatımla uyarın, uyarana verilen cevap, elektriksel aktivitenin amplifikasyonu ve sinyal averajlama gerekir (Şekil 3).



**Şekil 3 •** İşitsel uyarılmış potansiyellerin kaydının sistematik gösterimi<sup>7</sup>

## ELEKTROD YERLEŞİMİ

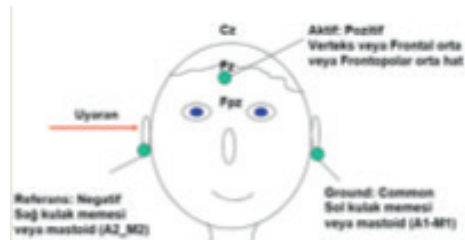
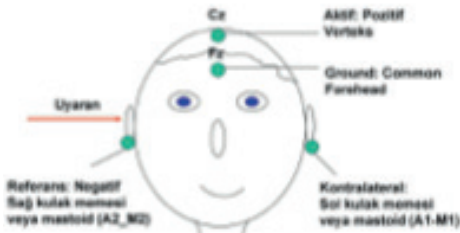
### Hazırlık

Uygulamadan önce hasta ya da hasta yakınına bunun bir işitme testi bilgisi verilmelidir. Klinisyen mutlaka buşon, zar perforasyonu, seröz otit gibi iletim tipi patolojiler açısından değerlendirmeli ve eğer patoloji varsa tedavi sonrası testi uygulaması doğru olacaktır. Ancak gecikmesi istenilmeyen durumlarda da işitme hava ve kemik yolu ABR ile ayrı ayrı değerlendirilebilir.

Ortam sessiz, hastanın rahat edebileceği bir oda olmalıdır. Test odasında cep telefonu varsa kapatılmalıdır. Böylece artefaktlar minimal olacaktır. Elektrodların yerleştirileceği mastoid, alın ya da kulak memesi temizliği mutlaka yapılmalıdır. Temizlik için mümkünse iletken pasta kullanılmalı, cildi tahriş edebileceğinden alkol kullanılmamalıdır.

### Elektrod Yerleştirilmesi

Her iki kulak değerlendirilecekse çift kanallı, tek kulaksa tek kanallı kayıt alınır. Çift kanallı kayıta pozitif elektrodvertekse (Cz), toprak elektrod alın orta hatta (Fz), negatif referans elektrodlar sol ve sağkulak lobülü ya da mastoide (A1, M1-A2, M2) yerleştirilir. Tek kanallı kayıta alın orta hatta (Fz) pozitif elektrod, test edilecek kulak mastoide referans elektrod, karşı kulak



**Şekil 4 •** Çift kanallı ve tek kanallı kayıta elektrod yerleşimi

elektroda toprak elektrod yerleştirilir (Şekil 4).

Bütün elektrodlardaimpedansın 5 ohm'dan küçük olması düzgün kayıt için çok önemlidir. İmpedans değerleri yüksek çıkarsa tüm elektrodlar yeniden temizlenip tekrar yerleştirilmelidir.

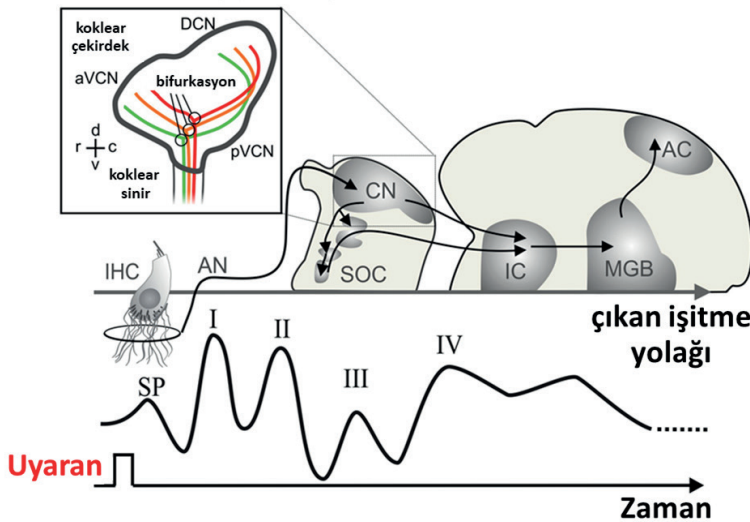
İpsilateral kayıtlarda I-III. dalgalar daha belirginken, kontralateral kayıtlarda IV ve V. dalgalar daha belirgindir. Ayrıca kulak lobülünden yapılan kayıtlarda I. dalga amplitüdü daha belirgindir. Ayrıca infantlarda elektrod yerleşimi erişkinlerden farklıdır. Kontralateral montaj infantlarda önerilmez.<sup>16</sup>

## ABR UYGULAMALARI

ABR davranışsal odyometrik testlerle işitmenin değerlendirilemediği infant, çocuk ya da erişkinlerde işitme yollarının objektif olarak değerlendirilebildiği nonivaziv bir testtir. Daha önce de belirtildiği üzere ABR tek başına işitme testi değildir, uyarana karşı verilen sekronnörönel aktiviteyi elektrofizyolojik olarak ölçer. ABRde oluşan her dalganın anatomik kökeni bulunmaktadır

(Şekil 5). Uyarı verilmesinin ardından 10 ms içinde 7 dalga oluşur. Buna göre I. ve II. dalga akustik sinirden, III. dalga koklear nükleustan, IV. dalga süperiorolivatuarkompleksten ve V. dalga lateral lemniscus ile inferior colliculustan kaynaklanır.<sup>17</sup>

**Click ABR** şüpheli nörolojik hastalığı nöronal sekronizasyonu değerlendirmede yararlıdır. Click esas olarak geniş bantlı olması ve koklea bazal kıvrımı uyarması nedeniyle tüm frekansları değerlendirme yetisine sahip değildir, dolayısıyla işitme eşikleri hakkında doğru bilgi veremez. Click ABR 2000-4000 Hz arası frekansları ölçtüğü için sadece alçak ya da sadece yüksek frekans kayıpları olan hastaların gözden kaçmasına yol açacaktır. Bu durum da işitme eşik tayini için frekans spesifik uyaran kullanılmasını gerektirir. Frekans spesifik uyarı **tone burst**, clicklerin filtrelenmesi, clicklerin high-pass maskelenmesi ile elde edilebilir. Her tekniğin kendine göre avantaj ve dezavantajları olduğu gibi bazen tüm bu testleri kombine etmek gerekebilir.<sup>18</sup> Örneğin tone burst ABR frekans spesifik değerlendirme sağlarken nöral senkronizasyonu click ABR kadar iyi değerlendiremez.



Şekil 5 • ABR dalgalarının anatomik olarak kaynaklandığı bölgelerin şematik gösterimi.<sup>17</sup>



ABR dalgalarının latans, amplitüd ve morfolojileri uyarının frekansına, yoğunluğuna, oranına, polaritesine, filtrelemeye, analiz zamanına, hastaya bağlı ve kayda bağlı faktörlere göre değişir.

**Uyaran frekansı** arttıkça latans kısalmır. Nedeni artan frekansın kohlea bazal kıvrımını daha fazla uyarmasıdır. Başka bir deyişle alçak frekanstaki uyarı koklea apeksine ulaşması için daha fazla zaman gerekecek, latans uzayacaktır (Şekil 6).

**Uyaran şiddeti** azaldıkça latans yükselir, amplitüd azalır (Şekil 7).<sup>20</sup> V. dalga latansındaki ortalama değişim 10 dB uyarıya karşın 0.2-0.3 ms'dir (Şekil 7).

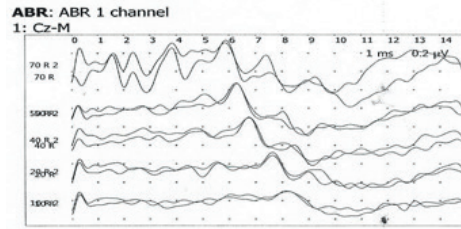
**Uyaran oranı**, 1 saniyede yaklaşık 30 uyarının üstüne çıkınca ABR'nin tüm komponentlerinin latansı artarken, erken komponentlerinin amplitüdü düşer.<sup>21</sup> Latansın artması da en belirgin V. dalga'da olur. Akustik nörinomlu hastalarda bu artış daha da belirgindir.

**Uyaran polaritesi**, rarefaction, condensation ve alternating olmak üzere 3 çeşittir. **Rarefaction** uyarıda latans çok hafif kısalmırken erken komponentlerin amplitüdü artar. **Condensation** uyarıda V. dalganın latansı değişmezken amplitüdü artar. Yüksek frekansları test ederken ve kemik ABR yaparken artefaktı önlemek için **alternating** polarite kullanılır.

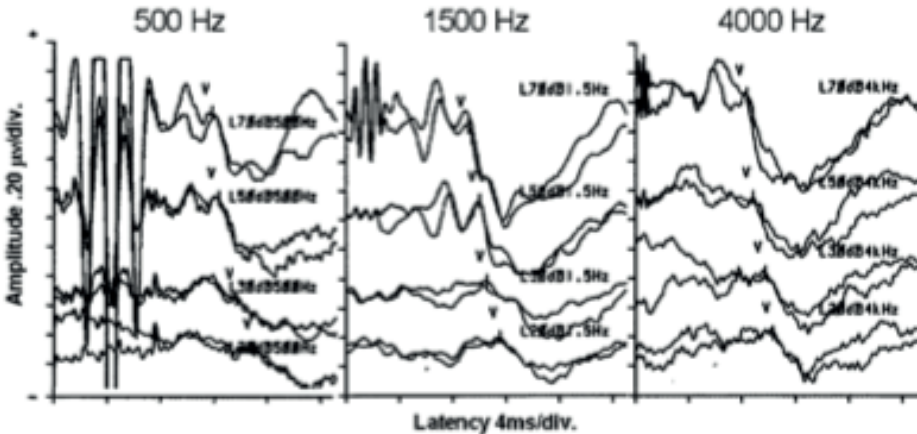
**Analiz zamanı**, hastanın yaşına, uyarının yoğunluğuna ve uyarın tipine göre değişir. Click ABR'de genellikle 10-12 msn yeterliyken, tone burst ABR'de en az 20 msn gerekir. İnfanlarda bu süreler daha da uzar.

### Click ABR

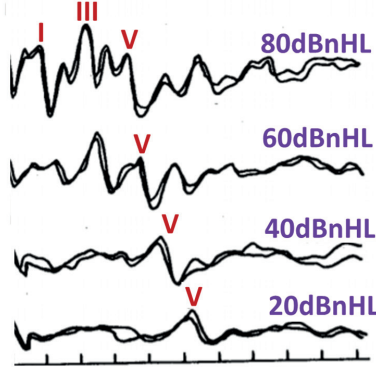
Click ABR, 2000-4000 Hz arasında yani yüksek frekans bölgelerinin cevabını gösterir. Teste daha iyi eşiklere sahip kulaktan başlamak daha doğrudur. 2000 sweep uyarı sonrası 2 trase elde etmek ve traselerin birbiri ile uygunluğu, tepe noktalarının arasında 0.2 ms'nden fazla fark olup olmadığına bakılmalıdır.<sup>22</sup> 80 dB ve üstünde I, III ve V. dalgalar genellikle sırasıyla 1,50- 2,00, 3,5-4,00 ve 5,5-6. ms'nde görülür (Şekil 8).



**Şekil 7 •** Aşağıdan yukarıya doğru uyarın şiddeti arttıkça amplitüdlerin arttığına ve latansın azaldığına dikkat ediniz



**Şekil 6 •** İnfanтта yapılan tone burst ABR'de frekansa bağlı latansın değişimi.<sup>19</sup>



**Şekil 8 •** Click ABR'de 20 dBnHL'den uyarı şiddeti artırılarak 80 dBnHL'de elde edilen I, II, III ve V. dalgalar .

İşitme seviyesi daha iyi kulaktan sonra karşı kulak test edilmeli ve yine I, III ve V. dalga latansları, interpeak latansları elde edilerek hem normal değerler hem de karşı kulakla kıyaslanmalıdır (Şekil 9). Her iki kulak V. dalga latansları arasındaki farkın 0.4 ms'den fazla olması retrokoklear patoloji lehine değerlendirilir.<sup>22</sup>

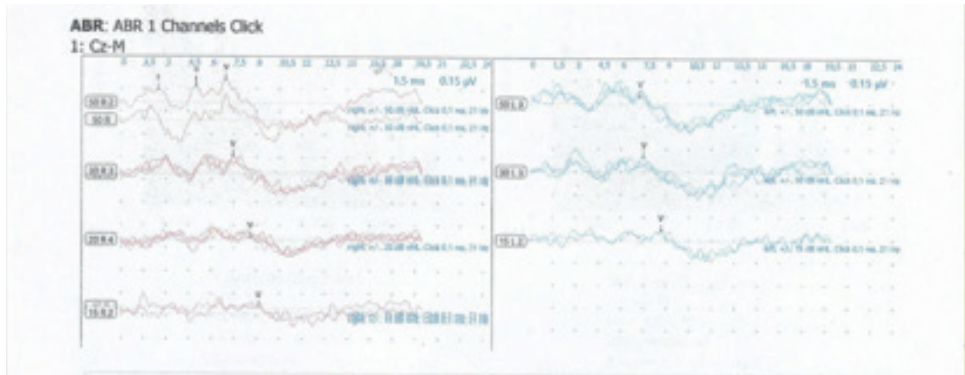
### Tone-Burst ABR

Eşik ABR olarak da bilinen toneburst ABR genellikle infant ve çocukların işitme eşik tayini için kullanılır. Amaç eşik değerlerini tayin etmek olduğu için teste 60 ya da 70 dB gibi yüksek değerlerle başlanarak cevap alındıkça 10'ar dB düşülerek V. dalganın görülmeye başladığı eşik kadar ilerlenmelidir. 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz'de ayrı ayrı ya-

pılarak V. dalganın en son görüldüğü eşik işitme eşiği olarak kabul edilir

### Kemik ABR

Kemik ABR, iletim tipi işitme kaybı olan vakalarda eşik tayini için kullanılır. Kemik ABR'de önemli olan click ya da toneburst uyarandan bağımsız olarak daha önce de ifade edildiği üzere alternating polaritenin kullanılmasıdır. Böylece oluşan artefaktlar minimize edilebilir. Test edilen kulakta I. dalga gözlenmez ya da insert kulaklık kullanılıyorsa maske verilmesi önerilir. Hava yolu ABR'de supraaural kulaklık kullanımı-nda test edilen kulakta 70 dB'den fazla uyarana rağmen I. dalga yoksa karşı kulağa 50 dB maske kullanılmalıdır.<sup>23</sup>



**Şekil 9 •** Bilateral normal işitme eşiklerine sahip hastada Click ABR görüntüsü.

## Chirp ABR

Click ABR'nin sadece yüksek frekansları kapsaması nedeniyle tüm frekansları kapsayacak şekilde geliştirilen ABR türüdür. Yüksek frekanslar koklea bazalini uyarırken alçak frekanslar koklea apeksini uyarır. Bu nedenle önce yüksek frekanslar uyarılırken daha sonra bir miktar gecikmeyle alçak frekanslar uyarılır. Chirp ABR'de gecikme olacağı hesaba katılarak alçak frekanslı uyaranlar daha sonra yüksek frekanslı uyaranlar gönderilerek bu farklılık kompanse edilmiş olur.<sup>24</sup> Click ABR'den farklı olarak sensörinöral işitme kayıplı hastalarda daha yüksek amplitüdlü ABR dalgaları elde edilir.<sup>25</sup> Chirp ABR'nin geniş bantlı, frekans spesifik dar bant, level spesifik ya da level spesifik dar bant gibi türevleri de bulunmaktadır. Chirp ABR gelecekte daha fazla kullanım için umut vadetmektedir. Yine koklear gecikmenin maskeleye ve filtreleme yöntemiyle düzeltildiği Stacked ABR'de küçük akustik tümörlerin tanısında fayda sağlamıştır.<sup>26</sup> Ancak klinik olarak kullanımı diğer ABR türlerine oranla çok azdır.

## KİŞİYE BAĞLI SONUCU ETKİLEYEN DEĞİŞKENLER

### Yaş

Özellikle doğumdan ilk 12-18 ay sonrasına kadar işitsel sistemin maturasyonuna bağlı olarak ABR dalgalarında da değişiklikler meydana gelir. Yine aynı nedenden ötürü preterm doğumlarda term olanlara göre farklılıklar mevcuttur. Maturasyon oldukça özellikle I. ve V. dalga latanslarında azalma meydana gelir. Yaşlılıkta ise nöraldejenerasyona bağlı olarak latanslar uzar. Ayrıca yaşla amplitüdde de değişiklikler meydana gelir. İlk 1-2 yıl amplitüdlere artar. İnfanlarda I ve III. dalganın amplitüdlere V. dalgadan fazlayken erişkinlerde tersidir.<sup>16</sup>

## Cinsiyet

Kadınların erkeklere göre latansı daha kısa ve amplitüdü daha yüksektir. Yine kadınların interpeak latansları da erkeklere göre daha kısadır. Bu durum kadınlarda koklear cevapların erkeklere göre daha kısa olduğunu gösterir.<sup>16</sup>

## Vücut Isısı

Vücut ısı arttıkça dalga latanslarında azalma meydana gelir. Bu nedenle testin yapılacağı oda sıcaklığına dikkat edilmelidir.

## KLİNİK KULLANIMI

### Yenidoğan İşitme Taraması

İşitme kaybının erken tanısı, hiç şüphesiz dil gelişimi ve beyin plastisitesinin gelişimini etkilediği için yenidoğan ve infantlarda olmaktadır.<sup>27</sup> İşitme taramasının amacı yenidoğanları normal ya da anormal olarak ayırmaktır. Anormal olanlar yani işitme kaybı şüphesi olanlar daha sonra ayrıntılı testle değerlendirilir. ABR, OAE bölümünde de anlatıldığı gibi yenidoğan işitme taramalarında 2019 yılı itibarıyla ülkemizde rutin tarama programında yerini almıştır.

Tarama ABR'de 30-40 dB'lik click uyarı verilerek cevap olup olmadığı kontrol edilir. Eğer cevap varsa yenidoğan 1000-4000 Hz'de normal ya da normale yakın işitmeye sahiptir. Eğer cevap yoksa o zaman daha ileri testlerle değerlendirir. Click, toneburst ABR ve ASSR eşik tayini için kullanılabilir.<sup>7</sup>

Tarama ABR için negatif sonuca neden olan 2 önemli durum söz konusudur. Bunlar nöromasturasyonun tamamlanmaması ve iletim tipi işitme kaybına yol açan orta kulak hastalığıdır. Her iki durumda da takip programına alıp gerekirse tedavi sonrası tekrar değerlendirmek ya da nöromaturasyon için 3-6 ay beklendikten sonra testi tekrarlamak uygundur. Ayrıca yenidoğan



yoğun bakım servislerinde takip edilen ve işitme kaybı için yüksek riskli oldukları için tarama programı ile saptanarak tedavileri yapılmalı ve dil konuşma becerilerinin gelişmesi sağlanmalıdır.<sup>28</sup>

### İşitme Eşiğinin Tahmini

Tonal odyogramın yapılamadığı yenidoğan, infant ve süt çocukları ile bu yetiye sahip olmayan, simülasyon yapan erişkinlerde eşik tayini için kullanılır. Daha önce de belirtildiği üzere ABR işitme testi değildir, sadece işitme eşikleri hakkında bilgi verir. Yukarıda nasıl yapıldığı ayrıntılarıyla anlatılmıştır.

### İşitsel Nöropati

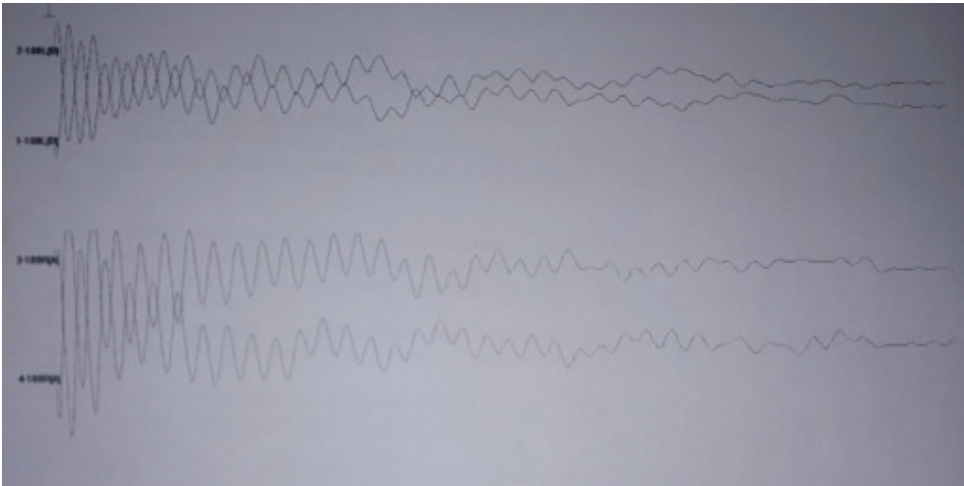
İşitsel nöropati aşikâr bir yapısal bozukluk olmadan akustik sinirin fonksiyon bozukluğunu ifade eder. Tipik olarak OAE alınırken rutinde gördüğümüz ABR dalgaları elde edilemez. Koklear mikrofoni normal olduğu için sarmal şeklinde dalgalar görülür (Şekil 10).

## SEREBELLOPONTİN KÖŞE TÜMÖRLERİ

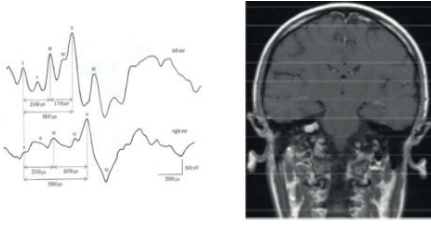
Magnetik rezonans görüntülemenin (MRG) kullanıma girmesi ve serebellopontin köşe tümörleri tanısında yüksek sensitivitesi nedeniyle ABR kullanılsa da hala tanı değeri mevcuttur. ABR'nin köşe tümörü tanı koymadaki sensitivitesi %63-97 arasında değişmektedir.<sup>29</sup> Stacked ABR yapılan hastalarda 1 cm altındaki tümörleri saptayabilmesi nedeniyle bu oran %95'e kadar ulaşmaktadır.<sup>30</sup>

Akustik tümörü olan hastalardaki ABR bulguları dalga V'te absöüt latansın 6.1 ms'nden fazla olması (iletim tipi işitme kayıpları ya da latans uzamasına yol açacak diğer durumlar ekarte edilmelidir.), I-III dalga arası latansın 2.4 ms'nden uzun ya da I-V interpeak latansın 4.4 ms'nden uzun olması, karşı kulağa kıyasla V. dalga latansının 0.3 ms'nden fazla uzamasıdır (Şekil 11).<sup>16,31</sup>

ABR demiyelinizan hastalıklar, beyin sapını etkileyen tümör ya da nöropatiler gibi birçok nörolojik bozuklukta da kullanılabilir.



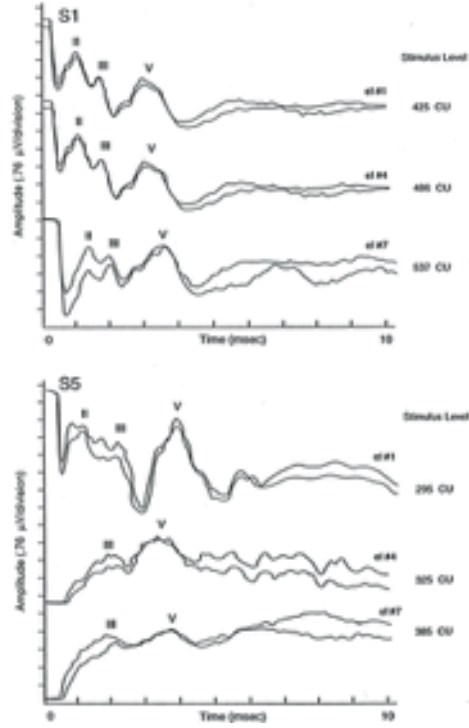
**Şekil 10 •** Normal koklear mikrofoni varlığı (sarmal şeklinde dalgalar) ve ABR dalgalarının yokluğu işitsel nöropati düşündürür (Gülhane EAH Odyoloji Arşivi).



**Şekil 11** • Sağ akustik schwannoma olgusuna ait ABR örneği ve MR görüntüsü.<sup>32</sup>

## Cerrahi Monitörizasyon

ABR ve diğer AEP sakustik tümör cerrahisi sırasında işitme hasarını öngörmek ya da yapılan koklear implant ya da işitsel beyin sapı implantı cerrahisinin başarısını intra-operatif olarak değerlendirmek için kullanılabilir (Şekil 12).<sup>33-35</sup>



**Şekil 12** • Koklear implantasyon sırasında 1,4 ve 7. elektroddan alınmış elektrik ABR kaydı. S1'de her elektroddan II, III ve V. dalga görülüyor. S5'te ise 1. elektroddan II, III ve V. dalga varken 4 ve 7. elektroddan III ve V. dalga görülüyor. Buna göre en iyi cevabın 1. elektroddan, en kötü cevabın da bozuk morfoloji ve amplitüd nedeniyle 7. elektroddan olacağı öngörülebilir.<sup>33</sup>

## KAYNAKLAR

1. Valente, M., *Audiology answers for otolaryngologists*. 2017: Thieme.
2. Sohmer, H., M.J.A.o.O. Feinmesser, Rhinology, and Laryngology, *Xxxiv cochlear action potentials recorded from the external ear in man*. 1967. 76(2): p. 427-435.
3. Jewett, D.L., M.N. Romano, and J.S.J.S. Williston, *Human auditory evoked potentials: possible brain stem components detected on the scalp*. 1970. 167(3924): p. 1517-1518.
4. Jewett, D.L. and J.S.J.B. WILLISTON, *Auditory-evoked far fields averaged from the scalp of humans*. 1971. 94(4): p. 681-696.
5. Starr, A. and L.J.J.A.o.N. Achor, *Auditory brain stem responses in neurological disease*. 1975. 32(11): p. 761-768.
6. Selters, W.A. and D.E.J.A.o.O. Brackmann, *Acoustic tumor detection with brain stem electric response audiometry*. 1977. 103(4): p. 181-187.
7. Stach, B., *Clinical audiology: An introduction*. Vol. Second Edition. 2010: Nelson Education.
8. Ge, X., J.J.J.O. Shea Jr, and neurotology, *Transtympanic electrocochleography: a 10-year experience*. 2002. 23(5): p. 799-805.
9. Glasscock, M.E., C.G. Jackson, and A.F. Jolley, *The ABR handbook: auditory brainstem*

- response. 1987: Thieme Medical Pub.
10. Kurtzberg, D., D.R. Stapells, and I.F.J.E.i.o.i.w.d.d. Wallace, *Event-related potential assessment of auditory system integrity: Implications for language development*. 1988. 160: p. 180.
  11. Washnik, N.J., et al., *A review of the role of auditory evoked potentials in mild traumatic brain injury assessment*. 2019. 23: p. 2331216519840094.
  12. Goldstein, R., L.B.J.J.o.S. Rodman, and H. Research, *Early components of averaged evoked responses to rapidly repeated auditory stimuli*. 1967. 10(4): p. 697-705.
  13. McFarland, D. and A.J.C.i.C.A.P.D.S.D. Cacace, CA, US: Plural Publishing, *Modality specificity and auditory processing disorders*. 2009.
  14. Eggermont, J.J. and C.W.J.A.o.-l. Ponton, *Auditory-evoked potential studies of cortical maturation in normal hearing and implanted children: correlations with changes in structure and speech perception*. 2003. 123(2): p. 249-252.
  15. Sharma, A., M.F. Dorman, and A.J.J.N. Spahr, *Rapid development of cortical auditory evoked potentials after early cochlear implantation*. 2002. 13(10): p. 1365-1368.
  16. Katz, J., et al., *Handbook of clinical audiology*. 2015. 7th Edition.
  17. Claesdotter-Hybinette, E., et al., *Gender specific differences in auditory brain stem response in young patients with ADHD*. 2016. 6(1): p. 28-35.
  18. Gorga, M.P., et al., *Using a combination of click-and toneburst-evoked auditory brainstem response measurements to estimate pure-tone thresholds*. 2006. 27(1): p. 60.
  19. Martins Ribeiro, F. and R.J.I.j.o.a. Mamede Carvalho, *Tone-evoked ABR in full-term and preterm neonates with normal hearing*. 2008. 47(1): p. 21-29.
  20. Picton, T.W., et al., *Human auditory evoked potentials. I: Evaluation of components*. 1974. 36: p. 179-190.
  21. Don, M., et al., *Effect of click rate on the latency of auditory brain stem responses in humans*. 1977. 86(2): p. 186-195.
  22. Hall, J.W., *New handbook of auditory evoked responses*. 2007: Pearson.
  23. Hall, J.W. and H.G. Mueller, *Audiologists' Desk Reference: Audiologic management, rehabilitation, and terminology*. Vol. 2. 1997: United Nations Publications.
  24. Dau, T., et al., *Auditory brainstem responses with optimized chirp signals compensating basilar-membrane dispersion*. 2000. 107(3): p. 1530-1540.
  25. Maloff, E.S., L.J.J.E. Hood, and hearing, *A comparison of auditory brain stem responses elicited by click and chirp stimuli in adults with normal hearing and sensory hearing loss*. 2014. 35(2): p. 271-282.
  26. Don, M. and C.J.T.J.o.t.A.S.o.A. Elberling, *Evaluating residual background noise in human auditory brain-stem responses*. 1994. 96(5): p. 2746-2757.
  27. Pimperton, H. and C.R.J.A.o.d.i.c. Kennedy, *The impact of early identification of permanent childhood hearing impairment on speech and language outcomes*. 2012. 97(7): p. 648-653.
  28. Di Stadio, A., et al., *Sensorineural Hearing Loss in Newborns Hospitalized in Neonatal Intensive Care Unit: An Observational Study*. 2019. 23(1): p. 31-36.
  29. Grayeli, A.B., et al., *Diagnostic value of auditory brainstem responses in cerebellopontine angle tumours*. 2008. 128(10): p. 1096-1100.
  30. Don, M., et al., *The stacked ABR: a sensitive and specific screening tool for detecting small acoustic tumors*. 2005. 10(5): p. 274-290.
  31. Musiek, F.E. and N.A.J.T.L. Geurkink, *Auditory brain stem response and central auditory test findings for patients with brain stem lesions: A preliminary report*. 1982. 92(8): p. 891-900.
  32. Kharkheli, E., et al., *Acoustic neuroma diagnosis*. 2011. 192: p. 21-8.
  33. Firszt, J.B., et al., *Neurophysiology of cochlear implant users I: effects of stimulus current level and electrode site on the electrical ABR, MLR, and N1-P2 response*. 2002. 23(6): p. 502-515.
  34. Nevison, B., *A guide to the positioning of brainstem implants using intraoperative electrical auditory brainstem responses*, in *Cochlear and Brainstem Implants*. 2006, Karger Publishers. p. 154-166.
  35. Matthies, C. and M.J.N. Samii, *Management of vestibular schwannomas (acoustic neuromas): the value of neurophysiology for intraoperative monitoring of auditory function in 200 cases*. 1997. 40(3): p. 459-468.