

Beyin Sapı İşitsel Potansiyeli Kayıtlarının Yaş ve Cinsiyete Göre Standardizasyonu

Nuh Mehmet Erdem*, Zafer Akan**, Ömer Anlar***, Hakan Çankaya*, Metin Tulgar****

Özet:

Amaç: Bu çalışmanın amacı, gelecekte benzer hastaların sonuçlarını değerlendirmede referans oluşturmak üzere Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Araştırma Hastanesi normal auditory brainstem response (ABR) kayıtlarının yaş ve cinsiyete göre standartlarının belirlenmesidir.

Metod: Her yaş grubundan toplam 188 sağlıklı erkek ve bayana 90 dB HL'de 10/s stimulus sıklığı ile ABR testi uygulandı.

Bulgular: I.,II.,III.,IV. ve V. dalgalara ait Latans ve Inter Peak Latans (IPL) değerleri kaydedildi ve standart sapmaları da (SS) hesaplandı.

Sonuç: Laboratuvarlar arasında farklı standart değerlerin olabileceği gerçeğine uygun olarak; Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Odyoloji Laboratuvarı için ABR standartları ortaya konuldu.

Anahtar kelimeler: Auditory brainstem response , yaş, cinsiyet, latans, inter peak latans.

Uyarılmış potansiyeller; hastaya herhangi bir cerrahi işlem gerektirmeksizin dış uyaranlar aracılığıyla elde edilen ve sinir sisteminin fonksiyonel bütünlüğünün ölçülebilmesi amacıyla kullanılan periferik sinirler veya kafa derisi üzerindeki spesifik projeksiyonlara karşılık gelen alanlara elektrotlar yerleştirilerek kaydedilir (1).

Nörolojik işitsel yol kokleada spiral gangliondan başlayıp, temporal lopta işitsel kortekse kadar uzanır. Dış kulak yoluna ses enerjisi olarak verilen bir stimulusun, koklea tarafından elektriksel stimulusa çevrilip, işitsel kortekse ulaşması yaklaşık saniyenin üçte biri zamanda gerçekleşir.

Kokleadan başlayan süreç kafatasının çeşitli yerlerine yerleştirilen yüzeysel elektrotlarla elektriksel cevaplar şeklinde kaydedilir. İlk 2 ms'lik dilimde Elektro Kohleografi (EcocG), ilk 10-12 ms'lik bölümde işitsel beyin sapı cevapları (Auditory Brainstem Response - ABR), 50 ms'ye kadar orta latanslı cevaplar (Middle Latans Response - MLR) ve daha ötesinde geç latanslı cevaplar (Late Latancy Response - LLR) ölçülebilir (2).

Aktif elektrot vertekse (verteks +), negatif elektrot boyun, kulak memesinin ön veya arka kısmına (mastoid), toprak elektrodu ise alın orta hattına veya burun üzerine yerleştirilerek yapılan işleme uzak saha (far field) kayıt yöntemi adı verilir (3).

İnsanda ABR'ler 7 pozitif tepeden oluşur. İlk önceleri kulak lobülünden kaydedilen bu dalgalar, kaynakları bilinmediğinden gerekli ilgiyi görmemiş ancak daha sonraları kafatasından elde edilen kayıtların beyin sapı potansiyelleri olduğu ileri sürülmüştür. Kediler üzerinde yapılan çalışmalarla bunların beyin sapında olduğu belirlenmiştir. Dalgaların hacimsel iletim yoluyla çok küçük de olsa kafatasından kaydedilebilmesi ancak bilgisayar tekniği ile mümkün olabilmektedir (4).

Yapılan sistematik çalışmalar, ABR amplitüdlерinin, elektrotların kafa üzerinde farklı yerlere yerleştirilmesi ile değiştiğini ortaya koymuştur. Fakat her konumda dalgalar daima

*Bu çalışma, 5-7 Eylül tarihlerinde Eskişehir'de düzenlenen XIII. Ulusal Biyofizik Kongresi'nde poster olarak sunulmuştur.
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Kulak-Burun-Boğaz Anabilim Dalı, Van
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Kulak-Burun-Boğaz Anabilim Dalı, Van
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı, Van
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Nöroloji Anabilim Dalı, Van
Gaziantep Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı, Gaziantep
Yazışma Adresi: Prof. Dr. Metin Tulgar
Gaziantep Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı,
27310 Kampüs, GAZİANTEP

Tablo 1: Deneklerin yaş ve cinsiyet bilgileri.

Yaş Grubu (ay/yıl)	Hasta Sayısı	
	Erkek	Bayan
0-3 ay	3	2
3-6 ay	5	8
6 ay – 1 yıl	7	9
1-1,5 yıl	6	6
1,5-2 yıl	5	8
2-3 yıl	6	6
3-6 yıl	9	7
6-9 yıl	8	5
9-17 yıl	4	7
18-45 yıl	16	45
45-55 yıl	3	8
55 yaş üstü	2	3

pozitif kalmıştır (5,6). Uygun çevresel şartlarda uygulansa bile, testin yapıldığı ortam, elektriksel cevabı sağlayan stimuluslar gibi bazı faktörler ABR dalga normlarını etkileyebilir. Laboratuvarlar arası ortak bir standardizasyonun güçlüğü nedeniyle her laboratuvarın kendi standardına sahip olması daha uygun olacağından biz bu çalışmada, gelecekte benzer hastaların sonuçlarını değerlendirmede referans oluşturmak üzere Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi Araştırma Hastanesi, normal ABR dalgalarının ve intervallerinin kayıtlarının yaş ve cinsiyete göre standartlarının belirlenmesini amaçladık.

Gereç ve Yöntem

Bu çalışmaya odyometri bakımından önemli, her yaş grubundan 74 'ü erkek ve 114'ü bayan olmak üzere 188 sağlıklı kişi katılmıştır. Deneklere ait yaş ve cinsiyet bilgileri Tablo 1'de verilmiştir.

ABR kaydından önce otoskopik muayene yapılmış, kulak zarlarının görünümü normal olarak değerlendirilenlere pür ton odyolojik test Interacoustic Audiometer (AC40) ile yapıldı ve impedansmetrik tarama ise Madsen ZO 2020 model impedansmetre ile gerçekleştirildi. Her frekansta psikoakustik eşiği 20 dB ve daha iyi olanlar ile timpanogramları normal olanları çalışma kapsamına alındı. ABR testleri, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Odyometri Laboratuvarı'nda mevcut Nihon Kohden Neuropack 2 cihazıyla iğne elektrotlar kullanılarak yapıldı. Elektrotlar; negatif elektrot lobülüse, pozitif elektrot vertekse ve toprak elektrot ise altına yerleştirildi. Elektrotlar yerleştirilip kontrol edildikten sonra, cihaz

üzerindeki teknik parametreler ayarlandı. Test süresince kabloların olabildiğince aletten uzak olmasına, üst üste gelmemesine ve kayıt sırasında elektrot-cilt empedanslarının 5 k Ω altında olmasına özen gösterildi. Her kulak için ikişer kayıt yapıldı. Her bir deneğe 10/s frekansta 90 dB HL (Hearing Level, İşitme seviyesi) şiddetinde klik uyarı verildi ve karşı kulak - 40 dB ile maskelendi. Her bir kayıt için ortalama 2000 uyarı cevabı alındı. Birden fazla kayıt yapılırken bu dalgaların üst üste çakışmasına ve dalga tepelerinin latanslarının birbirine uymasına dikkat edildi. Artefakt dışlama sistemi uygulandı, hareket artefaktlarının testin güvenilirliğini azaltmaması için hastaya oldukça sakin olması tenbih edildi. Küçük çocuklara Chloral Hydrat verilerek sedasyon sağlandı. Hareket artefaktları özellikle kas aksiyon potansiyelleri ve santral sinir sistemi aktivitesi ABR sonuçlarını etkileyebilir (7). Test normal oda koşullarında, ancak loş, ışıktan korunmuş, sessiz bir ortamda, rahat bir yatakta ve sırt üstü yatar pozisyonda uygulandı. Kayıt aktif elektrot vertekse, referans elektrot aynı taraf kulak lobülü veya aynı taraf mastoide ve topraklama elektrodu altına konularak elde edildi. Elde edilen ABR dalgaları ve IPL değerleri kaydedilerek cinsiyetlere göre yaş grupları arasındaki farklılıklar Student-t testi (independent) ile değerlendirildi.

Bulgular

Test edilen yaş gruplarının hepsinde ABR dalgalarının tümü elde edildi. 0-9 yaş arasında cinsiyet ayırımı yapılmaksızın elde edilen ölçüm sonuçlarına göre 0-3 ay arasında tüm ABR dalgalarının sürelerinin diğer yaş

Tablo II: Normal işitmeye sahip farklı yaş ve cinsiyet gruplarında 90 dB HL 'de BERA dalgalarının ortalama (Ort.) ve standart sapma (Ss) değerleri

		msn				
		I	II	III	IV	V
0-3 ay	Ort.	1.84	3.13	4.62	5.62	6.77
	S.s.	0.28	0.32	0.35	0.43	0.47
3-6 ay	Ort.	1.47	2.76	4.09	5.53	6.39
	S.s.	0.08	0.16	0.07	0.09	0.04
6ay-1yaş	Ort.	1.60	2.73	4.32	5.37	6.34
	S.s.	0.14	0.27	0.16	0.43	0.17
1-1,5 yaş	Ort.	1.68	2.78	3.88	4.73	5.79
	S.s.	0.16	0.18	0.11	0.35	0.25
1,5-2 yaş	Ort.	1.51	2.62	3.84	5.13	5.91
	S.s.	0.09	0.14	0.12	0.25	0.13
2-3 yaş	Ort.	1.43	2.48	3.69	4.90	5.68
	S.s.	0.06	0.12	0.24	0.22	0.21
3-6 yaş	Ort.	1.58	2.56	3.68	4.79	5.53
	S.s.	0.18	0.14	0.24	0.22	0.21
6-9 yaş	Ort.	1.52	2.59	3.69	4.88	5.56
	S.s.	0.11	0.13	0.17	0.23	0.16
9-17 yaş erkek	Ort.	1.53	2.67	3.81	5.05	5.58
	S.s.	0.43	0.15	0.33	0.11	0.10
9-17 yaş bayan	Ort.	1.48	2.56	3.63	4.79	5.43
	S.s.	0.10	0.16	0.16	0.20	0.20
18-45 yaş erkek	Ort.	1.51	2.60	3.69	4.79	5.53
	S.s.	0.14	0.19	0.20	0.23	0.20
18-45 yaş bayan	Ort.	1.49	2.57	3.59	4.76	5.38
	S.s.	0.13	0.21	0.16	0.20	0.17
45-55 yaş bayan	Ort.	1.45	2.64	3.65	4.82	5.43
	S.s.	0.12	0.19	0.10	0.19	0.13
45-55 yaş erkek	Ort.	1.52	2.75	3.61	4.87	5.68
	S.s.	0.06	0.10	0.17	0.13	0.13
55-üstü	Ort.	1.63	2.52	3.78	4.91	5.66
	S.s.	0.12	0.15	0.12	0.17	0.18

gruplarından elde edilen dalgalarından daha uzun olduğu görüldü. Dalga süreleri yaşın artmasıyla erişkin seviyelere ulaşmaktaydı. Cinsiyetlere göre dalga sürelerine bakıldığında erkeklerde tüm gruplardaki dalgalar aynı yaş grubundaki kadınlardan elde edilen aynı dalgalarından daha

uzun süreliydi. Cinsiyet ve yaşlara göre sonuçlar Tablo II de özetlendi. ABR dalgaları arasındaki IPL değerlerine bakıldığında 0-3 ay arasındaki IPL nin diğer yaş gruplarından oldukça uzun olduğu ancak erişkin seviyelerinde IPL sonuçlarının 3 yaşından sonra elde edilebildiği

TabloIII : Normal işitmeye sahip farklı yaş ve cinsiyet gruplarında 90 dB HL'de BERA dalgalarının interpeak latanslarının ortalama (Ort.) ve Stantart Sapma (Ss) değerleri.

		IPL (msn)		
		I-III	I-V	III-V
0-3 ay	Ort.	2.77	4.92	2.14
	S.s.	0.19	0.40	0.35
3-6 ay	Ort.	2.62	4.92	2.30
	S.s.	0.02	0.08	0.11
6ay-1 yaş	Ort.	2.72	4.73	2.01
	S.s.	0.18	0.18	0.20
1-1.5 yaş	Ort.	2.20	4.08	1.88
	S.s.	0.08	0.10	0.17
1,5-2 yaş	Ort.	2.32	4.38	2.06
	S.s.	0.11	0.07	0.11
2-3 yaş	Ort.	2.09	4.13	2.03
	S.s.	0.18	0.13	0.23
3-6 yaş	Ort.	2.14	3.79	1.98
	S.s.	0.16	0.53	0.60
6-9 yaş	Ort.	2.12	4.03	1.87
	S.s.	0.22	0.19	0.14
9-17 yaş erkek	Ort.	2.32	4.09	1.76
	S.s.	0.42	0.20	0.24
9-17 yaş bayan	Ort.	2.14	3.94	1.80
	S.s.	0.18	0.20	0.10
18-45 yaş erkek	Ort.	2.17	4.02	1.84
	S.s.	0.24	0.25	0.14
18-45 yaş bayan	Ort.	2.10	3.89	1.79
	S.s.	0.16	0.18	0.15
45-55 yaş bayan	Ort.	2.20	3.97	1.77
	S.s.	0.11	0.18	0.14
45-55 yaş erkek	Ort.	2.13	4.19	2.06
	S.s.	0.12	0.16	0.11
55-üstü	Ort.	2.15	4.03	1.88
	S.s.	0.15	0.24	0.13

görüldü. Erkeklerdeki IPL değerleri kadınlara göre daha uzundu. Cinsiyet ve yaşa göre IPL sonuçları Tablo 3 de gösterildi.

Tartışma

ABR odyolojide ve klinik uygulamalarda özel bir öneme sahiptir. ABR işitme eşiği tayininde, işitme kayıplarının ayırıcı tanısında, çocuk işitme cihazlarının ve koklear implantasyon için uygun hastalarının seçiminde, cerrahi ve farmakolojik monitorizasyonda, nörootolojide (akustik nörinom gibi), beyin sapını tutan bazı nörolojik

hastalıklarda (multiple skleroz gibi) ve yoğun bakım ünitelerinde tanısal amaçlı olarak kullanılmaktadır. ABR testlerinin sonuçlarını doğru yorumlayıp yeterince yararlanabilmek için belirli teknik kurallara uyulması ve klinik normal standartların iyi saptanması gerekir (8,9). ABR sonuçları ölçüm teknikleri ve şartlarına göre farklılıklar gösterebilir. Tablo 4'de Türkiye'de çeşitli merkezlerde yapılan ABR ölçüm sonuçları özetlenmiştir (9,10,11,12). Bu tabloya bakıldığında bizim çalışmamızda ölçülen ABR dalgalarının latanslarının diğer çalışmalara göre

Tablo IV: Çeşitli merkezlerde ölçülen ABR dalgalarının latansları ve IPL sonuçları

Çalışma yapan kişi ve yer	I	III	V	I-III	III-V	I-V
Tekalan ŞA, (10) Erciyes Üniversitesi, Kayseri	1.6±0.2	3.8±0.2	5.5±0.3	-	-	-
Yavuzoğlu (11)A,Hacettepe Üniv., Bursa	1.75±0.02	3.8±0.02	5.69±0.04	2.04±0.03	1.87±0.03	3.91±0.04
Muş N, (12) GATA, Ankara	1.83	3.92	5.79	2.06	1.86	3.93
Akyol MH, (9) Uludağ Üniversitesi, Bursa	1.71	3.77	5.66	2.05	1.89	3.94
Erdem M. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van	1.51±0.14	3.69±0.2	5.53±0.2	2.17±0.24	1.84±0.14	4.02±0.25

kısa, I-III ve I-V IPL değerlerinin ise diğer çalışmalara göre daha uzun olduğu görüldü. Bu hem bölgesel farklılıkları yansıtması hem de laboratuvarlar arası farklılıkları yansıtması bakımından önemlidir ve laboratuvarların kendi normlarını oluşturmaları zorunluluğunu ortaya koymaktadır.

ABR doğumdan hemen sonra uygulanabilen noninvazif bir yöntemdir. Ancak alınan cevaplar erişkin yaşlara göre farklılık arzeder. Bu ise yeni doğan döneminden başlayarak ileri yaş dönemine kadar bir standardizasyonu zorunlu hale getirmiştir. Doğumdan sonra dendrit arborizasyonunda artma ve fibril çaplarında genişlemelerin giderek belirginleşmesi işitme yollarının maturasyonunu ve alınan elektiriksel cevapların erişkin düzeylere gelmesini sağladığı gösterilmiştir (13). Yüçetürk ve arkadaşlarının (14) 4 yaşından itibaren yaptıkları yaş-ABR ilişkisi çalışmasında 4-7 yaş arası V. Dalga latansı ve I-V IPL sonuçlarının 7 yaş üzeri gruptan anlamlı derecede uzun olduğunu bildirerek erişkin cevaplarının alınması sınırının 7 yaş olduğunu rapor ettiler. Stockard ve ark. (15) ise koklear sinir maturasyonunun ve iletiminin bir yaş civarında erişkin düzeyine geldiğini ileri sürdüler. Bizim çalışmamızda yenidoğan döneminde elde edilen ABR dalgalarının süreleri ve IPL leri erişkinlere göre uzun olup bu fark yaşın artmasıyla kısalmış yaklaşık 3 yaşında erişkin değerlere yakın değerler alınmaya başlanmıştır. Bu sonuç bölgemizde işitsel yolların gelişiminin 3 yaş civarında yeterli dereceye ulaştığını göstermektedir.

Cinsiyetin ABR ölçümleri üzerine etkili olduğu ileri sürülmektedir. Periferik ve santral maturasyonların tamamlanıp dalga latanslarının stabilite kazanmasından sonra, kadınlarda ve erkeklerde latans artışı farklı derecelerde olur. Bu farklılık kadınlarda nöral yolların yapı gereği kısa olması ve hormonal nedenlerle açıklanmaya çalışılmıştır (16). Trune ve ark. (17) baş çevresi ve cinsiyetin I., III. ve V. dalgalarla I-V ve III-V IPL üzerinde etkili olduğunu rapor ettiler. Costa Neto ve arkadaşları (18) ise özellikle V. dalga latansında cinsiyetler arasında önemli farklılıklar olduğunu bildirdiler. Bizim çalışmamızda erkeklerdeki III. ve V. dalgaların latans süreleri ile I-III ve I-V IPL değerleri kadınların değerlerinden istatistiki açıdan anlamlı derecede farklı bulunmuştur. Bu bulgumuz literatürle uyumludur.

Puberte dönemi olan hormonal değişikliğin erkek ve kadında yoğun olarak hissedildiği ergenlik döneminden itibaren menapoz döneminin bitimine kadar olan dönemde cinsiyet ayrımına gidilerek erkek ve kadında ABR ayrı ayrı ele alınmış ve cinsiyete özgü standartlar çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu araştırmada da, doğumdan itibaren ileri yaşa kadar ve cinsiyete göre belirli gruplar için ABR standartları belirlenmeye çalışılmıştır. Üç aylık bir bebek ile 2 yaşında bir çocuğa ait kayıt ile, 18-45 yaş arasındaki erkek ve kadınlara ait dalga latansları farklılık göstermiştir

ABR testinin Faraday kafesi gibi, dış ortama ilgiyi kesen bir bölümde yapılması fizyolojik olmayan aktivitenin eliminasyonu için faydalıdır (12). Ancak; laboratuvarımızda böyle bir imkan

olmadığından vakalar normal oda koşullarında teste alınmış ve ortamın sessiz, loş olmasına özen gösterilmiştir

Muş ve ark. (12) kas artefaktlarını ortadan kaldırmak için tüm hastalara fluritrozepam uygulamayı tercih etmişlerdir. Buna rağmen Brackmann (8) ve Yung (19) rutin sedasyonun ek bir avantaj sağlamadığını belirterek, ancak kooperasyonun kurulamadığı durumlarda kullanılmasını önermişlerdir. ABR sonuçları özellikle infantlarda ve koopere olmayan çocuklarda hareketten etkilendiğinden testler genellikle uykuda, sedasyon veya genel anestezi altında uygulanır (7). Bu amaçla en sık kullanılan farmakolojik ajan Chloral Hydrat'tır. Bu çalışmada, çocuklarda sedasyonu sağlamak için Chloral Hydrat kullanılmış ve testten en az yarım saat önce verilmiştir.

Daha önceki bazı çalışmalar 60-65ve70 dB HL'de yapılmıştır (9). Ancak kliniklerde genel olarak sadece 90 dB HL'de ABR testi uygulanmaktadır (14). Bu çalışmamızda genel eğilime uyarak 90 dB HL ile testler gerçekleştirilmiştir..

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Odyometri Laboratuvarı'na işitme problemi olmayan kişilerden kaydedilen Beyinsapı Uyarılmış İşitsel Potansiyellerinin yaş ve cinsiyete göre standardizasyonunu hedefleyen bu çalışmada şu sonuçlara varılmıştır.

İşitsel yollar yeni doğanda henüz tamamlanmadığından, dalgaların latanslarının uzadığı ve giderek azaldığı görülmüştür. Bu azalma 3 yaşına kadar devam etmiş ve bu yaştan sonra sonuçlar birbirine yakın bulunmuştur.

Erkek-bayan latans kıyaslamasında; 9-17 yaş arası III. ve V. dalga anlamlı bulunmuştur. Ayrıca 18-45 yaş arası erkeklerdeki III. Dalgadaki uzama bayanlara göre anlamlı bulunurken, V. dalga çok anlamlı bulunmuştur. I-III IPL ile I-V IPL anlamlı bulunmuştur. I. dalga ile III-V IPL anlamsız bulunmuştur.

Laboratuvarlararası ABR normal değerleri ve buna bağlı olarak da patolojik tanı kriterleri farklılık gösterir. Bu tür farklı değerler her laboratuvarın kendi standartlarını saptaması gerekliliğini ortaya koyar. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi ABR standartlarını belirlemek için de normal işiten bireyler üzerinde bu araştırma yapılmış ve sonuçlar sunulmuştur

Standardisation of Auditory Brain Stem Responses According to Age and Gender

Abstract:

Aim: The aim of this study was to determine (Auditory Brainstem Response) standards recorded from normal subjects at Yuzuncu Yil University, Medical Faculty Research Hospital, Van which could be helpful reference to asses the results of similar patients in the future.

Method: ABR test was applied to 188 healthy people, in all range of age, at 90 dB HL with 10/s repeating stimulus.

Results: Latence and Inter Peak Latence (IPL) values of I., II., III., IV. and V. waves were recorded. Standart Deviations (SD) were also calculated.

Conclusion: Considering that there would be differences among the standard values obtained from various laboratories, ABR standards of Odyoloji Laboratory, Faculty of Medicine of Yuzuncu Yil University were established.

Key words: Auditory brainstem response, age, sex, Latence, inter peak latence.

Kaynaklar

- Halliday, AM: Evoked Potentials in Clinical testing. Pitman Press, Great Britain,1982.
- Şafak M, A: Nörotolojik tanıda kullanılan elektrofizyolojik tetkikler, Aktüel Tıp Dergisi 5 (3): 1-3, 2000.
- Jacobson J, L: The Auditory Brainstem Response, College-Hill Press. Boston,1985.
- Muş N, Özdamar Ö: İşitsel Beyin sapı Cevapları. GATA, Ankara, sayfa: 36,1996.
- Martin M, E: Moore, E. J. Scalp distribution of Early. (0 to 10 msec). Auditory Evoked Responses. Arch. Otolaryngol 103:326-328, 1977.
- Van Olphen A, F: Rodenburg, m, Verwey, C. The Distribution of Brainstem Responses to Acoustic Stimuli Over Human Scalp. Audiology 17:511-518,1978.
- Warren, MP: The Auditory Brainstem response in Pediatrics. Otolaryngol. Clm. N. Am. 22(3): 473-500, 1989.
- Brackmann D. E, Don M, Selters W: 1991. Electrical Response Audiometry. In: Essential Otolaryngol. 5 th ed., New York: 61-82, 1989.
- Akyol M.H: Erişkin Beyin Sapı Uyarılmış İşitme Cevapları (ABR) Klinik Normal Standartlarının Saptanması ve Anestezi İndüksiyonu Etkisinin Araştırılması. Bursa Uludağ Üniversitesi. Uzmanlık Tezi: 26,1992.
- Tekalan Ş. A, Tekden K, Cemiloğlu R: (1989) Normal ve İşitme Kayıplı Kişilerde Uyarılmış İşitme Kotansiyellerinin Kaydı. Türk ORL Arşivi 27:90-92,1989.
- Yavuzoğlu A: Normal İşitenlerin ABR Değerlendirmesinde filtrelemenin Dalga Amplitüdüleri Üzerine Etkisi. Hacettepe Üniversitesi Uzmanlık Tezi, 1998.

12. Muş N, Yağlıdere Ö, Önder T, Aktaş D, Dündar A : Erişkin İnsanlarda Beyin Sapı Uyarılmış İşitme Cevaplarının Stimulus Parametreleri Yönünden Araştırılması. GATA Bülteni 33:1093-1106,1991.
13. Rorke, R., Rigs, H. (1969): Myelination of the Brain. J.B. Lippincot, Philadelphia.,1969.
14. Yüçetürk AV, İmamoğlu M, Şener U, Muhtar H: Normal Çocuk ve Gençlerde ABR Dalgalarının Yaş ile İlişkisi. KBB İhtisas dergisi 2(4):326,1995.
15. Stockard JE, Stockard JJ, Westmoreland BF: Brainstem auditory evoked responses, normal variation as a function of stimulus and subject characteristics. Arch Neurol, 36: 823-831,1979.
16. Picton T,W: Stapells, D.r. Campbell, K.B. Auditory evoked potentials from the human cochlea and brainstem. J. Otolaryngol, Suppl 9: 1-41,1981.
17. Trune DR, Mitchell C, Phillips DS. The relative importance of head size, gender, and age on the auditory brainstem response . Hearing research 32(2-3): 165-174, 1988.
18. Costa Neto TT, Ito YI, Fukuda Y, Gananca MM, Caovilla HH: Effects of gender and head size on the auditory brainstem response. Revue de Laryngologie-Otologie-Rhinologie 112(1): 17-19, 1991.
19. Yung M,W: Brainstem Electric Audiometry. Is Routine Sedation Necessary? Audiology 24:146-8,1985.