

Yüksek Frekanslı Sensorial İşitme Kayıplarında Stimulus Tekrarlama Sayısının Beyin Sapı Uyarılmış İşitme Potansiyellerine Etkisi

Niyazi MUŞ
Nebil GÖKSU
Ahmet DÜNDAR
Yalçın ÖZKAPTAN
Erdoğan KANIMTÜRK

THE EFFECT OF STIMULUS REPETITION
RATE ON BRAINSTEM AUDITORY
EVOKED POTENTIALS IN HIGH FREQUENCY
HEARING LOSS

GATA ve ATFKBB, Gazi Üniv. Tıp Fak. KBB Anabilim Dalı

Geliş Tarihi: 26 Aralık 1988

Kabul Tarihi: 12 Ekim 1989

ÖZET

Odittuar stimulusların belirli bir süre içinde, birden fazla sayıda ve eşit aralıklarla verilmesi, iki stimulus arasındaki zamana bağlı olarak, kendilerine karşı oluşan cevaplanıl yapısını etkilemektedir. Bu etkilenme olayı oluşan elektriksel potansiyellerin latanslarında artma ve amplitüdlerinde azalma tarzında olmaktadır.

Bu çalışmada, odyogram yapılan ile retrokokleer işitme kayıplarına benzerlik gösteren yüksek frekanslı sensorial işitme kayıplı olgular ile işitme fonksiyonu normal olan sağlık olgularında, stimulus şiddeti ve tekrarlama sayısının artışı ile meydana gelen ABR (Auditory Brainstem Responses) latansdeğişiklikleri araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler Elektriksel potansiyel stimulus şiddeti.

TJK Tıp Bil Aras Dergisi, V.8, S3, 1990, 190-196

SUMMARY

The presentation of auditory stimuli, in more than one mode, within a certain time and at equal time sequence, affects the structure of its response depending upon the time interval between two stimuli. The effect appears in the form of increased latencies and decreased amplitudes of electric potentials.

In this study, the changes of auditory brainstem response (ABR) latencies which depend upon the stimulus intensity and its increase in the repetition rate per second, have been investigated in healthy persons with normal hearing function and the patients who demonstrate high frequency hearing loss which simulate retrocochlear hearing loss by their audiometric configurations.

Keywords: Auditory stimuli amplitudes of electric potentials

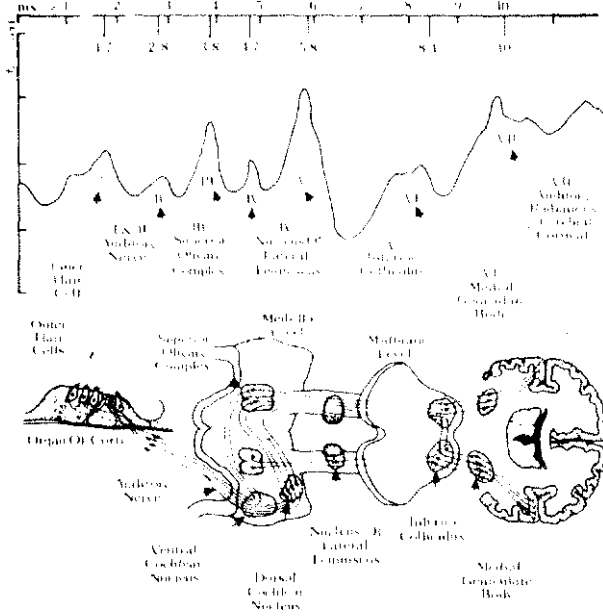
TJ Research Med Sci V.8, N.3, 1990, 190-196

GİRİŞ

İşitme siniri ve beyin sapı, kulağımıza gelen ses enerjisinin izlediği uzun yolun bir bölümünü oluşturmaktadır. Ses enerjisi kokleadan itibaren bütün işitme yolunu elektriksel enerji halinde kateder. Bu akımın kafatası cildinden yüzeysel elektrotlarla elde edilmesi işlemine uyarılmış işitme cevapları (AER-Auditory Evoked Responses) denilmektedir. Uyarılmış işitme potansiyellerini elde etme yöntemlerinden klinikte en çok uygulama alanı bulanı, beyin sapı uyarılmış işitme cevapları (ABR-Auditory Brainstem Responses)'dir. Bu cevaplar stimulusun baziller membrana ulaşmasından sonra ilk 10 milisaniye

(ms)'de ortaya çıkan 6 veya 7 adet elektriksel potansiyelden oluşmaktadır (Şekil 1). Bu potansiyellerden ilk 5'inin jenerasyon sahaları, latans ve amplitüdüleri yeterince araştırılmış olmasına karşın, 6. ve 7. potansiyeller henüz yeterli açıklıkta anlaşılabilmiş değildir (6,7,8,9,16).

Bilindiği gibi işitme kayıpları iletim ve algı komponenti olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Algı komponenti de sensorial epitele bağlı olmak üzere iki alt komponentten oluşmaktadır. Sensorial epitel bozukluklarına bağlı işitme kayıpları kokleer, nöral yapılarıdaki patolojilere bağlı işitme kayıpları ise retrokokleer sağırliklar olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 1. Beyin sapı uyarılmış işitme potansiyelleri.

A B R ile iletim tipi, kokleer ve retrokokleer sağırılıkların tanısını objektif olarak ortaya koymak mümkün olabilmektedir.

Retrokokleer patolojilerde beyin sapı uyarılmış işitme cevaplarında meydana gelen değişiklikler birçok araştırmaya konu olmuştur. Bunlardan elde edilen verilere göre bu hastalarda iki temel A B R I. dalga komponenti ile V. dalga komponenti arasındaki intervalde 4.50 ms'nin üzerine çıkan patolojik değerlerin elde edilmesidir (3,17,20). İkinci bulgu ise elde edilen cevapların odituar stimüüs tekrarlama sayısının artışı ile, özellikle geç komponentlerde olmak üzere, I ms'nin üzerine çıkan latans gecikmesi göstermesi olayıdır (1,12,19). Stimüüs tekrarlama sayısındaki artışla normal olgularda meydana gelen latans gecikmesi ise hiçbir zaman 0.5 ms'den fazla olmamaktadır (3,5,11,12,16,17,18,20,23).

Çalışmamızda stimüüs tekrarlama sayısının beyin sapı uyarılmış işitme potansiyellerine olan etkisi normal ve yüksek frekanslı işitme kaybı olan olgularda araştırılmıştır. Sensorial işitme kayıplarında yüksek frekans kayıplı olguların seçilmesinin nedeni odyogram yapılarının retrokokleer patolojilere benzerlik göstermesinden ibarettir. Bu maksatla sensorial presbiyakuzi ve akustik travmadan oluşan iki hasta grubu oluşturulmuştur. Bu çalışmadan amacımız, artan stimüüs tekrarlama

sayısının yarattığı A B R latans değişikliklerini normal ve yüksek frekanslı sensorial işitme kaybı olgularda mukayese etmek; elde edilen verilerin anlamlılık analizini yapmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızı G.A.T.A. Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda bulunan E.R.A. (Electric Response Audiometry) laboratuvarında gerçekleştirdik. Bu çalışmada yaşları 19 ile 68 arasında değişen 18'i erkek, 14'ü kadın 32 olgu klasik odyometrik bulgular ve beyin sapı uyarılmış işitme potansiyelleri yönünden incelenmiştir. Odyometrik bulgular I A C A C-5 model odyometre cihazı ile elde edilirken, beyin sapı potansiyellerinin kaydında Nicolet Compact Auditory model ERA cihazı kullanılmıştır.

Olguların seçiminde çalışmamızın 3 ayrı olgu grubunu içerdiği nedeniyle her grupta farklı kriterler araştırılmıştır.

A. Sağlıklı olgular grubu: Bu gruba 12 olgu girmektedir. 6'sı kadın, 6'sı erkek olan olgularımızın yaşları 19-26 arasında değişmektedir. Olgu seçiminde fizik muayene ve anamnezde gerek fonksiyonel ve gerekse anatomik olarak patoloji bulunmaması ana kriter olarak alınmıştır. Bunlardan, işitme frekanslarında hava ve kemik yolu olarak 10 dB'den fazla kaybı olmayanlar çalışmaya dahil edilmiştir.

B. Presbiyakuzili olgular grubu: Bu gruba 10 hasta oluşturmaktadır. 3'ü erkek, 7'si kadın olan olgularımızın yaşları 54 ile 68 yaşları değişmektedir. Bu grubun seçiminde anamnez ve fizik muayenede presbiyakuzi dışında bir hastalık hikayesi ve bulgusu olmamasına dikkat edilmiştir. Odyogramda ise alçak frekanslarda normal veya normale yakın, yüksek frekanslarda ise inen tipte eğrisi olan ve ortalaması 50 dB'i geçmeyen sensoriel kayıplı olgular çalışma kapsamına alınmıştır.

C. Akustik travmalı olgular grubu: Bu gruba da yaşları 20-38 arasında değişen 9'u erkek, 1'i kadın 10 olgu oluşturmaktadır. Bunların seçiminde de presbiyakuzili olgularda aranan nitelikler göz önüne alınmıştır.

Beyin sapı potansiyellerinin kaydında kullanılan stimüüs parametreleri; stimüüs şiddetine bağlı latans değişiklikleri ve stimüüs saniyedeki tekrar sayısının etkisinin araştırılması açısından iki gruba ayrılarak düzenlenmiştir.

1. Latans-şiddet ilişkisinin araştırılması: Odituar stimüüs olarak alternate klik kul-

lanılmıştır. Klik stimulusun saniyedeki tekrar sayısı ya da sıklığı olarak 11.4/saniye, stimulusun süresi olarak 10 ms ve frekans bandı olarak da 150-3000 Hz arası seçilmiştir. Her olguda sırası ile 90 dB HL'den itibaren 10'ar dB şiddet azaltılması yapılarak 40 dB HL'e kadar, III. ve V. dalga latansları, 90-60 dB arasında I. dalga latansı incelenmiş; 90-60 dB HL arasında I-V intermik intervali araştırılmıştır.

2. Stimulus tekrarlama sayısının etkisinin araştırılması: Bu grupta, tüm olguların 80 dB HL'de saniyede 11.4,30 ve 60 stimulus tekrar sayısı ile beyin sapı potansiyelleri kaydedilmiş; her kayıta I., III. ve V. dalgaların latansları ile I-III, III-V ve I-V intermik interval değerleri incelenmiştir.

Potansiyellerin kaydında elektrot lokalizasyonu; verteks (aktif), ipsilateral mastoid (referans) ve alın orta hattı (toprak) şeklinde düzenlenirken, gümüş disk elektrotlar kullanılmıştır. Test edilen olgular her türlü elektriksel aktivite ve sestem izole edilmiş Faraday kafesinde istirahat halinde bulundurulurken, sedasyona ihtiyaç duyulmamıştır.

Beyin sapı potansiyellerinin kaydı ile elde edilen verilerin ortalama değerleri ve standart sap-

Tablo 1. Sağlıklı Olgularda Latans-Şiddet İlişisine Ait Değerler

Şiddet	D-I(ms)	D-V(ms)	I-V(ms)
90 dB HL	1.34(±0.106)	5.11(±0.184)	3.77(±0.200)
80 dB HL	1.51(±0.099)	5.31(±0.265)	3.80(±0.166)
70 dB HL	1.66(±0.164)	5.54(±0.232)	3.88(±0.225)
60 dB HL	1.83(±0.204)	5.72(±0.264)	3.89(±0.240)

Tablo 2. Tüm Olguların 80 dB HL'de L, III. ve V. Dalgalara Ait Latans Değerleri İle; I-III, III-V ve I-V İntermik İnterval Değerleri

Tanı	İş.kay.	Olgu	Sıkl.	I	III	V	I-III	III-V	I-V
Normal	8.3dB	12	11.4	1.51	3.55	5.31	2.04	1.76	3.80
			30.0	1.54	3.66	5.46	2.12	1.80	3.92
			60.0	1.60	3.77	5.74	2.16	1.97	4.13
Ak.Trv.	35.2dBf10	10	11.4	2.07	4.17	5.93	2.10	1.77	3.87
			30.0	2.11	4.25	6.08	2.14	1.82	3.97
			60.0	2.20	4.40	6.27	2.20	1.85	4.05
Presb.	40.3dB	10	11.4	1.80	3.98	5.90	2.18	1.93	4.10
			30.0	1.94	4.30	6.31	2.37	2.01	4.37
			60.0	2.04	4.40	6.40	2.40	2.00	4.40

maları hesaplandıktan sonra; ortalama değerlere ait anlamlılık testlerinde, Varyans Analizi yöntemi kullanılmıştır (14).

BULGULAR

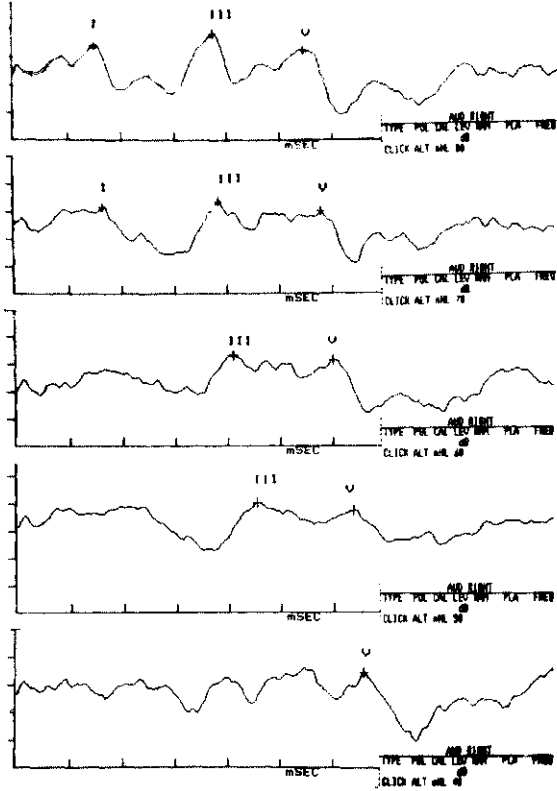
Çalışmamızda elde ettiğimiz verileri 2 tablo halinde özetlemek mümkündür (Tablo 1,2). Bunların incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, I-V intermik intervalindeki değişken değerler 90 dB HL'den itibaren 3.77,3.80,3.88 ve 3.89 ms olarak, düşük stimulus şiddetlerine doğru bir gelişim içindedir. Bunun nedeni; I. dalga latansında şiddet azalması ile meydana gelen gecikmenin, V. dalgaya oranla daha az olmasıdır. Stimulus tekrar sayısının artışı ile meydana gelen latans gecikmeleri, bütün potansiyellerde ve potansiyeller arası intervallerde logaritmik tarzda meydana gelmiştir.

Elde ettiğimiz veriler arasındaki farklı değerleri anlamlılık açısından değerlendirmek amacı ile Varyans Analizi yöntemi uygulanmıştır. Analiz işlemi iki ayrı açıdan yapılmıştır. Bunlardan birincisini I-V intermik intervalinde meydana gelen değişiklikler oluşturmakta olup, bu analiz için Tablo 3'de gösterilen 3 örnek grup seçilmiştir. İkinci analiz, ise, stimulus tekrarlama sayısı ile L, III. ve V. dalga latanslarında meydana gelen değişiklikleri irdelemek için yapılmış olup, bu analiz için 9 örnek grup seçilmiştir (Tablo 4).

Varyans Analizi yöntemi sonucuna göre; her iki analizde de elde ettiğimiz F değerleri 1.00'ın altında olup (1. analiz için F=0.91,2. analiz için F=0.80), bu değerlerle her iki analizde örnek grupların değerlerinin birbirlerinden anlamı olarak farklı olmadıkları ortaya çıkmıştır.

Tablo 3. 3 Örnek Grupta I-V İntervali Analizi

Grup Tanı	İşitme kaybı	Kulak sayısı	I-V intervali (80 dB)
Y-1 Normal	83 dB	24	3.80 ms
Y-2 Akust. Trv.	35.2 dB	20	3.87 ms
Y-3 Presbiyak	40.3 dB	20	4.10 ms



Şekil 2. Normal bir olgunun latans-şiddet ilişkisi.

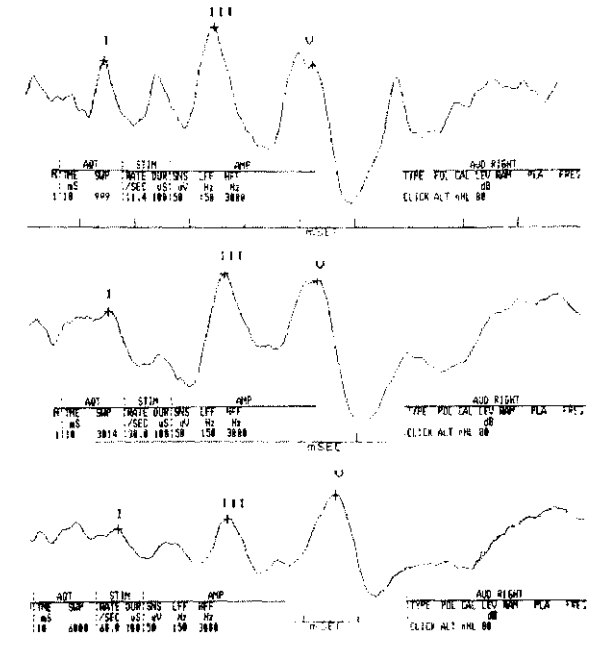
Şekil 2,3,4 ve 5'te ise yaptığımız araştırmadaki olgulara ait birer çalışma gösterilmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Uyarılmış işitme potansiyelleri kayıt tekniğinin en fazla uygulama alanı bulan iki şekli, elektrokoleografi ve beyin sapı cevap odyometresidir. Beyin sapı cevap odyometresi işitme patolojilerinin ayırıcı tanısında başarı ile uygulanmaktadır. İşitme potansiyellerinin latans ve amplitüd değişiklikleri tanı için en önemli bulguyu oluşturur. Kişisel parametrelerle stimulus parametrelerinin değişmesi, dalga formlarının latans ve amplitüdlarini değişen

Tablo 4. 9 Örnek Grupta I., III., V. Dalga Latanslarının Analizi (80 dB)

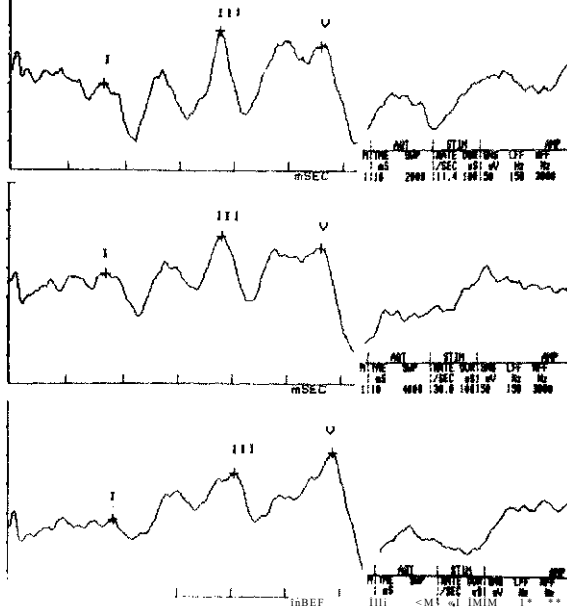
Tam	İş kay.	Grup	Sıkl.	I	III	V
Normal	83 dB	Y-1	11.4	1.51 ms	3.55 ms	5.31 ms
		Y-2	30.0	1.54 ms	3.66 ms	5.46 ms
		Y-3	60.0	1.60 ms	3.77 ms	5.74 ms
Ak.Trv.	35.2 dB	Y-4	11.4	2.07 ms	4.17 ms	5.93 ms
		Y-5	30.0	2.11 ms	4.25 ms	6.08 ms
		Y-6	60.0	2.20 ms	4.40 ms	6.27 ms
Presb.	40.3 dB	Y-7	11.4	1.80 ms	3.98 ms	5.90 ms
		Y-8	30.0	1.87 ms	4.17 ms	6.11 ms
		Y-9	60.0	1.94 ms	4.30 ms	6.31 ms



Şekil 3. Normal bir olgunun stimulus tekrarlama sayısı artışı ile oluşan potansiyel değişiklikleri.

derecelerde etkilemektedir. Bu nedenle test edilen olgulardan elde edilen değerlerin patolojik olup olmadığını değerlendirebilmek için, değişik parametrelerin sağlıklı olgularda yarattığı değişiklikleri bilmek gerekir. Bu değişikliklerin latans yönü yeterince araştırılmış olmasına karşın, amplitüd değişiklikleri konusunda henüz fikir birliği sağlanamamıştır (16).

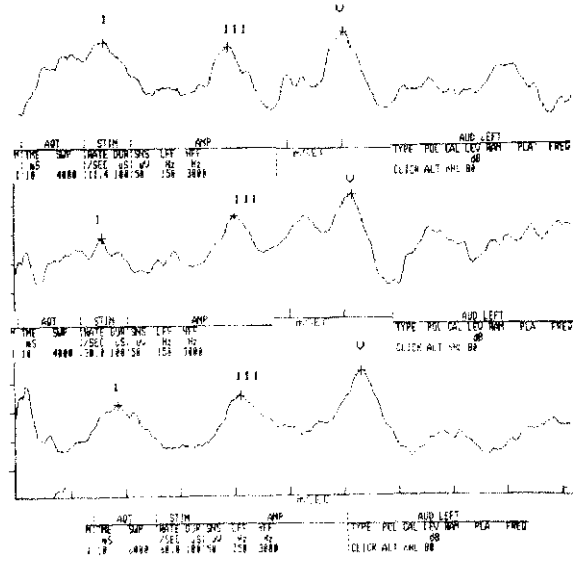
ABR'nin bütün komponentleri azalan şiddetle latans olarak artarlar (5,12,16). Don ve arkadaşları (1977), V. dalga komponentinin her 10 dB şiddet azalmasında, latans olarak ortalama 0.4 ms değerinde geciktiğini ifade etmektedirler (4). Picton ve



Şekil-4. Akustik travmalı bir olgunun stimulus tekrar sayısının artışı ile oluşan potansiyel değişiklikleri.

arkadaşları (1981) ise, şiddete bağlı latans artışının, her stimulus şiddetinde aynı değerde olmadığını; yüksek stimulus şiddetlerinde bu değer 60 ms/dB'e kadar çıktığını belirtmektedirler (16). Çalışmamızda V. dalgada meydana gelen latans artışı, 90 dB'den itibaren her 10 dB şiddet azalmasıyla 40 dB'e kadar sırasıyla; 0,20, 0,23, 0,18, 0,40 ve 0,49 ms değerlerde bulunmuştur. Bu sonuç, latans artışının, düşük şiddetlere doğru logaritmik tarzda fazlalaştığını göstermektedir. Stimulus şiddetine bağlı latans değişikliği, beyin sapı potansiyellerinin erken komponentlerinde de dikkati çeken bir özelliktir. Şiddet azalmasına bağlı latans gecikmesi, V. dalgada olduğu gibi I. ve III. dalgalarda da aynı değerlerde meydana geldiği için; I-HI, HI-V ve I-V interpike intervallerinde stimulus şiddetine bağlı farklılık meydana gelmemektedir. Ancak olay düşük stimulus şiddetlerinde biraz farklılık arz etmektedir. 50 dB HLL'den itibaren I. dalga latansında meydana gelen gecikme, III. ve V. dalgalara nazaran daha fazla olmakta ve I-V intervali kısalmaktadır (5,12,16). Picton ve arkadaşları (1981), 70 dB HL'de I-V intervalini 4.02 ms; 30 HL'de ise 3.68 ms değerinde bulduklarını ifade etmektedirler (16).

İnceleyebildiğimiz kadarı ile literatürde; kokleer işitme kayıplarında, I-V intervalinde normal olgulara oranla cüz'i bir azalma görülmekle



Şekil-5. Presbiyazikli bir olgunun stimulus tekrar sayısının artışı ile oluşan potansiyel değişiklikleri.

berabeer anlamlı değişikliklerin meydana gelmediği ifade edilmektedir (4,11). Bu daralma olayına neden olarak, kokleer işitme kayıplarında rekrütman nisbetinin yüksek oluşu gösterilmektedir (6). Çalışmamızda I-V intervalini, normal olgulara oranla çok az miktarda olsa da artmış olarak bulduk. Bunda neden, olgularımızın hastalıkları gereği olarak rekrütman nisbetlerinin çok düşük olmasıdır ve sonucun bu şekilde elde edilmesi doğaldır.

ABR6İ etkileyen bir diğer stimulus parametresi de, stimulusun saniyedeki tekrarlama sayısıdır. Stimulusun sıklığı ile ilişkin çalışmalarda, artan tekrar sayısının bütün potansiyellerin latanslarını geciktirdiği sonucunu ortaya koymaktadır. Bunun nedeni refraksiyon teorisi ile açıklanmaktadır. Bu teoriye göre, ses stimulusuna karşı oluşan elektriksel aktivitenin tamamlanabilmesi için belirli bir süreye ihtiyaç vardır. Eğer bu süre dolmadan 2. bir stimulus kulağı uyaracak olursa, ilk uyarıya karşı oluşan cevabın yapısı bozulur. Cevabın yapısındaki bozulmadan, refraksiyon dışında iki neden/daha sorumlu tutulmaktadır. Bunlardan birincisi sinaptik transmisyonun etkilenmesi, diğeri ise reseptör yarılarında meydana gelen yorgunluk ve adaptasyondur (5).

Prat ve Sohmer (1976), stimulus tekrar sayısının artışı ile meydana gelen latans gecik-

meşinin nedenini, nöral elemanların refraksiyon peryoduna ve sinaptik transmisyona değişmesine bağlamaktadırlar (18). Buna karşın Don ve arkadaşları (1977), cevaplardaki bozulmanın nedeninin refraksiyon peryodu olmadığını; sinaptik transmisyondaki değişimin olayın muhtemel, reseptör organlardaki adaptasyon ve yorgunluğun olayın kuvvetle muhtemel nedeni olduğunu savunmaktadırlar. Yazarlar, olaydan refraksiyon peryodunun sorumlu olmayışını, en yüksek stimulus sayısında bile interstimulus intervalin 10 ms'nin altına inmeyişi ve tekrarlayan stimulusların refraksiyon peryoduna rastlamaması ile açıklamaktadırlar (5).

Beyin sapı potansiyellerinin kaydedildiği ilk yıllarda yapılan çalışmalarda, artan stimulus tekrarlama sayısının potansiyellerin latanslarını etkilediğini, ancak amplitüdlерinin değişmediğini göstermekte idi (10,15). Ancak daha sonraki yıllarda, stimulus sıklığının artışı ile amplitüdün de etkilendiği ortaya konmuştur (22).

Pratt ve Sohmer (1976), artan klik sayısı ile I.dalga latansının etkilenmediğini ifade etmektedirler (18). Buna karşılık Don ve arkadaşları (1977), artan klik tekrarlama oranı ile I. dalga latansında önemsiz sayılabilecek derecede bir artma meydana geldiğini, geç komponentlerde ise etkilenmenin önemli değerlere ulaştığını açıklamaktadırlar (5). Literatürü incelediğimizde bazı yazarların da I. dalgadaki latans artışının sadece çok yüksek stimulus tekrarlama sayılarında meydana geldiğini ifade ettiklerini görmekteyiz (21,24). Eggermont ve Odenthal (1974), yaptıkları elektrokokleografik çalışmada, stimulus tekrarlama oranının artışı ile N1 potansiyelinde logaritmik tarzda bir latans artışı saptamışlardır (6). Brackman ve arkadaşları (1985), aynı olayı kedilerde tesbit ettiklerini belirtmektedirler (1). Yagi ve Kaga (1979), I. dalgada klik tekrarlama sayısının artışı ile meydana gelmediği veya çok az değerlerde oluştuğu iddia

edilen latans gecikmesinin aslında çok olduğunu ileri sürmektedirler. Yazarlar, yüksek klik tekrar sayılarında I. dalga amplitüdünün çok küçük değerlere indiğini; etkilenmediği iddia edilen araştırmalarda hatalı değerlendirme yapılmış olabileceğini ifade etmektedirler (23). Don ve arkadaşları (1977), klik tekrarlama sayısının artışı ile V. dalga latansının oldukça anlamlı değerlerde geciktiğini, tekrarlama sayısının saniyede 10'dan 100'e çıkması ile bu gecikmenin 0.9 ms değere ulaştığını ve bunun şiddet olarak 15-20 dB'lik bir kayba eşdeğer olduğunu ifade etmektedirler. Yazarlar I. dalgadaki gecikmenin V. dalgaya oranla az olması nedeni ile, odituar sistemin periferik ve santral kısımlarının artan klik tekrarlama sayısından farklı şekilde etkilendiğini işaret etmektedirler (5). Yagi ve Kaga (1979) stimulus tekrarlama sayısının saniyede 10'dan 90'a çıkarılması ile V. dalga latansının 0.23 ms geciktiğini bulmuşlardır (23).

Çalışmamızda stimulus tekrarlama sayısının artışı ile beyin sapı potansiyellerinde periferden santrale doğru artan miktarlarda latans gecikmesi saptanmıştır. Örneğin bu değerler, 11.4/s'den 60/s'e çıkmakla I. dalga için 0.09 ms, III. dalga için 0.22 ms ve V. dalga için 0.43 ms miktarlarda bulunmuştur. Bu sonuç odituar sistemin periferik ve santral kısımlarının stimulus tekrarlama sayısından farklı etkilendiği görüşünü doğrulamakta, ancak periferik bölgenin etkilenmediği veya ancak yüksek tekrarlama sayılarında etkilendiği görüşüne uymamaktadır. Kanatımız, birçok yazarın da savunduğu gibi, periferik odituar sistemin de klik tekrarlama oranının artışıyla etkilendiği yönündedir.

Çalışmamızdan elde ettiğimiz verilere ve inceleyebildiğimiz kadarıyla literatürden elde ettiğimiz bilgilere göre, yüksek frekanslı işitme kayıplarının sensorial olanları, stimulus tekrarlama sayısının artışı ile normalinden farklı bir şekilde etkilenmemektedir.

KAYNAKLAR

1. Brackmann, D.E., Selters, W.A., Don M.: Electric response audiometry. In: "English, G.M.: Otolaryngology, Vol-1" Harper and Row Publishers, Philadelphia-1985.
2. Buchwald, J., Hang, C.M.: Far field acoustic response: Origins in the cat. Science, 189: 382-384,1975.
3. Qemis, j.D., McGee, T.: Brain stem electric response audiometry in the differential diagnosis of acoustic tumors. The Laryngoscope, 89:3142,1979.
4. Coats, .C : Humanauditory nerve action potentials and brain stem evoked responses. Arch. Otolaryngol., 104: 709-717, 1978.

5. Don, M., allen a.R., Starr, a.: Effect of click rate on the latency of auditory brain stem responses in humans. *Ann. otol*, 86: 186-195, 1977.
6. Eggermont, J.J., odenthall, D.W.: Action potentials and summing potentials in the normal human cochlea, in electrocochleography: Basic principles and clinical application. *Acta Otolaryngol., Suppl*, 316: 39-61,1974.
7. Giroux, A.P., Pratt, L.W.: Brainstem evoked response audiometry. *Ann. Otol.*, 92: 183-186,1983.
8. Hecox, K., Galambos, R.: Brainstem auditory evoked responses in human infants and adults. *Arch. Otolaryngol.*, 99: 30-33, 1974.
9. Jewett, D.L.L., Romano M.N., Williston, j.S.: Human auditory evoked responses: Possible brain stem component detected on the scalp. *Science*, 167: 1517-1518,1970.
10. Jeweett, D.E., Qilliston, J.: Auditory evoked farfields averaged from the scalp of humans. *Brain*, 94: 681-696, 1971.
11. Kavanagh, K.T., Beardsley, J.V.: Brain stem auditory evoked response. II. Clinical application in the assessment of patient with organic hearing loss. *Ann. Otol.*, 88: 11-21, 1979.
12. McDonald, W.I., Sears, T.A.: Thee effects of experimental demyelination of conduction in the central nervous system. *Brain*, 93:583-598,1970.
13. Melnick, W.: Hearing loss from the acoustic energy. In: "English, G.M.: otolaryngology, Vol-ITiarper and Row Publishers, Philadelphia-1985.
14. Ott, L.: An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis. PWS Publisher, Boston-1984.
15. Picton, T.W., Hillyard, S.A., Krausz, H.I.: Human auditory evoked potentials. I: Evaluations of components. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 36: 179-190,1974.
16. Picton, T.W., Stapelles, D.R., Campbell, K.B.: Auditory evoked potentials from the human cochlea and brainstem. *The journal of Otolaryngology, Suppl*. 9: 1-41,1981.
17. Pratt, H., Ben David, Y., Beled, ., Podoshin, L., Scharg, B.: Clinical promise of increasing stimulus rate. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol*, 51: 80-90, 1981.
18. Pratt, II, Sohmer, H.: Intensity and rate functions of cochlear and brainstem evoked responses to click stimuli in man. *Arch Otollaryngol*, 212: 85-92, 1976.
19. Rasminsky, M, Sears, T.A.: Internodal conduction in undissected demyelinated nerve fibers, *j. Physiol*, 227: 323-350,1972.
20. Saha, S, Bhargava, V.K. Johnson, R.C, McKean, C.M. : Latency changes in brain stem auditory evoked potentials with impaired brain myelination. *Exp. Neurol*, 58: 111-118, 1978.
21. Terkildsen, K, Osterhammel, P.: Farfield electrocochleography. *Adaptation. Scand. Audiol*, 4: 215-220,1975.
22. Thornton, A.R.D, Coleman, M.J.: The adaptation of cochlear and brain stem auditory evoked potentials in human. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol*, 39: 399-406, 1975.
23. Yagi, T, Kaga, K.: The effect of click repetition rate on the latency of auditory evoked brain stem response and its clinical use for a neurological diagnosis. *Arch. Otolaryngol*, 222:91-97,1979.
24. Zollnerr, CKarnakl, T, Stagee, G.: Input-output function and adaptatin behavior of the early potentials registered with the earlobe-vertex pickup. *Arch. Otorhinolaryngol*, 212:23-33,1976.