

Klinikte duysal uyarılmış potansiyeller

1- genel tanım ve yöntemler

Cumhur Ertekin

Nöroloji Profesörü.
1438 sok. No. 5/1
Alsancak/İZMİR

Uyarılmış potansiyel, dıştan verilen bir ışık, ses veya elektrik uyarıma karşı, beynin elektriksel olarak yazdırılabilen bir yanıtıdır. Bunu EEG pratiğinde, kişiye fotik uyarımlar verdiğimizde, oksipital bölgeden, fotik-sürüm adı ile, her ışık uyarana karşı beynin gösterdiği dalgalarda görmekteyiz.

Beyin ve omurilik hastalıklarının tanısı radyolojik yöntemlere bilgisayarların katılması ile son derece geliştirilmiştir. Örneğin CAT - Scan (bilgisayarlı beyin tomografisi) ve benzeri yöntemlerle, sinir sisteminin herhangi bir bölgesindeki küçük bir lezyon kolaylıkla ortaya koyulabilmektedir. Ancak bu yöntemler bugün henüz çok pahalıdır. Radyolojik kökenli bu yöntemlerin önemli bir eksiklikleri de patolojik lokalizasyonu vermelerine karşın, beyin ve omurilik dokusunun işlevsel - fizyolojik durumu hakkında yeterli bilgi yansıtmamalarıdır. Örneğin beynin metabolik ve diğer bazı medikal hastalıklarında bilgisayarlı radyolojik yöntemler fazla aydınlatıcı değildirler. Öte yandan uyarılmış beyin ve omurilik dalgalarının bilgisayarlı yöntemlerle incelenmesi, yukarıda söz edilen eksiklikleri tamamlayıcı niteliktedir. Beynin işlevsel bozukluğunu saptarlar ve prognoza ışık tutarlar. Hatta bazı durumlarda CAT-Scan'in saptayamadığı küçük lezyonlar, beynin uyarılmış potansiyelleri tekniği ile ortaya koyulabilir.

Beyin duysal uyarı potansiyellerinin ne olduğu pratik olarak şöylece özetlenebilir. Uyarılmış potansiyel, dıştan verilen bir ışık, ses veya elektrik uyarıma karşı, beynin elektriksel olarak yazdırılabilen bir yanıtıdır. Bunu EEG pratiğinde, kişiye fotik uyarımlar verdiğimizde, oksipital bölgeden, fotik - sürüm adı ile, her ışık uyarana karşı beynin



gösterdiği dalgalarda görmekteyiz. Ancak dıştan verilen uyarıların çoğu, bu denli net olarak, EEG'den yazdırılmaz. Çünkü bu duysal uyarı potansiyeli, kafada saçlı deriye koyulmuş bir elektrodan yazdırıldığında, amplitüdü uyarana göre 0.1 - 20 mikrovolt arasında değişir. Oysa spontan beyin dalgaları, yani EEG zemin aktivitesi, uyarı potansiyellerinin birkaç katı daha küçük genliktedir. Ayrıca EEG'nin yanısıra kaslar ve diğer dokulardan gelen biyolojik gürültüler ve elektronik aygıttan kaynaklanan gürültüler de buna eklenince, rutin EEG yazdırımında, uyarı potansiyellerinin görülmesi olanaksız hale gelir.

Duysal uyarı potansiyellerini net bir şekilde görünür hale getirmek için, bu yanıtların aşlında var olduğu EEG kesimine bilgisayar ortalaması tekniği uygulanır. Buna "Signal Aoraging"de denir. Bir dış uyarı, örneğin bir periferik sinire kısa bir elektrik şok verildiği zaman ve kafa saçlı derisinden uyarımı izleyen periyod içinde EEG aktivitesi yazdırıldığında, tek bir uyarıda herhangi bir farklılık ayırdedilemez. Ancak biz periferik uyarımı belirli aralıklarla vermeye devam edersek, uyarı potansiyeli, periferik uyarı zaman ve şekil olarak bağımlı olduğu için, EEG yazdırımında daima aynı yerde birikir, toplanır, aynı zaman aralığında belirir, oysa diğer nöral ve non - nöral aktiviteler uyarıya bağımlı olmadıkları için EEG traselerinde rasgele belirirler. Böylece ardışık uyarılarda, uyarım sayısı arttıkça, uyarı potansiyelinde birikim, eklenme ve artına olur ve uyarı

yanıtı gittikçe büyürken, rasgele geçen sinyaller, gürültüler giderek küçülürler ve elektronik toplama işlemi devam ettikçe zemin EEG aktivitesi kaybolur ve dilediğimiz uyarı potansiyeli netleşir (2, 10, 14, 22, 24, 27).

Duysal uyarı potansiyelini elde etmek için gerekli olan apareyler de göreceli olarak ucuzdurlar. Örneğin bir EEG veya EMG aygıtına "averajlama" işlemini yapacak özel amaçlı ufak bir kompüter eklenmesi ve yeterli bir amplifikatör ile, standart dış uyarımları verecek stimulatörler ile herhangi bir rutin EEG veya EMG laboratuvarında uyarı potansiyelleri incelenebilir. Her türden dış uyarı ile (örneğin koku ya da tad gibi) beyinden uyarı potansiyeli elde edilebilirse de, pratik yararı kanıtlanmış ve oldukça standart hale getirilmiş 3 tip uyarı ve 3 tip uyarı potansiyeli üzerinde çalışılır:

1- Periferik sinirlerin elektriksel kısa şoklarla uyartılması ile elde edilen somatosensoriyel serebral ve spinal uyarı potansiyelleri.

2- Fotik uyarım ya da bir televizyon ekranı üzerinde bulunan Siyah - beyaz karelerin ardışık yer değiştirmesi ("Pattern Shift", "Pattern Reversal") şeklindeki görsel uyarılarla elde edilen "Visual" uyarı potansiyelleri.

3- Bir kulağa kısa bir ses uyarısını "click" verilerek elde edilen beyin sapı ve serebral işitsel potansiyelleri. Bu uyarım tipinde özellikle beyin sapından elde edilen işitsel potansiyeller klinik amaçlarla kullanılmaktadır.

Uyarı potansiyellerinin elde edilip, yorumlanmasında, bazı genel fizyolojik ve teknik ilkelerin bilinmesi önemlidir. Ses, ışık ya da elektriksel uyarılar periferden verilmektedir ve yazdırıcı elektrodlar da ya saçlı kafa derisinde veya ek olarak vertebralar üzerindeki deriye yapıştırılmaktadır. Bu aktif elektrodların yanısıra referans elektrodu denen ikinci bir elektrod da ya yine beyin ve omuriliğe yakın bölgelere koyulur veya vücudun daha uzak bölgelerine yerleştirilir. Örneğin işitsel uyarı potansiyellerinde, aktif elektrod verteks saçlı derisine, referans elektrod da "klik" verilen taraftaki mastoid kemik üzerine koyulur. Vizüel uyarı potansiyellerinde, aktif elektrod oksipital bölgeye, referans elektrod da kulak memesine ya da midfrontal bölgeye yerleştirilir. Somatosensöriyel serebral uyarı potansiyeli yazdırımında, koldan median sinir, bacadan fibular ya da tibial sinir uyarımına göre, elektrod ya karşı parietal kortekse uyan saçlı deriye veya vertekse yerleştirilir. Referans elektrod sıklıkla midfrontal yerleşimlidir. Somatosensöriyel sistemin incelenmesinde spinal uyarı potansiyelleri de kullanılır. Bunun için kol uyarımı ile servikal bölgede C₂ ya da C₇, bacak uyarımı ile lomber vertebralara uyan bölgelere aktif elektrod koyulur. Sıklıkla referans elektrod midfrontal'dir. Bununla beraber, kulağa, ele, sırta veya dize de koyulabilir. Ya da iki elektrod vertebral zincir boyunca yerleştirilerek değişik düzeylerde spinal uyarı potansiyelleri incelenebilir. Özel durumlarda, örneğin intraoperative monitöring ve bazı hastalıklarda, epidural veya intratekal iğne elektrodlarla yazdırım yapılabilir (16, 17, 31, 47). Böylece periferik uyarımlarla cerebrum ve spinal düzeylerde 500 - 2000 uyarı yanıtının ortalaması, bu elektrod düzenekleri içinde alınır ve karşımıza, alındığı bölgeye göre değişen karışıklıkta bir seri dalga kompleksi çıkar.

Bu potansiyeller, duyum, görme veya işitme yollarını yapan afferent traktusların yarattığı aksiyon potansiyelleri ile muhtemelen bu yollar üzerinde ve serebral kortekste nöronların post - sinaptik potansiyellerinin elektriksel alanlarının toplamından meydana gelmişlerdir (2, 5, 6, 14, 27). Yazdırım düzenegi gereği, uyarı potansiyellerinin elektrogenezinden uzakta bulunan elektrodlar yolu ile bu potansiyeller yakalanmaktadır. Dolayısı ile, iletken bir ortamda, nervöz dokudaki elektriksel olayların uzağından yapılmış bir yazdırımda "Volume Conduction, volüm iletkenliği" kurallarının işlenmesi söz konusudur. Örneğin verteks saçlı derisindeki elektrod, beyin sapındaki işitme yollarından gelen elektriksel potansiyelleri uzaktan yakalamaktadır. Elde edilen potansiyeller 1 mikrovolt'tan daha küçük elde edilirler, çünkü elektrod ile elektriksel akım kaynağının oluştuğu sinir dokusu arasındaki mesafe çok büyüktür. Ve böylesine bir volüm iletkenliği ortamında elde edilen potansiyellere uzak - alan potansiyelleri (Far - Field) denir. Öte yandan karşı parietal kortekse uyan saçlı deriden yakalanmış bir somatosensöriyel potansiyel ise, elektrod ve elektriksel akım kaynağı birbirine yakın olduğu için, çok daha büyük amplitüdü ve daha keskin olabilecektir ve kaba anatomik kaynaklarını ayırd etmek kolaylaşacaktır. Bu tip potansiyellere yakın alan (NearField) potansiyeller denir (8, 12, 24, 27, 33, 38, 48)

Uyarı potansiyellerinin erken beliren komponentleri, yukarıda da değinildiği gibi, çalışılan duyu sisteminin kortekse kadar olan afferent yollarına ait sinyalleri temsil ederler. Daha geç beliren ve kişinin dikkati, psikolojisi ve diğer etmenlerle çok değişkenlik gösteren dalgalar ise daha çok kortikal assosiyasyon ve bileşeklerin aktivitesi ile oluşan, giderek spesifik duyum özelliği azalmış elektriksel olayları

temsil ederler. Nörolojide kullanılmaktan çok, psikiyatri, psikoloji ve farmakoloji alanlarında kullanılırlar (2, 27, 46, 48).

Klinik uygulamada her laboratuvarın duysal uyarı potansiyelleri için normal standartları vardır. Özellikle aşağıdaki özellikler ve bunlardaki değişmeler izlenerek, klinik bulgularla birlikte değerlendirilir:

1- Latans değerlendirmesi. **Kayıtlamanın başında beliren uyarım sinyali ile ortaya çıkan potansiyel komponentlerinin negatif ve/veya pozitif tepe noktalarına kadar olan zaman birimi (milisaniye) latansdır.** Bu ya absolu latans olarak değerlendirilir. Ve çoğunlukla iki vücut yarısından meydana getirilen uyarıların potansiyelleri karşılaştırılır. Veya absolu latans yerine "Interpeak latans" denilen değerler kullanılır. Uyarı sinyalinin sinir sistemine girmekte olduğu veya girdiği sırada meydana gelen ilk uyarı potansiyelinin tepe noktası sıfır ya da başlangıç olarak kabul edilir. Ve buna göre sonradan beliren potansiyellerin tepe noktaları ölçülerek aradaki iletim zamanı değerlendirilir. Bu ölçme yöntemi daha sağlıklı kabul edilir. Çünkü kişinin boyu, kafasının büyüklüğü vb gibi nedenlerle kişiler arasında beliren farklılıklar vardır. Ayrıca periferde meydana gelmiş patolojik olayların etkileri kısmen giderilmiş olarak, santral iletimler ve potansiyeller incelenmiş olur. Örneğin beyin sapı işitsel potansiyellerde 8 ci sinirin yaptığı İci dalga sonrakilerle latans olarak karşılaştırılır. Keza, somatosensöriyel uyarı potansiyellerinde Erb noktasından kayıtlama yapılarak elde edilen N - 9 (Pleksus Brakialis aksiyon potansiyeli) potansiyelinin negatif tepesinden itibaren sonraki dalgalar ölçülür. Böylece santral iletim zamanları incelenmiş olur.

2 - Potansiyellerin amplitüdü de ölçülür. Ancak bu parameter latans kadar fazla duyarlı değildir. Bireyler arasında ve aynı bireyde değişik zamanlarda değişkenlikler gösterir.

3- Potansiyel komponentleri arasındaki şekil değişimleri, bazı komponentlerin yokluğu, anatomik lokalizasyon bakımından önem taşır. 2 ve 3 no.lu parameterlerde de iki yanlı karşılaştırma önemlidir.

SOMATOSENSORY SPINAL VE SEREBRAL UYARI POTANSİYELLERİ

(7, 12, 16, 17, 19, 22, 27, 33, 36, 38, 45, 47, 48)

Bu tip potansiyellerin spinal vertebral düzeyden veya saçlı kafa derisinden elde edilmesi ile, deri ve deri altındaki kalkan duyu sinyallerinin (başlıca vibrasyon, pozisyon ve olasılıkla ince dokunma duyuları) omurilikte dorsal finikulus, beyin sapında lemniskus medialis, talamus ve talamo-kortikal yollarını ve olasılıkla sinaptik duraklarını incelemiştir. Ancak periferik sinirleri uyardığımız için, elde edilen spinal ve serebral yanıtlar duyum ayrıntıları açısından özel değildir, ama bize somatosensöriyel sistemin genel ve lokal bozukluğu hakkında bilgi verir.

Bu tip potansiyellerin spinal vertebral düzeyden veya saçlı kafa derisinden elde edilmesi ile, deri ve deri altındaki kalkan duyu sinyallerinin (başlıca vibrasyon, pozisyon ve olasılıkla ince dokunma duyuları) omurilikte dorsal finikulus, beyin sapında lemniskus medialis, talamus ve talamo-kortikal yollarını ve olasılıkla sinaptik duraklarını incelemiştir. Ancak periferik sinirleri uyardığımız için, elde edilen spinal ve serebral yanıtlar duyum ayrıntıları açısından özel değildir, ama bize somatosensöriyel sistemin genel ve

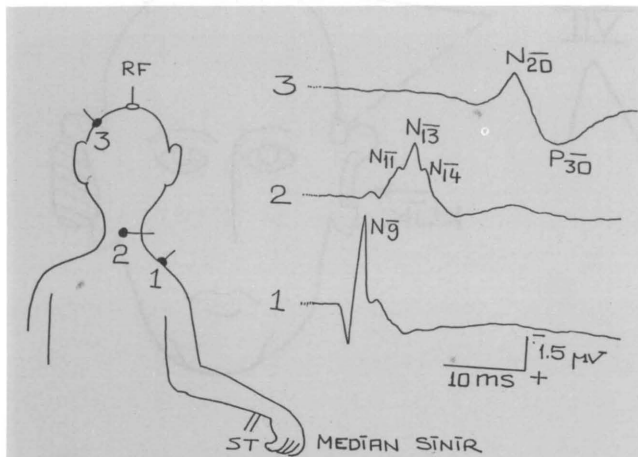
lokal bozukluğu hakkında bilgiler verir. Median sinir uyarımı ile servikal dorsal kökler ve servikal spinal ve beyin sapı somatosensoryel potansiyelleri (subkortikal potansiyeller) elde edilirler. Bunların polariteleri de referans elektrodunun yerine göre değişir. Boyundan elde edilen spinal potansiyeller başlıca 4 negatif dalga ya da çentik halindedirler. Bunlar ortalama latansları ve polariteleri dikkate alınarak sırası ile N_9 , N_{11} , N_{13} , ve N_{14} olarak adlandırılırlar. Bunları geniş pozitif bir P_{15} dalgası izler. N_9 pleksus brakialisten köken alır ve sonraki dalgaların ölçümünde başlangıç noktası olarak kullanılır. Bu nedenle Erb noktasına ayrı bir elektrodun koyulması ile daha net olarak elde edilebilir. N_{14} ve sonraki pozitif dalga (P_{15}) kişiler arası değişkenlik gösterirler. N_{13} ile bunun çıkan koluna asılı gibi duran N_{11} stabil dalgalarıdır. N_{11} ün dorsal kökler ve dorsal kolon, N_{13} ün de spinal gri cevherden köken aldığı söylenir. Bunlar deriden kaydedilince amplitüdüleri 1 - 2 mikrovolt'u aşmaz ve intratekal olarak kaydedilen CD-tipi spinal potansiyellerin negatif zirvesine uyarlar. Kontrateral parietal'den yazdırılan somatik uyarı potansiyeli ise daha büyük boylu bir negatif dalga ile başlar (N_{20}) ve bunu derin bir pozitif dalga izler (P_{30}). Bunlara da daha yavaş ve geç dalgalar eklenir. Pratik uygulamada N_{20} ve P_{30} dalgaları önemlidir (Şekil I). Bacak siniri uyarımı ile yine korteksten benzeri potansiyeller elde edilir. Ancak başlangıç pozitifdir, bunu 2ci negatif dalga izler, daha sonraki komponentler daha yavaş ve daha büyük amplitüdü olarak belirirler. İlk pozitif dalga 30 ms^{-1} li bir latans içinde belirir. N_{15} ve P_{20} kökeni tartışmalı olmakla birlikte, bunların talamokortikal yol ve parietal korteksin aktivitesi ile ilgili olduğu sanılmaktadır.

Somatosensoryel yollara ait lokalize bir lezyon bulunması halinde, somatosensoryel uyarı potansiyellerinde lokalizasyon yerine bağlı olarak değişmeler meydana gelir ve bununla topografik tanıya gidilir. Özetle; N_9 potansiyeli normal, N_{13} gecikmiş veya kaybolmuş ise lezyon pleksus brakialis proksimalinde ve ipsilateral bulbus altındadır (Servikal arka kökler ve/veya servikal omurilik tutuluğu). N_9 ve N_{13} potansiyelleri normal olup ta, N_{20} - P_{30} serebral

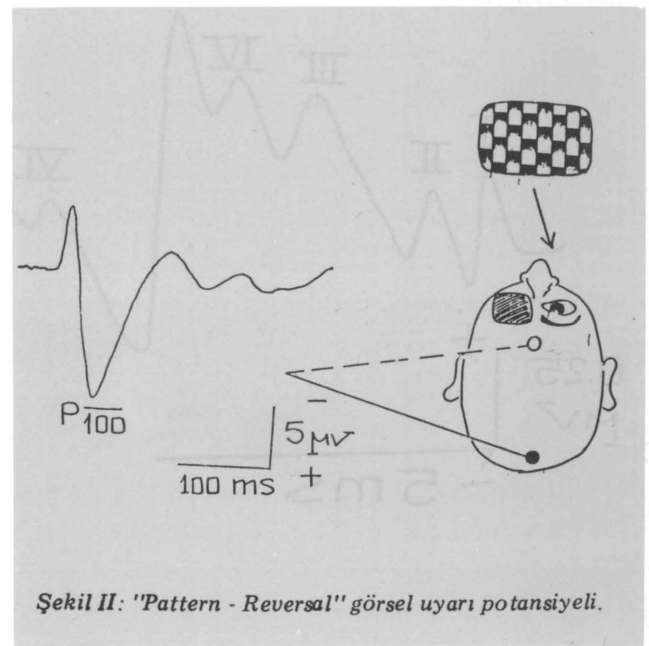
yanıtları gecikmiş ya da kaybolmuş ise, lezyon bulbus yukarısındaki kontrateral duyum yolları ve/veya parietal kortekstedir. Alt taraf uyarımı ve spinal ve serebral potansiyellerin birlikte yazdırılması ile de benzer şekilde topografik tanıya gidilir. Örneğin cauda equina ve alt dorsal vertebra düzeylerinde normal spinal potansiyeller elde edilir, fakat serebral yanıtlar alınmazsa, diğer taraftan kol uyarımı ile tüm servikal ve serebral yanıtlar normal ise, lezyon dorsal omurilik düzeyindedir. Somatosensoryel uyarı potansiyellerinin çeşitli hastalıklar ve patolojik durumlarda kullanılışı ve yararı ikinci makalede anlatılmaktadır.

VİSÜEL UYARI POTANSİYELLERİ (2, 5, 6, 14, 24, 27, 28, 29, 48, 50)

Görsel uyarı potansiyellerinin elde edilmesinde en sık kullanılan uyarım "Pattern Reversal" denen, siyah - beyaz karelerin devamlı yer değiştirmesi yöntemidir. Daha az duyarlı olması nedeni ile flaş türündeki ışık uyarımları, işbirliği kurulamayan hastalar ve çocuklarda uygulanır. Bir gözün kapatılması ile herbir gözden gelen yanıtlar ayrı ayrı incelendiği gibi, yarım görme alanlarını içine alan "Pattern Reversal" uyarımlar da yapılabilir. Aktif elektrod oksipital bölgede ve orta çizgidedir ve birden çok elektrod kullanıldığında buradan sağ ve sol parietale doğru 5 - 6 cm aralıklı iki elektrod yerleştirilir. Referans elektrod alın ortasındadır. Genellikle 100 - 200 yanıtın bilgisayar ortalaması yeterlidir. Görme uyarı potansiyelleri, retinadan görme korteksine uzanan görme yollarındaki senkron afferent impuls akışının, görme korteksinde yarattığı bir potansiyeldir. Görsel uyarı potansiyelleri oldukça basit şekilli, fakat 5 - 10 mikrovolt gibi bir amplitüdedir. Esas komponenti derin bir pozitif dalgadır. Bunun tepesi P_{100} adını alır. Bundan önce ve sonra daha küçük amplitüdü 2 negatif dalga bulunur (N_{75} ve N_{145}). P_{100} pratikte en sık kullanılan komponenttir (Şekil - II). Her iki gözden alınan görsel uyarı potansiyelleri normallerde şekil, latans ve amplitüd olarak birbirlerine çok benzerler ve bu nedenle her iki gözden elde edilen so-



ŞEKİL I. Spinal ve serebral somatosensoryel uyarı potansiyelleri 1, Erb noktası, 2, Servikal ve 3, Karşı parietal saçlı deriden kayıtlama. R.F: Referans, orta frontal ST: Median sinir bilekten elektriksel uyarım.



Şekil II: "Pattern - Reversal" görsel uyarı potansiyeli.

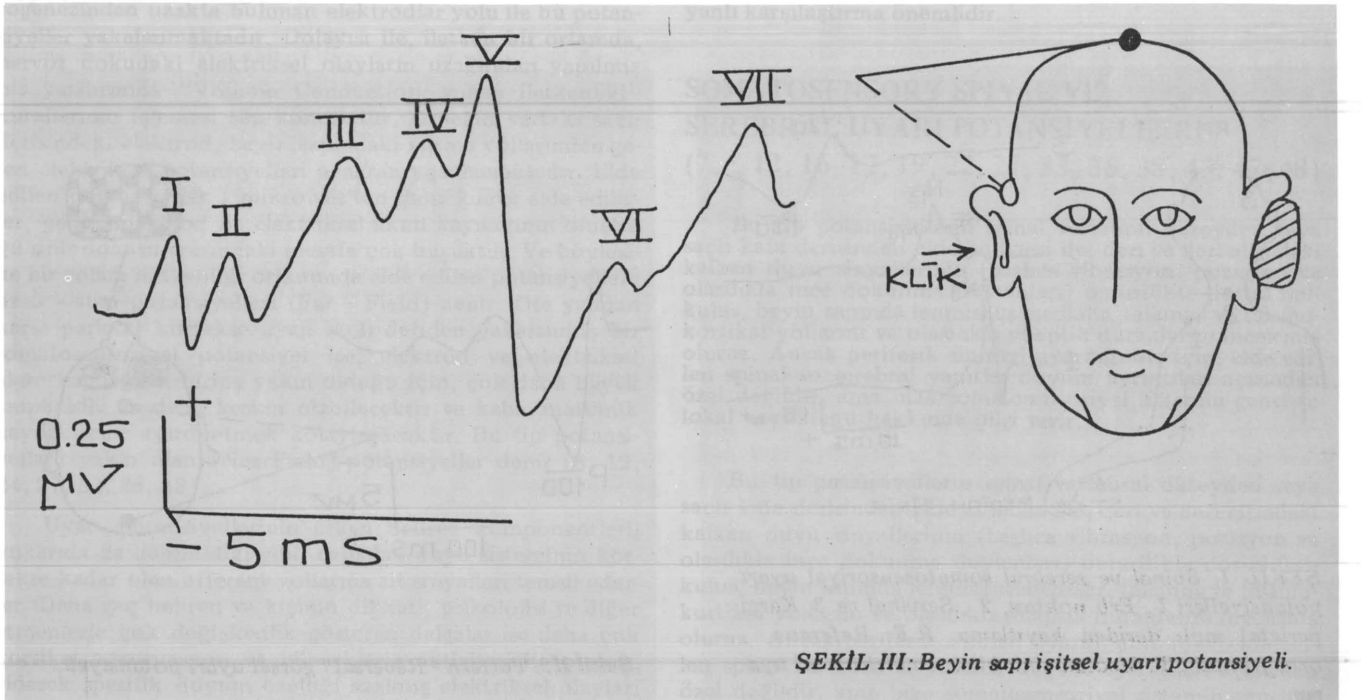
nuçların karşılaştırılması önem taşır. Optik kiyazmanın ön tarafındaki lateralize lezyonlarda her iki gözden alınan yanıtların farklılığı ile topografik tanıya gidilir. Oysa optik kiyazma arkasındaki lezyonlarda, her iki gözden uyarımla elde edilen yanıtlarda da değişimler görülür, bu durumda görme alanı yarılmasına uyarımı uygulamak gerekir. Böylece başın arka kısmında bulunan elektrodun aracılığı ile yazdırılan yanıtlardaki patolojik değişimler, kendini homonim veya heteronim asimetri şeklinde gösterir. Görme yollarındaki posterior lezyonların gösterilebilmesi için, parieto - oksipital bölgede en az 5 elektrodun bulunması gerekir.

Herhangibir anterior görme yolu lezyonunda, görsel uyarı potansiyellerindeki başlıca anormallikler şöylece özetlenebilir. P_{100} dalgasının latansında uzama olabilir. Örneğin multipl skleroz gibi bir demiyelinizan hastalıkta, optik sinirdeki subklinik bir sessiz plak P_{100} 'ün latansını aşırı derecede uzatır. P_{100} 'de aşırı gecikme yanı sıra uyarı potansiyelinin şeklini ve amplitüdünü oldukça korumuş olması, demiyelinizan lezyon olasılığını kuvvetlendirir. Amplitüd küçülmesi ise daha çok ön görme yollarının kompressiv lezyonlarında, örneğin ularlarında görülür. Özellikle lateralize bir urda iki tarafın uyarımı ile elde edilen P_{100} amplitüdünün karşılaştırılması önem taşır. Ancak görsel yanıtların amplitüdünü değerlendirirken çok dikkat etmek gerekir. Çünkü, çeşitli kırma kusurları, ambliyopi, katarakt ve retinopati gibi durumlarda da amplitüd küçülür. Bu olasılıkları da göz önünde bulundurmak gerekir. Hatta bazan, hastanın TV ekranı üzerine dikkatinin azalması bile amplitüdü etkileyebilir. dikkatli bir klinik değerlendirme ve yöntemin teknik olarak iyi uygulanması ile yine de optik sinire bası yapan bir urun, klinik olarak herhangi bir görme bozukluğunun olmadığı dönemde bile, dalganın şeklini değiştirdiği ve amplitüd küçülmesine neden olduğu bilinmektedir. Dalga şeklinde erken görülen değişiklikler, N_{75} 'in kaybolması ve P_{100} 'ün genişlemesi dir.

Görsel uyarı potansiyellerinin başlıca kullanım alanları, optik nevrit, multipl skleroz, görme yollarına bası yapan ular ve histerik körlüktür. Klinik kullanımdaki ayrıntılar ikinci makalede verilecektir.

BEYİN SAPI İŞİTSEL UYARI POTANSİYELLERİ

Beyin sapı işitsel potansiyellerini elde etmek için, daha ayrıntılı çalışma ve teknik olarak gereklidir. Kayıt için verteks saçlı derisine ve incelenen kulak tarafındaki mastoid kemiğe ya da kulak memesine birer elektrod koyulur. Ve tek taraflı olarak bir kulaktan bir klik sesi verilir. Bu 100 mikrosaniyelik elektriksel bir kare dalgadır. Şiddeti 65 - 70 desibeldir ve frekansı da 10 Hz'dir. Bir kulağa ses uyararı verilirken, diğer kulak da bir ses gürültüsü ile maskelenir. Bu potansiyeller 0.25 mikrovolt gibi çok küçük amplitüdü oldukları için 500 000 kez büyüten bir amplifikasyon kullanılır ve çok kısa latanslı oldukları için de 10 msn'lik bir analiz süresi içinde araştırılırlar. Bu yanıtların elde edilmesi için 1000 - 20000 ses kliği verilir ve işlem birkaç kez yinelenir. Normal erişkinlerde ilk 10 msn içinde 7 komponentli bir dalga meydana gelir. Bunlar I'den VII'ye kadar numaralanırlar. İlk I - V dalga her normal kişide çıkar, son iki dalga ise (VI ve VII) her normalde elde edilemeyebilir. (Şekil III). Pratikte işitme potansiyellerinin mutlak latansları değil, birbirlerine göre tepe latansları kullanılır. Özellikle Içü dalgaya göre santral iletim zamanları ölçülür. I - IIIcü dalga intervali ortalama 2.6 msn, I - Vci dalga arası 4.7 msn, III - Vci dalga arası 2.4 msn'dir. Her laboratuarda ortalama normal değerlere, standart sapma değerinin 2.5 veya 3 katının eklenmesi ile (ortalama + 3 SD) normalin üst sınırı bulunur ve bu değeri aşan santral iletim zamanları patolojik kabul edilir. Amplitüd değerleri çok değişkendir, genellikle kullanılmaz. Ancak bunların oranları elde edilip kullanılabilir. Örneğin I/V potansiyel amplitüd oranı gibi. Beyin sapı işit-



ŞEKİL III: Beyin sapı işitsel uyarı potansiyeli.

sel potansiyellerinin önemli bir özelliği, bunların kişinin dik-kati, bilinci ve uyku durumuna göre değişme göstermemeleri ve sinir sistemi depresanı olan anestetiklere ve barbitüratlara çok dirençli olmalarıdır. Bu nedenle komalarda ve operasyonlarda kolaylıkla kullanılabilirler.

Beyin sapı işitsel potansiyellerinin herbir komponentinin elektriksel kaynağı tam olarak bilinmemektedir. Ancak İci dalga başlıca 8ci sinir aksiyon potansiyeli olarak elde edilir. Tümü ile bu potansiyeller 8ci sinirle beraber, kohlear çekirdek, oliva superior, lemniskus lateralis traktus ve/veya çekirdekleri ve kolikulus inferiordan geçen, başlıca ipsilateral işitsel aktivasyonu temsil ederler. Muhtemelen II ve III cü dalgalar, insanda ponsun alt kısmından, IV ve Vci dalgalar orta ve üst ponsdaki yapılardan, VI ve VII ci dalgalar korpus genikulatum mediale ve akustik radyasyondan köken almaktadırlar.

Bu yolları ipsilateral olarak tutan bir lezyonda, bu işitsel uyarı potansiyellerinde patolojik değişmeler ortaya çıkar. En sık görülen değişmeler I - III ya da I - V ç dalgalar arasındaki zaman intervalinin açılması, yani santral iletim zamanının uzamasıdır. Bazan İci dalgadan sonraki tüm dalgalar alınmaz. Bazı durumlarda ise ilk üç dalga alınır, daha sonraki IV ve Vci dalgalar alınmaz. Bu ikinci durum daha çok üst pons lezyonlarında görülür. Beyin sapına ait nörolojik bir lezyonun değerlendirilmesinde İci dalganın daima elde edilebilmesi önem taşır. İci dalganın yokluğu halinde, değerlendirmelerde hata yapılabilir. Periferik işitme kayıplarında, İci dalga kaybı ile birlikte diğer dalgalar da elde edilemez hale gelir. Beyin sapı işitsel potansiyelleri özellikle, akustik nörinomlar, beyin sapının demiyelinizan, tümöral ve vasküler hastalıklarında patolojik bulgular verir. Ayrıca koma ve beyin ölümü konusunda da önemli bir yardımcı yöntemdir. Bunların ayrıntısı ikinci makalede anlatılmaktadır.

KLİNİKTE DUYSAL UYARTILMIŞ POTANSİYELLER

II - KLİNİK UYGULAMALAR

Görsel, işitsel ve somatosensoryel serebral ve spinal uyartılmış potansiyellerin, hastalar üzerinde uygulaması klinisyene çok yararlı bilgiler vermekle beraber, temel değerini iyi saptamak gereklidir. Şöyle ki, bu yöntemlerle elde edilen sonuçlar, çoğunlukla herhangi bir etyolojiyi göstermez. Nörolojik topografik tanıya yardımcıdır. Belirli bir duyum sistemindeki aksamayı ve bu aksamanın oldukça kaba bir lokalizasyonunu verir. Bir yerde klinik nörolojik muayenenin bir devamı sayılabilir. Ancak klinik muayenelere göre daha üstün yönleri vardır. Şöyle ki, kesin, objektif ve tekrarlanabilir olması ve çoğu kez de hasta ile işbirliğini gerektirmemesi nedeni ile, bebekler, çocuklar, komatöz hastalar ve başka herhangi bir nedenle işbirliğine giremeyen kişilerde, görme, işitme ve deri duyum işlevlerini saptar. Ya da elde edilen klinik bulgular güvensiz ve tartışmalı ise bu durumu normal ya da patolojik bulgu yönünde kesinleştirir. Bu durum histerik veya simülator kişilerde çok önem kazanır. Duysal uyarı yanıtlarının tekrarlanabilir olması, bu yöntemlerin intraoperatif olarak da kullanılmalarında bir üstünlük sağlamaktadır.

Uyartılmış potansiyellerin uygulamasında teknik ayrıntılara ve test değişkenliklerine çok önem vermek gereklidir. Yukarıda da değinildiği gibi uyarı potansiyelleri ile özel bir

tanı elde edilemez. Elde edilen sonuçlar, diğer klinik bakı ve diğer laboratuvar bulguları ile birlikte değerlendirilmelidir. Böylece uyartılmış potansiyeller rasyonel bir şekilde uygulanır, açıklanır ve kullanılırsa, nöroloji ve yakın uzmanlık dallarında (Göz, kulak - burun - boğaz, anesteziyoloji gibi) vazgeçilmez bir yardımcı yöntem olarak yerini alacaktır ve almaktadır.

Duysal uyarı potansiyellerinin başlıca uygulama alanlarını aşağıda olduğu gibi sıralayabiliriz:

- 1- Multipl skleroz ve diğer demiyelinizan hastalıklar.
- 2- Kafa travması, koma ve beyin ölümü.
- 3- İntrakraniyal tümörler.
- 4- İntraoperatif "Monitoring".
- 5- Çocuk nörolojisi.
- 6- Periferik sinir ve omurilik hastalıkları.
- 7- Diğer nörolojik hastalıklar.
- 8- Histeri ve simülasyon.

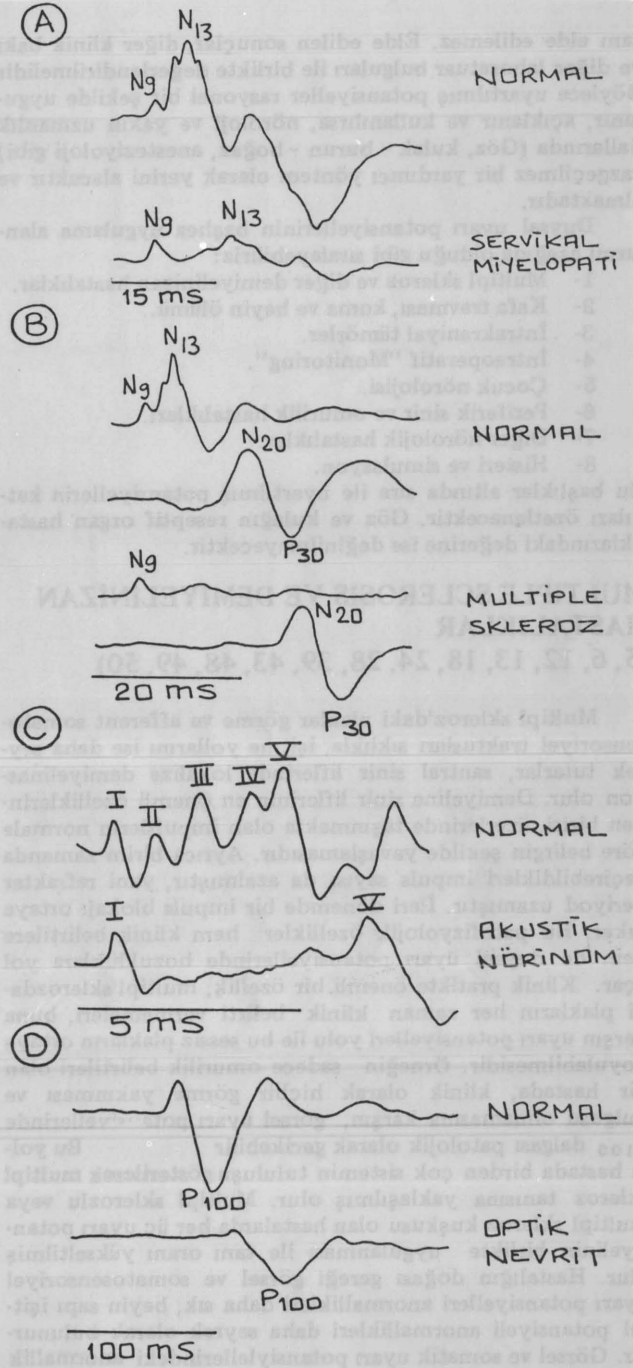
Bu başlıklar altında sıra ile uyartılmış potansiyellerin katkılarını özetlenecektir. Göz ve kulağın reseptif organ hastalıklarındaki değerine ise değinilmeyecektir.

MULTIPLE SCLEROSIS VE DEMİYELİNİZAN HASTALIKLAR

(5, 6, 12, 13, 18, 24, 28, 39, 43, 48, 49, 50)

Multipl skleroz'daki plaklar görme ve afferent somatosensoryel traktusları sıklıkla, işitme yollarını ise daha seyrek tutarlar, santral sinir liflerinde lokalize demiyelinasyon olur. Demiyeline sinir liflerinin en önemli özelliklerinden birisi, üzerlerinde taşınmakta olan impulslerin normale göre belirgin şekilde yavaşlamasıdır. Ayrıca birim zamanda geçirebildikleri impuls sayısı da azalmıştır, yani refrakter periyod uzamıştır. İleri dönemde bir impuls blokajı ortaya çıkar. Bu patofizyolojik özellikler hem klinik belirtilere hem de duysal uyarı potansiyellerinde bozukluklara yol açar. Klinik pratikte önemli bir özellik, multipl sklerozdaki plakların her zaman klinik belirti vermemeleri, buna karşın uyarı potansiyelleri yolu ile bu sessiz plakların ortaya koyulabilmesidir. Örneğin sadece omurilik belirtileri olan bir hastada, klinik olarak hiçbir görme yakınması ve bulgusu olmamasına karşın, görsel uyarı potansiyellerinde P₁₀₀ dalgası patolojik olarak gecikebilir.

Bu yolla hastada birden çok sistemin tutulduğu gösterilerek multipl skleroz tanısına yaklaşılmış olur. Multipl sklerozlu veya multipl skleroz kuşkusu olan hastalarda her üç uyarı potansiyelinin birlikte uygulanması ile tanı oranı yükseltmiş olur. Hastalığın doğası gereği görsel ve somatosensoryel uyarı potansiyelleri anormallikleri daha sık, beyin sapı işitsel potansiyeli anormallikleri daha seyrek olarak bulunurlar. Görsel ve somatik uyarı potansiyellerindeki anormallik olguların 2/3 ünden fazlasında, işitsel yanıtlarda ise olguların yarısına yakınında saptanabilmektedir. Vücut ısısını arttırarak bu anormallik oranını da arttırmak olasıdır. Patolojik bulgu saptama oranları "Definite", "Probable" ve "Possible" multipl skleroz gruplarında giderek azalmaktadır. Ancak multipl skleroz olasılığı olan bir hasta bu yöntemlerle "Possible" veya "Probable" gruptan "Definite" grubu geçebilir. Görsel uyarı potansiyelinde en sık görülen anormallik P₁₀₀ dalgasının latansında gecikme olması, bunun yanında belirgin amplitüd küçülmesi olmamasıdır. Somatosensoryel uyarı potansiyellerinde en sık görülen anormallik, spinal ve serebral sentral iletim zamanlarının uzaması ya da servikal somatosensoryel potansiyellerde şekil ve latans anormallikleridir. (Şekil IV B) Beyin sapı işitsel uyarı



ŞEKİL IV Normal bireyler ve değişik sinir sistemi hastalıklarında duysal uyarı potansiyellerinden örnekler.

- A) Servikal miyelopati'de servikal, spinal uyarı potansiyeli N_{13} 'de gecikme ve ufalma (alttaki)
- B) M.S.de spinal ve serebral somatosensoryel uyarı potansiyelleri (alttaki 2 trase) spinal potansiyel kaybolmuş ve N_{20} gecikmiş.
- C) Akustik Nörinom'da (alttaki) I, V dalga arasındaki genişleme.
- D) Optik Nevrit'de (alttaki) normale göre P_{100} 'de ileri gecikme

potansiyellerinde ise en çok Vci dalganın kaybı veya tepe latansları arasında uzama görülür. Özetle; sinir sisteminin belirli bir kesiminde meydana gelmiş bir klinik sendromda, diğer bir sistem ya da sistemlerde anormal uyarı potansiyelleri saptanması olasılıkla multipl skleroz tanısına goturebilmektedir. Ve bundan da önemlisi hasta bazı tatsız ve yan etkileri olabilen laboratuvar incelemelerinden, örneğin bir miyelografi ya da serebral anjiografiden kurtulabilmektedir. Uyarı potansiyellerinin önemli bir yararı da, hastalığın progresyonunu objektif olarak izleyebilme ve tedaviyi değerlendirebilme olanağı verebilmesidir.

KAFA TRAVMASI KOMA VE BEYİN ÖLÜMÜ

(3, 4, 5, 6, 12, 14, 23, 24, 27, 49)

Kafa travmaları, nörolojik ve metabolik komalar ve beyin ölümü değerlendirmelerinde özellikle beyin sapı işitsel ve somatosensoryel uyarı potansiyelleri, giderek artan oranlarda kullanılmaktadır. Sensoryel uyarı potansiyellerinin bu konulardaki kesinliği ve pratik yararı tam anlamı ile standardize edilmiş değildir. Diğer elektrofizyolojik ve radyolojik yöntemlerle birlikte belirli bir yeri vardır.

Değişik duyu sistemlerini, beyin sapı ve serebral korteksin fonksiyonlarını göstermesi bakımından; komada harabiyetin derecesi ve yayılımını değerlendirmede uyarı potansiyelleri objektif birer yardımcıdır. Beyin sapı işitsel ve somatosensoryel "Far - Field" potansiyellerin bilinç düzeyi ve santral sinir sistemini deprese edici ilaçlara olan dirençlilikleri de diğer bir avantaj sağlar. Örneğin barbitürat intoksikasyonu ve diğer metabolik komalarda, spinal - somatik ve diğer beyin sapı işitsel potansiyellerinin normal kalışı, metabolik ve nörolojik kökenli bir komanın ayırd edilmesinde çok yardımcı olmaktadır. Ancak koma supratentoriyel bir nedene bağlı ise her iki uyarı potansiyeli yine normal kalabilir. Bu durumda flaşla sağlanan visüel uyarı potansiyellerinin anormal bulunması ve somatosensoryel serebral uyarı potansiyelleri "Near - Field" ve geç komponentlerinin kaybolması komanın yerini lokalize edebilir. Keza bir transtentoriyel herniasyonun gelişimini beyin sapı işitsel uyarı potansiyelleri yolu ile izlemek olasıdır. Böylece Vci dalganın ve sonra giderek III ve IV cü dalgaların kaybolması, gelişmekte olan ve ilerleyen bir herniasyonu ve lezyonun sekonder beyin sapı destriksiyonu yapmakta olduğunu gösterebilir. Keza bu tip kranio - kaudal gidişli bir komanın seyrinde somatosensoryel servikal N_{13} dalgası ile parietal N_{20} - P_{30} dalgaları arasındaki latans farkı, yani santral ileti zamanı da bu konuda (ve ayrıca infratentoriyel bir lezyona bağlı komada) yardımcıdır. Hemisferik bir lezyonda somatik N_{20} - P_{30} dalgaları erkenden anormallik gösterir. Buna karşılık N_{13} dalgası normaldir. Komadaki bir hastada N_{13} - N_{20} dalgaları arasındaki santral iletim zamanının gecikmesi ya da N_{20} 'nin kaybının travmatik veya travmatik olmayan bir komada kötü bir prognozu belirttiği, buna karşılık N_{13} ve N_{20} 'nin varlığı ve aradaki latans farkının fazla olmaması gibi bulguların prognozunu selim olacağını gösterdiği ileri sürülmüştür.

Multimodal duysal uyarı potansiyelleri, ağır kafa travmasına bağlı komalı hastalarda, yoğun bakım servislerinde komanın başlangıcından itibaren seriyal olarak incelenmiştir. Bu yöntemin diğer klinik belirtiler ve Glasgow koma skalası ile karşılaştırılması sonucu, uyarı potansiyellerinin %91'lik bir kesinlikle prognozu önceden saptayabileceği,

buna karşılık Glaskow koma skalası ile bu oranın %80 dolaylarında kaldığı gösterilmiştir.

Beyin ölümüne karar verilmesinde, beyin sapı işitsel ve somatosensoryel uyarı potansiyelleri de birer elektrofizyolojik test olarak yer almaktadırlar. Beyin sapı işitsel uyarı potansiyellerinde İci dalga dışındaki tüm dalgalar kaybolmuştur. Ancak kafa travmasına bağlı temporal kemik kırığı gelişen olgularda, 8ci sinirin zedelenmesi de bu dalganın kaybına yol açabilir. Bu durumda beyin sapı bütünlüğünü anlamak gerçekten güçleşir. Çünkü bu durumda afferent impulslar beyin sapına iletilmemektedirler. Böyle bir olguda servikal spinal N₁₃ potansiyelinin kaydedilmesi ve bunun yanı sıra N₂₀ ve sonraki dalgaların yokluğu, diğer testlerle birlikte beyin ölümü kararının verilmesinde yardımcı olur.

KAFA İÇİ URLARI

(4, 5, 6, 12, 14, 22, 24, 27, 28, 29, 43, 48, 49, 50)

Kafa içi urlarda uyarı potansiyellerinin yeri ve yararı şöylece belirtilebilir; urun lokalizasyon ve tanısına yardımcı urlurlar, tedavinin etkilerini objektif olarak değerlendirirler, urun çıkarılması sırasında "intraoperative monitoring"de kullanılırlar.

Uyarı potansiyellerinin tanıda en yararlı olduğu tümörlerden birisi akustik nörinom ve ponto - serebellar köşe tümörleridir. Akustik nörinomlarda bazan rutin odioolojik testler, hasta CT - Scan'in normal olduğu devrede beyin sapı işitsel potansiyelleri anormallik gösterebilir (Şek. IVC) Bu anormalliklerin başında İci dalga ile II ve IV dalganın o yanda tepe latansları farkının artışıdır. Daha ileri devrelerde I ci dalgadan sonraki dalgalar alınmaz ve daha ileride İci dalga da alınmayabilir. Ancak bu devrelerde köşe tümörünün klinik ve radyolojik tanısı belirgin hale gelmiştir. Kuşkusuz başarılı bir köşe tümörü operasyonunda erken tanı çok önemlidir. Bu bakımdan işitsel uyarı potansiyelleri, bu yöntemin uygulanabildiği her yerde, köşe tümörünün aranmasında mutlaka yer alan bir yöntem olmalıdır. Beyin sapı gliomları gibi intrinsek beyin tümörlerinde de işitsel uyarı potansiyelleri sıklıkla anormal bulunur. En çok III ile V ci dalga latansları arasındaki farkın genişlediği görülür. Arka kafa çukurunun nevraks dışı tümörlerinde ise sıklıkla I ve II ci dalgalarda anormallikler ve sonraki erken dalgalara bağımlı **değişmeler** bulunur.

Talamus ve parietal lob urlarında somatosensoryel uyarı potansiyellerinde N₂₀ ve sonraki defleksiyonlarda küçülme, kaybolma veya gecikme meydana geldiği ve servikal spinal N₁₃ ve sonraki p₁₅'in ise normal kaldığı bildirilmektedir.

Ön kafa çukuru ve parasellar bölge urlarında, ön görme yollarına bir kompresyon olduğu zaman, bası olan taraftan verilen görsel uyarılarla elde edilen visüel P₁₀₀ dalgasında amplitüd düşmesi ve dalga değişmesi bulunur. Daha seyrek olarak latans gecikmesi ortaya çıkar. Böyle bir urun çıkarılmasında da visual uyarı potansiyelleri hızla normal şekillerine dönmeye başlarlar.

INTRAOPERATIVE MONITORING

(24, 27, 31, 48)

Beyin ve omurilik operasyonları sırasında, cerrahi girişimin dokuda iske mi ya da bası sonucu, irreversibl değişme-

ler meydana getirmemesi için, devamı olarak duysal uyarı potansiyelleri yazdırma yapılır. Optik sinir ve kiyazma bölgesine lokalize urların çıkarılması sırasında flaş verilerek, görme yollarındaki sinir liflerine gelebilecek bir destrüksiyon engellenmeye çalışılır. Akustik nörinomda cerrahi girişimin 8ci siniri ileri derecede zedeleyerek işitme kaybının yol açmaması ve girişimin başarılı olmasını sağlamak için beyin sapı işitsel uyarı potansiyelleri intraoperatif olarak kullanılmaktadır. Keza arka çukur cerrahi girişimleri sırasında hem beyin sapı işitsel hem de somatosensoryel uyarı potansiyelleri kullanılabilmekte ve operasyon sırasında olası bir iske mi tehdidini önceden haber verebilmektedirler. Vertebral ve omurilik operasyonları ve aort cerrahisinde de özellikle somatosensoryel serebral ve serebral uyarı potansiyelleri başarı ile uygulanmakta ve operasyon sırasında meydana gelebilecek paraparezi riskini minimale indirmektedirler. Burada özellikle epidural ve subdural omurilik uyarı potansiyellerinkayıtlamaları daha güvenli ve kesin olarak daha yararlıdır!

ÇOCUK NÖROLOJİSİ

(2, 5, 6, 9, 11, 12, 27)

Bebekler ve küçük çocuklarda duyum muayenelerini yapmak veya tam olarak değerlendirmek güçtür. Bu nedenle herhangi bir görsel, işitsel sorun veya somatik duyum bozukluğundan kuşku duyulduğu zaman, duyum sistemlerinin işleyişini anlamada duysal uyarı potansiyelleri çok yararlı yardımcı yöntemlerdir. Visüel ve somatosensoryel uyarı potansiyelleri santral afferent sinir liflerinin matürasyonunu izlemekte kullanılmıştır. Serebral somatosensoryel uyarı potansiyellerinin, boy ve benzeri etmenler de göz önüne alınırsa, yeni doğanda latansları erişkine göre daha uzundur. Ve ilk 8 ay içinde hızla kısalmakta ve 8 yaşına dek nispeten sabit bir değerde gitmektedir. Sonra adolesans dönemine kadar yeniden kısalarak adult değerlerine ulaşmaktadır. Afferent santral iletim hızı saptamasına göre 7 - 8 yaşına dek matürasyon olmakta ve bu yaşlarda erişkin iletim hızı değerlerine varılmaktadır. Keza omurilik boyunca elde edilen spinal uyarı potansiyelleri yolu ile de matürasyon izlenebilmekte ve periferik sinirlere benzer bir şekilde spinal afferent iletim hızı, 3 - 5 yaşlarında erişkin değerlerine varmaktadır. Yeni doğan bebekler ve küçük yaşta ki çocuklarda spinal potansiyeller özellikle distal omurilik segmentlerinde, yüzeyel elektrodlarla oldukça kolay ve büyük genlikli olarak elde edilebilmektedir. Bebeklik ve çocukluk çağı miyelodisplazilerinde bu yöntemin yararlı olduğunu gösteren bildiriler vardır. Keza flaş ve pattern - reversal uyarı potansiyelleri yolu ile görme yollarında matürasyonu izleme olanağı vardır. Hayatın ilk iki yılında P₁₀₀ latansı belirgin şekilde gecikmiştir ve bundan sonra giderek erişkindeki değerlere yaklaşır. Bebek ve çocuklarda amliopi ve kornea opasitelerinin tedavi sonuçlarını değerlendirmede de görsel uyarı potansiyelleri yardımcı olmaktadır.

Beyin sapı işitsel potansiyelleri prematüre bebeklerde incelenmiş ve yazdırılabilmektedir. Şekilleri daha basit iken, miyelinasyon ve matürasyon ile birlikte şekilleri daha net belirlemekte, dalgalar arası latans farkları erişkine göre artmış olarak elde edilmektedir. Ortalama 2 - 3 yaşlarında şekil ve latans özellikleri bakımından erişkin değerlere ulaşmaktadır.

toplum ve hekim

İşitsel beyin sapı dalgaları çeşitli lökodistrofilerde incelenmiştir ve çoğunda anormal bulunmuştur. Bazı lökodistrofi tiplerinde, örneğin adrenolökodistrofide bazı asemptomatik taşıyıcılarda işitsel uyarı potansiyellerinde anormallikler saptanmıştır. Bebeklik çağı uyku apnesi sendromlarında da tanı ve prognozdeki değeri üzerinde durulmaktadır. Keza otistik çocuklar, minimal beyin disfonksiyonu ve psikomotor gerilikte klinik yararına ait gözlemler giderek artmaktadır.

PERİFERİK SİNİR VE OMURİLİK HASTALIKLARI

(1, 2, 12, 13, 15, 18, 20, 21, 25, 30, 34, 35, 41, 42, 45, 48)

Periferik sinir hastalıklarında genellikle EMG ve ENG yöntemleri tanı için yeterlidir. Ancak birincil duysal nöronun periferik uzantısı yanısıra dorsal finikulus boyunca uzanan santral dalının belirli bir sistematik hastalıkta tutulup tutulmadığını bilmek gerekiyorsa; spinal ve serebral somatosensoryel yanıtlar yazdırılabilir. Örneğin Friedreich ataksisi gibi bazı spinoserebellar ataksilerde hem periferik hem de santral liflerde iletim özellikleri periferik sinir, spinal ve serebral potansiyellerin yazdırılması ile incelenebilir. İlginç olarak tüm bu potansiyellerde iletim amplitüd düşüklüğü olmasına karşın, periferde duysal iletim normal ya da normale yakın iken santral liflerde belirgin bir iletim yavaşlaması saptanır. Zaman zaman periferik sinir travmatik lezyonlarında rejenerasyonu izlerken duysal liflerde rejenerasyonun ilk belirtisi olarak periferik sinir aksiyon potansiyelinden önce serebral potansiyel elde edilebilir.

Son zamanlarda sayısı artan çalışmalarındaki gelişimlere göre, spinal ve serebral somatosensoryel potansiyellerin asıl yararlı olabileceği bir alan pleksus lezyonları ve duysal spinal kök hastalıkları üzerinde toplanmaktadır. Örneğin pleksus brakialis'in spinal ganglion öncesi koptmalarını, pleksus brakialis potansiyeli ile birlikte servikal spinal potansiyelin yazdırılması ile ortaya koymak ve tedaviye ışık tutmak olasıdır. Şöyle ki, bu durumlarda N₉ potansiyelinin ya da normale yakın kalmakta ve N₁₃ kaybolmaktadır. N₉ potansiyelinin de yitimi halinde lezyon spinal ganglion periferinde ve pleksusta lokalize olmakta ve bu ikinci durumda cerrahi girişim şansı doğmaktadır.

Torasik çıkış sendromlarında C₈ ve D₁ sinir kökleri basısı söz konusu olduğu için, bu olguların bir bölümünde yine N₉ normal kalmakta N₁₃ küçülmekte ya da kaybolmakta veya erken devrede N₉ - N₁₃ zaman intervali patolojik olarak açılmaktadır. Servikal ya da lumbosakral disk basılarında da radiküler topografik tanıya spinal ve serebral potansiyeller yardımcı olmaktadır. Örneğin Safenus siniri L₄' yüzeyel peroneal sinir L₅ ve sural sinir de başlıca S1 duysal köklerine ait lifleri taşıdıkları için bu sinirlerin ayrı ayrı uyarımı ile elde edilen somatik potansiyel anormalliklerinden hangi radiksin tutulduğu ortaya koyulabilmektedir. Bu yöntem segmental inervasyona daha bağımlı uyarımlarda da uygulanabilmekte ve örneğin servikal disk hernilerinde; başparmak C₆, 2 ve 3 cü parmaklar C₇ ve küçük parmak C₈ - D₁ den inervasyon aldıkları için, bu parmakların ayrı ayrı uyarımı ile hangi afferent kökte anormallik olduğu araştırılabilmektedir. Böylece rutin EMG ve ENG'ye bu konular da yeni bir boyut eklenmektedir.

Guillain Barre sendromu ve Kauda - Konus basılarında da benzeri yaklaşımlar tanı ve prognoza ışık tutabilmekte-

dir. Servikal spondilartroz'a bağlı miyelopatilerde de zaman zaman servikal spinal yanıtarda anormallikler elde edilmektedir (Şekil - IA).

Spinal ve serebral somatosensoryel yanıtların uygulamaya girdiği alanlardan bir tanesi de spinal travmalardır. Spinal travmalarda genellikle travma yeri altında kaydedilen spinal uyarı potansiyeli normal kalır. Ancak serebral potansiyel ya kaybolmuştur ya da gecikmiş ve ufalmıştır. Serebral potansiyelin anormal olmasına rağmen, bir paraplejik olguda alınabilmesi parsiyel bir travma lehinedir. Ancak yanıt alınmaması her zaman lezyonun tam bir kesi olduğu anlamına gelmemektedir. Parsiyel lezyonlarda yanıt alınmayabilir. Ve seviyal izleme ile, klinik belirtilerin gelmesinden önce somatosensoryel yanıtlar belirebilir. Böylece spinal travmaların izlenmesi ve prognozunda spinal ve serebral yanıtlar yardımcı olmaktadır.

Omuriliğin diğer, kompressif, inflamatuvar ve vasküler lezyonlarında somatosensoryel yanıtlar incelenmiştir. Bunlarda lezyonun büyüklüğü ve dorsal funikulus'un leze olup olmadığına göre yanıtlar patolojik ya da normal olabilmektedirler.

DİĞER NÖROLOJİK HASTALIKLAR

(1, 2, 4, 5, 6, 12, 13, 22, 24, 26, 27, 40, 45, 48, 49)

Serebrovasküler hastalıklarda duysal uyarı potansiyelleri incelenmektedir. Son çalışmalar serebrovasküler hastalıkların tanı ve prognozunda, erken devrede yararlı ve ümit verici sonuçlar alınabileceğini göstermektedir. Akut inmenin ilk 2 haftası içinde yapılan bazı çalışmalara göre; somatosensoryel uyarı potansiyelleri ile %71 oranında patoloji saptanmaktadır. Genellikle talamik ve kortikal parietal vasküler lezyonlarda N₂₀ potansiyeli, hemiplejik yandan uyarımla patolojik bulunmaktadır. Beyin sapı lezyonlarında ise lokalizasyona göre farklı sonuçlar alınmaktadır. Wallenberg sendromunda serebral somatik yanıtlar normal iken geniş pons infarktları ya da pons kanamasında anormallikler ortaya çıkmaktadır. Öte yandan lezyon ponsun tegmentumuna sınırlı kaldığı sürece beyin sapı işitsel potansiyelleri normal kalmaktadır. Ancak pons kanaması geniş olduğu takdirde beyin sapı işitsel potansiyelleri anormal olarak elde edilir.

Beyin sapı lezyonlarında genellikle N₁₃'den sonraki potansiyellerde anormallikler ortaya çıkar.

Intrakranial anevrizma sonucu gelişen subaraknoidal kanamalarda spinal N₁₃ ve serebral N₂₀ potansiyeli arasındaki zaman intervali serviyal izlenmekte ve bu sentral iletim zamanında belirgin gecikme, uzama, arteriyel spasm ve bunun sonucu serebral iskemi lehine olarak kabul edilmekte ve subaraknoidal kanamaların izlenmesi ve prognozunda kullanılmaktadır.

Multiinfarkt demans'ın Alzheimer ve diğer tipte demanslardan ayırt edilmesinde sensoryel uyarı potansiyelleri de ayrıca rol oynamakta ve 1. tip demansta uyarıcı potansiyelleri sıklıkla patolojik bulunmaktadır. Keza subkortikal ve kortikal diffüz lezyonlarda örneğin hemorajik lökoensefalopati, Jacob - Creutzfeld hastalığı, ya da apallik sendromda visüel ve somatosensoryel potansiyellerin geç komponentleri kaybolmaktadır. Bunlar dışında diğer dejeneratif ve metabolik beyin hastalıklarında da uyarı potansiyellerinde anormalliklere rastlanmaktadır.

Miyeklonik Epilepsi'de değişik bir örnek olarak visüel ve somatosensoryel kortikal potansiyellerde amplitüd artışı

görülmede ve bunlar miyoklonik sıçramaların azaldığı periyodlarla normal değerlere düşebilmektedirler.

HİSTERİ VE SİMULASYON (2, 5, 6, 14, 22, 27, 46)

Histerikler ya da simulatörlerde işitme ya da görme ya-kınmaları veya duysal bozukluklar, parapleji ya da hemiparezi görülebilir. Bunlarda yakınmaların türüne göre uyarı potansiyellerinin yazdırılması ile objektif olarak olayın organik bir temele dayanmadığı gösterilebilir. Ancak bu konuda dikkatli olmak gerekir. Örneğin bir fonksiyonel amaro; bir kortikal körlükle karıştırılabilir. Her iki halde de yöntemlerin biraz kabaca ve yüzeysel uygulanması halinde iki durum birbirinden uyarı potansiyelleri yolu ile ayırt edilemeyebilir. Ancak ayrıntılı ve deneyimli bir pattern-reversal uyarım ve yazdırım uygulaması ile iki durumu birbirinden yine de ayırt etmek olasıdır. Başka bir örnek vermek gerekirse; histerik analjezi ile objektif nörolojik bir analjeziyi'de ayırt etmek bazan olası değildir. Çünkü somatosensoryyal uyarı potansiyelleri başlıca dorsal funikulus lemniskus medialis'in bütünlüğüne bağlıdır. Oysa analjezi olayı daha çok spinotalamik sistemle ilgilidir ve bu nedenle normal yanıt alınması halinde sonucu dikkatle değerlendirmek gerekir.

Görüldüğü gibi klinik tıp ve nöroloji'de duysal uyarı potansiyelleri yeni ve yararlı bir yöntemler dizisi olarak yerini almaktadır. Bu "Review"de gözden geçirilmeyen oftalmolojik, K.B'B., iç hastalıkları, psikiyatri ve psikoloji uygulamaları ile tıpkı EMG ve EEG gibi ilk düzeyde yer alan, zararsız ve yönlendirici testler olarak herbiri alçakgönüllü tıp merkezinde kullanılabilirler.

Konumuzu kapatırken şunu yine vurgulamakta yarar vardır. Duysal uyarı potansiyelleri ve tekniği bir yardımcı laboratuvar testidir. Elde edilen bulgular klinik ve diğer laboratuvar sonuçları ile birlikte değerlendirildikleri zaman yararını kanıtlanmış olurlar. Duysal uyarı potansiyelleri aşırı iyimserlik ve aşırı karamsarlığa kapılmadan ve teknik olarak tam ve dikkatli bir şekilde uygulandığı takdirde klinisyenin her zaman yanibaşında yer almağa aday yardımcı laboratuvar testleri olma görev ve işlevini koruyacaklardır.

KAYNAKLAR

- 1 — Anziska, B - Cracco, RQ: Short latency somatosensory evoked potentials: Studies in patients with focal neurological disease. *Electroenceph Clin Neurophysiol.* 49, 227 - 239: 1980.
- 2 — Bergamini, L - Bergamasco, B: Cortical evoked potentials in man. Charles C. Thomas, Springfield, Illinois. 1967.
- 3 — Chatrian, GE: Electrophysiological evaluation of brain death: A Critical appraisal. *Electrodiagnosis in clinical neurology.* M.J. Aminoff. Churchill - Livingstone. New-York, Edinburg, London. 1980. pp: 525 - 588.
- 4 — Chiappa, KH- Brainstem auditory evoked potentials. *Clinical Neurophysiology.* E. Stalberg - R.R. Young. Butterworths. London, 1981. pp. 259 - 277.
- 5 - Chiappa, KH - Ropper, AH: Evoked potentials in clinical medicine. *New Engl J Med.* 306, 1140 - 1150. 1982.
- 6 — Chiappa, KH - Ropper, AH: Evoked potentials in clinical medicine. *New Engl J Med.* 306, 1205 - 1211. 1982.
- 7 — Cracco, RQ: Spinal evoked response: Peripheral nerve stimulation in man. *Electroenceph Clin Neurophysiol.* 35, 379 — 386. 1973.
- 8 — Cracco, RQ — Cracco, JB: Somatosensory evoked potentials in man: Far field potentials. *Electroenceph Clin Neurophysiol.* 41, 460 - 466. 1976.
- 9 — Cracco, JB — Cracco, RQ — Stolone, R: Spinal evoked Potential in man: a maturational study. *Electroenceph Clin Neurophysiol.* 46, 58 - 64. 1979.
- 10 — Dawson, GD: A summation technique for the detection of small evoked potentials. *Electroenceph Clin Neurophysiol.* 6, 65 - 84. 1954.
- 11 — Desmedt, JE — Brunko, E — Debecker, J: Maturation of the somatosensory evoked potentials in normal infants and children, with special reference to the early N₁ component. *Electroenceph Clin Neurophysiol.* 40, 43 — 58, 1976.
- 12 — Desmedt, JE: Clinical uses of cerebral, brainstem and spinal somatosensory evoked potentials. Basel: S: Karger. 1980.
- 13 — Desmedt, JE — Noel, P: Average cerebral evoked potentials in the evaluation of lesions of the sensory nerves and of the central somatosensory pathway. *New Developments in electromyography and clinical neurophysiology.* J.E. Desmedt. Vol. 2. Basel: S: Karger. 352 - 371. 1973.
- 14 — Dorfman, LJ: Sensory evoked potentials: clinical applications in medicine. *Ann Rev Med.* 34, 473 - 489. 1983
- 15 — El Negamy, E - Sedgwick, EM: Delayed cervical somatosensory potentials in cervical spondylosis. *J Neurol Neurosurg Psychiat.* 42, 238 - 241, 1979.
16. Ertekin, C: Studies on human evoked electrospinogram. I - The origin of the segmental evoked potentials. *Acta Neurol. Scand.* 53, 3 - 20, 1976.
- 17- Ertekin, C: Comparison of the human evoked electrospinogram recorded from the intrathecal, epidural and cutaneous levels. *Electroenceph Clin Neurophysiol.* 44, 683 - 690, 1978.
18. Ertekin, C: Evoked electrospinogram in spinal cord and peripheral nerve disorders. *Acta Neurol Scand.* 57, 329 - 344, 1978.
- 19— Ertekin, C — Akyürekli, Ö - Gürses, AN — Turgut, H: The value of somatosensory evoked potentials and bulbocavernosus reflex in patients with impotence. *Acta Neurol Scand.* 71, 48 - 53, 1985.
- 20 — Ertekin, C - Mutlu, R - Sarıca, Y - Uçkardeşler, L: Electrophysiological evaluation of the afferent spinal roots and nerves in patients with cauda equina lesions. *J Neurol Sci.* 48, 419 - 433, 1980.

21. Ganes, T: Somatosensory conduction times and peripheral, cervical and cortical evoked potentials in patients with cervical spondylosis. *J Neurol Neurosurg Psychiat.* 43, 683 - 689, 1980.
- 22 — Giblin, DR: Somatosensory evoked potentials in healthy subjects and in patients with lesions of the nervous system. *Ann NY Acad Sci.* 112, 93 - 142, 1964.
- 23 — Greenberg, RP - Becker, DP - Miller, JD — Mayer, DJ: Evaluation of brain function in severe human head trauma with multimodality evoked potentials. Part - 2. Localisation of Brain dysfunction and correlation with post -, traumatic neurological conditions. *J. Neurosurg.* 47, 163 - 177, 1977.
- 24 — Greenberg, RP - Ducker, TB: Evoked potentials in the clinical neurosciences. *J Neurosurg.* 56, 1 - 18, 1982.
- 25 — Halliday, AM: Changes in the form of cerebral evoked responses in man associated with various lesions of the nervous system. *Electroenceph Clin Neurophysiol Suppl.* 25, 178 - 196, 1967.
- 26 — Halliday, AM: The electrophysiological study of myoclonus in man. *Brain*, 90, 241 - 284, 1967.
- 27 — Halliday, AM: Evoked potentials in clinical testing. Churchill Livingstone. Edinburg, London, Melbourne, New York, 1982.
- 28 — Halliday, AM — Mc Donald, WI: Visual evoked potentials. *Clinical Neurophysiologl. E. Stalberg - R. R' Young.* Butterworths London. 1981. pp. 228 - 258.
- 29 — Halliday, AM — Kriss, A — McDonald, WI — Mushin, J: The pattern evoked potential in compression of the anterior visual pathways. *Brain.* 99, 357 - 374, 1976.
- 30 — Halliday, AM — Wakefield, GS: Cerebral evoked potentials in patients with dissociated sensory loss. *J Neurol Neurosurg Psychiat.* 26, 211 - 219, 1963.
- 31 — Homma, S - Tamaki, T: Fundamentals and clinical application of spinal cord monitoring. Saikon publ. Tokyo, 1984.
- 32 — Hume, Al - Cant, BR: Conduction time in central somatosensory pathways in man: *Electroenceph Clin Neurophysiol.* 45, 361 - 375, 1978.
- 33 — Jones, SJ. Short latency potentials recorded from the neck and scalp following median nerve stimulation in man. *Electroenceph Clin Neurophysiol.* 43, 853 - 863, 1977.
- 34 — Jones, SJ: Investigation of brachial plexus traction lesions by peripheral and spinal somatosensory evoked potentials. *J Neurol Neurosurg Psychiat.* 42, 107 - 116, 1979
- 35 — Jones, SJ Baraitser, M - Halliday, AM: Peripheral and central somatosensory nerve conduction defects in Freidreich's ataxia. *J Neurol Neurosurg Psychiat.* 43, 495 - 503, 1980.
- 36 — Jones, SJ - Small, DG: Spinal and subcortical evoked potentials following stimulation of the posterior tibial nerve in man. *Electroenceph Clin Neurophysiol.* 44, 299 - 306, 1978.
- 37 — Matthews, WB - Beauchamp, M - Small, DG: Cervical somatosensory evoked responses in man. *Nature.* 252, 230 - 232, 1974.
- 38 — Matthews, WB - Small, DG: Serial recording of visual and somatosensory evoked potentials in multipl sclerosis. *J Neurol Sci.* 40, 11 - 21, 1979.
- 39 — Noel, P - Desmedt, JE: Somatosensory cerebral evoked potentials after vascular lesions of the brain - stem and diencephalon. *Brain.* 98, 113 - 128, 1975.
- 40 — Pedersen, L - Trojaborg, W: Visual, auditory and somatosensory pathway involvement in hereditary cerebellar ataxia. Freidreich's ataxia and familial spastic paraplegia. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* 52, 283 - 297 1981.
- 41 — Perot, PL Jr: The clinical use of somatosensory evoked potentials in spinal cord injury, *Clin Neurosurg.* 20, 367 - 381, 1973.
- 42 — Robinson, K - Rudge, P. The use of the auditory evoked potential in the diagnosis of multipl sclerosis. *J Neurol Sci.* 45, 235 - 244, 1980.
- 43 — Sedgwick, EM — EL Negamy, E - Frankel, H: Spinal cord potentials in traumatic paraplegia and quadriplegia. *J Neurol Neurosurg Psychiat.* 43, 823 - 830, 1980.
- 44 — Sedgwick, EM: Somatosensory evoked potentials - Clinical Neurophysiology. E. Stalberg - R'R. Young. London. 1981. pp. 278 - 295.
- 45 — Shagass, C - Schwartz, M: Evoked potential studies in psychiatric patients. *Ann NY Acad Sci.* 112, 526 - 542, 1964.
- 46 — Shimoji, K - Matsuti, M - Shimizu, H: Waveform characteristics and spatial distribution of evoked spinal electrogams. *J Neurosurg.* 46, 304 - 313, 1977.
- 47 — Stöhr, M - Dichgans, J - Diener, HC - Buettner, UW: Evozierte Potentiale - SEP - VEP - AEP. Springer - Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 1982.
- 48 — Stockard, JJ — Stockard, JE - Sharbrough, FW: Brainstem auditory evoked potentials in Neurology: Methodology, interpretation, clinical application. *Electrodiagnosis in Clinical Neurology*, M.J. Aminoff. Churchill Livingstone. New York, Edinburg, London, 1980, pp. 370 - 413.
- 49 — Sokol, S: Visual evoked potentials. *Electrodiagnosis in clinical Neurology.* M.J. Aminoff. Churchill - Livingstone, New York, Edinburg, London, 1980, pp. 348 - 369.
- 50 — Tsumoto, T - Hirose, N - Nonaka, S - Thahashi, M: Cerebrovascular Disease: Changes in somatosensory evoked potentials associated with unilateral lesions. *Electroenceph Clin Neurophysiol.* 35, 463 - 473, 1973.