

Yoğun Bakım Ünitesinde Elektrofizyolojik Monitörizasyon (EEG ve Uyarılmış Potansiyellerin Monitörizasyonu)

Dr. Sibel K. VELİOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Nöroloji Anabilim Dalı

ÖZET

Elektroensefalografi (EEG) ve uyarılmış potansiyel (UP) çalışmaları, hastaların fizyolojik durumu ve tedaviye yanıtı konusunda bilgi sağlayan, tanı ve prognoz konusunda yardımcı olabilen nörofizyolojik tekniklerdir. Akut serebral hasarlı hastaların gözleminde potansiyel yararları konusunda gittikçe artan kanıtlara paralel olarak EEG ve uyarılmış potansiyeller, nörolojik yoğun bakım hastalarının santral sinir sistemi fonksiyonel monitorizasyonunun önemli bir parçası olma yolundadırlar. Yoğun bakım hastalarında epilepsi nöbetleri sık görülmekte olup sıklıkla nonkonvulsif tiptedirler. Bu nöbetler sürekli EEG monitorizasyonu olmadan kolaylıkla gözden kaçabilmektedirler. Sürekli EEG monitorizasyonu nonkonvulsif nöbetleri tespit etmede en iyi metod olarak karşımıza çıkmaktadır. Nöbetleri saptamasının yanı sıra sürekli EEG monitorizasyonu aynı zamanda iskemi tespiti, sedasyon düzeyinin belirlenmesi ve prognozun öngörebilme konusunda da yardımcı olabilmektedir. EEG'nin uyarılmış potansiyeller ile kombine edilmesi santral sinir sistemi hasarının genişliği ve lokalizasyonu konusunda daha iyi bilgi sağlamakta ve başka bir şekilde elde edilemeyen santral sinir sistemini yollarının bütünlüğü hakkındaki bilgilere de katkıda bulunmaktadır. Somatosensoryal Uyarılmış Potansiyeller (SUP) ve Beyin Sapı İşitsel Uyarılmış Potansiyelleri (BİUP) komada yararlı prognostik bilgi sağlamasına rağmen, bu testler etyolojik olarak nonspesifik olup klinik durumla dikkatli bir şekilde bütünleştirilerek yorumlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Yoğun bakım ünitesi, Elektroensefalografi, Uyarılmış potansiyeller

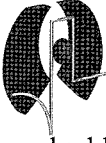
SUMMARY

Electroencephalography (EEG) and evoked potential (EP) studies are neurophysiologic techniques which provide information on physiological state and response to therapy, and may aid diagnosis and prognosis. EEG and evoked potentials are becoming integral part of CNS

function monitoring in neurological intensive care patients in parallel with cumulative evidence of potential benefits in the management of patients with acute cerebral damage. Seizures are common in the critically ill, are usually nonconvulsive, and can easily be missed without cEEG. Continuous EEG monitoring is the best method for detecting nonconvulsive seizures. In addition to detecting seizures cEEG is also useful for detecting ischemia, assessing level of sedation, and prognosticating. Combining EEG with evoked potentials permits a finer diagnosis of the location and extent of CNS damage and contributes information, not otherwise obtainable, on the integrity of CNS pathways. Somatosensory evoked potentials (SEPs) and brainstem auditory evoked potentials (BAEPs) can provide useful prognostic information in coma-however, these tests are etiologically nonspecific and must be carefully integrated into the clinical situation.

Key Words: Intensive Care Unit, Electroencephalography, Evoked Potential Monitoring

Gelişen kanıta dayalı tıp düşüncesine paralel olarak son yıllarda nörolojik yoğun bakım ünitelerinde elektrofizyolojik monitorizasyon uygulaması giderek artan sıklıkta kullanılmaktadır. Elektrofizyolojik monitorizasyonun yoğun bakım ünitelerinde kullanımı hasta bakımını büyük oranda etkilemiştir. Elektroensefalografi ve uyarılmış potansiyeller gibi elektrofizyolojik çalışmalar uyanık olmayan ve ağır derecede sedasyondaki hastalarda bile beyin fonksiyonlarını değerlendirme potansiyeline sahiptirler (1). Akut serebral hasarlı hastalarda ikincil komplikasyonlar sıklıkla oluşmakta ve hastalığın seyrini negatif olarak etkilemektedir. Bu sebeple nörolojik yoğun bakımlarda serebral olayları önlemek ve/veya erken tespit etmek önemlidir (2). Yoğun bakım ünitelerinde monitorizasyon tekniklerinin önemi, geri dönüşümsüz beyin hasarı gelişmeden önce klinisyenin problemi tespit etmesine olanak sağlamasıdır. Bu kritik hastalarda aralıksız non-invaziv monitorizasyon erken girişimlere olanak sağlamaktadır. Elektrofizyolojik çalışmalar



serebral kan akımındaki değişikliklere çok duyarlıdır. Bu yüzden özellikle nörolojik yoğun bakım ünitelerinde komadaki hastalarda seri nörolojik muayeneler arasındaki geçen sürede oluşabilecek olaylar yakalanabilmektedir. Özellikle sürekli EEG monitorizasyonu bu açıdan umut vericidir (1).

Nörofizyolojik teknikler hem sürekli hem de noninvasiv olarak uygulanabilecek tekniklerdir. Temel uygulamalar EEG ve uyarılmış potansiyellerdir. Yoğun bakım ünitesinde elektrofizyolojik monitorizasyonun ana uygulama alanları şu şekilde sıralanabilir:

- 1) Status epileptikus tanı ve takibi
- 2) Açıklanamayan bilinç bozukluğu olan hastalarda subklinik nöbetlerin saptanması
- 3) Subaraknoid kanamadan sonra vasospazma bağlı iskeminin saptanması
- 4) Travmatik beyin hasarı sonrası özellikle uyarılmış potansiyellerle prognoz tayini
- 5) EEG'deki herhangi bir elektriksel beyin aktivitesi ile nörolojik durumun değerlendirilmesi
- 6) Yapısal bir beyin hasarından sonra uyarılmış potansiyellerle nörofizyolojik yolların fonksiyonel bütünlüğünün değerlendirilmesi
- 7) Sedasyon veya terapötik diğer uygulamaların etkilerinin değerlendirilmesi

I- ELEKTROENSEFALOGRAFİK MONİTORİZASYON

EEG, normal şartlarda ve hastalık durumunda beyin biyoelektrik aktivitesini değerlendirir. EEG'deki çoğu değişiklik nonspesifik olmakla birlikte, bazıları spesifik olayları (epilepsi, herpes ensefaliti, metabolik ensefalopati) yüksek oranda gösterebilmektedir. EEG aynı zamanda bilinç bozukluğu olan hastaların seyrini takip etmede yardımcı olup, bazı durumlarda prognostik bilgi sağlayabilir. EEG bir tarama testi değildir. Hastanın durumu ile ilgili olarak ortaya çıkaran problemi cevaplamaya yöneliktir (3). Yoğun bakım ünitesinde EEG uygulamasının, standart ayaktan hasta uygulamasından pek bir farkı olmamasına rağmen bazı faktörler göreceli olarak yoğun bakım ünitesine özeldir. Ana farklar artefakt kaynaklarının çokluğu (ventilatörler, intravenöz pompalar, diyaliz pompaları, diğer elektriksel makineler) ve hastaların koopere olamamasıdır (4).

YOĞUN BAKIMDA TEK EEG UYGULAMASI

Yoğun bakımdaki hastalarda saptanabilecek anormal EEG bulguları, EEG'yi bir çok uygulama için önemli noninvasiv tanısal bir araç haline getirmektedir. Bu, özellikle görüntüleme yöntemleri veya diğer testlerle kolayca tespit edilemeyen durumlar için doğrudur

(epileptik sendromlar, ensefalopatiler, beyin ölümü). Bazı ülkelerde beyin ölümü tanısal protokolü bazı özel hasta gruplarında izoelektrik EEG 'yi kanıtlayıcı test olarak gerektirmektedir (1).

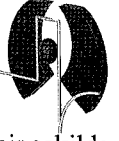
Tek, hatta tekrarlayan elektrofizyolojik incelemeler bile hastanın durumu hakkında geniş, ayrıntılı bilgi vermeyebilmektedirler. Sadece nörolojik muayene gibi o anki bulgular hakkında özet bir bilgi sağlamaktadırlar. Pandian ve ark. uzun süreli video EEG monitorizasyonu yapılacak tüm hastalara monitorizasyona başlamadan önce en az 30 dakika süreli rutin bir EEG kaydı almışlar ve nöbetlerin rutin EEG çekimi ile %11 oranında tespit edilirken, uzun süreli EEG monitorizasyonu ile %27 oranında tespit edildiğini görmüşlerdir. Aynı çalışmada, rutin EEG sırasında %21 ve uzun süreli EEG monitorizasyonu sırasında ise %40 oranında klinik olaylar yakalanmıştır (5). Komadaki hastaların klinik seyrindeki dalgalanmalar dikkate alınacak olursa eğer mümkünse yoğun bakım ünitesinde monitorizasyon sürekli olmalıdır (1).

Nörolojik Yoğun Bakım Ünitesinde Beyin Ölümü Tanısı – EEG

Beyin ölümü tanısı katı klinik kriterlere dayanmaktadır. Amerika'da beyin ölümü genellikle beyin sapını içeren tüm beynin bütün fonksiyonlarının geri dönüşümsüz durması olarak tanımlanmaktadır (3). Serebral ölüm tanısında ilk aşama beyin ölümü sendromunun nörolojik muayeneye dayanarak gösterilmesidir (6). EEG serebral fonksiyonun bir ölçümü olduğu için beyin fonksiyon kaydının objektif kanıtını sağlamak için klinik değerlendirme ile birlikte yaygın olarak kullanılmaktadır. Bir çok çalışma serebral elektriksel aktivitenin sürekli kaybının (elektro serebral inaktivite veya elektro serebral sessizlik) klinik beyin ölümüne eşlik ettiğini ancak nörolojik fonksiyonun geri dönüşü ile her zaman ilişkili olmadığını göstermiştir (3). Elektro serebral sessizliğin tek başına beyin ölümü anlamına gelmediği vurgulanmalıdır. Elektro serebral sessizlik, sadece kortikal ve beyin sapı fonksiyonlarının nörolojik bulguları yoksa ve belirgin hipotermi ve intoksikasyon dışlandıktan sonra beyin ölümünün bir işareti olarak alınmalıdır (6). Elektro serebral inaktivitenin saptanması teknik olarak dikkat ve özel bir kayıt protokolünü gerektirir.

Bir çok ulusal EEG topluluğu beyin ölümü şüphesinde EEG kayıtlaması için öneriler bildirmişlerdir. Bu öneriler arasında belirgin farklılıklar bulunmamakta olup, aşağıdaki gibi sıralanabilirler (6):

- 1- Ana beyin bölgelerini sarmak için en az 8 skalp elektrodu ve referans elektrodlar kullanılmalıdır
- 2- Elektrodlar arası empedans 10.000 ohm'un altında ama 100 ohm'un üzerinde olmalıdır.
- 3- Kayıt sisteminin bütünlüğünün test edilmelidir.



- 4-Amplitüdüleri büyütme ve derin yapılardan kaynaklanan elektriksel alanları kaydedebilmek için elektrodlar arası uzaklık en az 10cm olmalıdır
- 5- Elektro serebral sessizliği düşük voltajdan ayırt etmek için çekimin büyük bir kısmında sensitivite $2\mu\text{V}/\text{mm}^2$ 'ye yükseltilmelidir
- 6- Zaman sabiti 0,3- 0,4 saniye kullanılmalıdır
- 7- Eş zamanlı EKG kaydının zorunlu olması ile birlikte standart monitorizasyon tekniklerinin kullanılması gerekmektedir
- 8- En az 30 dakikalık kayıt alınmalıdır
- 9- Çekimin özel eğitimli teknisyen tarafından yapılması gerekmektedir

YOĞUN BAKIMDA SÜREKLİ EEG UYGULAMASI

10 yıl öncesine kadar yoğun bakım ünitelerinde EEG monitorizasyonu aralıklı kayıt şeklinde yapılmaktaydı. EEG monitorizasyonu sadece epilepsi cerrahisi öncesi değerlendirilmede ya da nöbet sınıflaması amaçlarıyla sınırlıydı. Teknik gelişmeler sürekli EEG monitorizasyonunun sadece bir araştırma aracı olmasından çıkıp ağır hastaların klinik girişimlerinde tanısal bir araç olarak kullanılmasını sağlamıştır.

Sürekli EEG monitorizasyonunun kullanımı 4 ana biyolojik temel üzerine kurulmuştur: 1) Serebral metabolik oranla yakın ilişkisi, 2) Hipoksik iskemik nöronal disfonksiyonu erken evrede saptama duyarlılığı, 3) Nöbet aktivitesini monitorize etmedeki belirgin üstünlüğü, 4) Serebral lokalizasyondaki değeri (4).

Yoğun bakım ünitesinde sürekli, iyi kalitede EEG kaydı yapmak kolay değildir. Monitorizasyon standartlarına tam olarak uyulmalıdır (7). En büyük problemlerden biri uzun süre EEG elektrotlarının hastanın başında kalmasını, düşük empedans, yüksek kalitede bağlantının sürekliliğini sağlamaktır. Eğitimli hemşireler tarafından artefaktlar önlenir veya saptanabilir (8). Artefaktların çoğu tedavi veya diğer girişimlere bağlı ortaya çıkmaktadır. Artefaktların saptanmasında otomatik metotların insan gözlemine oranla daha iyi bir performans gösterdiği bilinmektedir (9,10). Uyarıcı bir stimulus ile ortaya çıkan periyodik veya iktal gibi görünen EEG paternleri yoğun bakım hastalarında %22 oranında görülebilmektedir. Bunlar stimulus bağımlı ritmik, periyodik veya iktal deşarjlar olarak isimlendirilmektedirler (SIRPIDs). Sürekli EEG kaydı sırasında video kayıtlaması, hastaya uyarı verildiği sırasında EEG üzerine not alınması, hastayı tekrar tekrar muayene etmek bu paternleri fark edebilmek, yanlış tanıyı önlemek ve SIRPID'leri spontan nöbetlerden ayırt edebilmek için gereklidir. Bu nedenle teknisyen, klinik nörofizyolojist, yoğun bakım hemşireleri ve yoğun bakım

doktorları bir arada çalışarak EEG'nin doğru bir şekilde serebral aktiviteyi gösterdiğinden emin olmalıdırlar.

Uygulama Alanları:

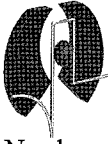
1. Şubklinik Nöbetler ve Status Epileptikus

Sürekli EEG monitorizasyonunun en sık endikasyonu nonkonvulsif nöbetleri veya nonkonvulsif status epileptikus (NKSE) tespit etmektir. Çünkü devam eden nöbet aktivitesinin klinik olarak değerlendirilebilmesi, verilen sedatif ve anestetik ajanlar nedeni ile mümkün olamamaktadır. Sürekli bir nöbet aktivitesi saptanan durumlarda burst supresyon paternine ulaşmak amacıyla kullanılan barbitüratlar ve genel anestezi gibi ileri tedavilerin monitorizasyonu için EEG gerekli olmaktadır. Nonkonvulsif nöbetler veya nonkonvulsif statusun tanısı da aynı oranda önemli olup sadece EEG monitorizasyonu ile saptanabilmektedir (4).

Nörolojik yoğun bakım ünitelerinde sık gözlenen klinik özellikler olan istemsiz hareketler, spazmlar, tremorlar, göz deviasyonları ve postür değişikliklerinin nöbetlerden ayırt edilebilmesi de sürekli EEG monitorizasyonu ile olanaklı olabilmektedir. Epilepsi nöbeti olma olasılığı olan bu istemsiz hareketlerin EEG ile kayıtlaması büyük oranda tanı ve tedaviyi etkilemektedir.

Nörolojik yoğun bakım ünitesinde sürekli EEG monitorizasyonu yapılmış değişik etyolojili hastalıklara sahip 127 hastada %30 oranında nonkonvulsif nöbetler tespit edildiği bildirilmektedir (11). Nörolojik yoğun bakım ünitesine kabul edildikten sonra 14 gün boyunca sürekli EEG monitorizasyonu yapılan post travmatik beyin hasarı olan 94 hastanın 21'inde nöbetler saptandığı ve 6'sında da NKSE gözlemlendiğini bilmekteyiz (12). Bir diğer çalışmada ise, komada ve açık klinik nöbeti olmayan 326 hastada EEG monitorizasyonu ile %8 oranında NKSE tanı kriterlerinin karşılandığı belirtilmektedir. Bu çalışmada diğer çalışmalardan daha düşük oranların tespit edilmesinin nedeni olarak, komadaki hastaların NKSE şüphesi olmadan hepsinin monitorize edilmesi olarak belirtilmiştir (13).

Elektrografik nöbetler %48 oranında saptandığı ve konvulsif status epileptikus (SE) kontrolünden sonra %14 oranında NKSE gözlemlendiği için konvulsiyonlar durduktan sonra bilinci açılmayan tüm status epileptikuslu hastalarda EEG monitorizasyonu gerekmektedir (14). Dirençli SE için sürekli intravenöz (IV) antiepileptik alan hastalar sürekli EEG ile monitorize edilmelidir. Çünkü hastaların yarısından çoğunda tedavi sırasında şubklinik nöbetler ortaya çıkabilmekte ve tedavinin sonlanmasının ardından bu hastaların büyük bir kısmında şubklinik nöbetler gözlenebilmektedir (15).



Nonkonvulsif SE 'nin yoğun bakım ünitesindeki hastaların prognozlarına birkaç açıdan olumsuz etkileri olmaktadır. Young ve arkadaşları, non konvulsif SE'li hastalarda nöbet süresinin ve tanıya kadar geçen zamanın sonuçlar açısından etyolojiden bağımsız iki gösterge olduğunu belirtmişlerdir (11). Nonkonvulsif SE tanısı konulduğunda ilk yarım saat içinde mortalite %36 iken, tanı 24 saate kadar geciktiğinde bu oran %75'e kadar çıkmaktadır. Ayrıca Vespa ve arkadaşları, intraserebral kanamadan sonra gözlenen nöbetlerin (bunların büyük bir kısmı nonkonvulsif tiptedir) kitle etkisinde ve şifte belirgin artışa neden olduğunu bildirmişlerdir (16). Bu nedenle nonkonvulsif SE tanısının erken konulması ve acil girişimde bulunulması çok önemlidir.

Bireysel olarak hastalar için sürekli EEG monitorizasyon süresi hakkında genel bir öneri verilemez. Bununla birlikte, subklinik nöbetleri tespit etmek ya da bilinç kaybının nedenini tespit etmek amaçlı yapılan EEG monitorizasyonu için bazı öneriler verilebilir. Komada olmayan bir hastada, iktal aktivite göstermeyen 24 saatlik sürekli EEG monitorizasyonu hastanın kliniği gerektirmediği sürece daha ileri bir monitorizasyon gerekmemektedir (15). Komadaki hastalar daha uzun monitorizasyon sürelerine ihtiyaç duyabilirler. Çünkü hastaların %20'sinde ilk nöbetleri ilk 24 saatte gözlenmeyebilir, hatta %13 oranında 48 saatten uzun monitorizasyonda bile görülmeyebilir (15). Sürekli EEG monitorizasyon süresi bireysel olarak hastaya göre belirlenmelidir (1).

2. Strok ve subaraknoid kanama- İskemi Tespiti

Serebral iskemide henüz infarkt gelişmeden EEG'de değişikliklere neden olmaktadır. EEG ile tespit edilen dipollerden en çok sorumlu olan bölgeler beyinde oksijene en duyarlı olan 3. ve 5. kortikal tabakalardır (17). EEG iskemide çok hassas olup genellikle geri dönebilir nöronal disfonksiyon döneminde (Serebral Kan Akımı: 25-30ml/100g/dk) değişiklikleri göstermektedir (18). Eşlik eden delta dalgaları olmaksızın zemin aktivitesinin tüm frekanslarda yaygın düşük amplitüdü olması yaygın akut fokal serebral iskemiyi gösteren EEG paterni olduğu gösterilmiştir. Böylece gelişecek olan iskeminin erken tespiti trombolitik tedavinin zamanlamasını kolaylaştırabilir. Ayrıca EEG, düzelme konusunda da çok hassas olup reperfüzyona bağlı beyin fonksiyonlarındaki düzelmeyi nörolojik muayeneden daha erken gösterebilmektedir (17).

Nörolojik yoğun bakım ünitelerinde sürekli EEG'nin kantitatif analizi subaraknoid kanamalı hastalarda vazospazma ikincil gecikmiş serebral iskemiyi tespit etmede de kullanılmıştır (19).

3. Kafa Travması

Travmatik beyin hasarı olan hastalarda EEG monitorizasyonu, sıklıkla klinik seyri monitorize etmek, nöbetler gibi posttravmatik komplikasyonları saptamak ve sedatiflerin titrasyonu amacı ile kullanılabilir (1). Amaç, sekonder beyin hasarını en erken zamanda tespit ederek fokal iskemi gibi daha ileri bir hasarı önlemek amaçlı tedavi yaklaşımını yönlendirmektir (20). Kafaiçi basıncı kontrol etmek için sıklıkla yüksek doz barbitürat, benzodiazepin veya propofol infüzyonları gerekmektedir. Tedavinin etkinliği, serebral kan akımının ve buna bağlı olarak da intrakranial basıncı düşüren serebral metabolizmanın azalmasına bağlıdır. Burst-supresyon EEG paterni hedeflenerek online EEG monitorizasyonu yardımı ile ilaç dozları titre edilebilir (1). Bu EEG paterni sırasında serebral metabolizma minimaldir ve dozun daha fazla arttırılmasının intrakranial basıncı düşürmede hiçbir etkinliği yoktur (21).

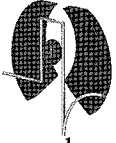
Bu hastalarda, nöbetler klinik olarak %8-10 oranında tespit edilebilirken, sürekli EEG monitorizasyonu ile hastaların %20'sinde nonkonvulsif nöbetlerin saptanabildiği bildirilmiştir (12). Sürekli EEG monitorizasyonu olmadan özellikle de sedatif ajanlar kullanılıyorsa nöbetler gözden kaçabilir ve yetersiz tedavi edilebilir.

Sedasyon düzeyinin kontrolü

Nörolojik yoğun bakım ünitelerindeki hastalara sık nörolojik muayeneler yapılması gerektiği için tahmin edilebilir bir sedasyon düzeyi ve hızlı geri dönüş çok önemlidir. Farklı hastalarda farklı sedatif ve anestetik ajanlar değişik etkilere neden olur. Bu nedenle sedasyon ampirik veya semptomatik olarak titre edilmektedir (2). Bispektral indeks (BIS) anestezinin düzeyinin sürekli monitorizasyonunda iyi sonuçlar göstermiştir. Ancak BIS ampirik bir ölçüm olduğundan dolayı, bu skorun hesaplanması için kullanılan algoritmalar çelişkilidir (1). BIS, EEG'lerin geniş veritabanlarında istatistiksel olarak elde edilmiş kompleks ama ampirik bir ölçüm olarak bildirilmektedir (22).

II-UYARILMIŞ POTANSİYELLER

Uyarılmış potansiyeller duyuşal stimulusa yanıt olarak sinir sistemi tarafından oluşturulan elektriksel sinyallerdir. Stimulus işitsel, görsel veya somatik karakterde olabilir. Bu sinyallerin zamanlaması ve lokalizasyonu, ilgili duyuşal sistem tarafından ve sırası ise hangi değişik nöral yapıların aktive olduğu ile belirlenir. Klinik pratikte normal limitleri açık bir biçimde göstermeyi sağlayacak derecede streotipik



yanıtları uyarabilen uyaran örnekleri kullanılır. Bu limitlerin bozulması çalışılan duyuşsal yollarda disfonksiyonu gösterir. Kayıt metotları, anormallik kriterleri, kullanım sınırlamaları Amerikan EEG Topluluğu Yöntem ve Kılavuzlarından elde edilebilir (1994) (3) .

Uyarılmış potansiyellerin nörolojik yoğun bakım ünitesinde EEG'den daha sınırlı bir rolü vardır. Yoğun bakım ünitesinde uyarılmış potansiyellerin temel kullanım alanları (23):

- 1-Risk altında olan nöral yapıların fonksiyonel bütünlüğünü monitorize etmek
- 2-Korteks dışında derin nöral yapıları da etkileyen anestetik ajanlar ve diğer santral aktif ilaçların etkisini monitorize etmek
3. Kan basıncı kontrollü düşürüldüğünde serebral hipoksinin göstergesi olarak
- 4-Kontrollü hipotermi sırasında EEG düz hale geldiğinde serebral fonksiyonu monitorize etmek
- 5- Şiddetli kafa travmasının ardından patofizyolojik olayları ve tedavi etkilerini monitorize etmek

Özellikle travmalı hastalarda uyarılmış potansiyellerin kullanılmasının bir çok avantajı vardır. Uyarılmış ilaç etkilerine daha az duyarlıdır. Hem Beyin Sapı İşitsel uyarılmış potansiyelleri (BSİUP=BAEP) hem de Somatosensoriyal Uyarılmış potansiyeller (SEP) barbitürat komasında hatta EEG izolelektrik iken bile kaydedilebilir. Özellikle ağır derecede sedatize edilmiş hastalarda uyarılmış potansiyeller klinik muayeneye eklemeler yapılabilir(1).

İşitsel uyarılmış potansiyeller (BSİUP-BAEP) Travma

İşitme testinin önemi ve etkinliği, periferik hasar riski olan hastalarda (temporal kemik kırıkları, antibiyotikler, enfeksiyonlar) daha fazla dikkat çekmiştir. Periferik yapıların bütünlüğü normalken (normal 1. dalga), beyin sapı işitsel uyarılmış potansiyellerin yokluğu veya giderek kötüleşmesi kötü sonuçlar ile ilişkilidir (2).

İskemi Tespiti

Uyarılmış potansiyeller beynin sadece küçük bir bölümünü örneklediği için, iskemiler fokal olduğunda önemli bir serebral iskemi kaçınılabılır. Ancak iskemi çalışılan testin nöral yolunu etkilemişse değişiklikler tespit edilebilir. Beyin sapı infarktında (pontomezensefalik infarkt) anormal BAEP'ler anormal klinik seyir ve kötü prognozla ilişkili olmaktadır (24).

Sedasyon düzeyinin kontrolü

Özellikle mid-latans işitsel uyarılmış potansiyellerin (MLAEP) sedasyon düzeyinin tespitinde güvenilir bir

gösterge olduğu düşünülmektedir (1). İşitsel uyarılmış potansiyellerde en erken yanıtlar post-stimulus 10ms'de ortaya çıkan rostral medulla, pons ve kaudal orta beyinde beyin sapı yapılarından kaynaklanan kısa latans işitsel uyarılmış potansiyellerdir. Kısa latans beyin sapı uyarılmış potansiyelleri beyin sapı yapılarının fonksiyonel bütünlüğünü tespit etmek için kullanılabilir. İkinci yanıt grubu 10-60msn'de ortaya çıkan mid latans işitsel yanıtlardır(MLAER). Bu yanıtların talamusun medial genikulat nükleusu ve primer işitsel korteksten kaynaklandığı düşünülmektedir. Nörolojik uygulamalarda sınırlı kullanımı varken odyolojik amaçlarla kullanılabilir (23). Uygulanılan sedatiflerin dozuna bağımlı olarak MLAEP'lerin amplitüdlerinde düşüklük ve latanslarında uzama ilk kez Thornton tarafından gösterilmiştir (25).

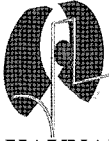
Somatosensoriyal uyarılmış potansiyeller (SEP)

Anoksik komalı hastalarda komanın başlangıcından itibaren 24 saatten daha uzun süre bilateral kortikal somatosensoriyal uyarılmış potansiyellerin yokluğu ölüm veya vejetatif durum ile ilişkilidir. N20'nin korunması, iyi sonuçlarla anlamlı oranda ilişkili olmasına rağmen özel vakalarda kesin bir belirleyici değildir. Korunmuş somatosensoriyal uyarılmış potansiyelleri olan anoksik vakaların %25-50'sinde kötü sonuçlar gözlenmiştir (26). Bununla birlikte bazı çalışmacılar post anoksik hastalarda kortikal somatosensoriyal uyarılmış potansiyellerin olmamasının halen kötü sonuçları gösteren ana belirleyici olduğuna katılmaktadırlar (27, 28).

Şiddetli kafa travması olan hastalarda SEP monitorizasyonu ile gösterilen santral ileti zamanındaki herhangi bir gecikme sonuçla değişken derecelerde ilişki göstermektedir. Ancak somatosensoriyal uyarılmış potansiyellerin kortikal komponentinin bilateral yokluğu her zaman kötü prognozla ilişkilidir. Travmadan sonra iyileşme göstergelerine genellikle SEP komponentlerinin düzelmesi de eşlik etmektedir. Tekrarlayan SEP kayıtları diffüz aksonal tipte şiddetli kafa travması sonrasında düzelmeyi klinik muayeneden daha erken tespit edebilmektedir (29).

Motor uyarılmış potansiyeller

Transkranyal magnetik stimülasyon (TMS) ile oluşturulan motor uyarılmış potansiyeller nörolojik yoğun bakım ünitelerinde sistematik olarak kullanılmamaktadır. TMS nöbetleri uyandırabilir ve bu nedenle epilepsili hastalarda yapılmamalıdır (30). Ayrıca sedatif veya analjezik ajanlar kortikal eşiği değiştirmekte ve motor uyarılmış potansiyelleri etkilemektedirler (31).



KAYNAKLAR

- 1- Hansen HC, Claassen J. EEG and Evoked Potentials in Neuroanesthesia, Intraoperative Neurological Monitoring, and Neurointensive care. In: NiederMeyer E, Da Silva FL, editors. Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and related Fields. 5th Ed. Philadelphia. Lippincott Williams&Wilkins, 2005: 1137-64
- 2- Procaccio F, Polo A, Panteri P, Sala F, Electrophysiologic monitoring in neurointensive care. *Curr Opin Crit Care* 2001 Apr; 7(2):74-80
- 3- Emerson RG., Pedley TA. Electroencephalography and evoked potentials. In: Bradley WG, Daroff RB, Fenichel GM, Jankovic J, editors. *Neurology in Clinical Practice*. 4th Ed. PA, Butterworth Heinemann; 2004; 465-490
- 4- Feen ES, Zaidat OO, Suarez JJ. Principles of neurointensive care. In: Bradley WG, Daroff RB, Fenichel GM, Jankovic J, editors. *Neurology in Clinical Practice*. 4th Ed. PA, Butterworth Heinemann; 2004; 941-962
- 5- Pandian JD, Cascino GD, So EL, Manno E, Fulgham JR. Digital video-electroencephalographic monitoring in the neurological-neurosurgical intensive care unit: clinical features and outcome. *Arch Neurol* 2004; 61:1090-4
- 6- Bauer G. Coma and Brain Death. In: NiederMeyer E, Da Silva FL, editors. *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and related Fields*. 5th Ed. (basım yeri) Lippincott Williams&Wilkins;(basım tarihi) 471-487
- 7- Chatrian GE, Bergamasco B, Bricolo A, et al.: IFCN recommended standards for electrophysiologic monitoring in comatose and other unresponsive states. Report of an IFCN committee. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1996, 99:103-122.
- 8- Young GB, Campbell VC: EEG monitoring in the intensive care unit: pitfalls and caveats. *J Clin Neurophysiol* 1999, 16:40-45.
- 9- Thomsen CE, Gade J, Nieminen K, et al.: Collecting EEG signals in the IMPROVE Data Library. *IEEE Eng Med Biol* 1997, 16:33-40.
- 10- Van de Velde M, Ghosh IR, Cluitmans PJM: Context related artefact detection in prolonged EEG recordings. *Comput Methods Programs Biomed* 1999, 60:183-196
- 11- Young GB, Jordan KG, Doig GS: An assessment of nonconvulsive seizures in the intensive care unit using continuous EEG monitoring: an investigation of variables associated with mortality. *Neurology* 1996, 47:83-89.
- 12- Vespa PM, Nuwer MR, Nenov V, et al.: Increased incidence and impact of nonconvulsive and convulsive seizures after traumatic brain injury as detected by continuous electroencephalographic monitoring. *J Neurosurg* 1999, 91:750-760.
- 13- Towne AR, Waterhouse EJ, Boggs JG, et al.: Prevalence of nonconvulsive status epilepticus in comatose patients. *Neurology* 2000, 54:340-345.
- 14- DeLorenzo, RJ., Waterhouse EJ., Towne AR., et al. Persistent nonconvulsive status epilepticus after the control of convulsive status epilepticus. *Epilepsia* 1998, 39: 833-840
- 15- Claassen J, Hirsch LJ, Emerson RG., et al. Continuous EEG monitoring and midazolam infusion for refractory nonconvulsive status epilepticus. *Neurology* 2001, 57: 1036-1042
- 16- Vespa PM, O'Phelan K, Shah M, et al. Acute seizures after intracerebral hemorrhage: a factor in progressive midline shift and outcome. *Neurology* 2003; 60:1441-6
- 17- Jordon, K.G. Continuous EEG monitoring in the neuroscience intensive care unit and emergency department. *J. Clin. Neurophysiol.* 1999; 16:14-39
- 18- Astrup, J., Siesjo, B.K., Symon, L. Thresholds in cerebral ischemia-the ischemic penumbra. *Stroke* 1981; 12: 723-725
- 19- Labar, D.R., Fisch, B.J., Pedley, T.A., et al. Quantitative EEG monitoring for patients with subarachnoid hemorrhage. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* 1991; 78: 325-32
- 20- Jones, P.A, Andrews, P.J., Midgley, S. et al. Measuring the burden of secondary insults in head-injury patients during intensive care. *J. Neurosurg. Anesthesiol.* 1994; 6:4-14
- 21- Winer, J.W., Rosenwasser, R.H., and Jimenez, F. Electroencephalographic activity and serum and cerebrospinal fluid pentobarbital levels in determining the therapeutic end point during barbiturate coma. *Neurosurgery* 1991; 29: 739-741
- 22- Shapiro BA. Bispectral indeks: beter information for sedation in the intensive care unit? *Crit Care Med* 1999, 27:1663-1664
- 23- Freye E. Cerebral monitoring in the operating room and the intensive care unit - an introductory for the clinician and a guide for the novice wanting to open a window to the brain. Part II: Sensory-evoked potentials (SSEP, AEP, VEP). *J Clin Monit Comput.* 2005 Apr; 19(1-2):77-168
- 24- Stern BJ, Krumholz A, Weiss H, et al. Evaluation of brainstem stroke using brainstem auditory evoked responses. *Stroke.* 1982; 13:705-711
- 25- Thornton C, Heneghan H, James FM et al. Effects of halothane or enflurane with controlled ventilation on auditory evoked potentials. *Br. J. Anaesth.* 1984; 56: 315-323
- 26- Guérit JM. Medical technology assessment EEG and evoked potentials in the intensive care unit. *Neurophysiol Clin* 1999, 29:301-317.
- 27- Berkhoff M, Donati F, Bassetti C: Postanoxic alpha (theta) coma: a reappraisal if its prognostic significance. *Clin Neurophysiol* 2000, 111:297-304.
- 28- Madl C, Kramer L, Domanovits H, et al.: Improved outcome prediction in unconscious cardiac arrest survivors with sensory evoked potentials compared with clinical assessment. *Crit Care Med* 2000, 28:721-726
- 29- Claassen J, Hansen HC. Early recovery after closed traumatic head injury: somatosensory evoked potentials and clinical findings. *Crit. Care Med.* 2001; 29:494-502
- 30- Fauth C, Meyer BU, Prosielgel M, et al. Seizure induction and magnetic brain stimulation after stroke. *Lancet* 1992, 339: 362
- 31- Taniguchi M, Nadstawek J, Langenbach U, et al. : Effects of four intravenous anesthetic agents on motor evoked potentials elicited by magnetic transcranial stimulation. *Neurosurgery* 1993, 33:407-415