

Yoğun Bakımda Kritik Hasta Çocuk Monitörizasyonunda Yeni Yöntemler

New Methods for Monitoring of Critically Ill Children in the Intensive Care Unit

Ebru Melek BENLİGÜL,^a
Murat BEKTAŞ^b

^aÇocuk Yoğun Bakım Ünitesi,
Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi,
^bÇocuk Sağlığı ve Hastalıkları
Hemşireliği AD,
Dokuz Eylül Üniversitesi
Hemşirelik Fakültesi, İzmir

Geliş Tarihi/Received: 26.06.2015
Kabul Tarihi/Accepted: 10.07.2015

Bu çalışma, Uluslararası Katılımlı VII. Ulusal Çocuk Acil Tıp ve Yoğun Bakım Kongresi ve III. Ulusal Çocuk Acil Tıp ve Yoğun Bakım Hemşireliği & Paramedik & ATT Kongresi (22-26 Mart 2010, Adana)'nde sunulmuştur.

Yazışma Adresi/Correspondence:
Ebru Melek BENLİGÜL
Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Çocuk Yoğun Bakım Ünitesi, İzmir,
TÜRKİYE/TURKEY
ebru.benligul@gmail.com

ÖZET Yoğun bakım hastasının monitörizasyon ve takibi teknolojik gelişmelere paralel olarak hızla ve sürekli gelişmektedir. Monitörizasyon; hemşirenin bakım fonksiyonlarının yerine getirmesinde, karar verici hemşirelik rollerini uygulayabilmesinde ve bilgisini kullanmasında önemli bir sağlık teknolojisi olarak kabul edilmektedir. Bakım kalitesinin, hastaya ayrılan zamanın ve verimliliğin artırılması; mortalite ve morbiditenin azaltılması bu teknolojilerin etkin ve etkili kullanımı ile gerçekleştirilebilir. Yoğun bakım ünitelerinde yenilikleri takip eden, teknolojiyi kullanabilen, eğitimli ve deneyimli hemşirelik profesyonellerine gereksinim vardır. Bu makalede, yoğun bakım hastasının monitörizasyonunda yeniliklere değinilerek yoğun bakım hemşirelerine ışık tutulmak istenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Monitörizasyon, yoğun bakım ünitesi, hemşirelik

ABSTRACT Intensive care unit patient monitoring is quickly and constantly evolving in line with technological developments. Monitoring is recognized as an important healthcare technology helping the nurse in the fulfillment of nursing functions, including the decision-making process and the application of knowledge. Improvements in the quality of care, time devoted to patient care, as well as decreasing mortality and morbidity can occur with the efficient and effective use of these technologies. Intensive care units need well trained and experienced nursing professionals who follow innovations and are able to use technology. This article reviews recent innovations in intensive care monitoring technology for the benefit of intensive care unit nursing professionals.

Key Words: Monitoring, intensive care unit, nursing

Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi 2013;17(2):68-76

Son yıllarda elektronik ve bilişim teknolojisinde meydana gelen gelişmeler sonucunda, yoğun bakım ünitelerinde ileri monitörizasyon yöntemlerinin kullanılmaya başlanması ile hasta bakımı ve izleminde teknolojinin kullanımı hemşirelik rollerinin çok boyutlu bir parçası haline gelmiştir.¹ Hemşirelerin hasta izleminde teknolojiyi kullanma ve elde ettiği verileri yorumlamadaki yeterliliği hasta bakımının kalitesinde önemli ve belirleyici bir rol oynamaktadır.² Bu nedenle yoğun bakım hemşirelerinin gelişen teknolojiyi doğru ve etkin kullanılabilmesi için bilimsel, ekonomik, sosyal ve etik boyutlarını sürekli değerlendirerek, gerekli düzenlemeleri yapabilecek bilgi, beceri ve tutuma sahip olmaları gerekmektedir.¹ Bu doğrultuda hemşirelik kuruluşları, teknolojiyi hemşirelik uygulamalarının temel yapı taşı olarak kabul etmekte ve teknolojiyi etkili olarak kullan-

bilme konusunda bilgi, beceri ve tutuma sahip olmayı hemşirelikte aranan bir nitelik olarak vurgulamaktadır.³ Bu sorumluluğun bilincinde olan, teknolojiyi üretip kullanabilen, teknolojiyle bütünleşen meslek üyesinin her zaman daha önde ve daha güçlü olacağı yadsınamaz bir gerçektir.⁴

Yoğun bakım ünitesi bilim ve teknolojinin iç içe olduğu birden fazla organ ve sistemi ilgilendiren, hayatı tehdit eden durumlara müdahaleyi ön plana çıkaran, temel ve ileri yaşam desteği uygulama alanlarıdır. Gelişmiş teknolojinin pratik kullanıma sokulması ve hasta monitörizasyonu; yoğun bakım ünitelerinde hasta takibi kalitesinin de belirleyicilerindedir.⁵ Yoğun bakım hastasının monitörizasyonunda amaç; ana değişkenleri sürekli izleyerek hastanın altta yatan hastalığının durumunu belirlemek, tanıya yardımcı olmak ve tedaviye kılavuzluk etmektir.⁶ Monitörizasyonda hangi yöntemin kullanılacağı; hastaya, mevcut teknik uzmanlığa, maliyet-kar etkinliğine ve her ünitenin kurumsal tercihinine bağlı olarak değişmektedir. Çeşitli fiziksel ilkelerle çalışan çok sayıda ekipman yoğun bakım ünitelerinde kullanılmaktadır.⁷ Gelişmiş ülkelerde yoğun bakım hastalarının izleminde yıllardır yaygın olarak kullanılan pek çok monitörizasyon yöntemi ve teknolojisi; son yıllarda yoğun bakım ünitelerimizin donanımlarındaki gelişim ve değişime paralel olarak ülkemizde de kullanım alanı bulmuştur. Bu yöntemlerin başında sürekli santral venöz oksijen satürasyonu monitörizasyonu, mikrosirkülasyonun monitörizasyonu, bispektral indeks monitörizasyonu, nöromuskuler blokaj düzeyinin monitörizasyonu gelmektedir.

SÜREKLİ SANTRAL VENÖZ OKSİJEN SATÜRASYONU (ScvO₂) MONİTÖRİZASYONU

Mikst venöz oksijen satürasyonu (SvO₂), arteriyel oksijen transportu ile dokuların O₂ tüketimi arasındaki dengeyi yansıtan bir parametre olarak uzun zamandır bilinmektedir. Ancak son yıllarda yerini, santral venöz oksijen satürasyonu (ScvO₂) almıştır. Hipoksi, sadece uygunsuz global oksijen transportunun sonucu olmayıp reyonel olarak sunum ile tüketim dengesi arasındaki uygunsuzluktan ve özellikle mikrosirkülatauar gaz ve substrat değişimi

bozukluğundan kaynaklanır. Bu nedenle septik şokta mikst venöz oksijen satürasyonu monitörizasyonunda kısıtlamalar vardır. Normal SvO₂ değerlerinde bile doku hipoksisi mevcut olabilir.⁸ Oksijen sunumu ve tüketimi arasındaki dengeyi yansıtan bir değişken olan ScvO₂'nin normal aralığı %65-70 arasındadır. Oksijen sunumu bozulursa veya sistemik oksijen tüketimi, sunumu geçmişse ScvO₂ değeri düşer. Dolayısıyla; ScvO₂ aynı zamanda periferik dokularda ve organlarda oksijen kullanımının göstergesidir. Düşük kalp debisi veya dolaşım bozukluğu, artmış oksijen ekstraksiyonuna bu da, ScvO₂ değerinde düşüşe neden olur.⁹

Doku hipoksisinin erken tanınması ve tedavisi morbidite ve mortaliteyi azaltır. Doku hipoksisinden korunmak sepsis ve septik şoktaki hastalarda destek tedavisinin can alıcı noktasıdır.¹⁰

Rivers ve ark. ciddi sepsis veya septik şoklu hastalarda, daha yoğun bakıma yatırılmadan önceki dönemde, ScvO₂ (>%70) ile birlikte santral venöz basınç, ortalama arter basıncı ve diürece göre yönlendirilen erken ve hedefe yönelik tedavi ile mortalitenin %46,5'den %30,5'e düştüğünü saptamışlardır.¹¹

Acil servise getirilen hastalar için, daha acil servisteyken başlatılan erken hedefe yönelik tedavi; bu gün sepsis ve septik şok tedavisinde standart yaklaşım haline gelmiştir.⁹ Kullanımının daha basit olması ve ScvO₂ ile uyumlu olması nedeniyle ScvO₂ monitörizasyonu; özellikle ciddi sepsis tablosundaki acil servis hastalarının hemodinamik monitörizasyonu için çok önemli bir alternatif olarak kabul edilmektedir. Bu durumda ScvO₂'nin en azından %70 olması önerilmektedir.¹¹

Ciddi sepsis ve septik şoklu pediatrik hastalarda erken hedefe yönelik tedavide sürekli ScvO₂ izlemi ile mortalitede %27 oranında azalma olduğu tespit edilmiştir.¹⁰ Spenceley ve ark. modifiye pediatrik santral venöz kateter kullanarak sürekli ScvO₂ monitörizasyonunun; sistemik oksijen sunumu ve tüketiminde meydana gelen değişikliklerin erken tespitini ve gelişen doku hipoksisinin erken tanımlanmasını sağladığını bildirmişlerdir.⁸ Ülkemizde sürekli ScvO₂ izlemi yapan kateterlerin kullanımı yaygınlaşmadığından çoğu merkezde

ScvO₂, aralıklı alınan kan gazları ile izlenebilmektedir.⁹

MIKROSİRKÜLASYONUN MONİTÖRİZASYONU

Mikrosirkülasyon, doku kan akımını düzenlemekte aktif rol oynar ve doku oksijenasyonunun ön şartıdır.¹² Mikrosirkülasyonun amacı; doku hücrelerine oksijen ve kanın taşınması, immünolojik fonksiyonların sağlanması ve hastalık durumunda hedef hücrelere tedavi edici ilaçların sunulmasıdır.¹³ Mikrosirkülatur disfonksiyon, organ yetmezliği ve buna bağlı hasta sonuçlarının patofizyolojisinde anahtar rol oynamaktadır. Organizmanın en önemli yaşamsal faaliyetlerinin meydana geldiği bu mikro dünya; hastalıkların patofizyolojisinin ortaya konması konusunda giderek artan bir önemle bir çok çalışmaya konu olmaktadır.¹⁴

Son yıllarda yeni monitörizasyon tekniklerinin gelişmesi ile birlikte yapılan klinik araştırmalar sonucunda mikrosirkülatur anormalliklerin sepsis patogenezinin önemli bir bileşeni olduğunu ortaya koymuştur.¹⁵ Sakr ve ark.,¹⁶ Spronk ve ark.¹⁷ sepsisli hastalarda sublingual mikrosirkülasyonu monitörize ederek; hastalığın şiddeti ile tedaviye yanıtı mikrosirkülatur distresin derecesi ile ilişkilendirmişlerdir.

Yapılan çalışmalar mikrosirkülatur disfonksiyonun erken tanımlanması ve tedavisinin hücre sel oksijen sunumunu arttırabileceğini göstermiştir. Gopal parametreler rejyonel doku oksijenasyonunu göstermede yetersizdir. Bu açıdan ideal olarak hücre sel oksijen sunumundaki değişikliklerin tüm düzeylerde izlenmesi gerekmektedir. Yoğun bakım hastalarında; tedaviye yol göstermek, tedavinin etkinliğini gözlemek ve klinik sonucu tahmin etmek için mikrosirkülasyonu değerlendirmek gereklidir.¹⁴

Yoğun bakım hastalarında mikrosirkülasyonu değerlendirmek ve mikrosirkülatur yetmezliği tespit etmek için geliştirilmiş farklı ölçüm teknolojileri vardır. Ortogonal Polarizasyon Spektral Görüntüleme (OPS) yöntemi; hastalıkların patofizyolojisini anlamak için klinisyenler tarafından yapılan mikrosirkülatur araştırmalarda son yıllarda

yaygın olarak kullanılmaktadır. OPS görüntüleme yöntemi non-invaziv bir yöntem olup, küçük bir endoskopa benzer polarize ışık kaynağı ile mikrosirkülasyonun görselleşmesini sağlar. Bu yöntemde; hemoglobinin absorpsiyon aralığında (548 nm dalga boyunda) ışık dokuya gönderilir. Bu ışık hemoglobin içeren damarlarda depolarize edilerek yansıtılırken, hemoglobin içermeyen dokulardan polarize şekilde yansıtılır. Birinciye dik olarak yerleştirilen ortogonal polarizör yalnızca depolarize ışığın geçişine izin verdiğinden, oluşan görüntü vasküler yatağa ait görüntüdür. OPS görüntüleme yöntemi jinjiva, dil, vajinal mukoza ve operasyonlar esnasında karaciğer, böbrek ve beyin dokularının mikrosirkülasyonunun değerlendirilmesinde başarı ile kullanılmıştır.¹⁴ Son çalışmalarda, OPS görüntüleme yönteminin septik şoklu hastalarda mikrosirkülatur kan akımını arttırmak için yapılan tedavi uygulamalarının etkinliğini değerlendirmede uygun bir yöntem olduğu gösterilmiştir.¹⁸

Bölgesel kan akımındaki heterojeniteyi hızlı biçimde tanımlayabilmesi yöntemin avantajlarından biridir. OPS görüntüleme yönteminin en büyük sınırlılığı ise; sadece ince epitelyum dokuların değerlendirilebilmesidir. Bu nedenle ölçümler genellikle erişkinlerde oral mukoza, yeni doğanlarda da ciltten yapılabilmektedir. Yöntem basınç ve hareketten etkilenir. Ayrıca entübe hastalarda ağız içinde biriken kan ve sekresyon görüntülemeyi sınırlayabilmektedir. Çeşitli sınırlılıklarına rağmen mikrosirkülasyonun monitörizasyonu; sağlık profesyonellerinin doku oksijen sunumu ile ilgili verileri erken edinmelerini ve hastalıkların patofizyolojisinin daha iyi anlaşılmasına sağlaması açısından oldukça değerlidir.¹⁴

BİSPEKTRAL İNDEKS (BIS) MONİTÖRİZASYONU

Çocuk yoğun bakım ünitelerinde sedasyonun önemli bir yeri vardır.¹⁹ Yoğun bakım hastalarında güvenli tedavi uygulamaları ve konforun en uygun olduğu sedasyon düzeylerini tanımlamak; bu düzeyi yakalayabilmek ve sürdürmek temel amaçtır.²⁰ Hastaların anksiyetelerini azaltmak ve ağrı algularını en aza indirmek için kullanılan ajanların

yetersiz ya da fazla kullanımı çeşitli problemlere neden olabilir. Yetersiz sedasyon sonucunda genellikle artan strese bağlı olarak bilinç düzeyinde ani değişiklikler meydana gelebilir. Bilinçteki ani değişimler, hastanın konforunu bozduğu gibi hastada yetersiz ventilasyon, hipertansiyon, taşikardi gibi olumsuz sonuçlar doğurabilir.²¹ Aşırı sedasyon ise kardiyovasküler fonksiyonları olumsuz etkilediği gibi mekanik ventilasyon süresinin uzamasına neden olabilir. Ayrıca; fiziksel bağımlılık ve tolerans gelişme riskini de artırır.²² Bu nedenlerle hastanın sedasyon düzeyinin sürekli monitörizasyonu ile sedasyon dozunun düzenli olarak ayarlanması gerekmektedir.²⁰

Çocuk yoğun bakım ünitelerinde, sedatif-analjezik ilaç uygulamalarında genellikle sedasyon skalalarının kullanımı ile birlikte vital işaretlerin hemşire tarafından değerlendirilmesi temel alınmakta; böylelikle ilaç dozlarında küçük arttırma ve azaltmalar yapılmaktadır. Sedasyon düzeyi ölçümleri genellikle kalp atım hızı ve kan basıncı gibi fizyolojik parametrelerle birlikte hastanın istirahat ya da fiziksel bir uyarıya yanıtındaki genel konfor düzeyinin gözlenmesinden oluşmaktadır.¹⁹⁻²³ Ancak; çok derin sedasyon altındaki hastalarda ve kas gevşeticilerin kullanımı durumunda, kalp atım hızı ve kan basıncı gibi fizyolojik parametreler, sedasyonun derinliğini göstermede sensitif ve spesifik değildir. Bu gibi durumlarda; çocuk hastalarda sedasyon derinliğinin ölçümünde ve uygunsuz sedasyonun önlenmesinde BIS monitörizasyonundan faydalanılabilir.²⁰

BIS 1985'den bu yana geliştirilmekte olan kompleks bir EEG parametresidir. BIS monitörü esas olarak anestezi derinliğini ölçmek için geliştirilmiş ve bu endikasyon için Food and Drug Administration (FDA) tarafından onaylanmış olan tek cihazdır. 1997 yılından beri klinik pratikte ve deneysel araştırmalarda kullanım alanı bulmuştur.²⁴

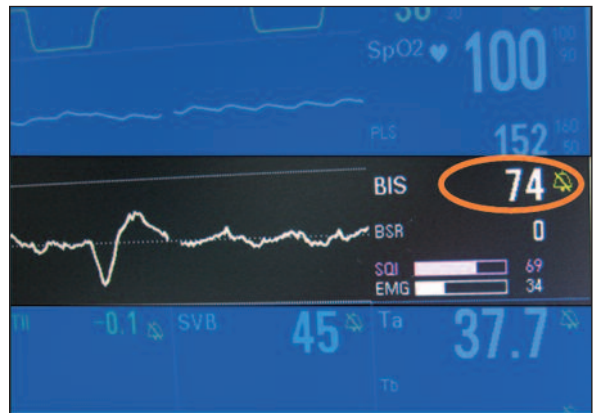
BIS monitörizasyonu sedatize hastalarda bilinç değişikliğini sürekli, objektif ve güvenilir bir yöntemle ölçmeye yarar. Karakteristik olarak BIS; pratik, kesin, non-invaziv ve yatak başında kullanılabilen bir monitörizasyon yöntemidir.²⁰ Frontal bölgeye yerleştirilen tek bir elektrotla beyin akti-

vitesi kaydedilir. Şekil 1'de yoğun bakım yatak başı monitöründe BIS parametresi izlemi verilmiştir.

Beyin elektriksel aktivitesinin ölçümü 0-100 arasındaki tek bir nümerik değere entegre edilir. 100 civarında BIS değerleri hastanın uyanık olduğunu gösterirken; 0 değeri izoelektrik EEG'yi gösterir. BIS değeri 70'in altına indikçe, hatırlama olasılığı dramatik olarak düşer. BIS indeksi 60'ın altına indiğinde, hastanın bilinçli olma olasılığı çok düşüktür. BIS indeks değerleri 40'ın altına indiğinde; anestezi etkisinin EEG üzerinde daha fazla etkisi olduğunu göstermektedir.^{19,20,25} Prospektif çalışmalarda, BIS indeks değerlerinin genel anestezi sırasında 40-60 arasında tutulmasının yeterli hipnotik etkiyi sağladığı bildirilmiştir. Yeterli sedasyon düzeylerinde BIS indeks değerlerinin >70 olduğu gözlenebilir, ancak bilinçlilik ve hatırlama olasılığı daha yüksektir. BIS değerlerinin 40-60 arasında tutulmasının mekanik ventilasyon uygulanabilmesi için yeterli sedasyonu sağlayabildiği gösterilmiştir. BIS indeksinin 40 değerinin altında olması ise; aşırı sedasyon demek olduğu için kaçınılmalıdır.^{20,26,27}

Kas gevşetici kullanımı gereken pediatrik hastalar için ideal sedasyon düzeyini net olarak belirten bir yayın bulunmamaktadır.²⁸ Bununla birlikte; farmakolojik olarak paralize edilmeyen hastalarda yeterli ve sedasyonun sağlanabildiği BIS değerlerinin 60-70 arasında olduğu da bildirilmektedir.²⁰

Çocuk yoğun bakım ünitelerinde izlenen ve sürekli kas gevşetici infüzyonu alan hastaların BIS



ŞEKİL 1: Yoğun bakım monitöründe bispektral indeks monitörizasyonu.

indeksi değerlerinin prospektif olarak izlendiği bir çalışmada, sedasyon dozunun titrasyonunda kan basıncı ve nabız gibi fizyolojik parametrelerin kontrolünün kullanıldığı hastaların %35'inin aşırı sedatize edildiği bulunmuştur.²² Trope ve ark., sürekli kas gevşetici infüzyonu alan çocuk yoğun bakım hastalarının sedasyon düzeyleri ile birlikte; kalp hızı ve kan basıncı gibi otonomik değişkenler ile BIS indeksinde meydana gelen değişimleri incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen veriler ışığında; hastaların sedasyon düzeyinin değerlendirilmesinde kalp hızı ve kan basıncı gibi değişkenler ile sedasyon düzeyini belirlemenin güvenilir olmadığı bildirilmiştir. BIS indeksi kullanımının, farmakolojik olarak paralizasyon edilen çocuk yoğun bakım hastalarının sedasyon düzeylerinin monitörizasyonunda fizyolojik değişkenlere göre daha iyi bir kılavuz olmakla birlikte; doğru, tekrarlanabilir ve objektif bir yöntem olduğu belirtilmiştir.²⁰

Crain ve ark., kardiyak cerrahi ve genel çocuk yoğun bakımda izlenen 18 yaş altındaki 31 çocukta yaptığı bir çalışmada BIS indeksi ile uygun sedasyon düzeyinin belirlenip sürdürülebilmesinde çocuklarda en sık kullanılan skala olan COMFORT skalası arasında, derin sedasyon düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulmuştur. Derin ve yüzeysel sedasyon arasındaki sınır BIS değerini 83 olarak kaydetmiştir. Bu çalışmada, BIS >83 olması, yetersiz sedasyon olarak tanımlanmıştır.²⁹

BIS indeksinin farklı bir kullanım alanı da; sedasyon almayan yoğun bakım hastalarında nörolojik skorlamalarda kullanılmasıdır. Yüksek BIS skorlarının daha iyi nörolojik işlevleri gösterdiği vurgulanmaktadır.³⁰ Bilinç düzeyinin değerlendirilmesinde BIS monitörizasyonunun kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi amacıyla, 10 ay-16 yaş arası 17 pediatrik yoğun bakım hastası ile yapılan çalışmada; hastaların Glasgow Koma Skoru ve BIS indeks skorları karşılaştırılmış ve iyi korelasyon olduğu bulunmuştur.³¹ BIS monitörizasyonunun; sedasyon ve anestezi dışında da nörolojik bozukluğa sebep olabilecek pek çok durumda, serebral aktivitenin bir göstergesi olabileceğine ilişkin destekleyici yayınlar vardır.²⁴

BIS monitörizasyonu, yoğun bakımlarda özellikle; nöromusküler blok ya da derin sedasyon düzeyleri gereken durumlarda, sedasyon düzeyi takibinde tek seçenek gibi gözükse de, rutin günlük takipler için klinik skalaların yerini tam olarak alabilir gibi gözükmemektedir. Monitörizasyonun doğru ve güvenilir sonuçlar vermesi için sağlık ekibi üyelerinin iyi eğitilmesi de gerekmektedir. BIS elektrotunun yanlış seçimi, yetersiz ya da yanlış uygulanması sonucu elektrot empedansının artması ile doğru olmayan BIS değeri elde edilmesine neden olabilir.²⁴ BIS elektrotlarının uygulanmasına örnek Resim 1'de verilmiştir.

BIS indeksi elektromyogramdan da (EMG) etkilenebilmektedir. Artefaktlar ve sinyal kalitesinin kötü olması nedeniyle BIS skoru yanıltıcı olabilir. Bu nedenle sinyal kalitesinin de izlenmesi gerekmektedir.²⁵ BIS monitörizasyonunun güvenilirliği için BIS elektrotlarının 24 saat aryla değişimi öne-



RESİM 1: Pediatrik (A) ve erişkin (B) BIS elektrotlarının uygulanması.

rilmektedir. Bununla birlikte; elektrotların değişimi esnasında cilt bütünlüğünün değerlendirilmesi, bası ülserlerinin önlenmesi açısından son derece önemlidir. Resim 2’de BIS elektrotlarına basısına bağlı cilt değişikliğine örnek verilmiştir. Standartlar geliştirilip, gelecekte BIS ile ilgili çalışmaların yapılarak yorumlanması ve karşılaştırılması en doğru yaklaşım olacaktır.

TRAIN-OF-FOUR (TOF) İZLEMİ

Çocuk yoğun bakım ünitelerinde; mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda ventilatöre uyumsuzluğunu önlemek, solunum işi ve metabolik ihtiyacı azaltmak için, yüksek sedasyon ve analjeziye cevap vermeyen ajite hastalarda, tedavi edici hipotermi sırasında, intrakraniyal basınç artışının tedavisini kolaylaştırmada kas gevşeticilerin kullanımı gerekebilmektedir.³² Kas gevşetici kullanımının sayılan yararları yanında miyopati, motor nöropati ve kas gevşetici kesildikten sonra uzamış paralizisi gibi ciddi yan etkileri de vardır. Bu olumsuz etkilerin şiddeti kas gevşeticilerin uzun süreli ve yüksek dozda kullanımıyla da ilişkilidir.³³

Kas gevşemesi genellikle klinik olarak değerlendirilebilir.³² Ancak, kas kontraksiyonu derecesinin yalnızca klinik kaniya dayanılarak değerlendirilmesi yanlış tahminler yapılmasına ve yanlış doz uygulamalarına yol açabilmektedir.³⁴ Hastanın nöromuskuler fonksiyonlarının doğru değerlendirilebilmesi amacıyla kas gevşetici ilaçların infüzyonlarına her 24 veya 48 saatte bir ara veril-



RESİM 2: BIS elektrotlarının uygulanmasından 24 saat sonra gelişen 1. derece bası ülseri.

mesi önerilmektedir.³³ Eğer bu mümkün değilse, nöromuskuler işlevlerin bir sinir stimülatörü kullanılarak izlenmesinde fayda vardır.³⁵ Kas gevşeticilerin sayılan yan etkilerinin olması ayrıca; bu ilaçların etki yoğunluğu ve etki sürelerindeki değişkenlikten dolayı özellikle uzamış kas relaksasyonu amaçlandığında, kas gevşeticilerin etkinliğinin ve derinliğinin monitörizasyonu daha çok önem kazanmaktadır.³⁶

Periferik sinir stimülatörleri kullanılarak nöromuskuler iletinin monitörizasyonu; hastanın nöromuskuler fonksiyonlarına ilişkin sorulara hızlı yanıt ve objektif veriler sağlar. Bu sayede ilacın etkileri, klinik hedeflere ne kadar ulaşıldığı değerlendirilebilirken; güvenli ilaç kullanımı ve kas gevşetici dozunun hastanın gereksinimine göre ayarlanmasını da kolaylaştırmaktadır.³⁴⁻³⁶ Ayrıca respiratuar depresyon sebeplerinden birisi olan rezidüel blok ancak nöromuskuler ileti bozukluğunun objektif yöntemlerle ortaya konulmasıyla tespit edilebilir.³⁴

Sinir stimülatörleri ilk kez 1958 yılında Christie ve Churchill-Davidson tarafından kullanılarak nöromuskuler blokerlerin klinik uygulama için önerilen dozlarına, hastaların bireysel farklılıklarla yanıt verdikleri ve bunun için nöromuskuler fonksiyonun objektif olarak değerlendirilmesinin önemini vurgulanmış; bu amaçla periferik sinir stimülatörünün kullanılmasını önerilmiştir.³⁷

Nöromuskuler fonksiyon, bir periferik motor sinirin supramaksimal elektriksel stimülasyonuna kas yanıtının değerlendirilmesi ile monitörize edilir. Uyarı izole bir sinire iletilir ve sonuçta kas kontraksiyonu oluşur. Bir elektriksel stimulusa tek bir kas fibrili “hep ya da hiç” şeklinde yanıt verir. Buna karşılık uyarılan bir kasın yanıtı, aktive edilen kas fibrillerinin sayısına bağlıdır. Eğer bir sinir yeterli yoğunlukta stimüle edilirse, bu sinirin innerve ettiği tüm kas fibrilleri reaksiyon gösterir ve maksimum yanıt tetiklenir. Bir nöromuskuler bloker ajan uygulandıktan sonra kasın stimülasyona yanıtı, deprese olan fibril sayısı ile paralel olarak azalır. Sabit stimülasyon koşullarında yanıtındaki azalma; nöromuskuler blokajın derecesini gösterir.³⁷

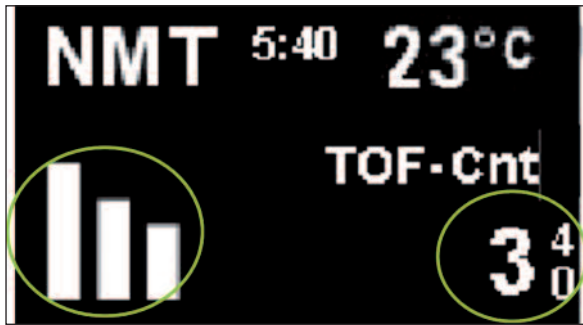
Periferik sinir stimülasyonu kullanılarak nöromuskuler blokajın derinliğini ölçmek için çeşitli

teknikler olmakla birlikte; Train-of-Four (TOF) stimülasyonu yoğun bakım üniteleri için en güvenilir ve en kolay yöntem olarak kabul edilmektedir.³⁶ Dörtlü uyarı olarak da adlandırılan TOF testi 1970'den beri kullanılmaya başlanmış ve giderek nöromusküler blok için standart hale gelmiştir.³⁴

TOF ölçümü için periferik sinire 4 elektriksel uyarı verilir. Her uyarı sonucunda; kasın verdiği görülebilir kontraksiyon yanıtı değerlendirilir. Verilen 4 uyarıdan kaçına yanıt alındığı ölçülerek nöromusküler blokaj oranı tanımlanabilir. Şekil 2'de yoğun bakım monitöründe TOF izlemi örneği verilmiştir.

Optimum tedavi için nöromusküler blokajın düzeyi, hastanın genel durumu ve sedasyon düzeyinden etkilenir. Yayınlanan raporlar 2 veya 3 yanıtın yoğun bakım üniteleri için yeterli olduğu görüşündedir.³³ Verilen 4 uyarıya alınan yanıt sayısı ile nöromusküler blokaj düzeyinin değerlendirilmesi Tablo 1'de verilmiştir.

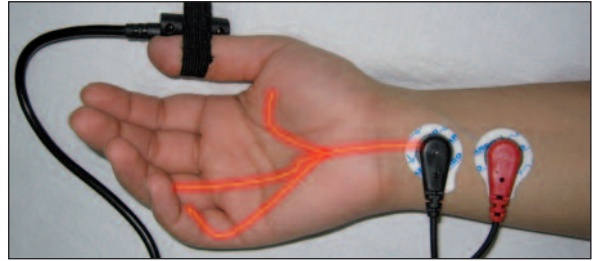
Nöromusküler monitörizasyon için yüzeysel lokalizasyonlu herhangi bir periferik motor sinir stimüle edilebilirse de; erişebilirlik ve basitlik gibi pratik nedenlerle ulnar sinir en çok kullanılan sinirdir. Bu sinirin uyarılması, baş parmağın hareketine neden olur.^{33,34} Bu kasın diğer özelliği de, kolun lateral kısmında olmasıdır. Uyarının yapıldığı yer medialdedir, böylece kasın doğrudan uyarılması ve yanılğı ihtimali çok aza inmektedir.³⁴ Elektrik akımı sinir üzerine yerleştirilen iki elektrot aracılığıyla verilir. Ulnar sinirin stimülasyonu için elektrotların yerleşimine örnek Resim 3'te verilmiştir.



ŞEKİL 2: Yoğun bakım monitöründe TOF izlemi.

TABLO 1: TOF izleminde alınan yanıt sayısına göre nöromusküler blokaj seviyesinin değerlendirilmesi.³³

Yanıt Sayısı	Blok Düzeyi (%)
0	100
1	90
2	75-80
3	75
4	0



RESİM 3: TOF monitörizasyonunda stimulan elektrotların uygulanması.

Stimulan elektrotların yerleşimleri nöromusküler uyarılmış cevapları etkiler. Elektrotları birbirine yakın ve sinir boyunca yerleştirmek; artefaktları azaltmakta ve uyarı etkinliğini arttırmaktadır.³⁷ Vücut sıcaklığının etkisi de göz ardı edilmemelidir. Periferik soğutma uyarılmış cevapları düşürür.³⁴ Periferik ödem de TOF sonucunu etkiler. Teknik sorunlar yanlış değerlendirme sonuçlarını da beraberinde getirebilir. Bu açıdan TOF monitörizasyonunun etkin ve doğru yapılabilmesi için yoğun bakım hemşirelerin eğitimi önemlidir.³³

TOF testi çeşitli uygulama güçlükleri ve çocuk yoğun bakım hastalarında kullanımı ile ilgili sınırlı kanıtla rağmen; düşük maliyeti, düşük riski ve göreceli olarak basitliği ile nöromusküler blokajın yönetiminde başarı sağlamada uzmanların önerileri arasında yer almaktadır. Klinik uygulama kılavuzlarında da kas gevşetici alan tüm hastaların klinik değerlendirmelerinin yanı sıra, 4-8 saat aralıkla TOF izlemi yapılması önerilmektedir.^{33,35,36} Bu doğrultuda TOF izlemi, nöromusküler fonksiyonun değerlendirilmesinde yoğun bakım ünitelerinde giderek popülerite kazanmaktadır.

SONUÇ

Yoğun bakım hastasının monitörizasyonu; hemşirelik hizmetlerinin ve yoğun bakım hastasının yönetiminin vazgeçilmez bir unsuru olup mortallite ve morbiditenin azaltılması; doğru ve etkili hasta monitörizasyonu ile gerçekleştirilebilir. Yoğun bakım hizmetlerinin kalitesinin artırılması için;

son yıllarda sayısı hızla artan yeni monitörizasyon teknolojilerini yerinde ve etkili kullanabilen, eğitimli ve deneyimli hemşirelik profesyonellerine gereksinim olmakla birlikte, en iyi monitörün hemşirenin kendisi olduğu gerçeği de unutulmamalıdır.

Makalede kullanılan resimler için ebeveynlerden ve kurumdan sözel izin alınmıştır.

KAYNAKLAR

- Karnick PM. Book Review: Technological Competency as Caring in Nursing: A Model for Practice. *Nursing Science Quarterly* 2006; 19 (3): 274.
- Martins CR, Dal Sasso GTM. Technology: Definitions and Reflections for Nursing and Health Care Practice. *Texto Contexto Enferm* 2008; 17(1): 13-4.
- Bernard A. Nursing and the Primacy of Technological Progress. *International Journal of Nursing Studies* 1999; 36 (6): 435-442.
- Kaya H. Hemşirelik Eğitiminde Değişimler ve Gelecek. *Hemşirelik Dergisi* 2003; 13(50):73-79.
- Bayrakçı B. Yoğun Bakımda Hasta Takibi. *Türkiye Klinikleri* 2005; 1 (1):1-5.
- Karaböcüoğlu M, Köroğlu TF. Çocuk Yoğun Bakım Esaslar Ve Uygulamalar. İçinde Demirkol D (Editör). *Non-İnvaziv Ölçümler/Monitörizasyon*. 1. Baskı. İstanbul Medikal Yayıncılık; 2008. s. 101-129.
- Karaböcüoğlu M, Köroğlu TF. Çocuk Yoğun Bakım Esaslar Ve Uygulamalar. İçinde Karapınar B (Editör). *İnvaziv Ölçümler/Monitörizasyon*. 1. Baskı. İstanbul Medikal Yayıncılık; 2008. s. 93-100.
- Spenceley N, Skippen P, Krahn G, Kissoon N. Continuous Central Venous Saturation Monitoring in Pediatrics: A case report. *Pediatr Crit Care Med* 2008; 9 (2): 13-16.
- Karaböcüoğlu M, Köroğlu TF. Çocuk Yoğun Bakım Esaslar Ve Uygulamalar. İçinde Köroğlu TF (Editör). *Sepsis ve Septik Şok*. 1. Baskı. İstanbul Medikal Yayıncılık; 2008. s. 753-765.
- de Oliveira CF, de Oliveira DSF, Gottschald AFC et al. An outcomes comparison of ACCM/PALS guidelines for pediatric septic shock with and without central venous oxygen saturation monitoring. *Pediatr Crit Care Med* 2007; 8 (3): 237-238.
- Rivers E, Nguyen B, Bastad S et al. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med* 2001; 345(19):1368-1377.
- Trzeciaks S, Cinel I, Phillip Dellinger R et al. Resuscitating The Microcirculation In Sepsis: the Central Role of Nitric Oxide, Emerging Concepts for Novel Therapies and Challenges for Clinical Trials. *Academic Emergency Medicine* 2008; 15(5) :399-413.
- Ellis CG, Jagger J, Sharpe M. The microcirculation as a functional system. *Critical Care* 2005; 9 (suppl 4): 3-8.
- Knotzer H, Hasibeder WR. Microcirculatory function monitoring at the bedside-a view from the intensive care. *Physiological Measurement* 2007; 28(9):65-86.
- Boerma EC, Mathura KR, van der Voort PH, Spronk PE, Ince C. Quantifying bedside-derived imaging of microcirculatory abnormalities in septic patients: a prospective validation study. *Critical Care* 2005; 9(6): 601-606.
- Sakr Y, Dubois MJ, De Backer D, Creteur J, Vincent JL. Persistent microcirculatory alterations are associated with organ failure and death in patients with septic shock. *Crit Care Med* 2004; 32(9):1825-1831.
- Spronk PE, Ince C, Gardien MJ, Mathura KR, Oudemans-van Straaten HM, Zandstra DF. Nitroglycerin promotes microvascular recruitment in septic shock after intravascular volume resuscitation. *Lancet* 2002; 360(9343): 1395-1396.
- De Backer D, Creteur J, Preiser JC, Dubois MJ, Vincent JL. Microvascular blood flow is altered in patients with sepsis. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166(1):98-104.
- Karaböcüoğlu M, Köroğlu TF. Çocuk Yoğun Bakım Esaslar Ve Uygulamalar. İçinde Karapınar B (Editör), Sedasyon Ve Analjezi. 1. Baskı. İstanbul Medikal Yayıncılık; 2008. s.1127-1137.
- Trope RM, Silver PC, Sagy M. Concomitant Assessment of Depth of Sedation by Changes in Bispectral Index and Changes in Autonomic Variables (Heart Rate and/or BP) in Pediatric Critically Ill Patients Receiving Neuromuscular Blockade. *Chest* 2005;128(1):303-307.
- Carrasco G. Instruments for monitoring intensive care unit sedation. *Crit Care* 2000; 4(4):217-225.
- Tobias JD, Grindstaff R, Bispectral Index Monitoring During the Administration of Neuromuscular Blocking Agents in the Pediatric Intensive Care Unit Patient. *J Intensive Care Med* 2005; 20(4): 233-237.
- Grindstaff R, Tobias JD. Applications of Bispectral Index Monitoring in the Pediatric Intensive Care Unit. *J Intensive Care Med* 2004; 19(2):111-116.
- Johansen JW. Update on Bispectral Index monitoring. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology* 2006; 20(1): 81-99.
- Karaböcüoğlu M, Köroğlu TF. Çocuk Yoğun Bakım Esaslar Ve Uygulamalar. İçinde Kara B (Editör), Bilinç Düzeyinin Değerlendirilmesi Ve İzlemi. 1. Baskı. İstanbul Medikal Yayıncılık; 2008. s. 505-524.
- Bard JW. The BIS Monitor: a review and technology assessment. *AANA J* 2001; 69(6):477-483.
- Berkenbosch JW, Fichter CR, Tobias JD. The correlation of the BIS with clinical sedation scores during mechanical ventilation in the pediatric intensive care unit. *Anesth Analg* 2002; 94(3): 506-511.
- Shande R A, Lobel G. Caveats of Bispectral Index Monitoring in the Pediatric Population. *Chest* 2005;128(1):14-16.
- Crain N, Slonim A, Pollack M. Assessing sedation in the pediatric intensive care unit by using BIS and the COMFORT scale. *Pediatr Crit. Care Med* 2002; 3(1): 11-14.
- Gilbert TT, Wagner MR, Halukuri V, Paz HL, Garland A. Use of bispectral EEG monitoring to assess neurologic status in unsedated, critically ill patients. *Crit. Care Med* 2001; 29(10): 1996-2000.

31. Hsia S, Wu C, Wang HS, Yan DC, Chen SC. The Use of Bispectral Index to Monitor Unconscious Children. *Pediatric Neurology*. 2004; 31 (1): 20-23.
32. Karaböcüoğlu M, Köroğlu TF. Çocuk Yoğun Bakım Esaslar Ve Uygulamalar. İçinde Yıldızdaş D (Editör), *Kas Gevşeticiler*. 1. Baskı. İstanbul Medikal Yayıncılık; 2008. s. 1139 -1142
33. Corso L. Train-of-Four Results and Observed Muscle Movement in Children During Continuous Neuromuscular Blockade. *Critical Care Nurse* 2008; 28 (3): 30- 39.
34. Açıkgöz A. Diyabetik Ve Non Diyabetik Hastalarda Roküronyum Kullanımının Entübasyon Zamanı Ve Nöromüsküler Blokaj Süresi Üzerine Etkisi. (Uzmanlık Tezi), İstanbul: İstanbul Dr. Lütfi Kırdar Kartal Eğitim Ve Araştırma Hastanesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği; 2007.
35. Carrasco G. Instruments for monitoring intensive care unit sedation. *Crit Care* 2000; 4 (4): 217-225 .
36. Sessler CN. Train-of-Four To Monitor Neuromuscular Blockade?. *Chest* 2004;126 (4): 1018- 1022.
37. Şen B. Roküronyumla Priming Uygulamasının Nöromusküler Blok Ve Entübasyon Kalitesine Etkisi. (Uzmanlık Tezi), İstanbul: İstanbul Göztepe Eğitim Ve Araştırma Hastanesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği; 2008.