



Bispektral İndeks Monitörizasyonu

Dr. Seda Banu AKINCI, Dr. Bilge ÇELEBİOĞLU

Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

ÖZET

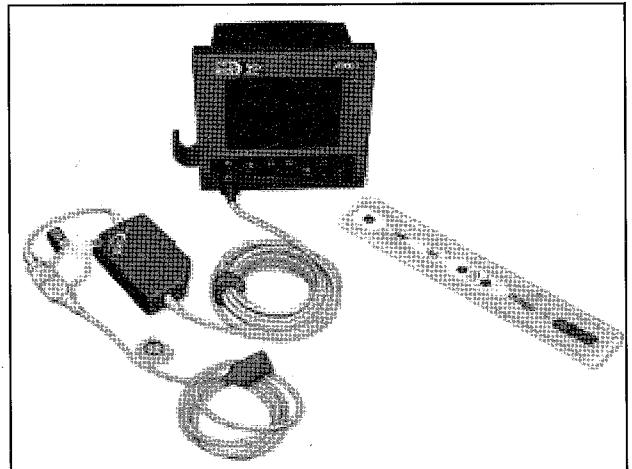
Bispektral indeksi (BIS), anestezi ilaçlarının sedatif ve hipnotik etkilerini sayısal olarak değerlendirebilmek için geliştirilmiştir. Yoğun bakım hastalarında sedasyonun izlenmesi amaçlı rutin BIS kullanılmasının önerilmesi için henüz yeterli kanıt bulunmamaktadır. BIS monitörizasyonu yoğun bakım hastalarında klinik değerlendirmelerin yetersiz kaldığı derin sedasyon ihtiyacında, kas gevşetici kullanılan hastalarda ve dirençli artmış kafaiçi basıncı tedavisi amaçlı EEG supresyonun izlenmesinde faydalı olabilir. BIS nörolojik bozukluğa sebep olacak pek çok durumda serebral aktivitenin bir göstergesi olabilir, resüsitasyon sonrası nörolojik değerlendirme ve beyin ölümünün tanısında da BIS monitorizasyonunun yeri olabilir. BIS verilerinin en uygun ne şekilde toplanması gerektiği ve BIS kullanımının hasta sonuçlarını nasıl değiştirebileceği üzerine daha ileri çalışmalar yapılmalıdır.

SUMMARY

The bispectral index (BIS) has been developed to be a quantifiable measure of the sedative and hypnotic effects of anesthetic drugs. There is insufficient evidence to warrant the routine monitoring of sedation in the intensive care unit. The benefit of BIS monitoring in the ICU is most likely to come from patients requiring deep sedation when subjective csles are insensitive, from those receiving neuromuscular blockade and from those requiring EEG suppression for refractory elevated intracranial pressure. BIS could be a reliable index of cerebral activity in various situations responsible for neurologic impairment, it can also be used to assess neurologic status after cardiopulmonary arrest and to aid in the diagnosis of brain death. Further studies should be conducted to determine the optimal method of obtaining BIS data and evaluate the impact of the BIS on relevant patient outcomes.

Bispektral İndeksin Gelişimi

BIS, 1985 yılından beri Aspect Tıbbi sistemleri tarafından geliştirilen kompleks, özel bir EEG parametresidir. Bu EEG parametresinin ticari formu 1996'da Amerikan Besin ve İlaç Kurumu tarafından beyin üzerindeki anestezi etkiyi monitorize eden bir araç olarak kabul edilmiştir (Şekil 1) (1). Alın ve temporal bölgeye uygulanan şekilde görülen elektrodu dışında ciltaltı iğne elektrotları ile de çalışıp EEG sinyallerini algılar. BIS monitörü sinyal kalite indeksi, baskılanma oranı (Suppression ratio, SR), elektromiyografi aktivitesi ve ham EEG dalga şekli hakkında da bilgi verir. Sinyal kalite indeksi EEG sinyalinin yeterliliği hakkında bilgi verirken, yüksek değerler daha iyi sinyali belirtir. Sinyal kalite indeksinin % 50'nin üzerinde olması yeterli EEG transmisyonunu gösterir ama pek çok çalışmada sinyal kalite indeksinin %80'inin üzerinde olması hedeflenmiştir (2,3). SR önceki 63 saniyelik periyod boyunca EEG'nin voltaj kriterleri ile izoelektrik olarak saptanan yüzdeyi vermektedir. İzoelektrik EEG sinyali SR 100, hiç izoelektrik periyodu olmadığında SR 0 olarak görüntülenmektedir. Elektromiyografik güç BIS yükselişlerine EMG etkisini gösterir, örneğin 40-50 desibelin üstünde olması BIS de ciddi etkileşime sebep olabilir (2).



Şekil 1. BIS Sistemi



Bispektral EEG sinyal işleme

Günümüzde EEG sinyal işleme, zaman –saha analizinin bir formunu içerir. Bu analiz EEG sinyallerini frekans fonksiyonu olarak inceler. Frekans analizi EEG sinyallerinin Fourier analizi ile sinus dalgaları şeklinde karakterizasyonunu sağlar. Fourier analizi, zamanla değişen dalga formlarını basit sinus ve cosinus dalgalarına ayırıştırarak matematiksel bir tekniktir. Bispektral analiz Fourier analizine göre daha üst sınıf bir istatistiksel yaklaşımdır (4,5).

BIS indeksi

BIS indeksi 0 ile 100 arasında değişen bir sayıdır ve anestezi ajan uygulaması sırasında önemli klinik durumlar ile koreledir. 100 civarındaki BIS değerleri hastanın “uyanık” olduğunu gösterirken, 0 değeri isoelektrik EEG’yi gösterir. BIS indeksi 70’in altına indikçe eksplisit 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. Prospektif çalışmalarda, BIS indeks değerlerinin genel anestezi sırasında 40-60 arasında tutulmasının yeterli hipnotik etkiyi sağladığı bildirilmiştir (6). Yeterli sedasyon düzeylerinde BIS indeks değerlerinin >70 olduğu gözlenebilir, ancak bilinçlilik ve hatırlama olasılığı daha yüksektir. Tablo 1’de BIS ve sedasyon düzeyi arasındaki korelasyon görülmektedir (7).

Tablo 1. BIS ve sedasyon düzeyi arasındaki korelasyon görülmektedir.

BIS	Sedasyon düzeyi
86-100	Uyanık
66-85	Yüksek sesli uyarana cevap var
41-85	Uyaranlara minimal cevap, hatırlama düşük olasılık
20-40	Ağrılı uyarana cevapsız derin sedasyon
<20	EEG’de supresyon
0	Beyin aktivitesi yok

BIS indeksini etkileyen faktörler:

BIS indeks değeri 15-30 saniye önceki EEG datasından elde edilir. Bu nedenle ölçümden hemen önceki bir durumun göstergesidir. Kontrollü bir araştırma gibi kararlı ortamın olduğu durumlarda BIS indeks değeri ile sözel uyarıya veya kelime hafızasına yanıt tahmin edilebilir. Ancak klinik ortamda, örneğin cerrahi sırasında durum belirgin ölçüde farklıdır çünkü kararlı, sabit bir ortam yoktur. İntraoperatif BIS indeks değerleri birçok değişkene bağlıdır; beyindeki anestezi konsantrasyonu,

analjezi seviyesi, cerrahi stimülasyon gibi. Bu dinamik değişkenlerle BIS indeksi tarafından ölçülen beyin durumu değişiklik gösterir. Yine de BIS indeksi yüksek oranda beyin bu yeni durumlara yanıtının net etkisini gösterebilir (3,4).

BIS indeks değerleri doğal uykuda da düşmektedir. Fakat bu düşüş propofol, tiyopental veya volatil anesteziklerin meydana getirdiği kadar fazla değildir (8).

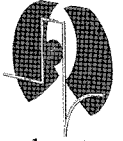
BIS indeks değerleri birçok hipnotik ajan tarafından meydana getirilen azalmış serebral metabolik hızı yansıtmaktadır. Bir çalışmada pozitron-emisyon tomografisi kullanılarak BIS indeks değerleri ile tüm beyin metabolik aktivitesinin azalması arasında belirgin korelasyon bulunmuştur (9).

EEG ve dolayısı ile BIS nörolojik hastalık, ensefalopati, serebral iske mi, hipotermi, genetik olarak belirlenmiş düşük voltaj durumları, EMG, sedasyonun cinsi ile de değişebilir (örneğin ketamin kullanıldığında EEG aktive olup, BIS yüksek olabilir) (2). Aminofilin, katekolaminler (adrenalin), BIS’i yükseltirken, ses ve ısı etkisi tartışmalıdır (3).

İntraoperatif hastalarla karşılaştırıldığında yoğun bakım hastalarının daha çok organ fonksiyon bozukluğu vardır, hemodinamik oynamalar sıktır, analjezi ve sedasyon ihtiyaçları günlerce sürebilir ve ilaç farmakokinetik ve farmakodinamikleri değişmiştir (1). Yoğun bakım hastalarında anestezi sırasında yapılan benzer sedasyon düzeylerinde daha düşük BIS indeksi değerleri saptanmaktadır. Kritik hastalığın kendisinin BIS değerlerini değiştirebileceği bu nedenle anestezi uygulamaları ile yoğun bakım uygulamalarındaki BIS özelliklerinin ve hedef değerlerin değişebileceği vurgulanmaktadır (10,11). Yoğun bakımda BIS sinyallerinin kalitesi de gerek terleyen, ödemli hareket eden bir hastada algılayıcının yerinin sabitlenmesi zorluğu, gerekse hastanın çevresindeki, elektrikli yataklar, infüzyon pompaları, ventilatör, ısıtıcılara bağlı elektriksel etkileşim nedeniyle değişebilir (2).

Pek çok yoğun bakım hastasında deliryum, sepsis, ensefalopati gibi anormal beyin aktivitesi vardır. Ensefalopati de sedasyona benzer şekilde EEG’de yaygın yavaşlama görülürken BIS seviyeleri beklenenden daha düşüktür (2). Bir çalışmada demansı olan gününbirlik hastalarda cerrahi sonrası hastalarla karşılaştırıldığında BIS değerleri anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur (12).

Travma, kanama, serebrovasküler olay gibi fokal nörolojik sorunlarda BIS değerleri EEG elektrodunun yapılandırıldığı tarafa bağlı olarak değişiklik gösterebilir (2). Anoksik



hasar, organ yetmezliğine bağlı ensefalopati gibi yaygın sorunlarda ise BİS lateralizasyon göstermez (2).

BİS monitörizasyonunun yoğun bakım sedasyonunda kullanımı

Yoğun bakım hastalarında mekanik ventilasyon sırasında konfor, anksiyoliz, analjezi ve hasta-ventilatör uyumunun sağlanması, hasta bakımının kolaylaştırılması, stres yanıtını sınırlandırılması, oksijen tüketiminin azaltılması, kateter ve tüplerin istemsiz çıkarılmalarının önlenmesi, amnezi, kafaîçi basınç kontrolü, gibi nedenlerle sedasyon uygulanmaktadır (13-15). Yoğun bakım ünitesinde hastaların yetersiz sedasyonu sonucu ajitasyon, ventilatöre uyumsuzluk, oksijen tüketiminde artış, hipoksemi gibi hastanın yaşamını tehdit edebilecek komplikasyonlar oluşabilirken, tersine aşırı sedasyon bilinci baskılayabilir, nozokomiyal pnömonide artışa neden olabilir, yoğun bakım ünitesinde kazanılmış paralizilerin oluşumuna katkıda bulunabilir, mekanik ve yoğun bakım ünitesinde kalış süresini artırabilir. Bu nedenle sedasyonun uygun düzeylerini sürekli olarak izleyebilmek için sedasyonun değerlendirilmesinde pekçok yöntem tanımlanmıştır (13-15).

Yoğun bakımda sedasyonun değerlendirmesinde sıklıkla bu amaçla özel olarak geliştirilen, geçerlik güvenilirlikleri yoğun bakım hastaları için tanımlanmış, hastanın görünümünü, uyarılara cevabı, ve fizyolojik parametrelerinin değerlendirildiği sayısal sedasyon skalaları kullanılmaktadır. Sedasyon skalaları özellikle kas gevşetici kullanılan hastalarda yetersiz kalmaktadır. EEG'nin BİS gibi uygulamaları sedasyonun değerlendirmesinde daha objektif bir yöntemdir ve kas gevşetici verilmiş hastalarda sedasyon düzeyini izlemede daha başarılı olacağı düşünülmüştür (16). Klinik sedasyon skalalarının kas gevşetici etkisi altında olan hastalar dışında, istemsiz uyanıklık (awareness), anksiyete, amnezi ile güvenilir düzeyde korele olduklarına dair elimizde yeterli veri bulunmamaktadır. Bu nedenle güvenilir bir sedasyon izlemi arayışı ile, sedasyonun objektif değerlendirilmesinde yatak başında kullanılabilen BİS monitorizasyonu, değişik çalışmalarda subjektif sedasyon skalaları ile karşılaştırılmıştır (3,4). BİS ile sedasyonun klinik değerlendirmesi arasındaki korelasyon çoğunlukla zayıf-orta ($r^2=0.21-0.93$) olarak saptanmıştır (3,4). Klinik olarak aynı düzeyde sedatize hastaların BİS indeksleri kişiler arasında değişkenlik gösterebilmektedir (3,4).

Yoğun bakımda BİS kullanımının araştırıldığı ve 1966-2005 yılları arasında 19 çalışmanın değerlendirildiği 2006 yılında yayınlanan bir derlemede, heterojen popülasyon, BİS verisinin toplanmasında değişik yöntemlerin kullanılması, değişik BİS versiyonlarının kullanılması nedeniyle bu konudaki literatürü

değerlendirmenin çok zor olduğu sonucuna varılmıştır. SCCM (Society of Critical Care Medicine) 2002 sedasyon kılavuzunda BİS monitorizasyonunun yoğun bakım sedasyonunda rutin kullanımı için daha çok verinin gerektiği şeklindeki önerinin değişmediği vurgulanmıştır (3,17). BİS verilerinin en uygun ne şekilde toplanması gerektiği ve BİS kullanımının hasta sonuçlarını nasıl değiştirebileceği üzerine daha ileri çalışmalar yapılmalıdır (3).

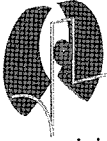
Sübjektif skalalarla BİS karşılaştırıldığında iki ölçüm yöntemi derin sedasyon altındaki hastalarda ve ajite hastalarda özellikle farklılık göstermektedir. Şöyle ki, derin sedasyon altındaki hastalar klinik değerlendirmede en düşük skoru aldıktan sonra, daha da derinleşebilirler ve bu derinleşme BİS ile EEG isolelektrik hatta gelene kadar ölçülebilirken, klinik skorlamalar yetersiz kalır. Öbür taraftan, tamamen uyanık bir hasta BİS indeksi 100 iken, tehlikeli düzeylere varana kadar ajite olabilir, BİS daha fazla yükselmezken, ajitasyonu ayrıntılı skorlayabilen klinik değerlendirmeler (Sedasyon Ajitasyon Skalası gibi) bu durumdaki hastayı daha iyi tanımlayabilir (2).

Sübjektif bir skorlama ile BİS arasındaki uyumsuzluğun bir nedeni de BİS ölçümünün zamanlanmasıdır. Klinik değerlendirmeler için hastalar sözel ya da ağırlı uyaran ile uyarılıp skorlanırlar. Bu uyarılma sırasında BİS değeri 50'den 80-90 değerlerine kadar yükselebilir (18). Ölçülen BİS değerinin uyarıdan önce mi sonra mı olduğu klinik skorlama ile yapılan korelasyon değerlendirmesini belirgin değiştirir (2).

Pek çok yazar BİS indeksinin elektromiyogramdan (EMG) etkilenebildiğini bildirmiştir (19-21). Nörolojik bozukluğu olmayan 45 yoğun bakım hastasında yapılan bir çalışmada kas gevşetici verilmesi BİS indeksi ve EMG aktivitesini belirgin düşürmüştür. BİS indeksinin EMG'den bu denli etkilenişi yanlışlıkla yetersiz sedasyon değerlendirilmesi yapıp, klinisyenlerin aşırı sedasyon uygulamalarına neden olabilir (4,21).

BİS indeksinin EMG aktivitesinden daha az etkilenen BİS XP versiyonu 46 postoperatif yoğun bakım hastasında klasik BİS ile karşılaştırılmış iki versiyonda benzer performans göstermiş, yeni versiyon BİS XP bir üstünlük sağlamamıştır. (22) BİS XP ve klasik BİS indeksleri yoğun bakım hastalarında deliryum olup olmadığını da ayırt edememektedir (23).

Kas gevşetici kullanılan hastalarda sedasyonun değerlendirilmesinde kalp hızı, kan basıncı gibi otonomik parametreler kullanılmaktadır fakat yoğun bakım hastalarında vital bulgular pek çok diğer fizyolojik parametreden etkilenmektedir. BİS indeksinin kas



gevşetici kullanılan pediatrik yoğun bakım hastalarında kalp hızı ve ortalama arter basıncı ile çok zayıf korelasyon gösterdiği saptanmıştır (7). Otonomik parametrelerdeki değişikliklerin kas gevşetici kullanılan yoğun bakım hastalarında sedasyon düzeyi değişikliklerinin değerlendirilmesinde çok güvenilir olmadığı sonucuna varılmıştır (7).

BİS kullanıldığında ameliyat sırasında uyanıklık (awareness) engellenebilmektedir (24,25). Benzer şekilde, kas gevşetici alan yoğun bakım hastalarında BİS ile sedasyonun izlenmesinin uyanıklığı %18 den %4'e düşürdüğü bildirilmiştir (26). Kas gevşetici alan yoğun bakım hastalarında BİS monitorizasyonunun yeri zaman içinde kesinleşecek gibi görünmektedir.

Sübjektif bir değerlendirme olan Ramsay skorlamasıyla BİS indeksini karşılaştıran bir çalışmada Ramsay skoru 6 (uyarana hiç cevap yok) iken BİS değerlerinin 32-68 arasında değiştiği gözlenmiş ve bu değişkenliğin merkezi sinir sisteminin değişik baskılanma seviyelerini yansıttığı düşünülmüştür. Erişkin hastalarda yoğun bakım sedasyonunda BİS değerlerinin 40-60 arasında tutulmasının mekanik ventilasyon uygulanabilmesi için yeterli sedasyonu sağlayabildiği belirtilmiştir (2). BİS indeksinin 40 değerinin altında olması ise aşırı sedasyon demek olduğu için kaçınılmalıdır (27)

Çocuk hastalarda yapılan bir çalışmada yeterli sedasyon ile yetersiz sedasyonu ayırmak için BİS indeksi <70 kullanıldığında duyarlık değeri 0.87-0.89, yeterli sedasyon ile aşırı sedasyonu ayırmak için BİS indeksi <50 kullanıldığında duyarlık 0.67-0.75 saptanmıştır (10). Bu nedenle çocuk yoğun bakım hastalarında sedasyonda BİS indeksinin 50 ile 70 arasında tutulması önerilmiştir (10).

BİS indeksinin analjezi düzeyi ile değil hipnoz seviyesi ile korele olduğu bilinmektedir (28). Ancak yoğun bakım hastalarında trakeal aspirasyon gibi nosiseptif uyarılara BİS'in duyarlı olduğu, trakeal aspirasyonla kan basıncı ve kalp hızının yükselmesi gibi BİS indeksinde yükseldiği ve bu yükselmenin 15 g/kg alfentanil bolusu ile önlenileceği gösterilmiştir (29). Trakeal aspirasyon sonrası BİS indeksindeki bu yükselme santral noradrenerjik bir uyarılmanın kortikal bir uyanıklığa sebep olması nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Trakeal aspirasyon nedeniyle oluşan bu kortikal uyarılma sırasında Ramsay sedasyon skorunda bir değişiklik saptanamamıştır (29). Çocuklarda yapılan başka bir çalışmada da BİS indeksi trakea aspirasyon skoru ile anlamlı korelasyon göstermiştir (10). BİS indeksinin trakeal aspirasyon gibi girişimler sırasındaki analjeziyi izlemek amaçlı kullanımı üzerinde çalışılması gereken bir noktadır (10,29).

Değişik sedatif ilaçların (benzodiyazepin veya opioid) BİS üzerine etkisi farklı olabilmektedir. Anestezide hipnotik ilaçlar kullanıldığında BİS cerrahi insizyona olan hareketle yüksek korelasyon gösterirken, opioidler eklendiğinde bu ilişkinin bozulabildiği gösterilmiştir (30). Benzer şekilde propofol anestezisine alfentanil eklenmesi bazal BİS değerlerine etki göstermezken, ağrılı uyaranlarla olan BİS yükselişini baskılayabilmektedir (31). Glass ve ark. yüksek doz alfentanil ile BİS indeksinde minimal düşüş bildirirken, Strachan ve Edwards remifentanil ile BİS indeksinde doza bağımlı bir düşüş saptamışlardır (32,33). Opioidlerin BİS üzerindeki etkileri hakkında çalışmalar derinleştirilmeli ve yoğun bakımda opioid ağırlıklı sedasyon hipnotik ağırlıklı sedasyon ile BİS indeksi ile karşılaştırılmalıdır (10).

BİS monitörü sedasyonun değerlendirilmesinin yanı sıra yüksek intrakraniyal basınç tedavisi için pentobarbital infüzyonu alan hastalarda EEG baskılanması için barbitürat titrasyonunda ham EEG monitörü olarak da faydalı olabilir (34). BİS monitörünün ekranında 0-100 arasında dijital sonuç veren BİS indeksi dışında, 0-100 arasında dijital sonuç veren baskılanma oranı (Supression Ratio, SR) da görüntülenmektedir. SR önceki 63 saniyelik periyot boyunca EEG'nin voltaj kriterleri ile izoelektrik olarak saptanan yüzdeyi vermektedir. İzoelektrik EEG sinyali SR 100, hiç izoelektrik periyodu olmadığında SR 0 olarak görüntülenmektedir (34). Ham EEG monitörü olarak kullanılabilmesi, EEG elektrotlarına göre daha kullanışlı elektrodu ve kullanım kolaylığının yanı sıra, nöroloji doktoru ve EEG teknisyeni çağırma ihtiyacını azaltacağından yoğun bakım ekibi için daha kolay bir izlem olanağı yaratabilir (34). Bu amaçla kullanıldığında dikkat edilmesi gereken bir nokta BİS elektrodunun bilgisayarlı tomografi ile daha az hasarlı olduğu gösterilen tarafa yerleştirilmesi gerekliliğidir çünkü hasarlı tarafta BİS değerleri daha düşük ve daha az hasarlı tarafa göre farklı saptanabilmektedir (34).

Özellikle baş-yüz yanıklarında cilt altı iğne elektrotları cilde yapıştırılan elektrotlar ile yüksek uyum göstermekte ve cilt elektrotlarının kullanılmadığı yanıklı hastalar da cilt altı iğne elektrotlarla sedasyon izlenebilir (35).

Sedasyon almayan yoğun bakım hastalarında nörolojik durumun değerlendirilmesinde BİS kullanımı

Sedasyon almayan yoğun bakım hastalarında BİS indeksi nörolojik skorlamalarla anlamlı korelasyon göstermekte ve yüksek BİS skorları daha iyi nörolojik işlevlerle ilişkilendirilmektedir (36). Nörolojik durum ve farmakolojik sedasyonun BİS üzerine etkileşimi araştırılması gereken bir noktadır (36). Ağır hipoglisemisi olan bir vakada glukoz infüzyonu başladıktan hemen



sonra BİS değerlerinin aniden yükseldiği gözlenmiştir (37). Bahsedilen nedenlerle BİS anestezi ve sedasyon dışında da nörolojik bozukluğa sebep olacak pek çok durumda serebral aktivitenin bir göstergesi olabilir.

Resüsitasyon sonrası değerlendirilmede BİS kullanımı Yakın tarihli yapılan bir çalışmada hastanede dışı kardiyak arrestlerde spontan dolaşımın dönmesinden 30 dakika sonra BİS indeksi 80 ve üstüne yükselirse, Glasgow koma skalası 3 olarak saptansa bile hastaların BİS indeksi yükselmeyen hastalara göre orta iyi derecede düzelme gösterdiği saptanmıştır. Beyin hasarından sonra uyanmanın genel anestezi veya sedasyondan sonraki uyanmadan farklı nöroelektrofizyolojik mekanizmaları olduğu düşünülmektedir. Hastane dışı kardiyak arrestlerde BİS indeksi resüsitasyon sonrası sonuçları öngörmek için yardımcı olabilmektedir (38).

Beyin ölümü

BİS'derin komadaki hastalarda beyin ölümü tanısında da yardımcı olabilmektedir (39). Ciddi nörolojik hasarı olan 19 hastada yapılan bir çalışmada klinik kötüleşmeye paralel olarak BİS değerleri düşüp, SR yükselmiştir. Beyin ölümü tanısı kesinleştiğinde BİS değeri 0, SR 100 olarak saptanmıştır. 1 hastada EMG aktivitesine bağlı problem kas gevşetici verilmesini takiben düzelmiş, BİS 0, SR 100 olarak bulunmuştur. Beyin ölümü tanısında BİS tek başına kesin tanı koyduramaz ama beyin herniyasyonunun başlamasını fark etmeyi kolaylaştırabilir (40).

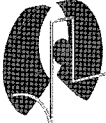
Hasta sonuçları

Yoğun bakım hastalarında BİS kullanılmasının, daha az sedatif ilaç kullanılması, hemşire memnuniyetinin artması, istemsiz ekstübasyonların azalması, damar yollarının çıkmasının önlenmesi, yoğun bakım ünitesinde yatış süresinin kısalması, yoğun bakım maliyetlerinin düşmesi, hastaların konforlarının artması, uzun dönem nörofizyolojik fonksiyonlarının düzelmesi, gibi hasta sonuçlarını nasıl değiştireceği henüz kesinleşmemiştir. Hasta sonuçları ile ilgili yapılan az sayıdaki çalışmaların birinde sedasyonun titrasyonunda BİS protokolünün kullanılması daha az sedatif ilaç kullanımı, azalmış ilaç masrafı ve olumsuz yoğun bakım deneyimlerinin hastaların dört kez daha aza hatırlamalarını sağlamıştır (26). Terminal desteğin azaltılmasında BİS hasta konforunu sağlamada etkili olmuştur (41).

KAYNAKLAR

1. Bard JW. (2001) The BIS monitor: a review and technology assessment. AANA J 69:477-483
2. Fraser GL, Riker RR (2005) Bispectral index monitoring

- in the intensive care unit provides more signal than noise. Pharmacotherapy 25 :19S-27S
3. LeBlanc JM, Dasta JF, Kane-Gill SL. (2006) Role of the bispectral index in sedation monitoring in the ICU. Ann Pharmacother 40:490-500
 4. Roustan JP, Valette S, Aubas P, Rondouin G, Capdevila X. (2005). Can electroencephalographic analysis be used to determine sedation levels in critically ill patients. Anesth Analg 101: 1141-1151 5. Sigl JC, Chamoun NG. (1994) An introduction to bispectral analysis for the electroencephalogram. J Clin Monit 10:392-404
 6. Gan TJ, Glass PS, Windsor A, Payne F, Rosow C, Sebel P, Manberg P. (1997) Bispectral index monitoring allows faster emergence and improved recovery from propofol, alfentanil, and nitrous oxide anesthesia. BIS Utility Study Group. Anesthesiology ;87:808-815.
 7. Trope RM, Silver PC, Sagy M. (2005). 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 128:303-307
 8. Nieuwenhuijs D, Coleman EL, Douglas NJ, Drummond GB, Dahan A. Bispectral index values and spectral edge frequency at different stages of physiologic sleep. Anesth Analg. 2002;94:125-9.
 9. Alkire MT. Quantitative EEG correlations with brain glucose metabolic rate during anesthesia in volunteers. Anesthesiology 1998;89:323-33.
 10. Berkenbosch JW, Fichter CR, Tobias JD. (2002) The correlation of the bispectral index monitor with clinical sedation scores during mechanical ventilation in the pediatric intensive care unit. Anesth Analg 94: 506-511
 11. De Deyne C, Struys M, Decruyenaere J, et al. (1998) Use of continuous bispectral EEG monitoring to assess the depth of sedation in ICU patients. Intensive Care Med 24: 1294-1298
 12. Renna M, Handy J, Shah A. (2003) Low baseline bispectral index of the electroencephalogram in patients with dementia. Anesth Analg 96:1380-1385
 13. Yaşar MA. (2006) Yoğun bakımda sedasyonun genel özellikleri. Yoğun Bakım Derneği Dergisi 4:50-57
 14. Sungurtekin H. (2006) Yoğun bakımda analjezi. Yoğun Bakım Derneği Dergisi 4:58-64
 15. Uyar M. (2006) Mekanik ventilasyonda sedasyon. Yoğun Bakım Derneği Dergisi 4:65-70
 16. Arbour R (2006) Impact of bispectral index monitoring on sedation and outcomes in critically ill adults: a case series. Crit Care Nurs Clin North Am 18:227-241
 17. Jacobi J, Fraser GL, Coursin DB, et al. (2002) Clinical practice guidelines for the sustained use of sedatives and analgesics in the critically ill adult Critical Care Medicine, 30 : 119-141
 18. Riker RR, Fraser GL. (2002) Sedation in the intensive care unit: refining the models and defining the questions. Crit Care Med 30:1661-1663
 19. Riess ML, Graefe UA, Goeters C, et al. (2002) Sedation assessment in critically ill patients with bispectral index. Eur J Anaesth 19:18-22
 20. Riker RR, Fraser GL, Simmons LE, Wilkins ML. (2001) Validating the Sedation-Agitation scale with the bispectral index and visual analog scale in adult ICU patients after cardiac surgery. Intensive Care Med 27:853-858
 21. Vivien B, Di Maria S, Outtara A, et al. (2003) Overestimation of bispectral index in sedated intensive care unit patients revealed by administration of muscle relaxant. Anesthesiology 99: 9-17
 22. Tonner PH, Wei C, Bein B, Weiler N, Paris A, Scholz J. (2005) Comparison of two bispectral index algorithms in monitoring sedation in postoperative intensive care patients. Crit Care Med 33:580-584
 23. Ely EW; Truman B, Manzi DJ, et al. (2004) Consciousness monitoring in ventilated patients: Bispectral EEG monitors arousal not delirium. Intensive Care Med 30:1537-1543



24. Ekman A, Lindholm ML, Lenmarken C, Sandin R.(2004) Reduction in the incidence of awareness using BIS monitoring. *Acta Anaesthesiol Scand* 46:20-26
25. Myles PS, Leslie K, Mcneil J, Forbes A, Chan MT. (2004) Bispectral index monitoring to prevent awareness during anesthesia: the B-aware randomised controlled trial. *Lancet* 363:1757-1763
26. Kaplan L, Bailey H. (2000) Bispectral index monitoring of ICU patients on continuous infusions of sedatives and paralytics reduces sedative drug utilization and cost. *Crit Care* 4:S110
27. Consales G, Chelazzi C, Rinaldi S, De Gaudio AR.(2006) Bispectral index compared to Ramsay score for sedation monitoring in intensive care units. *Minerva Anestesiol* 72:329-336
28. Johansen JW, Sebel PS. (2000) Development and clinical application of electroencephalographic bispectrum monitoring. *Anesthesiology* 93: 1336-1344
29. Brocas E, Dupont H, Paugam-Burtz C, et al. (2002) Bispectral index variations during tracheal suction in mechanically ventilated critically ill patients: effect of alfentanil bolus. *Intensive Care Med* 28: 211-213
30. Sebel PS, Lang E, Rampil IJ, et al. (1997) A multicenter study of bispectral electroencephalogram analysis for monitoring anesthetic effect. *Anesth Analg* 84: 891-899
31. Iselin-Chaves IA, Flaishon R, Sebel PS, et al. (1998) The effect of the interaction of propofol and alfentanil on recall, loss of consciousness and the bispectral index. *Anesth Analg* 87: 949-955
32. Glass PS, Bloom M, Kears L, et al. (1997) Bispectral analysis measures sedation and memory effects of propofol, midazolam, isoflurane, and alfentanil in healthy volunteers. *Anesthesiology* 86: 836-847
33. Strachan AN, Edwards ND. (2000) Randomized placebo-controlled trial to assess the effects of remifentanyl and propofol on bispectral index and sedation. *Br J Anaesth* 84: 489-490
34. Riker RR, Fraser GL, Wilkins ML (2003) Comparing the bispectral index and suppression ratio with burst suppression of the electroencephalogram during pentobarbital infusions in adult intensive care patients. *Pharmacotherapy* 23:1087-1093
35. Hemmerling TM, Coimbra C, Harvey P, Choiniere M (2002) Needle electrodes can be used for bispectral index monitoring of sedation in burn patients. *Anesth Analg* 95:1675-1677
36. Gilbert TT, Wagner MR, Halukurike V, Paz HL, Garland A. (2001) Use of bispectral electroencephalogram monitoring to assess neurologic status in unsedated, critically ill patients. *Crit Care Med* 29: 1996-2000
37. Vivien B, Langeron O, Riou B. (2002) Increase in bispectral index (BIS) while correcting a severe hypoglycemia. *Anesth Analg* 95:1824-1825
38. Shibata S, Imota T, Shigeomi S, Sato W, Enzan K. (2005) Use of the bispectral index during the early postresuscitative phase after out of hospital cardiac arrest. *J Anesth* 19:243-246
39. Vivien B, Paqueron X, Le Cosquer P et al. (2002) Detection of brain death onset using the bispectral index in severely comatose patients. *Intensive Care Med* 28:419-425
40. Escudero D, Otero J, Muniz G, et al. (2005) The bispectral index scale:its use in the detection of brain death. *Transplant Proc* 37:3661-3663
41. Campbell ML, Bizek KS, Stewart R (1998) Integrating technology with compassionate care:withdrawal of ventilation in a conscious patient with apnea. *Am J Crit Care* 7:85-89