

Olgu Sunumu

Yüksek Riskli Arkus Aort Anevrizma Ameliyatında Üçlü Serebral Monitörizasyon

Tuğba YİĞİT *, Ümit KARADENİZ *, Özcan ERDEMLİ *, Aşlı DEMİR *, Şeref KÜÇÜKER **

ÖZET

Daha önce 2 kez torasik aort anevrizması nedeniyle opere edilmiş yüksek riskli hastada, arkus aorta anevrizma ameliyatında serebral korumaya yönelik üçlü monitörizasyonun önemini ve uygulamalarımızı sunduk.

Daha önce Tip 1 aort disseksiyonu (1999 yılında) ve asendan aort anevrizması (2006 yılında) nedeniyle ameliyat edilen Marfan Sendromlu erkek hasta, arkus aort anevrizması nedeni ile 3. kez ameliyata alındı. Rutin monitorizasyonun yanında, serebral kortikal sinaptik aktivite değişiklikleri elektroensefalografi ve % 95 spektral "edge" frekans değerleri ile, serebral oksijen satürasyonu "near-infrared spectroscopy" ile, orta serebral arter kan akım hızları trans kranial doppler ultrasonografi ile ölçüldü. 18°C derin hipotermik sirkülatuar arrest sırasında 700 mL dak⁻¹ antegrad selektif serebral perfüzyonla beyin kan akımı sağlandı. Selektif perfüzyon sırasında sağ ve sol spektral "edge" frekans değerleri 0-2, sağ ve sol serebral oksijen satürasyon değerleri % 72 - % 80 aralığında, sol temporal percereden ölçülen orta serebral arter ortalama kan akım hızları 10-23 cm sn⁻¹ aralığında devam etti. Hasta postoperatif 22. saatte ekstübe edildi ve 3. günde sorunsuz olarak servise çıkarıldı.

Yüksek risk taşıyan, uzun selektif serebral perfüzyon süresi öngörülen hastamızda düşük akım sırasında serebral oksijenasyonun ve perfüzyonun yeterliliğini 3'lü serebral monitorizasyon ile takip ederek maksimum hasta güvenliği sağladığımızı düşünüyoruz.

Anahtar kelimeler: aortik ark cerrahisi, serebral koruma, derin hipotermik arrest

SUMMARY

Triple Cerebral Monitorization in a Highly Risky Arcus Aorta Aneurysm Repair

In this case we present the importance of triple cerebral monitorization and our experiences in a highly-risky patient's aortic arc surgery.

A male patient with a Marfan syndrome had been operated for type 1 aortic dissection in 1999 and again for aortic aneurysm in 2006. Aortic arcus surgery was planned in elective conditions. Besides routine monitorization, cerebral cortical synaptic activity changes were monitored by electroencephalography and 95 % spectral edge frequency values, cerebral oxygen saturation were measured with near-infrared spectroscopy and flow velocity of middle cerebral artery was measured by transcranial Doppler ultrasound system. During deep hypothermic circulatory arrest (18°C), antegrade selective cerebral perfusion was performed at 700 mL min⁻¹. During selective cerebral perfusion, right and left spectral edge frequency values were 0 to 2, right and left cerebral oxygen saturations were between 72 to 80 %, and middle cerebral arterial blood flow velocities were between 10 to 23 cm sec⁻¹. The patient was extubated at postoperative 22. hour and discharged from intensive care unit at postoperative third day.

We think that we provided the maximum patient safety for our highly risky patient who was predicted to endure prolonged selective cerebral perfusion during lower cerebral oxygenation by ensuring adequate cerebral oxygenation and perfusion by using triple cerebral monitorization during selective cerebral perfusion.

Key words: aortic arc surgery, cerebral protection, deep hypothermic arrest

Alındığı tarih: 01.11.2010

Kabul tarihi: 20.05.2011

* Türkiye Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anestezi Kliniği

** Türkiye Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp Damar Cerrahi Kliniği

Yazışma adresi: Tuğba Yiğit, Türkiye Yüksek İhtisas Hastanesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği

e-mail: tugyigit@hotmail.com

GİRİŞ

Hipotermik sirkülatuar arest (HSA) kullanılan kardiyotorasik ameliyatlarda sonrasında geçici veya kalıcı nörolojik komplikasyonlar ortaya çıkabilir⁽¹⁾. Bu tip cerrahilerde anestezi yönetimi sırasında serebral

koruma tekniklerinin uygulanması ile olası komplikasyonların gelişmesi önlenmeye çalışılır. Serebral koruma yöntemleri santral sinir sisteminin normal metabolizmasını devam ettirmeye veya mevcut fizyolojik şartları restore etmeye yönelik tekniklerdir. Kompleks aortik prosedürlerde derin HSA ve antegrad selektif serebral perfüzyon (ASSP) uygulaması serebral koruma için sık tercih edilen bir yöntemdir⁽²⁾. Derin HSA ve ASSP sırasında selektif serebral kan akım hızı, selektif perfüzyon süresi, sistemik soğumanın derecesi, asit-baz stratejisi, hemodilüzyon derecesi gibi birçok faktör sonuca etki edebilir^(3,4). Bütün bu uygulamaların ve medikasyonların etkisini gözlemek amacıyla serebral monitorizasyon teknikleri kullanılır. Bu monitorizasyonlar elektroensefalografi (EEG), near-infrared spektroskopisi (NIRS), Transkraniyal doppler ultrasonografi (TCD), işitsel uyarılmış potansiyeller (AEP) gibi yöntemlerdir.

Bu sunumda 3. kez arkus aorta cerrahisi planlanan yüksek riskli bir hastada 3'lü serebral monitorizasyonun önemini anlatmayı amaçladık.

OLGU

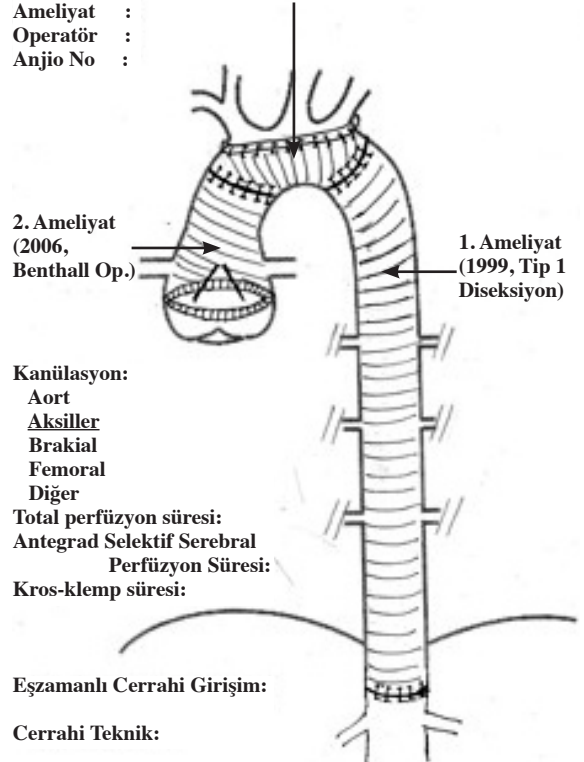
Marfan Sendromlu, 48 yaşında, 90 kg erkek hastanın öyküsünden, 1999'da Tip 1 Aort Diseksiyonu nedeniyle, 2006'da ise Assendan Aort Anevrizması nedeniyle (Benthall op.) 2 kere opere edildiği öğrenildi (Şekil 1). Hasta perindopril+indapamid 5 mg, asetil salisilik asit 300 mg tedavisi almaktaydı. Daha önceki ameliyatlarından sonra bir sorun gelişmeyen hasta, rutin kontrolleri için hastaneye başvurduğunda yapılan ekokardiyografide arkus aorta çapı 45 mm ölçüldü. Toraks bilgisayarlı tomografi görüntülemesinde arkus aorta sternuma yapıştı, aorta lümeninde fleb görünümü yoktu. Hastaya elektif şartlarda ameliyat planlandı. Özgeçmişinde hipertansiyon ve penisilin alerjisi öyküsü vardı. Premedikasyonda hastaya ameliyat gecesi oral 0,15 mg kg⁻¹ diazepam (Diazem, Deva), ameliyattan 30 dk. önce im. 0,1 mg kg⁻¹ morfin (Morphine, Galen) uygulandı. Ameliyat odasında iki periferik ven ve radyal arter kanülasyonu yapıldı. Elektrokardiyografi, invaziv arter kan basıncı (AKB), pulse oksimetre ile SpO₂ monitörizasyonu ve preoksjenasyonu takiben hastaya 10 µg kg⁻¹ fentanyl (Fentanyl, Meditera), 0,1 mg kg⁻¹ midazolam (Dormicum, Roche), 0,6 mg kg⁻¹ rokuronyum (Esmeron, Schering Plough) ve 1 mg kg⁻¹ lidokain (Aritmal, Osel) ile in-

düksiyon yapıldı. Fentanyl, rokuronyum ve % 1-2 sevofluran (Sevorane, Abbott) ile idameye devam edildi. Entübasyon sonrası FiO₂ % 50, tidal volüm 6-8 mL kg⁻¹ ve PaCO₂ 35-45 mmHg olacak şekilde dk. solunum sayısı ayarlandı. İnternal juguler ven kanülasyonu ile santral venöz yol sağlandı. Elektrokardiyografi, kalp atım hızı (KAH), AKB, sürekli invaziv olmayan kalp debisi, end-tidal CO₂ (ETCO₂) nazofarengeal ve rektal ısı, yarım saatte bir kan gazları ameliyat boyunca takip edildi. İndüksiyondan sonra EEG ve NIRS sensörleri alın derisi alkolle temizlendikten sonra yerleştirildi. Ameliyat boyunca yarım saatte bir ve perfüzyon girişi, kros klemp konulması, ASSP, kross klemp açılması ve perfüzyon çıkışı anlarında ölçümler kaydedildi. Transkraniyal Doppler ultrasonografi ile orta serebral arter kan akım hızları ölçümleri kros klemp ve ASSP süresince 5 dk. aralıklarla kayıt edildi. Hastanın hemodinamik değerleri normal sınırlarda seyretti, en düşük sıcaklık 18°C oldu (Şekil 2, 3, 4).

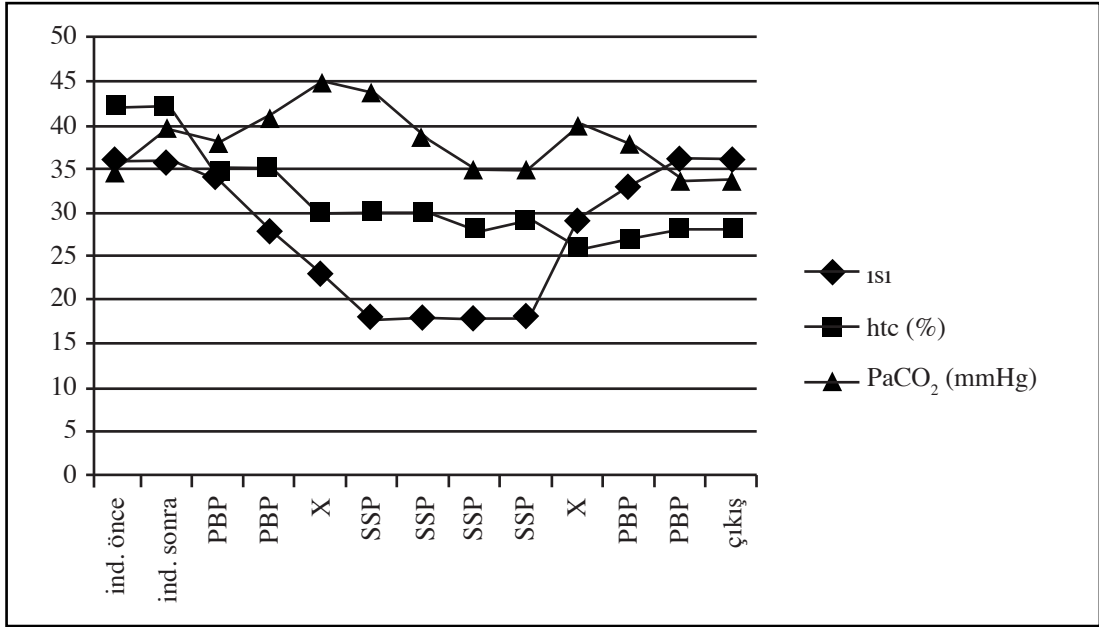
TÜRKİYE YÜKSEK İHTİŞAS EĞİTİM VE ARAŞTIRMA SAĞLIK İŞLETMESİ

ANEVRİZMA ŞEMASI FORMU		
Doküman Kodu: TYİH-KVC-FRM-016	Revizyon No: 0	Sayfa 1 / 1
Yayın Tarihi: 12.06.2006	Revizyon Tarihi:	

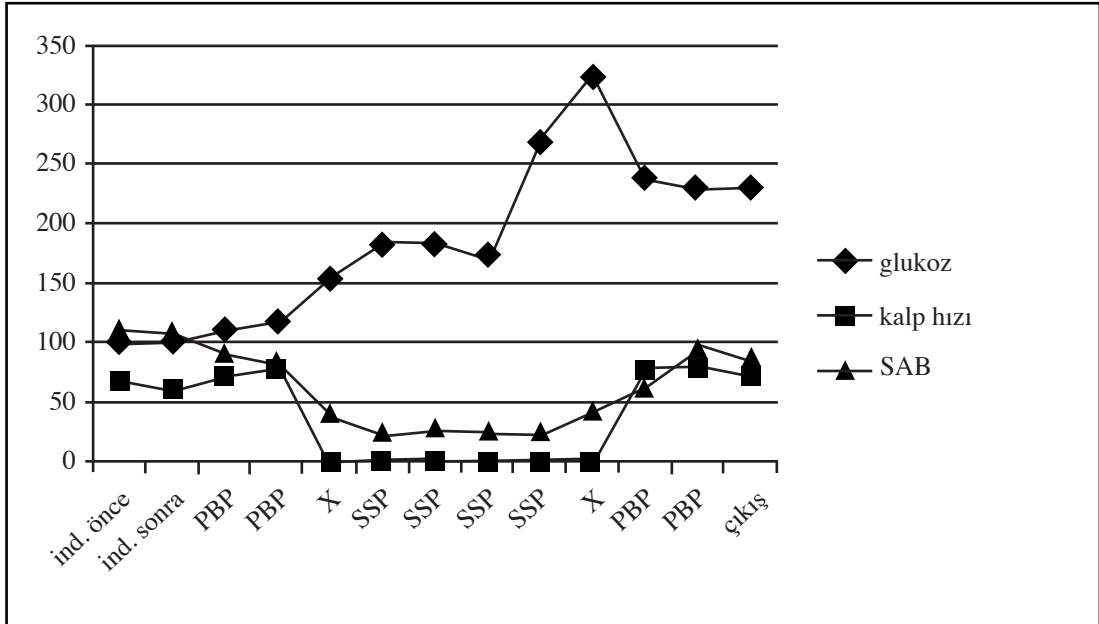
Adı Soyadı : 3. Ameliyat Tarih:
Protokol No: (2010, Arkus Aorta
Tanı : Anevrizması)
Ameliyat :
Operatör :
Anjio No :



Şekil 1.



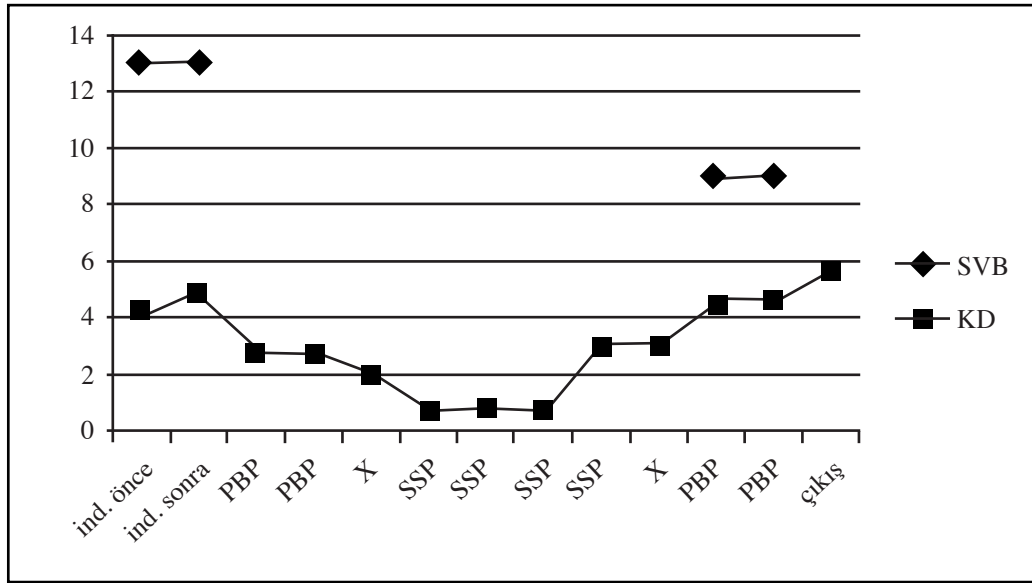
Şekil 2.



Şekil 3.

Serebral kortikal sinaptik aktivite değişiklikleri bilateral fronto-temporal bölgeye yerleştirilen 4 elektrottan (At1, At2, Fpz, Fp1) alınan 2 kanallı EEG (Inc. S/5 monitör EEG modül, Datex-Ohmeda Madison, WI, USA) kayıtları ile değerlendirildi, % 95 SEF değerleri sürekli ölçüldü. Serebral oksijen saturasyon ölçümü için sağ ve sol bölgesel serebral oksimetre

(rSO₂), (INVOS Somanetics Corporation) sensörleri (frontoparietal bölge) alın üzerine yerleştirildi. Serebral perfüzyonu ve kan akımını değerlendirmek için orta serebral arter kan akım hızları 3MHz ultrason transduseri ile VIVID7 Transkraniyal Doppler ultrasonografi (TCD) sistemi kullanılarak ölçüldü. Ölçümler zigomatik ark üzerinde hastanın sağ ve sol



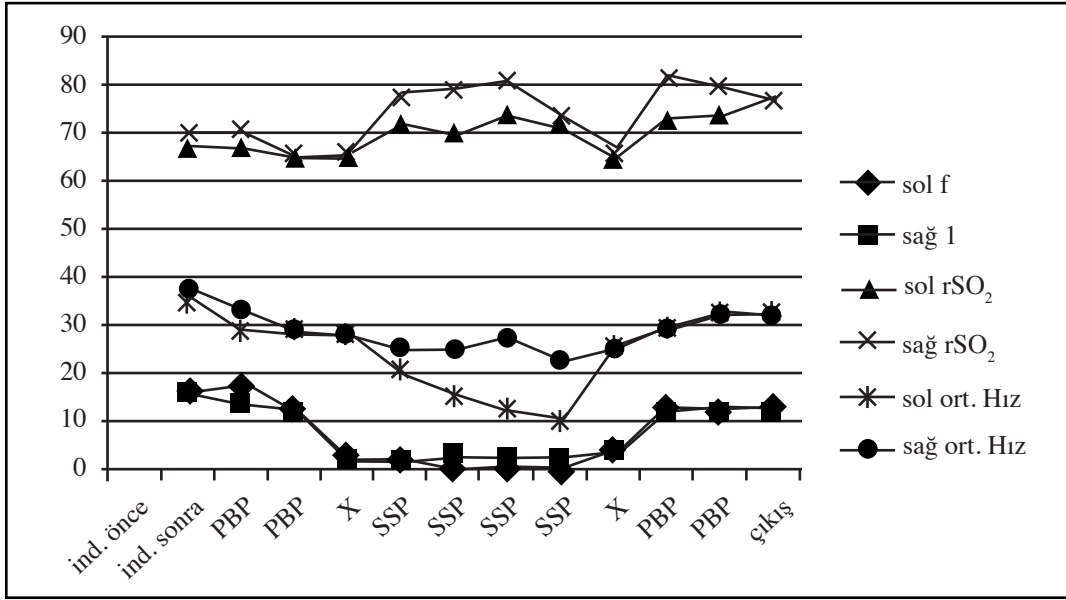
Şekil 4.

temporal penceresinden orta serebral arterin en iyi görüntülediği 5 cm derinlik noktasından yapıldı. Selektif serebral perfüzyonda izoelektrik EEG, serebral oksijenasyonda değişim sınırları % 20, orta serebral kan akımının devamlılığı ve hız değişim sınırlarının bazale göre % 10 olması normal kabul edildi.

Aktive koagülasyon zamanı (ACT) > 450 sn olacak şekilde heparinizasyon sağlanmasının ardından sağ femoral ven ve sağ aksiller arter kanülasyonları yapıldı, parsiyel kardiyopulmoner baypasa (KPB) başlandı. Sağ atriuma 2 venöz kanül yerleştirildikten sonra arkus dalları serbestleştirildi. Antegrad selektif serebral perfüzyon (ASSP) sırasında DHSA (18°C) hedeflenerek hasta soğutulmaya başlandı. Kros klemp konularak total KPB'ye geçildi. Pompa akım hızı 2.2-2.5 L. m² dak⁻¹ olarak ayarlandı. Miyokardiyal koruma aralıklı soğuk kan kardiyoplejisi ile sağlandı. Pompa rezervuarına 500 mg prednizolon, 40 mg omeprazol yapıldı. Aortik ark rekonstrüksiyonu sırasında yalnızca beyin ve sağ kol perfüzyonu sağ aksiller arter yolu ile sağlandı. Brakiosefalik, sol karotis ve subklavian arterler klemlendi. Arkustan çıkan arterler adacık şeklinde serbestlendi ve greftlere implante edildi. Beyin direkt sağ karotid arter ve vertebral arterden tek taraflı perfüze oldu. Antegrad selektif serebral perfüzyon sırasında 700 mL dak⁻¹ (8-10 mL kg⁻¹dak⁻¹)'lık akımla beyin perfüzyonu sağlandı. Antegrad selektif serebral perfüzyona girildiğinde hastanın EEG moni-

törizasyonunda izoelektriksel sıfırlama sağlamak ve SEF değerlerinin sıfıra yaklaştırmak amacı ile 500 mg tiyopental (Pental, İ.E. Ulagay) yapıldı. Sağ ve sol SEF değerleri 0-0.4 değerlere indi. Sağ ve sol NIRS değerleri düşük akım süresince % 72-80 arasında seyretti, bu bize serebral hemisferlere yeterli oksijenin ulaştığını düşündürdü (Şekil 5). Sağ karotid ve vertebral arterlerden kan akımının Willis halkası yoluyla sol hemisfere geçişini, sol tarafın kan akım hızlarını TCD ile ölçerek takip edildi. Sol temporal percereden orta serebral arter ortalama kan akım hızı 10 cm sn⁻¹'e kadar azalmakla birlikte düşük akım süresince devam etti. Orta serebral arter kan akım hızları selektif perfüzyon boyunca 10-23 cm sn⁻¹ aralığında devam etti (Şekil 5).

Arkus dallarının grefte implantasyonu sonrası kros klemp açıldı. Antegrad selektif serebral perfüzyon süresi 63 dk., kros klemp süresi 87 dk. idi. Kalp spontan aktive oldu. Alfa -stat yöntemi ile takip ettiğimiz kan gazları ve kan şekeri sonuçlarına göre, sodyum bikarbonat replasmanı ve kan şekeri progresif olarak arttığı için kristalize insülin infüzyonu başlandı (Şekil 3). Ameliyat süresince minimum hematokrit değeri % 25 olarak hedeflendi (Şekil 3). Perfüzyon devam ederken ameliyatın 5. saatinde toplam idrar çıkışının 275 mL olması üzerine 1000 mL hemofiltrasyon yapıldı. KPB süresi 127 dk. olan hastaya, perfüzyon çıkışı dopamin (Dopamine, Fresenius Kabi) (5 µg kg⁻¹ dk⁻¹) ve



Şekil 5.

nitrogliserin (Perlinganit, Adeka) ($0,2 \text{ mg kg}^{-1} \text{ dk}^{-1}$) infüzyonu uygulanarak hemodinamik stabilizasyon sağlandı, 300 mg protamin sulfat ile heparin nötralize edildi ve ameliyat sonunda yoğun bakıma nakledildi. Yoğun bakımda profilaktik olarak 2 gün antiödem (steroid ve mannitol) tedavisi aldı. Postoperatif 22. saatte ekstübe edilen hasta 3. günde yoğun bakımdan servise çıkarıldı. On üçüncü günde ise şifayla hastaneden taburcu oldu.

TARTIŞMA

Kardiyak cerrahide nörolojik komplikasyonların oluşumunda ana mekanizmalar serebral hipoperfüzyon ve embolidir. İdeal nörofizyolojik monitör invaziv olmamalı, sürekli, objektif olmalı ve serebral fonksiyon ve perfüzyonu hızla değerlendirmelidir. Monitörizasyon tekniği hasta üzerinde girişimlerin ve risk azaltma stratejilerinin uygulanmasına izin vermelidir. Yani nöromonitörizasyon sorun hâlâ geri dönüşümlü iken, nöronal disfonksiyonu tespit edebilmelidir. Beynin elektriksel aktivitesini ve hemodinamik parametrelerini gösteren çok sayıda monitorizasyon yöntemi vardır. Her yöntemin avantajları ve kısıtlamaları mevcuttur. İntraoperatif olarak kullanıldığında oluşan herhangi bir serebral patolojinin lokalizasyonunu, klinik etkisini veya sonucunu belirleyen, prognoz hakkında bilgi veren ideal bir monitör yoktur⁽⁵⁾. Elektroensefalografi ve somato-sensör uyarılmış po-

tansiyeller serebral fonksiyon, TCD, NIRS ve juguler –bulb venöz oksijen satürasyonu serebral perfüzyon hakkında bilgi verirler. Bu olgu sunumunda yüksek riskli arkus aorta cerrahisinde serebral takip amacıyla EEG ile serebral fonksiyonel durumu, NIRS ile bölgesel oksijen satürasyonunu, TCD ile serebral akım varlığı ve hızını monitörize ettik.

Aortik cerrahi sırasında serebral koruma yöntemleri santral sinir sisteminin metabolik tüketiminin basılanması ve gereksiniminin sağlanmasını amaçlamalıdır. Sunum sağlamaya yönelik antegrad selektif serebral perfüzyon pek çok değişik teknik kullanılarak yapılabilir, cerrahi grubumuz selektif antegrad perfüzyon tekniğini sağ brakial artere adapte etmiştir⁽⁶⁾. Bu teknikte sol hemisfere serebral perfüzyonun yeterliliği Willis halkasının anastomozlarından dolayı sorun oluşturabilir. Selektif serebral perfüzyonda cerrahi sırasında her iki hemisferde yeterli akımın varlığını saptamak ve etkin perfüzyonun monitorizasyonu için standart bir teknik yoktur^(7,8).

Transkraniyal Doppler ultrasonografi vertebobaziler, karotis ve Willis halkasının damarlarının sirkülasyonu hakkında bilgi verir. İnvaziv olmayan, sürekli serebral perfüzyon monitörüdür, önemli mikroembolizasyonların tespitine izin verir, karotid ve kardiyak cerrahide serebral kan akımındaki anlık değişikliklerin tanınmasını sağlar. Baypas veya selektif dolaşım

sırasında TCD ile belirlenen kan akım hızı serebral oksijen saturasyon verilerine değerli bilgiler ekleyerek rehber rol oynamaktadır⁽⁹⁾. TCD'deki sınırlamalar operatör bağımlı olması, % 10 hastada temporal pencerenin kapalı olması, özellikle düşük kan akımlarında yinelenememesi ve düşük akım ve derin hipotermik sirkülatuar arrest sırasında sinyal alınamamasıdır. Olgumuzda TCD ile ölçülen orta serebral arter kan akım hızı 10 mL sn⁻¹'e kadar düşmekle beraber ASSP süresince devam etti.

NIRS beyin oksijenasyonu değerlendirmede invaziv olmayan, sürekli bir trend monitörüdür. Başlangıç değere kıyasla % 20'den fazla değişme veya değer olarak % 45'in altına düşüldüğünde serebral hasar önlenmesi açısından müdahale edilmelidir. Buna rağmen, henüz beyin hasarı için kesin eşik değeri veya anormal değer bilinmemektedir. Hipotermi, düşük akımlı perfüzyon, hatta sirkülatuar arrest sırasında kullanılabilir çünkü nabız, basınç ya da ısı bağımlı değildir⁽⁷⁾.

Qinjun Yu ve ark.⁽⁸⁾ ASSP'nin etkinlik ve güvenliğini ortaya koymak için multimodal nöromonitorizasyon kullanarak objektif bir şekilde fizyolojik yanıtı bulmaya çalışmıştır. Antegrad selektif serebral perfüzyon < 5 mL kg⁻¹ dk⁻¹ olduğunda orta serebral arter akımı tespit edememiş ve rSO₂ >% 50 olması için akımı 15-20 mL kg⁻¹ dk⁻¹ ya yükseltmek durumunda kalmışlardır. Antegrad selektif serebral perfüzyonda orta serebral arter akım hızı ile ve rSO₂ arasında yüksek oranda korelasyon bulmuşlardır. Olgumuzda ASSP sırasında kan akım hızı 700 mL dk⁻¹'ya kadar düşürüldü, bu sırada NIRS değerleri % 72-80 arasında seyretti.

Harrer M. ve ark.⁽¹⁰⁾ aortik ark cerrahisi sırasında NIRS ile eşzamanlı serebral oksijenasyon monitörizasyonu uygulamış ve orta HSA'de bilateral ASP uygulamasına NIRS rehberliğine göre gerçekleştirmişlerdir.

Neonatal aortik ark rekonstrüksiyonu sırasında bilateral monitör tekniği yani NIRS ile düşük akımlı serebral perfüzyon öncesi, sırası ve sonrasında serebral oksijenasyon ölçümünün olası tek taraflı serebral desaturasyonun tespitinde ve nörolojik prognozu iyileştirmede yararlı olabilir sonucuna varılmıştır⁽¹¹⁾.

Edmods ve ark.'na⁽¹²⁾ göre infantlarda göreceli rSO₂ değeri <% 40 ve rSO₂'deki bazal değere göre % 25 azalma nörolojik disfonksiyon ve diğer yan etkilerle ilgilidir. Yetişkinlerdeki prognozla ilgili literatürlere göre % 50 serebral rSO₂ değeri bir "müdahale eşiğidir", % 40 rSO₂ değeri "kritik eşiğidir".

Uzamış sirkülatuar arrest süresinin organ yetmezliklerini indüklediği bilinmektedir. Olgumuzda uzun ASSP süresi öngörüldüğünden derin hipotermi uygulanmıştır. İntraoperatif idrar çıkımındaki azalma hemofiltrasyon ile çözülmüş, postoperatif dönemde de normale dönmüştür. Selektif serebral perfüzyon sırasında müdahale gerektirecek serebral saturasyonda düşme veya hiperperfüzyon, orta serebral arter kan akım hızında azalma veya kesinti olmamıştır, izoelektriksel sessizliğin sağlanması ile de metabolik tüketim minimize edilmiştir.

Yüz seksen bir hastalık arkus cerrahisini içeren bir çalışmada, total ve kalıcı nörolojik hasar yüzdesi % 2.2 ve % 1.6 bulunmuştur⁽¹³⁾, başka iki çalışmada brakial arterden ASP yöntemi ile postoperatif nörokognitif fonksiyonlarda (S100 beta ile NSE değerlerinde) her iki hemisfer arasında fark olmadığı ve yeterli perfüzyonun sağlandığı sonucuna varılmıştır⁽¹³⁻¹⁵⁾. Olgumuzda herhangi bir nörolojik hasar gelişmedi.

Perioperatif uygulamalarda beyin fonksiyonlarının multimodal monitörizasyonu gelişmekte olan bir alandır. Total beyin hemostazı ile ilgili kesin bilgi sağlayan tek bir monitör yoktur. Buna karşılık birkaç monitörden bilgilerin integrasyonu perioperatif prognoz optimizasyonu için terapötik girişimlere rehber olacaktır⁽¹⁶⁻¹⁸⁾.

Yüksek risk taşıyan, uzun SSP süresi öngörülen hastamızda düşük akım sırasında serebral oksijenasyonun ve perfüzyonun yeterliliğini 3'lü serebral monitörizasyon ile takip ederek maksimum hasta güvenliği sağladığımızı düşünüyoruz.

KAYNAKLAR

1. Reich DL. Central nervous system protection in cardiac surgery. 2010;14:32-27. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* 2010;14(1):32-7
<http://dx.doi.org/10.1177/1089253210362595>
PMid:20472620
2. Hayashida M, Sekiyama H, Orü R, et al. Effects of deep hypothermic circulatory rest with retrograde cereb-

- ral perfusion on electroencephalographic bispectral index and suppression ratio. *J Cardiothoracand Vasc Anest* 2007;21:61-7.
<http://dx.doi.org/10.1053/j.jvca.2006.02.029>
 PMid:17289482
3. **Bachet J.** What is the best method for brain protection in surgery of the aortic arch? Selective antegrade cerebral perfusion. *Cardiology Clinics* 2010;28:389-401.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ccl.2010.01.014>
 PMid:20452558
 4. **Pacini D, Di Marco L, Leone A, et al.** Cerebral functions and metabolism after antegrade selective cerebral perfusion in aortic arch surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2010;37:1322-31.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejcts.2009.12.029>
 PMid:20138537
 5. **Bond R, Rerkasem K, Counsell C, et al.** Routine or selective carotid artery shunting for carotid endarterectomy (and different methods of monitoring in selective shunting). *Cochrane Database Syst Rev* 2002;CD000190.
 PMid:12076386
 6. **Tasdemir O, Saritas A, Kucuker S, Özatik MA, Senner E.** Aortic Arch repair with right brachial artery perfusion. *Ann Thoracic Surgery* 2002;73:1837-42.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975\(02\)03514-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975(02)03514-2)
 7. **Rubio A, Hakami L, Münch F, Tandler R, Harig F, Weyand M.** Non invasive control of adequate cerebral oxygenation during low-flow antegrade selective cerebral perfusion on adults and infants in the aortic arch surgery. *J Card Surg* 2008;23:474-9.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-8191.2008.00644.x>
 PMid:18928485
 8. **Qinjun Yu, Lizhong S, Qian C, Guimin E, Jin L.** Monitoring of antegrade selective cerebral perfusion for aortic arch surgery with transcranial Doppler ultrasonography and near-infrared spectroscopy. *Chinese Medical Journal* 2001;114:257-61.
 PMid:11780309
 9. **Andropoulos DB, Stayer SA, McKenzie ED, Fraser CD.** Novel cerebral physiologic monitoring to guide low-flow cerebral perfusion during neonatal aortic arch reconstruction. *J Thorac Cardio Vasc Surg* 2003;125:491-9.
<http://dx.doi.org/10.1067/mtc.2003.159>
 PMid:12658190
 10. **Harrer M, Waldenberger FR, Weiss G, Folkmann S, Gorlitzer M, Moidl R, Grabenwoeger M.** Aortic arch surgery using bilateral antegrade selective cerebral perfusion in combination with near-infrared spectroscopy. *Eur J Cardiothorac Surg* 2010;19:
 PMid:20236832
 11. **Andropoulos DB, Diaz LK, Fraser CD Jr, et al.** Is bilateral monitoring of cerebral oxygen saturation necessary during neonatal aortic arch reconstruction? *Anesth Analg* 2004;98:1267-72.
<http://dx.doi.org/10.1213/01.ANE.0000111114.48702.59>
 12. **Edmonds HL Jr, Ganzel BL, Austin EH 3rd.** Cerebral oximetry for cardiac and vascular surgery. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* 2004;8:147-66.
 PMid:15248000
 13. **Özatik MA, Kocabeyoğlu S, Küçükler Ş, et al.** Neurochemical markers during selective cerebral perfusion via the right brachial artery. *Interact Cardio Vasc Thorac Surg* 2010;10:948-52.
<http://dx.doi.org/10.1510/icvts.2009.228858>
 PMid:20233805
 14. **Küçükler S, Özatik MA, Sarıtaş A, Tasdemir O.** Arch repair with unilateral antegrade cerebral perfusion. *Er J Cardiothorac Surg* 2005;27:638-43.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejcts.2005.01.026>
 PMid:15784365
 15. **Özatik MA, Küçükler S, Tülüce H, et al.** Neurocognitive functions after aortic arch repair with right brachial artery. *Ann Thoracic Surg* 2004;78:591-5.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2004.01.052>
 PMid:15276528
 16. **Moritz S, Kasprzak P, Arit M, Taeger K, Metz C.** Accuracy of cerebral monitoring in detecting cerebral ischemia during carotid endarterectomy. *Anesthesiology* 2007;107:563-9.
<http://dx.doi.org/10.1097/01.anes.0000281894.69422.ff>
 PMid:17893451
 17. **Guarracino F.** Cerebral monitoring during cardiovascular surgery. *Curr Opin Anaesthesiol* 2008;21:50-4.
<http://dx.doi.org/10.1097/ACO.0b013e3282f3f499>
 PMid:18195610
 18. **Federow C, P Grocott H.** Cerebral monitoring to optimize outcomes after cardiac surgery. *Curr Opin Anaesthesiol* 2010;23:89-94.
<http://dx.doi.org/10.1097/ACO.0b013e3283346d10>
 PMid:19920759