

Derin Hipotermik Kardiyopulmoner Bypass Sırasında Juguler Venöz Satürasyon Takibi

MONITORIZATION OF JUGULAR VENOUS SATURATION DURING PROFOUNDLY HYPOTHERMIC CARDIOPULMONARY BYPASS

Hidayet Tanık Kızıltan, *Mehmet Baltalı, **Ahmet Bilen, Rıza Türköz, Atılay Taşdelen, Sait Aşlamacı

Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Adana Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Ana Bilim Dalı, Adana

*Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Adana Hastanesi, Kardiyoloji Ana Bilim Dalı, Adana

**Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Adana Hastanesi, Anesteziyoloji Ana Bilim Dalı, Adana

Özet

Amaç: Derin hipotermik sirkülatuar arrest nörolojik fonksiyonları olumsuz etkileyebilmektedir ve sirkülatuar arrest uygulanan hastalarda merkezi sinir sistemine ait fizyolojik verilerin takibi önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı kliniğimizde uygulanan derin hipotermik sirkülatuar arrest vakalarında kardiyopulmoner bypass soğuma-ısınma dönemlerinde juguler venöz satürasyonun izlenmesi ve juguler venöz satürasyonun arrest öncesinde soğumanın yeterliliğini değerlendirmede iyi bir parametre olup olmadığının saptanmasıdır.

Materyel ve Metod: Ağustos 1999 ve Mart 2002 döneminde, toplam 33 hastada derin hipotermik sirkülatuar arrest uygulandı. Bu hastaların 18 tanesinde juguler venöz satürasyon takibi yapılabildi. Ameliyat endikasyonları aort anevrizması (n = 15) veya akut aort disseksiyonu (n = 3) idi. Ameliyatlarda hipotermik kardiyopulmoner bypass (233 ± 60 dak), kardiyoplejik arrest (105 ± 37 dak), total sirkülatuar arrest (22 ± 7 dak) kullanıldı. Sekiz hastada koroner arter bypass greftleme ameliyatı uygulandı.

Bulgular: Juguler venöz satürasyon ortalama değerleri soğuma sırasında 32, 28, 24, 20 ve 11-14°C'de değişen sıcaklıklarda sırasıyla %70 ± 11, %80 ± 8, %87 ± 5, %95 ± 2 ve %98 ± 1; ısınma sırasında ise 16, 20, 24, 28, 32 ve 36°C'de sırasıyla %87, %89, %80, %76, %69 ve %54 olarak gözlemlendi. Bütün hastalar nörolojik olarak normal ve ortalama 14 ± 7 gün sonrasında eksterne edildi.

Sonuç: Hipotermik kardiyopulmoner bypass sırasında juguler venöz satürasyon vücut sıcaklığı ile ters orantılı olarak değişmektedir. Onbir ve 14°C'lik hipotermik kardiyopulmoner sırasında juguler venöz satürasyonun %97 ve üstünde bulunması, serebral soğumanın homojen olduğunun ve 30 dakikaya kadar güvenli bir sirkülatuar arrest uygulanabileceğinin göstergesi olabilir.

Anahtar kelimeler: Derin hipotermik sirkülatuar arrest, juguler venöz satürasyon

Türk Göğüs Kalp Damar Cer Derg 2003;11:20-25

Summary

Background: Deep hypothermic circulatory arrest may disturb neurological functions and therefore monitorization of neurophysiologic parameters during the operations incorporating circulatory arrest is important. This study was intended to monitor jugular venous oxygen saturation during profoundly hypothermic cardiopulmonary bypass and to evaluate this parameter as an indicator of cerebral suppression before the initiation of circulatory arrest.

Methods: Between August 1999 and March 2002, 33 patients underwent deep hypothermic circulatory arrest. Among these, jugular venous oxygen saturation was monitored during cardiopulmonary bypass in 18 patients. Indications for operations were ascending aortic aneurysm (n = 15) and acute aortic dissection (n = 3). Hypothermic cardiopulmonary bypass (mean 233 ± 60 min), cardioplegic arrest (mean 105 ± 37 min) and deep hypothermic circulatory arrest (mean 22 ± 7 min) were utilized. Cardiac procedures included coronary artery bypass graft surgery in 8 patients.

Results: Jugular venous oxygen saturation was inversely related to body temperature during hypothermic cardiopulmonary bypass. Mean values for jugular venous oxygen saturation at 32, 28, 24, 20, 11-14°C during cooling were 70% ± 11%, 80% ± 8%, 87% ± 5%, 95% ± 2%, 98% ± 1%, respectively, and were 87%, 89%, 80%, 76%, 69%, 54% at 16, 20, 24, 28, 32, 36°C during rewarming respectively. All patients were considered neurologically normal and discharged in good condition (mean 14 ± 7 days) from the hospital.

Conclusion: Jugular venous oxygen saturation is inversely related to the body temperature in patients undergoing hypothermic cardiopulmonary bypass. At 11 to 14°C, jugular venous oxygen saturation equal to or beyond 97% may be indicative of a uniform cerebral cooling and a safe period of circulatory arrest up to 30 minutes.

Keywords: Deep hypothermic circulatory arrest, jugular venous oxygen saturation

Turkish J Thorac Cardiovasc Surg 2003;11:20-25

Sunulduğu Kongre: XVII. Ulusal Kardiyoloji Kongresi, 13-16 Ekim 2001, İzmir

Adres: H. Tanık Kızıltan, Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Adana Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Ana Bilim Dalı, Adana

e-mail: tkiziltan@turk.net

Giriş

Özellikle aort cerrahisi nedeniyle sık uygulanabilen derin hipotermik sirkülatuvar arrest (DHSA) [1-3], merkezi sinir sistemi fonksiyonlarını olumsuz etkileyebilmektedir [4-6]. Serebral iskemik komplikasyonlar zemininde gelişen nörolojik sorunların azaltılmasına yönelik olarak, sirkülatuvar arrestin hemen öncesinde serebral soğuma ve metabolik supresyon sağlanması temel kuraldır [7]. Bu amaçla, ameliyat sırasında elektroensefalografide (EEG) dalga kaybı, somatosensoriel-oditöryel uyarılmış potansiyel (SUP-OUP) kaybolması, juguler venöz satürasyon (SJVO₂) yükselmesi, serebral soğuma ve metabolik supresyonun göstergesi olarak kabul edilebilmektedir [7-12]. Bu bilgiler göz önünde tutularak, kliniğimizde uygulanan sirkülatuvar arrest vakalarında kardiyopulmoner bypass (KPB) sırasında soğuma ve ısınma dönemlerinde SJVO₂ takip edilmiştir.

Materyal ve Metod

Ağustos 1999 ve Mart 2002 tarihleri arasında toplam 33 erişkin hastada aort cerrahisi sırasında total sirkülatuvar arrest uygulandı. Bu hastalarda KPB sırasında SJVO₂ takibi yapılması planlandı. Özgeçmişinde serebrovasküler olay bulunmayan 18 hastada SJVO₂ takibi yapılabildi. Altı kadın ve 12 erkekten oluşan çalışma grubunda yaş 39 ve 68 yıl (ortalama 57 ± 9) arasında değişti. Ameliyat endikasyonları 15 hastada asandan aort anevrizması, 3 hastada akut aort disseksiyonu idi. Hastalarda genel anestezi, endotrakeal entübasyon ve medyan sternotomi uygulandı. Juguler venöz satürasyon kan gazı tayini ile değerlendirildi. Juguler venöz kan örneklerini almak amacıyla, anestezi indüksiyonu sonrasında anestezi uzmanı tarafından sağ veya sol internal juguler ven retrograd olarak kanüle edildi (1.7 F, Plastimed, Fransa) (Şekil 1). Kan örnekleri, özellikle internal juguler ven kanını elde etmek ve ekstrakraniyal venlerdeki kanın enjektöre çekilmesini engellemek amacıyla en az 2 dak'lık süreler içerisinde alındı. Retrograd juguler venöz kateter ameliyat sonrası göğüs filminde kateter pozisyonu değerlendirildikten sonra çıkartıldı. Ameliyatlarda 12 hastada aort-sağ atriyum-greft, 5 hastada femoral arter-sağ atriyum, bir hastada aksiller arter-bikaval kanülasyon, bütün hastalarda sol ventriküler vent, soğuk antegrad ve/veya retrograd kan kardiyoplejisi kullanıldı. Onbir ile 14°C arasında değişen nazofarenks sıcaklığında sirkülatuvar arrest uygulandı. Onaltı hastada DHSA sırasında superior vena kavaya (SVK) yerleştirilen kanül aracılığı ile retrograd serebral perfüzyon (RSP) yapıldı. Retrograd serebral perfüzyon (300-500 mL/dak) uygulamak amacıyla 15 hastada SVK'ya DHSA başlangıcında kanül yerleştirildi, bikaval kanülasyon uygulanan bir hastada ise SVK kanülü kullanıldı. Bütün hastalarda aort grefti distal anastomozunun tamamlanmasından hemen önce aortadan hava çıkartıldı, anastomoz tamamlandı, RCP durdurularak KPB başlatıldı ve DHSA sonlandırıldı. Kardiyopulmoner bypass prime solüsyonu, isolyte S (Eczacıbaşı) kullanılarak ve hematokrit %25 olacak şekilde gerektiğinde kan ilave edilerek 2500 mL olarak hazırlandı. Normotermide kardiyopulmoner bypass kan akımı 2.4 L/m²/dak olarak belirlendi, 32°C'de 2 L/m²/dak, 28°C'de ise 1.8 L/m²/dak kan akımı düzeyine düşüldü ve bu düzey asgari kan akımı olarak devam ettirildi. Asit baz stratejisi olarak

pH-stat yöntemi kullanıldı. Soğuma ve ısınmanın homojen olabilmesi için ortalama arter basıncı 45 mmHg ve üzerinde olmak şartı ile nitroprussid infüzyonu kullanıldı ve dakikada en fazla 1°C'lik sıcaklık değişikliği hedeflenerek KPB sağlandı. Sirkülatuvar arrestin 2 dakika öncesinde hastalara prednizolon (30 mg/kg) ve pentotal (15 mg/kg) intravenöz olarak yapıldı. Uygulanan ameliyatlar Tablo 1'de gösterilmiştir. Ameliyatlarda 11 hastada asandan aort aort kökü ile birlikte kompozit greft kullanılarak replase edildi. Yedi hastada ise tubuler greft kullanılarak izole asandan aort replasmanı yapıldı. Ek olarak 8 hastada koroner arter bypass greftleme ameliyatı (KABG) uygulandı. Proksimal aort anastomozu veya aort kökü replasmanı (AKR) kardiyopulmoner bypass soğuma, distal anastomozlar ise sirkülatuvar arrest dönemlerinde yapıldı. Koroner bypass greftleme yapılan 8 hastada toplam 26 adet distal anastomoz KPB soğuma döneminde yapıldı. Proksimal anastomozlar grefte yan veya tam klemp konularak KPB ısınma döneminde gerçekleştirildi.

İstatistik

İstatistiksel değerlendirmede SPSS 9.0 (SPSS Inc, Chicago, IL) yazılımı kullanıldı. Devamlı değişkenlerin ilişkisi Pearson korrelasyon analizi, devamlı değişkenlerin kategorik değişkenlerle ilişkisi student *t* testi veya Mann-Whitney U testi ile incelendi. Değişkenlerin homojenliği Levene testi ile değerlendirildi. Değerler ortalama ± standart sapma olarak verildi. 0.05'ten küçük *p* değeri anlamlı olarak kabul edildi.

Bulgular

Hipotermik kardiyopulmoner bypass ve kardiyoplejik arrest süreleri ortalama 233 ± 60 ve 105 ± 37 dak olarak bulundu. Juguler venöz satürasyon ortalama değerleri KPB öncesinde 36°C, KPB döneminde de 32, 28, 24, 20, 16, 11-14°C'de değişen sıcaklıklarda sırasıyla %51 ± 8, %70 ± 11, %80 ± 8, %87 ± 5, %95 ± 2, %98 ± 1 (%97.7 ± 0.9) ve %98 ± 1 (%98.3 ± 0.7) olarak gözlendi (Tablo 2, Şekil 2). Juguler venöz satürasyon değerlerinde, KPB ve soğumanın başlaması ile bir önceki sıcaklık aşamasına göre gözlenen bu yükselmeler istatistiksel olarak anlamlı idi. Soğumanın son aşamasında (16°C'den 11°C'ye geçilince) değerler birbirine çok yakın olduğu için (> %97) anlamlı fark bulunamadı. Genel olarak ısınma süresince, soğuma döneminin tersine SJVO₂ değerlerinde anlamlı düşme oldu. Sadece 16°C'den 20°C'ye geçildiğinde SJVO₂ değerinde yükselme gözlendi (87.3 ve 89.3, *p* = 0.314). Kardiyopulmoner bypass sırasında ortalama soğuma ve ısınma süreleri sırasıyla 91 ± 33 ve 77 ± 24 dak oldu. Ameliyatta aort disseksiyonu bulunan bir hastada perikardiyal yapışıklık görüldü. Patolojik incelemelerde aort anevrizması (n = 15) ve aort disseksiyonu (n = 3) saptandı. Bir hastada kardiyopulmoner bypass çıkımında aort kökünde masif kanama gelişti. Bu hastada dikiş hattı dehisensi düşünülerek aort kökü yeni bir kompozit greft ile değiştirildi. Ayrıca Dacron greft ile "wrapping" uygulanarak kanama durduruldu. Bir diğer hastada erken postoperatif dönemde kanama nedeniyle revizyon uygulandı. Ameliyat sonrası dönemde hiçbir hastada epileptik deşarj veya fokal nörolojik bulgu gözlenmedi. İki hastada intravenöz antipsikotik ilaç (haloperidol) kullanımı gerektirecek bir davranış bozukluğu (ajitasyon) gözlendi. Bir hastada Horner Sendromu, bir diğerinde ise geçici kalp bloğu

Tablo 1. Uygulanan ameliyatlara.

Ameliyat	No.
Asandan aort replasmanı	2
Asandan aort replasmanı ve KABG	5
Bentall Ameliyatı	8
Bentall Ameliyatı ve KABG	3
Toplam	18

KABG = koroner arter bypass greftleme

Tablo 2. Kardiyopulmoner bypassın çeşitli sıcaklık aşamalarındaki juguler venöz saturasyon (SJVO₂) ortalama değerleri ve bu değerlerin bir sonraki aşamaya ait değerler ile karşılaştırılması.

Sıcaklık Aşamaları	SJVO ₂ (%)	Karşılaştırma	P
Prebypass (35-33°C)	51	Bypass öncesi-32°C	0.001
32°C	70	32°C - 28°C soğuma	0.001
28°C	80	28°C - 24°C soğuma	0.015
24°C	87	24°C - 20°C soğuma	< 0.001
20°C	95	20°C - 16°C soğuma	0.006
16°C	98	16°C - 11°C soğuma	0.083
11-14°C	98	11°C - 16°C ısınma	< 0.001
16°C	87	16°C - 20°C ısınma	0.314
20°C	89	20°C - 24°C ısınma	0.014
24°C	80	24°C - 28°C ısınma	0.007
28°C	76	28°C - 32°C ısınma	0.024
32°C	69	32°C - 36°C ısınma	0.254

Tablo 3. Kardiyopulmoner bypass soğuma ve ısınma dönemlerine ait eş sıcaklık aşamalarında SJVO₂ ortalama değerlerinin karşılaştırılması.

SJVO ₂ (soğuma)	SJVO ₂ (ısınma)	p
%70 (32°C)	%69 (32°C)	0.656
%80 (28°C)	%76 (28°C)	0.444
%87 (24°C)	%80 (24°C)	0.019
%95 (20°C)	%89 (20°C)	0.001
%98 (16°C)	%87 (16°C)	0.000

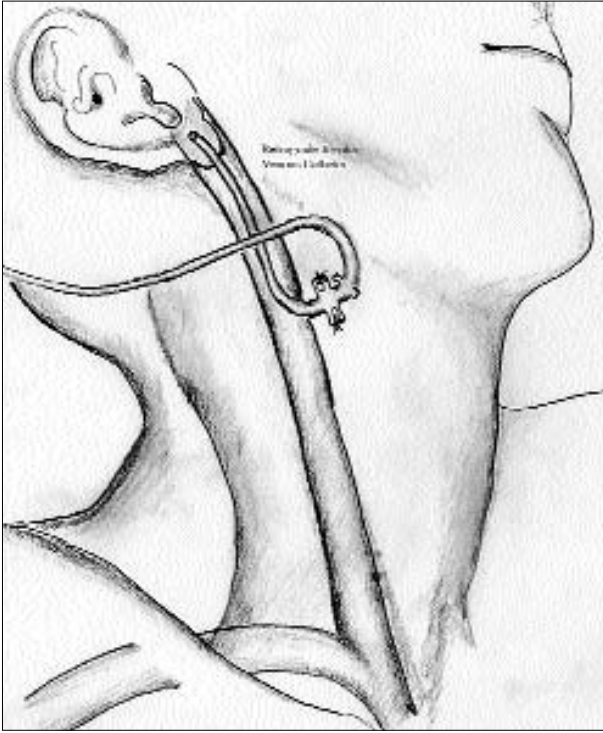
gelişti. Bütün hastalar genel durumları iyi ve nörolojik muayenelerinde normal bulunarak eksterne edildi. Hastane kalım süresi 6 ile 56 gün (ortalama 14 ± 7) arasında değişti. En uzun hastane kalımı (56 gün), ileri derecede kronik obstrüktif akciğer hastalığı bulunan ve akut aort disseksiyonu nedeniyle ameliyat edilen bir hastada gerçekleşti. Üç hastada postoperatif 1. ay içinde perikard effüzyonu nedeniyle genel anestezi altında perikard tüpü yerleştirildi ve sıvı boşaltıldı. Postoperatif ajitasyonun etmenlerini irdelemek amacıyla multipl logistic regresyon analizi yapıldı. Bağımlı değişken olarak ameliyat sonrası ajitasyon, bağımsız değişken olarak yaş, cinsiyet, KPB ve DHSA süreleri kullanıldı. Bağımsız değişkenler ile ajitasyon arasında ilişki kurulamadı. Hastane kalım süresi kronik obstrüktif akciğer hastalığı bulunan hastalarda (n = 3) bulunmayanlara göre (n = 15) artmış olarak bulundu (sırasıyla 29.7 ± 23 ile 11.7 ± 6; p = 0.04).

Tartışma

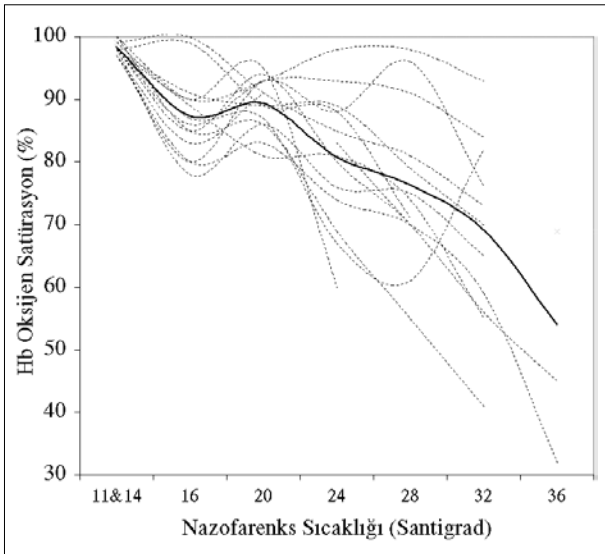
Derin hipotermik sirkülatuar arrest asandan-arkus aort patolojilerinin cerrahisinde önemli bir yer tutmuştur ve kompleks konjenital kalp hastalıklarının tamirinde yaygın olarak kullanılmıştır. Ancak, artan kullanım ve uzayan arrest süreleri sonucunda DHSA güvenilirliğinin tam olmadığı anlaşılmıştır. Klinik olarak çok belirgin olmasa da uzayan arrest süreleri ile EEG’de subklinik epileptik deşarj saptanmış [13] ve görüntüleme teknikleri ile serebral hasar alanları tespit

edilmiştir [14]. Sık kullanılsa da, günümüzde daha güvenli bir DHSA uygulamasına yönelik olarak, hipotermi ile birlikte EEG, SUP-OUP ve SJVO₂ takibi önerilmiştir [6-12]. Bunlar arasında EEG ilk kullanılanlardan biridir ve izoelektrik EEG’nin (dalga kaybı) serebral metabolik baskılamayı gösterdiği iddiası ile kullanıma girmiştir. Ancak yaygın kanaat, izoelektrik EEG’nin geniş bir sıcaklık aralığında ortaya çıktığı ve yeterli serebral metabolik supresyonu temsil etmediği yönündedir [7]. Uyarılmış potansiyellerin izlenmesi ise maliyeti yüksek ve her merkezde bulunamayan bir monitörizasyon yöntemidir.

Juguler venöz saturasyon değeri serebral kan akımı ve oksijen kullanımı arasındaki dengenin global bir göstergesi olarak kabul edilmektedir [15]. Bu anlayış doğrultusunda KPB sırasındaki SJVO₂ düşüklüğü, serebral iskemi ve ameliyat sonrasında beynin bilişsel fonksiyonlarındaki bozulma ile ilişkilendirilmiştir [16]. Serebral perfüzyonun sorunsuz olarak devam ettiği varsayıldığında soğuma ile birlikte SJVO₂ yükselmesi ise serebral metabolik aktivitenin supresyonu ile açıklanmıştır [5,17-19]. Diğer bir deyiş ile, hipotermi sonucunda normotermideki sınıra üstüne çıkan SJVO₂ değeri, doku düzeyinde azalmış oksijen gereksinimi sonrasında venöz kanda oksijen içeriğinin artışı olarak algılanmıştır ve göreceli bir lüks serebral perfüzyonun göstergesi kabul edilmiştir. Fakat derin hipotermik ortamda, SJVO₂ değerlerine bakımımızı değiştirebilecek çalışmalar da mevcuttur. du Plessis ve arkadaşları [20] derin hipotermik şartlarda yüksek SJVO₂ değerlerine rağmen mitokondriyal oksijen düzeyinin (oksitlenmiş sitokrom aa3 konsantrasyonu) düşük olduğunu



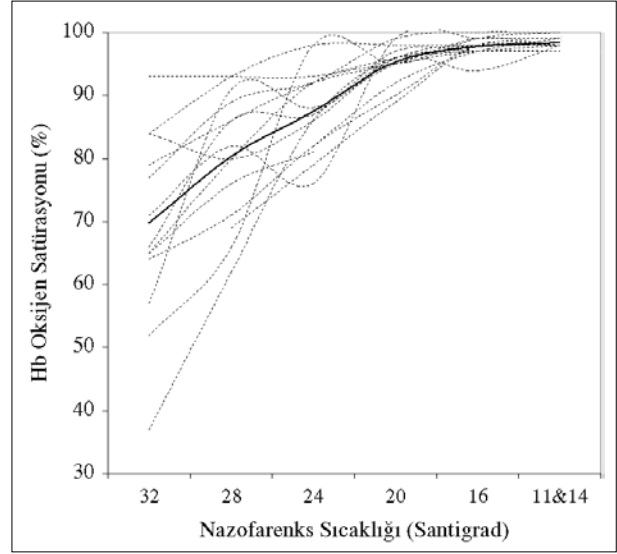
Şekil 1. Juguler venöz satürasyonu izlemek amacıyla perkütan ve retrograd olarak yerleştirilen kanülün çizimi.



Şekil 3. Derin hipotermik sirkülatuar arrest uygulanan 18 hastada kardiyopulmoner bypass ısınma döneminde kan gazı yöntemi ile ölçülen juguler venöz satürasyon değerleri. (Noktalı çizgi herbir hastadaki değerleri, kalın çizgi ortalama değerleri göstermektedir.)

Hb = Hemoglobin

saptamıştır. Ayrıca, Dexter ve Hindman [21] oksijen tüketimi ve kan-beyin oksijen transferine yönelik teorik bir komputer modeli geliştirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda, hipotermide $SJVO_2$ 'da gözlenen yükselmenin çoğunlukla



Şekil 2. Derin hipotermik sirkülatuar arrest uygulanan 18 hastada kardiyopulmoner bypass soğuma döneminde kan gazı yöntemi ile ölçülen juguler venöz satürasyon değerleri. (Başlangıç 32°C 'dedir. Noktalı çizgi herbir hastadaki değerleri, kalın çizgi ortalama değerleri göstermektedir.)

Hb = Hemoglobin

hemoglobin P50 değerindeki azalma ve dolayısı ile serebral dokuya oksijen transferinin bozulması nedeniyle olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Derin hipotermik KPB sırasında serebral perfüzyon yeterli olduğu sürece soğuma ile birlikte $SJVO_2$ yükselmesi gözlenmektedir. Ancak bu yükselme serebral kan akımındaki lüks bir fazlalıktan değil, soğuma ile birlikte oksijenin serebral dokuya transferinin bozulması ile ilgilidir. Bu çalışmada, gereksiniminin %90'ı düzeyinde bir serebral oksijen tüketimi için 37°C 'de %50 ve %60 arasında, 17°C 'de ise %95 ve üzerinde bir $SJVO_2$ değeri normal değerler olarak bulunmuştur. Bir anlamda bu çalışmada derin hipotermide yüksek bulunan $SJVO_2$ değerlerinin aslında fizyolojik bir gereklilik olduğu ve derin hipotermik ortamda $SJVO_2$ normotermideki sınırlarında bulunmasının serebral hipoksinin göstergesi olabileceği vurgulanmıştır. Başka bir çalışmada derin hipotermide yüksek $SJVO_2$ değerlerinin doku düzeyinde artmış oksijenizasyon anlamına gelmeyeceği ve yanıltıcı olabileceği iddia edilmiştir [22].

Çalışmamızda KPB sırasında, $SJVO_2$ değerlerinde soğuma ile yükselme ve ısınma ile düşme gözlemlendi. Bu değişimler ile ilgili olarak, değerlerin birbirine çok yakın olduğu iki aşama arasında anlamlı farklılık bulunamadı. Isınma sırasında 16 ve 20°C arasında ise beklenen aksine yükselme gözlemlendi. Bu, kanatimizce DHSA hemen sonrasında 16°C 'de serebral oksijen çekiminin aşırı artmış olması nedeniyle, $SJVO_2$ değerinin 20°C 'de olandan çok daha düşük bulunması ile ilgilidir. Bu görüş 16°C 'de soğuma ve ısınma aşamalarına ait $SJVO_2$ değerleri arasındaki ciddi fark ile de desteklenmektedir. Bize göre 16°C 'den 20°C 'ye kadar olan perfüzyon sırasında serebral oksijen çekimi rölaf olarak düşmüş ve 20°C 'deki $SJVO_2$ 16°C 'de bulunandan daha yüksek gözlenmiştir. Juguler venöz satürasyon, DHSA sonrası ısınma döneminde 28°C 'ye kadar, soğuma sırasındaki eş sıcaklık aşamalarındaki değerlerinden anlamlı olarak düşüktür. Bu düşüklükler teorik olarak, DHSA

sonrasında artmış oksijen çekiminden kaynaklanıyor ve/veya serebral hipoksinin göstergesi olabilir. Ancak bütün hastalarda soğuma dönemlerinde olduğu gibi ısınma dönemlerinde de aynı düzeyde pompa akım hızı, ortalama kan basıncı ve asit-baz stratejisi kullanıldığı için, SJVO₂ düşüklüğü muhtemelen DHSA sonrasında serebral oksijen çekiminin artmış olmasına bağlıdır.

Bizim hastalarımızın 16'sında (%89) ameliyat sonrasında konfüzyon, davranış bozukluğu veya ajitasyon gözlenmedi. Ayrıca hiçbir hastada nörolojik sekel de saptanmadı. Akut aort disseksiyonu bulunan ve ameliyat öncesinde uyku halinde olan bir hastada ameliyat sonrasında uyanma yavaş oldu (48. saat) ve ameliyat sonrasında 6. güne kadar süren konfüzyon saptandı. Bu hastada saptanan konfüzyon ve uyku halinin sadece DHSA süreci ile ilgili olmadığını düşünmekteyiz.

Bu seride klinik sonuçlar ciddi nörolojik komplikasyon içermemektedir. Hastaların çoğunluğunda (15 aort anevrizması) aort patolojisi kısmen kısa süreli (ortalama 19 ± 4) DHSA kullanılarak tamir edilmiştir. Kısa süreli DHSA ise nörolojik komplikasyon olasılığını azaltmaktadır [6]. Ayrıca gene çoğunluk hastada aort disseksiyonu bulunmadığı için yalancı lumen perfüzyonu nedeniyle KPB sırasında serebral perfüzyonun bozulması veya serebral soğumanın tam olmaması nedeniyle DHSA sonrasında karşılaşılabilecek nörolojik komplikasyon olasılığı düşüktür. Ameliyat sonrası ajitasyon iki hastada (%11) gözlenmiştir ve herhangi bir risk faktörü bulunamamıştır. Serideki sayı düşüklüğü sirkülatuar arrest süresi gibi bir faktörün belirlenememesine sebep olabilir.

Sirkülatuar arrest öncesinde SUP kaybının gerçekleşmiş olması, DHSA süresini daha güvenli kılabilir görülmektedir. Stecker ve arkadaşlarının [12] yaptıkları çalışmada, 50 dakikanın üzerinde soğuma süresi veya 12.5°C'lik özefagus sıcaklığı SUP kaybının kesin belirleyicileridir. Bizim çalışmamızda 16 hastada (%89) ya 50 dak üzerinde soğuma süresi, ya da 12°C'de nazofarenks sıcaklığı sağlanmıştır. Dolayısı ile hastalarımızda SUP takip edilmiş olsaydı, Stecker ve arkadaşlarının verdiği bilgi doğrultusunda hastaların büyük çoğunluğunda (%89) SUP kaybı gözlendikten sonra DHSA başlatılmış olacak idi. Bu nedenle, kanatımızca hastalarımızda uygulanan 11-14°C'de nazofaringeal soğuma yanında, soğuma sürelerinin uzun olmasının da serebral koruyucu etkisi olmuştur. Hastalar arasında derin hipotermi öncesi ve sonrasında SJVO₂ değerlerinde önemli değişiklik söz konusudur. Juguler venöz satürasyon kardiyopulmoner bypass soğuma döneminde 32°C'de %37 ve %84, ısınma döneminde 32°C'de %41 ve %93 arasında değişmiştir. Ancak derin hipotermi sırasında bu değişkenlik minimal düzeydedir (16°C altında bütün hastalarda %97 ve üstü). Kanatımızca bu bulgu 11 ve 14°C arasında, DHSA hemen öncesinde SJVO₂ değerini serebral soğumanın göstergesi olarak çok güçlü ve güvenilir kılmaktadır.

Juguler venöz satürasyon internal juguler vene yerleştirilen oksimetrik kateterler ile sürekli olarak da takip edilebilmektedir [15]. Bu yöntemde sıklıkla monitörde artefakt gözlenmiş ve kan gazı tayini yöntemine başvurulmuşsa da, oksimetrik kateter ile sürekli SJVO₂ takibi özellikle aort disseksiyonu bulunan hastalarda yalancı lümen perfüzyonu ve serebral malperfüzyon ile ilgili değerleri belirlemede öncelik ve devamlılık bakımından periyodik kan gazı tayininden daha faydalı olabilir.

Internal juguler venin retrograd kateterizasyonu invaziv bir girişimdir. Dolayısı ile fiberoptik veya standart kateter yöntemi ile yapılacak bir SJVO₂ monitorizasyonu sırasında, internal juguler venin kateterizasyonu ile ilgili komplikasyonlar görülebilir [23].

Son yıllarda "near infrared spektroskopisi" (NIRS), serebral hemoglobin oksijenizasyonunu gösterebilecek noninvaziv bir metod olarak klinisyenlerin kullanımındadır. Ancak SJVO₂ ölçümünde olduğu gibi, kardiyopulmoner bypass sırasında hipotermi ve alkalozun hemoglobin disosiyasyonunu değiştirdiği ve salt ölçümünün serebral doku oksijenizasyonu ile ilgili bilgi veremeyeceği indirekt bir parametre konumundadır. Serebral mitokondri içindeki oksijen transport zincirinin son halkası olarak sitokrom aa3 oksidasyonunu gösterebilecek bir NIRS teknolojisi, serebral dokuya oksijen tedariği ile ilgili dolaysız bilgi verebilecektir [24].

Sonuç olarak, aort cerrahisinde kullanılan DHSA öncesinde, soğumanın yeterliliğini saptamak amacıyla uygulanabilecek SJVO₂ takibi kardiyopulmoner bypass fiziyojisi ve güvenliği ile ilgili bilgiler vermektedir. Bizim bulgularımıza göre 11-14°C'lik nazofarenks sıcaklığının sağlandığı derin hipotermik KPB sırasında, SJVO₂ değerinin %97 ve üstünde bulunması, sirkülatuar arrestin 30 dakikaya kadar (çalışmamızdaki ortalama ve standart sapma toplamı) güvenle uygulanabileceğini göstermektedir.

Kaynaklar

1. Lillehei CW, Todd DB, Levy MJ, Ellis RJ. Partial cardiopulmonary bypass, hypothermia and total circulatory arrest: A lifesaving technique for ruptured mycotic aneurysms, ruptured left ventricle, and other complicated cardiac pathology. J Thorac Cardiovasc Surg 1969;58:530-44.
2. Griep RB, Stinson EB, Hollingsworth JF, Buehler D. Prosthetic replacement of the aortic arch. J Thorac Cardiovasc Surg 1975;70:1051-63.
3. Crawford ES, Svensson LG, Coselli JS, Safi HJ, Hess KR. Surgical treatment of aneurysm and/or dissection of the ascending aorta, transverse aortic arch, and ascending aorta and transverse aortic arch. Factors influencing survival in 717 patients. J Thorac Cardiovasc Surg 1989;98:659-74.
4. Ferry PC. Neurologic sequelae of open heart surgery in children. An "irritating question". Am J Dis Child 1990;144:369-73.
5. Greeley WJ, Kern FH, Ungerleider RM, et al. The effect of hypothermic cardiopulmonary bypass and total circulatory arrest on cerebral metabolism in neonates, infants and children. J Thorac Cardiovasc Surg 1991;101:783-94.
6. Griep RB, Ergin MA. Aneurysms of the aortic arch. In: Edmunds LH, ed. Cardiac Surgery in the Adult. New York: Mc Graw-Hill, 1997:1197-226.
7. McCullough JN, Galla JD, Ergin MA, Griep RB. Central nervous system monitoring during operations on the thoracic aorta. Operative Techniques Thorac Cardiovasc Surg 1999;4:87-96.
8. Guerit JM, Verhelest R, Rubay J, et al. The use of somatosensory evoked potentials to determine the optimal degree of hypothermia during circulatory arrest. J Thorac Cardiovasc Surg 1994;9:596-603.

9. Galla JD, Ergin MA, Lansman SL, et al. Use of somatosensory evoked potentials for thoracic and thoracoabdominal aortic resections. *Ann Thorac Surg* 1999;67:1947-52
10. Ghariani S, Liard L, Spaey J, et al. Retrospective study of somatosensory evoked potential monitoring in deep hypothermic circulatory arrest. *Ann Thorac Surg* 1999;67:1915-8.
11. Ergin MA, Uysal S, Reich DL, et al. Temporary neurological dysfunction after deep hypothermic circulatory arrest: A clinical marker of long-term functional deficit. *Ann Thorac Surg* 1999;67:1887-90.
12. Stecker MM, Cheung AT, Pochettino A, et al. Deep hypothermic circulatory arrest: I. Effects of cooling on electroencephalogram and evoked potentials. *Ann Thorac Surg* 2001;71:14-21.
13. Bellinger DC, Wernovsky G, Rappaport LA, et al. Cognitive development of children following early repair of transposition of the great arteries using deep hypothermic circulatory arrest. *Pediatrics* 1991;87:701-7.
14. Jonas RA, Bellinger DC, Rappaport LA, et al. Relationship of pH strategy and developmental outcome after hypothermic circulatory arrest. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993;106:362-8.
15. Cook DJ, Oliver WC, Orszulak TA, et al. A prospective, randomized comparison of cerebral venous oxygen saturation during normothermic and hypothermic cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994;107:1020-9.
16. Croughwell ND, Newman MF, Blumenthal JA, et al. Jugular bulb saturation and cognitive dysfunction after cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1994;58:1702-8.
17. Ünlü Y, Ceviz M, Doğan N, Becit N, Kürşad H, Koçak H. Hipotermik kardiyopulmoner bypassta juguler venöz satürasyonun değerlendirilmesi. *Türk Göğüs Kalp Damar Cer Derg* 2001;9:133-6.
18. Croughwell ND, Smith LR, Quill T, et al. The effect of temperature on cerebral metabolism and blood flow in adults during cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992;103:549-54.
19. Kern FH, Ungerleider RM, Reves JG, et al. Effect of altering pump flow rate on cerebral blood flow and metabolism in infants and children. *Ann Thorac Surg* 1993;56:1366-72.
20. du Plessis AJ, Newburger J, Jonas RA, et al. Cerebral oxygen supply and utilization during infant cardiac surgery. *Ann Neurol* 1995;37:488-97.
21. Dexter F, Hindman BJ. Theoretical analysis of cerebral venous blood hemoglobin oxygen saturation as an index of cerebral oxygenation during hypothermic cardiopulmonary bypass. A counterproposal to the "luxury perfusion" hypothesis. *Anesthesiology* 1995;83:405-12.
22. du Plessis AJ, Newburger J, Hickey P, et al. Cerebral oxygenation during hypothermic cardiopulmonary bypass: Clinical findings support mathematical model. *Anesthesiology* 1996;84:1008-9.
23. Grubhofer G, Lassnigg AM, Schneider B, Rajek MA, Pernerstorfer T, Hiesmayr MJ. Jugular venous bulb oxygen saturation depends on blood pressure during cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1998;65:653-8.
24. Kurth CD, Steven MJ, Nicolson SC, Jacobs ML. Cerebral oxygenation during cardiopulmonary bypass in children. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997;113:71-9.