

Hipotermik Kardiyopulmoner Bypassda Juguler Venöz Oksijen Satürasyonunun Değerlendirilmesi

EVALUATION OF JUGULAR VENOUS BULB OXYGEN SATURATION DURING HYPOTHERMIC CARDIOPULMONARY BYPASS

Dr. Yahya Ünlü, Dr. Münacettin Ceviz, *Dr. Nazım Doğan, Dr. Necip Becit, *Dr. Hüsnü Kürşad, Dr. Hikmet Koçak

*Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Ana Bilim Dalı, Erzurum
Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp ve Damar Cerrahisi Ana Bilim Dalı, Erzurum

Özet

Amaç: Kardiyopulmoner bypassdan (KPB) sonra santral sinir sistemi disfonksiyonu görülebilmektedir. Bunun nedeni serebral perfüzyonun ve oksijenasyonun yetersizliği veya mikroembolizm olabilir. Bu çalışmada hipotermik KPB'de arteriyel ve juguler venöz kan gazları takibi yapılarak bu değerlere etki eden faktörler ortaya konmaya çalışılmıştır.

Materyal ve Metod: Prospektif yürütülen bu çalışmada, elektif olarak opere edilen 11'i koroner bypass ve 9'u kapak replasmanı olmak üzere toplam 20 hastada yapıldı. Kardiyopulmoner bypassda serebral otonümlasyonun etkinliğini değerlendirmek için orta derece hipotermi altında farklı hızlarda ısıtma periyotlarının serebral kan akımı ve juguler venöz oksijen satürasyonu (SjvO₂)'na olan etkileri incelendi.

Bulgular: Juguler venöz oksijen satürasyon değeri KPB esnasında yükselirken, ısıtma esnasında normale doğru azalmaya başladı. (statistiksel olarak, pompa öncesi dönem ile pompa esnasındaki değerler arasında anlamlı artış ($p = 0.001$), pompa sırası ile ısıtma dönemi değerleri arasında anlamlı azalma tespit edildi. Serebral kan akımındaki artışın SjvO₂'deki artışla paralellik gösterdiği ve arteriyel oksijen içeriği (CaO₂) ile venöz oksijen içeriği (CvO₂) farkının pompa esnasında anlamlı olarak azaldığı, ısıtma ile birlikte giderek arttığı tespit edildi.

Sonuç: Juguler venöz oksijen satürasyonu KPB'de hipotermi ile birlikte artarken CaO₂-CvO₂ farkı azalmakta, ısıtma döneminde SjvO₂ azalırken CaO₂-CvO₂ farkı giderek artmaktadır. Bu değişiklikleri etkileyen en önemli faktörler hipotermi, KPB pompa hızı ve yeniden ısıtma hızıdır.

Anahtar kelimeler: Kardiyopulmoner bypass, juguler ven, oksihemoglobin satürasyonu, serebral kan akımı

Türk Göğüs Kalp Damar Cer Derg 2001;9:133-136

Summary

Background: Central nervous system dysfunction after cardiopulmonary bypass (CPB) is frequent and can be caused by inadequate cerebral perfusion and oxygenation or microembolism. We studied the evaluation of the arterial and jugular venous blood gas analysis and the factors that affect these parameters during hypothermic CPB.

Methods: This prospective study was carried out on total 20 patients (11 coronary bypass and 9 valve replacement) operated electively in our department. To evaluate the effectiveness of cerebral autoregulation during CPB, we calculated changes in the cerebral blood flow from changes in the jugular venous oxyhemoglobine saturation (SjvO₂) of the rewarming speed periods during moderate hypothermia.

Results: While the value of jugular venous oxyhemoglobine saturation increased during CPB, it decreased to the values of pre-pump during heating. Statistically a significant increase between pre-pump period and the value in pump ($p = 0.001$), and a significant decrease between pump time and the values of heating period were determined. Increasing the cerebral blood flow induced parallel increases in the SjvO₂. In observing the difference between arterial oxygen content (CaO₂) and venous oxygen content (CvO₂), we determined that CaO₂ and CvO₂ difference significantly decreased during pump and increased with heating period.

Conclusion: We determined that SjvO₂ values increased in CPB with hypothermia but the difference of CaO₂ and CvO₂ decreased and in re-heating period SjvO₂ decreased but CaO₂ and CvO₂ tend to increase. The most important factors on this change are hypothermia, pump flow rate and re-heating rate.

Keywords: Cardiopulmonary bypass, vena jugularis, oxyhemoglobine saturation, and cerebral blood flow

Turkish J Thorac Cardiovasc Surg 2001;9:133-136

Giriş

Kardiyopulmoner bypassdan (KPB) sonra santral sinir sistemi disfonksiyonu sıklıkla ve bu durum uzun süreli nörolojik bozukluklarla sonuçlanmaktadır. Hastaların %64-79'unda postoperatif erken dönemde entellektüel fonksiyon bozuklukları, %2-10'unda ise kalıcı serebral bozukluklar tespit edilmiştir [1]. Bu serebral bozukluğun nedeni tam olarak bilinmemekle beraber, yetersiz serebral perfüzyona bağlı olarak serebral oksijenizasyon azlığına veya mikroembolik değişikliklere bağlı olabilir [2,3]. Kardiyopulmoner bypass esnasında perfüzyonun düşmesiyle birlikte serebral arteriyel hemoglobindeki oksijen kullanım oranı artmaktadır. Bu durumu, juguler vendeki oksijen saturasyonu (SjvO₂) değerindeki azalma yansıtmaktadır. Juguler ven oksijen saturasyonundaki bu düşüş, serebral oksijen arzı ve talebi arasındaki dengesizliğin bir göstergesidir. Kardiyopulmoner bypass esnasında SjvO₂'deki bu azalma, serebral perfüzyon basıncındaki (SPB) azalma ve postoperatif serebral disfonksiyon ile ilişkilidir [2-5]. Bu yüzden, KPB ile ilişkili olan serebral hasar serebral hipoperfüzyona bağlı olabilir. Serebral perfüzyon, SPB'nin (SPB = ortalama arteriyel basınç - juguler venöz basınç) geniş marjı (50-150 mmHg) üzerindeki otoregülasyonu ile sağlanmaktadır [6]. Kardiyopulmoner perfüzyon çözümlü orta derecedeki hipotermi ile yapılmaktadır. Fakat, KPB'nin başlangıç ve bitiminde normotermik perfüzyon söz konusudur. Bu periyotlarda serebral oksijen imbalansına bağlı olarak serebral kan akımı ve oksijen tüketimi değişebilir [7,8].

Bu çalışmada, KPB öncesinde, esnasında, ısınma döneminde ve sonrasında SjvO₂ değerlerini ve serebral kan akımını, arteriyel ile venöz oksijen kontentleri arasındaki farkı ve KPB ısınma hızının SjvO₂ üzerindeki etkilerini araştırdık.

Materyal ve Metod

Bu prospektif çalışma, Kasım 1998 - Nisan 1999 yıllarında kliniğimizde elektif olarak opere edilen 11'i koroner bypass ve 9'u kapak replasmanı üzere toplam 20 hastada gerçekleştirildi. Olguların 12'si (%60) erkek, 8'i (%40) kadın idi. Yaşları 12-63 (ortanca 36) idi. Ameliyat öncesi bütün

hastalara nörolojik değerlendirme yapıldı. Hikayesinde stroke, nörolojik hastalık, sistemik hipertansiyon ve diyabet olan hastalar çalışmaya alınmadı.

Sedasyon 0.05 mg/kg intravenöz (iv) midazolam ile sağlandıktan sonra, radyal artere arteriyel kanül ve sağ internal juguler vene santral venöz kateter yerleştirildi. Elektrokardiyogram ile kalp hızı ve ritmi, sistemik ve santral venöz basınçlar monitörize edildi. İş kayıtları için uygun problemler nazofarinkse ve rektuma yerleştirildi. Entübasyonda balonlu tüp kullanıldı ve hastaya %40-60'lık oksijen ile ventilasyon yapıldı. Anestezi 30-50 mg/kg iv fentanil ve 3 mg/kg iv tiopentan sodyum ile yapıldı. (dame olarak her 5 dakikada bir 0.02 mg/kg fentanil uygulandı).

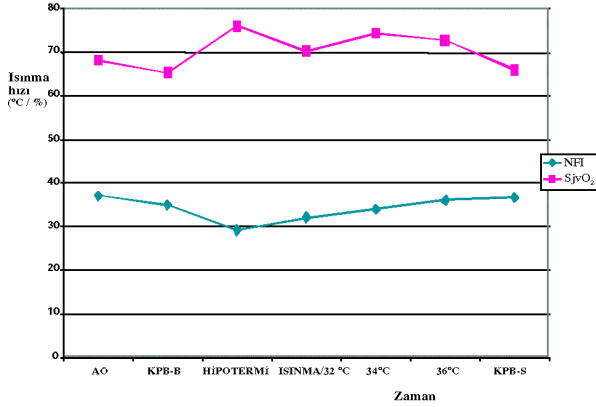
Kardiyopulmoner bypass esnasında ekstrakorporeal dolayım non-pulsatil pompa ile akım hızı 2.2-2.6 L/dak/m² olacak şekilde uygulandı ve membran oksijenatör (Macchi, Baxter®) kullanıldı. Kardiyopulmoner bypass süresince orta derecede hipotermi (28-30°C) uygulandı. Operasyon boyunca arteriyel kan basıncı, kalp hızı, respiratuvar CO₂ konsantrasyonu, nazofaringeal ışı (NFI), juguler venöz basınç, SjvO₂ ve KPB pompa akım hızı sürekli olarak takip edildi. Operasyon süresince her 10 dakikada bir arteriyel ve venöz kan gazı örnekleri alındı. Kardiyopulmoner bypass sırasında pH stat prensibine göre denge sağlandı. Parametrelere KPB öncesi, başlangıçta, esnasında (orta hipotermi dönemi), ısınma döneminde (NFI: 32°C, 34°C ve 36°C'lerde) ve pompa sonrasında bakıldı. Yeniden ısınma hızına göre olgular üç gruba ayrıldı. I. derece ışı ısınma hızı (32-34°C, 34-36°C) Grup I'de 5-9 dak, Grup II'de 10-14 dak, Grup III'de 15-19 dak olarak ayarlandı. Isınma hızı °C/dak olarak tespit edildi. Bu grupların serebral kan akımı ve SjvO₂ ilişkisi araştırıldı.

Kan örneklerinden SjvO₂, arteriyel oksijen saturasyonu (SaO₂), ortalama arteriyel kan basıncı, arteriyel karbon dioksit basıncı (PaCO₂), venöz karbon dioksit basıncı (PvCO₂), arteriyel oksijen basıncı (PaO₂), venöz oksijen basıncı (PvO₂), nazofaringeal ışı, hemoglobin konsantrasyonu (Hb), arteriyel oksijen kontenti (CaO₂), venöz oksijen kontenti (CvO₂), arteriyel pH (pHa), venöz pH (pHv) ve pompa akım hızı (Q) değerlerine bakıldı. Isınma döneminde ortaya çıkan SjvO₂ değerlerindeki değişiklikler ve SjvO₂ ile ısınma dönemi arasındaki ilişkiler araştırıldı.

Tablo 1. Juguler venöz oksijen saturasyonu ve diğer parametreler.

	KPB			ISINMA DÖNEMİ			KPB SONRASI
	ÖNCESİ	BAPLANGIÇ	ESNASI	32°C	34°C	36°C	
SjvO₂ (%)	68 ± 9.71	65.2 ± 10.1	75.9 ± 10.2	70.2 ± 6.9	74.3 ± 7.2	72.5 ± 9.6	65.9 ± 10.2
OAB (mmHg)	85.1 ± 12.5	82.4 ± 11.2	62.7 ± 10.3	69.3 ± 11.9	72.7 ± 13.5	71.8 ± 12.4	75.4 ± 12.4
PaCO₂ (mmHg)	30.1 ± 3.6	29.2 ± 4.8	25.7 ± 5.4	31.8 ± 8.7	32.2 ± 6.3	30.1 ± 9.2	31.7 ± 9.3
NFI (°C)	37 ± 0.4	34.9 ± 0.6	29.1 ± 0.4	32	34	36	36.6 ± 0.7
Hb (g/dL)	13.3 ± 1.4	11.4 ± 0.9	8.4 ± 0.7	7.5 ± 1.5	8 ± 1.1	9.1 ± 1.2	10.2 ± 1.4
CaO₂ (% vol)	18.2 ± 2.3	14.3 ± 0.9	12.5 ± 1.2	10.9 ± 1.8	11.2 ± 1.4	12.1 ± 1.6	13.6 ± 1.1
CaO₂ - CvO₂	5.7 ± 1.8	6 ± 2.1	2.2 ± 0.8	2.7 ± 0.9	2.5 ± 1.2	2.8 ± 0.7	4.4 ± 1.7
pHa	7.42 ± 0.04	7.44 ± 0.03	7.46 ± 0.06	7.39 ± 0.09	7.4 ± 0.1	7.45 ± 0.12	7.47 ± 0.09
Q (L/dak/m²)			2.2 ± 0.12	2.3 ± 0.21	2.4 ± 0.18	2.3 ± 0.2	

CaO₂ = arteriyel oksijen kontenti; CvO₂ = venöz oksijen kontenti; Hb = hemoglobin konsantrasyonu; NFI = nazofaringeal ışı; OAB = ortalama arteriyel kan basıncı; PaCO₂ = arteriyel karbondioksit basıncı; pHa = arteriyel pH; Q = pompa akım hızı; SjvO₂ = juguler venöz oksijen saturasyonu



Grafik 1. Juguler venöz oksijen satürasyonu ile nazofaringeal $\dot{V}O_2$ arasındaki ilişki.

AO = ameliyat öncesi; KPB-B = kardiyopulmoner bypass başlangıcı; KPB-S = kardiyopulmoner bypass sonu; NFI = nazofaringeal $\dot{V}O_2$; SjvO₂ = juguler ven oksijen satürasyonu.

İstatistik

Verilerin ortalama değerleri ve standart sapmaları hesaplandı. Temel değerlerle KPB'nin farklı periyotlarında elde edilen değerler arasındaki farklılıklar Student *t* testi uygulanarak karşılaştırıldı, $p < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular

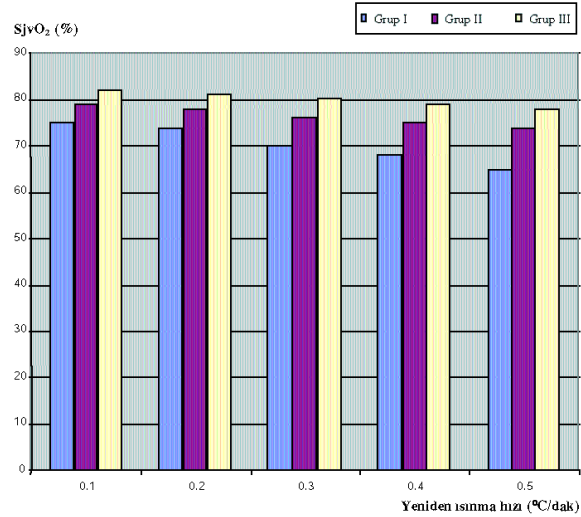
Ortalama KPB süresi 110 ± 33 dak ve kros klemp süresi 62 ± 29 dak idi. Kardiyopulmoner bypass öncesi ve esnasındaki SjvO₂, ortalama arteriyel kan basıncı, PaCO₂, NFI, Hb, CaO₂ ile CVO₂ farkı, pH ve pompa akım hızı değerleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

Juguler venöz oksijen satürasyonu değerinin KPB'ye girişte yükseldiği, ısınma döneminde düştüğü tespit edildi (Grafik 1). İstatistiksel olarak KPB öncesi dönem ile KPB esnasındaki değerler arasında anlamlı artış ($p = 0.001$), KPB esnasıyla ısınma dönemi arasındaki değerlerde anlamlı azalma (NFI = 32°C, $p = 0.003$; 34°C, $p = 0.04$; 36°C, $p = 0.001$) tespit edildi. Kardiyopulmoner bypass öncesi ile sonrası değerler arasında anlamlı fark yoktu ($p = 0.21$). Yeniden ısınma hızına göre SjvO₂'deki değişiklik Grup I'de çok düşük, Grup II'de düşük, Grup III'de daha az düşük olarak tespit edildi (Grafik 2). Serebral kan akımı SjvO₂-SaO₂ farkına ekivalan olarak kullanıldığında için, SjvO₂ ile yeniden ısınma hızı arasındaki ilişki serebral kan akımıyla da paralellik göstermekteydi. Hemoglobün değeri KPB boyunca öncesine göre anlamlı olarak düşük seyretti ($p = 0.001$). Ortalama arteriyel kan basıncı değerleri bakımından KPB öncesi ile sonrası değerler birbirine yakın idi. Fakat KPB esnasında anlamlı oranda düşük kaydedildi ($p = 0.001$).

Arteriyel karbondioksit basıncı değerleri KPB esnasında düşmekte, ısınma ile birlikte yükselmekte ve KPB sonrası normale yaklaşmakta idi. Bu durum istatistiksel olarak anlamlı idi ($p < 0.05$).

Kardiyopulmoner bypass esnasında CaO₂ ile CVO₂ arasındaki farkın anlamlı olarak azaldığı, ısınma ile birlikte giderek arttığı tespit edildi ($p = 0.001$).

Operasyon sonrasında hiçbir hastada nörolojik defisit gözlenmedi.



Grafik 2. Juguler venöz oksijen satürasyonu ile yeniden ısınma hızı arasındaki ilişki (NFI 34 °C'de yapılan ölçümler).

Tartışma

Çalışmamızda orta derecede hipotermik KPB'de yeniden ısınma hızı daha yüksek olan Grup I'de SjvO₂'deki düşüşün daha fazla, yeniden ısınma hızının daha yavaş olduğu Grup III'de SjvO₂'deki düşüşün daha az olduğunu tespit ettik. Bu durum, serebral kan akımındaki (veya diğer bir ifade ile KPB'deki) bir artışın sonucu olarak SjvO₂'deki artışın göstergesidir. Fick prensibine göre, SjvO₂'nin en önemli belirleyicileri serebral metabolik oksijen tüketimi ve serebral kan akımıdır. Serebral metabolik oksijen oranı, verilen anestezinin derinliğinden ve serebral ışıdan etkilenmektedir. Anestezi derinliği, çalışma boyunca aynı seviyede tutulabilmektedir. Oysa serebral $\dot{V}O_2$, hipotermik KPB esnasında rutin olarak güvenilir bir şekilde ölçülememektedir [5,9]. Juguler venöz oksijen satürasyonunun ikinci önemli belirleyicisi serebral kan akımıdır. Kardiyopulmoner bypass esnasında ortalama kan basıncı 50-90 mmHg arasında olacak şekilde regüle iken serebral kan akımında önemli bir değişiklik olmamaktadır [8,10,11]. Ayrıca, serebral kan akımı üzerinde PaCO₂'nin de etkisi vardır. Hiperkapni serebral kan akımını artırırken, hipokapni azaltmaktadır. Keza, serebral metabolik gereksinimlerin karşılanması için PaCO₂'nin yaklaşık olarak 30-40 mmHg olması gerekmektedir [5,12,13]. Juguler venöz oksijen satürasyonu değerinin tayini ile serebral balans hakkında değerli bilgiler elde edilir. Bu işlem için juguler vene oksimetri kateteri yerleştirilerek devamlı SjvO₂ takibi oldukça değerlidir. Daha ideali, bu işlemin noninvaziv olarak yapılmasıdır [3,7,8]. Elimizde noninvaziv serebral oksijen satürasyonu ölçecek sistem olmadığı için, Croughwell ve arkadaşlarının [2] tarif ettiği şekilde juguler vene yerleştirdiğimiz kateterden aldığımız kan örneklerinden SjvO₂ ve diğer değerleri tayin ettik.

Nakajima ve arkadaşlarının [7] yaptıkları çalışmada SjvO₂ değerinde KPB esnasında artış, ısınma döneminde azalma tespit etmişlerdir. Bu değişiklikler, NFI değişiklikleri ile paralellik göstermiştir. Bulgularımız bu çalışma ile uyumlu görünmektedir. Juguler venöz oksijen satürasyonu değeri KPB esnasında yükselirken, ısınma döneminde normale döndü.

azalmaya başlamıştır. Aynı zamanda, CaO_2 ile CvO_2 arasındaki farkın KPB esnasında anlamlı olarak azaldığı ve işinma döneminde giderek arttığını tespit ettik. Bu değişiklik, işinma hızı ile korelasyon göstermekteydi. Bunun sebebi, hızlı işinma ile serebral akım ve metabolizma arasındaki dengenin sağlanmasındaki gecikmeye bağlı olabilir. Bu yüzden serebral oksijen gereksinimi yeterince karşılanamamaktadır. Bütün bu olumsuzlukları engellemek için yeniden işinma hızının daha hızlı ve sabit hızda yapılması, işin farkının ve ortalama kan basıncının optimal düzeylerde tutulması gerekmektedir. Grubhofer ve arkadaşları [5], serebral perfüzyon basıncında 47 mmHg'dan 93 mmHg'ya kadar olan değişikliklerin $SjvO_2$ 'de %4.9'luk artış ve serebral kan akımında ise %19.9'luk artış meydana getirdiğini, bu durumun serebral otonöregülasyonun bozulmasının bir ipareti olduğunu ileri sürmüştür. Sonuç olarak, $SjvO_2$ değeri KPB esnasında hipotermi ile birlikte artmakta, CaO_2 ile CvO_2 arasındaki fark azalmaktadır. İşinma döneminde $SjvO_2$ değeri azalırken, CaO_2 ile CvO_2 arasındaki fark giderek artmaktadır. Yeniden işinmanın daha hızlı olması $SjvO_2$ 'deki düşüş oranının daha fazla, yeniden işinmanın daha yavaş olması $SjvO_2$ 'deki düşüş oranının daha az olmasına neden olmaktadır. Yeniden işinma döneminde $SjvO_2$ değerindeki azalmanın çok hızlı olmasının beyine oksijen sunumu ile oksijen ihtiyacı arasındaki dengeli bozarak rölatif bir hipoperfüzyona sebep olabileceğini göstermesinden dolayı, $SjvO_2$ değerindeki değimin kontrolü ile KPB'de yeniden işinma hızının ayarlanması ve hipoperfüzyona yol açılmadan KPB'nin sonlandırılması tercih edilmelidir.

Kaynaklar

1. Shaw PJ, Bates D, Cartlidge NEF, et al. Neurological and neuropsychological morbidity following major surgery: Comparison of coronary artery and peripheral vascular surgery. *Stroke* 1987;18:700-7.
2. Croughwell ND, Newman MF, Blumenthal JA, et al. Jugular bulb saturation and cognitive dysfunction after cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1994;58:1702-8.
3. Amory D, Benni MS, Chen MS, et al. Reduction of cerebral oxygen saturation during rewarming from hypothermic cardiopulmonary bypass [Abstract]. *Anesth Analg* 1995;80:SCA 1-SCA141.
4. Andrews PJD, Colquhoun AD. Detection of cerebral hypoperfusion during cardiopulmonary bypass. *Anaesthesia* 1994;49:949-53.
5. Grubhofer G, Lassnigg AM, Schneider B, et al. Jugular venous bulb oxygen saturation depends on blood pressure during cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1998;65:653-8.
6. Strangard S, Paulson OB. Cerebral autoregulation. *Stroke* 1984;15:413-6.
7. Nakajima T, Kuro M, Hayashi Y, et al. Clinical evaluation of cerebral oxygen balance during cardiopulmonary bypass: On-line continuous monitoring of jugular venous oxyhemoglobin saturation. *Anesth Analg* 1992;74:630-5.
8. Ceviz M, Kürbat H, Cerrahoğlu M, Doğan N, Ünlü Y, Koçak H. Hipotermik kardiyopulmoner bypassda juguler venöz oksihemoglobin saturasyonu takibinin önemi. *AÜTD* 1996;28:251-4.
9. Stone JG, Young WL, Smith CR, et al. Do standard monitoring sites reflect true brain temperature when profound hypothermia is rapidly induced and reversed? *Anesthesiology* 1995;82:344-51.
10. Brusino FG, Reves JG, Smith LR, et al. The effect of age on cerebral blood flow during hypothermic cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1989;97:541-2.
11. Mutch WAC, Sutton IR, Teskey JM, Cheang MS, Thomson IR. Cerebral pressure-flow relationship during cardiopulmonary bypass in the dog at normothermia and moderate hypothermia. *J Cereb Blood Flow Metab* 1994;14:510-8.
12. Murkin JM, Farrar JK, Tweed WA, et al. Cerebral autoregulation and flow/metabolic coupling during cardiopulmonary bypass. The influence of $PaCO_2$. *Anesth Analg* 1987;66:825-32.
13. Kern FH, Greeley WJ, Ungerleider RM, et al. Cerebral blood flow response to changes in $PaCO_2$ during hypothermic cardiopulmonary bypass in children. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991;101:618-20.