

Araştırma

Pediyatrik Kalp Cerrahisinde Hipoperfüzyon İzleminde Serebral Oksimetre (Fore-Sight) Kullanımı

Fatma UKİL İŞILDAK*, Filiz İZGİ COŞKUN*, Türkan KUDSİOĞLU*, Zeliha TUNCEL*, Sezer KARABULUT*, Buğra HARMANDAR**, Nihan YAPICI*, Zuhul AYKAÇ*

ÖZ

Amaç: Pediyatrik kalp cerrahisi girişimlerinde hastaların doku ve organ perfüzyonu önemlidir. Yetersiz perfüzyona bağlı hipoksemi ve iskemi sıklıkla gözlenmektedir. Çalışmanın amacı, kalp cerrahisi planlanan pediyatrik hastalarda serebral oksimetre monitörizasyonu uygulamasının serebral oksijen dengesizliğini tanımlama, gerekli düzeltici girişimlerin belirlenmesidir.

Gereç ve Yöntem: Hastane Eğitim Planlama ve Koordinasyon Kurulu izni ve ebeveyn onamı alındıktan sonra konjenital kalp cerrahisi planlanan, 4 gün-10 yaş arası 40 hasta çalışmaya alındı. Hastalar 1 yaş altı, 1 yaş üstü ve bu gruplarda $SaO_2 < 92\%$: 2a ve $SaO_2 > 92\%$: 2b olarak alt gruplara ayrıldı. Hastaların özellikleri, kalp hızı, arter ve santral ven basıncı, vücut ısı, $PaCO_2$, PaO_2 , FIO_2 , SaO_2 , $ScVO_2$, laktat, hematokrit ve bölgesel serebral O_2 saturasyonu kaydedildi. Serebral O_2 saturasyonunun hematokrit, ortalama arter basıncı ile korelasyonu değerlendirildi.

Bulgular: Gruplar arasında sağ ve sol serebral O_2 saturasyon değerleri arasında fark yoktu. Olguların ÖAB ve hematokrit değerleri ile serebral O_2 saturasyonu arasında korelasyon olduğu görüldü.

Sonuç: Konjenital kalp cerrahisinde intraoperatif süreçte perfüzyonun serebral oksimetre ile izlenmesi değerli bir göstergedir. Çalışmamızda hipotansiyon, hemodilüsyon, hipovolemi, anemi, gibi doku O_2 'nin bozulduğu durumlarda sağ ve sol serebral oksimetre değerlerinin düştüğünü bunlara yönelik önlemler alındığında değerlerin düzeldiği görüldü.

Anahtar kelimeler: pediyatrik kalp cerrahisi, serebral oksijen saturasyonu, fore-sight

ABSTRACT

The Use of Cerebral Oximetry (Fore-Sight) in the Follow-up Hypoperfusion in Pediatric Cardiac Surgery

Objective: Patient tissue and organ perfusion is important in pediatric cardiac surgery procedures. Hypoxemia and ischemia due to inadequate perfusion are frequently observed. The aim of the study is to identify cerebral oxygen imbalance with cerebral oxymetry monitoring in pediatric patients planned for heart surgery, and to identify the necessary corrective interventions.

Material and Method: After Hospital ethic committee and parental consent 40 patients between ages of 4 days and 10 years scheduled for congenital cardiac surgery were taken into the study. Patients were under 1 year of age and over 1 year of age and were subdivided into $SaO_2 < 92\%$: 2a and $SaO_2 > 92\%$: 2b. Patient characteristics, heart rate, arterial and central venous pressure, body temperature, $PaCO_2$, PaO_2 , FiO_2 , SaO_2 , $ScVO_2$, lactate, hematocrit and regional cerebral O_2 saturation were recorded. Correlation of cerebral O_2 saturation with hematocrit and mean arterial pressure was evaluated.

Results: There was no significant difference in the right and left cerebral oxygenation values between the groups. Hematocrit levels and mean arterial pressure correlated with cerebral O_2 saturation values.

Conclusion: Cerebral oximetry monitoring of perfusion is a valuable indicator during intraoperatively in congenital cardiac surgery. In our study, cerebral oximetry values decreased when tissue O_2 was deteriorated, such as intraoperative hypotension, hemodilution, hypovolemia, anemia, and it was seen that the values improved when these measures were taken.

Keywords: pediatric cardiac anesthesia, cerebral oxygen saturation, fore-sight

Alındığı tarih: 31.03.2017

Kabul tarihi: 31.03.2017

*Dr. Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma, Anestezi ve Reanimasyon Kliniği

**Dr. Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma, Pediyatrik Kalp Cerrahisi Kliniği

Yazışma adresi: Uzm. Dr. Fatma Ukil İşildak, Dr. Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma, Anestezi ve Reanimasyon Kliniği, 34668. Haydarpaşa / İstanbul

e-mail: turkancoruh@gmail.com

GİRİŞ

Günümüzde açık kalp cerrahisinde ameliyat, monitörizasyon teknikleri ve tedavi yöntemlerinin gelişmesi ile morbidite ve mortalite oranları giderek azalmaktadır. Konjenital kalp cerrahisinde pediyatrik olgu-

larda perfüzyon yetersizliğine bağlı hipoksemi ve iskemi sıklıkla gözlenmektedir. Özellikle yenidoğan arteriyel kan akımının homojen dağılmaması, venöz drenajın yetersizliği, emboli, reperfüzyon ya da inflamasyona bağlı % 2-30 arasında nörolojik hasar meydana gelebilmektedir ^[1]. Bu nedenle doku ve organ perfüzyonunun monitorizasyonu oldukça önemlidir ve hemodinamik monitorizasyon, kan gazı analizi, kan laktat düzeyi, karışık venöz oksijen saturasyonu ve saatlik idrar izlemi ile değerlendirilmektedir. Bu tekniklerin yanı sıra serebral doku oksijen saturasyonu izlemi gerçek zamanlı hemodinami ve oksijenasyonun değerlendirilmesini sağlayan bir metottur ^[2,3]. Pulsatil akım gerektirmediği için düşük kalp debisinde ve pulsatil olmayan akımda kullanılabilir ^[4]. NIRS (Near infrared spektroskopisi) monitorizasyonu beyin oksihemoglobin ve deoksihemoglobin doku konsantrasyonu ile ağırlıklı olarak venöz değerleri sunan reyonel serebral oksijen saturasyonunu (rSO₂) gösteren noninvaziv bir analiz yöntemidir ^[2]. Bu amaçla kullanılan çeşitli cihazlar vardır. Çalışmamızda kullanılan fore-sight cihazı dört farklı dalga boyunda lazer ışığı aracılığı ile bazal değerler ile yorum gerektirmeden kesin serebral doku oksijen saturasyonunu ölçmektedir ^[4]. Çalışmalarda, preterm infantlarda hipoperfüzyon izleminde serebral oksimetre kullanılmış ve özellikle düşük doku perfüzyon riski olan çocuklarda rutin monitorizasyon olarak önerilmiştir ^[2]. Çocuk ve erişkinlerdeki klinik verilere göre serebral rSO₂ % 40-50'den daha düşük ya da bazal ölçüme göre %20 farklılık olduğunda hipoksik ve iskemik nörolojik hasar ortaya çıkabileceği belirtilmektedir ^[4]. Çalışmamızda, konjenital kalp cerrahisi uygulanacak siyanotik ve siyanotik olmayan pedyatrik hastalarda serebral oksimetre monitorizasyonu ile doku perfüzyon yetersizliğinin erken tanınması, gerekli düzeltici girişimlerin gerçekleştirilmesi ve geri bildirim mekanizması ile seçilen tedavi yönteminin etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Hastane Eğitim Planlama ve Koordinasyon Kurulu izni ve yazılı ebeveyn onamı alındıktan sonra pedyatrik kalp cerrahisi planlanan, 4 gün ile 10 yaş arasında 40 hasta çalışmaya dâhil edildi. Hasta grupları 1 yaş altı (< 365 gün):1a, 1 yaş üstü (> 365 gün):1b, bu gruplarda kendi içinde SaO₂ < %92: 2a, SaO₂ >%92: 2b olarak alt gruplara ayrıldı. Hastaların ameliyat ön-

cesi 4-6 saatlik açlık sonrasında ketamin hidroklorür (Ketalar flakon, Phizer) 5 mg kg⁻¹ ve 0.1 mg kg⁻¹ midazolam (Dormicum amp, Deva) İM ile premedikasyonu yapıldı. Elektrokardiyografi, pulse oksimetre ve noninvaziv arter basınç monitorizasyonu ile anestezi induksiyonu 0.2 mg kg⁻¹ midazolam, 10 mcg kg⁻¹ fentanil (Talinat amp, Vem ilaç), sevofluran ve 0,1 mg kg⁻¹ rokuronyum (esmeron, MSD) verilerek sağlandı. Hastalar patolojilerine göre FiO₂, tidal volüm (6 ml kg⁻¹) ve solunum hızı yaşa göre ayarlanarak ventile edildi. İnvaziv radyal arter kanülasyonu, santral venöz basınç v.jugularis interna kateterizasyonu (4-5 F, Plastimed, France) yapıldı. Serebral oksijenasyon NIRS (Near infrared spektroskopisi) monitorizasyonu ile yaşa göre belirlenen propların sağ ve sol frontal bölgelere yerleştirilmesi ile sağlandı. Bunun için fore-sight (CAS Medical Systems Inc., Branford, Connecticut, USA) cihazı kullanıldı ve serebral rSO₂ değişimleri sürekli izlendi. Anestezi idamesinde; fentanil (2 mcg kg⁻¹), midazolam (0.1 mg/kg), rokuronyum (0.05 mg kg⁻¹) ve 1 MAC sevofluran kullanıldı. Perfüzyon stratejisi; tüm hastalarda kardiyopulmoner baypas (KPB) başlangıç solüsyonu olarak eritrosit ve tamamlayıcı elektrolit solüsyonu kullanılarak KPB sonrası hematokrit değeri ortalama %30 olması sağlandı. Kardiyak patolojilerine göre hastalar 26-32°C soğutuldu, kros klemp sonrası antegrad hipotermik kan kardiyoplejisi ile kardiyak arrest sağlandı. Sentrifugal pompa akımı (non-pulsatil) 10 kg kadar olan hastalar için 150-200 mL dk.⁻¹ m², 10 kg üzeri olanlarda 2.4-2.6 L dk.⁻¹ m² olarak ayarlandı. KPB sürecinde gerektiğinde hemofiltrasyon uygulandı. α-stat yönetimi ile kan gazı analizi yapıldı. Hastalar intraoperatif ve KPB çıkışında transözefageal ekokardiyografi ile değerlendirildi. Ortalama arter basıncı (OAB), kalp hızı (KH), santral ven basıncı (SVB), kan gazı ölçümleri, santral venöz kan gazı (ScVO₂), laktat, hemoglobin, nazofaringeal ve rektal ısı ve serebral rSO₂ (sağ ve sol) belirlenen dönemlerde (T0: anestezi induksiyonu sonrası, T1: KPB'da hipotermi sırası, T2: KPB da ısınma sırası, T3: KPB'dan çıkış sonrası) kaydedildi.

İstatistiksel analizinde NCSS 2007&PASS, 2008 Statistical Software (Utah, USA) programı kullanıldı. Normal dağılım gösteren parametreler yinelemeli ölçümlerde varyans analizi ve grup içi değerlendirmelerinde Bonferroni, iki grup karşılaştırmalarında Paired Samples Testi kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen parametreler Friedman ve grup içi kar-

şılaştırmalarında Wilcoxon Signed Rank Testi ile değerlendirildi. rSO₂ ölçümleri ile diğer parametrelerin ilişkileri Pearson ve Spearman's korelasyonu ile analiz edildi. Anlamlılık p<0.05 ile p<0.01 düzeylerinde değerlendirildi.

BULGULAR

Hastaların tanılarına göre dağılımı Tablo 1'deki gibi, yaşları 4 gün ile 120 ay (24.3±5.8 ay), cinsiyet dağılımı kız 23 (% 57,5), erkek 17 (% 42,5), ağırlıkları 9.1±5.4 kg (3-33) olarak kaydedildi. Ameliyat tipine göre KPB süreleri 108.13±53.6 (40-263) dk. ve kros süreleri ise 72.24±36.4 (20-183) dk. idi.

OAB değerlerinde 1 yaş altı ve 1 yaş üstü siyanotik ve siyanotik olmayan hastalarda grup içinde istatistiksel fark yoktu, ancak gruplar arası hastaların yaşına bağlı olarak istatistiksel olarak fark saptandı (p<0.05) (Tablo 2). Kalp hızları hastaların yaşlarına göre beklendi-

ği şekilde kaydedildi, fark yoktu (Tablo 3). PaO₂ değerleri siyanotik (164.2±44.6) ve siyanotik olmayan (71.4±22.6) hastalar arasında T0 (indüksiyon sonrası) döneminde gruplar arası, siyanotik hastalarda T0 ile diğer dönemler arasında grup içi istatistiksel fark vardı (p<0.001). SaO₂ değerleri de siyanotik (85.6±10.8) ve siyanotik olmayan (99.1±0.8) gruplarda PaO₂ ile aynı dönemlerde farklıydı (p<0.05) (Tablo 4). PaCO₂ değerlerinde ise 33.9±4.6 (24-42) [grup içi ve gruplar arası istatistiksel fark saptanmadı (p>0.05)]. Hematokrit düzeylerinde siyanotik (44.5±4.5) ve siyanotik olmayan (36.2±5.7) hastalarda T0 döneminde gruplar arası ve KPB'ya bağlı T0 ile diğer dönemler arasında istatistiksel olarak tüm gruplarda grup içinde fark kaydedildi (p>0.05) (Tablo 5).

Sağ ve sol serebral rSO₂'nin fore sight ile ölçümlerinde grup içi ve gruplar arası istatistiksel olarak fark saptanmadı (p>0.05) (Tablo 6). Bir yaş altı SaO₂<%92 (1a) grubunda en düşük ve en yüksek

Tablo 1. Hastaların tanılarına göre dağılımı.

Tanı	1 yaş altı (1a)	1 yaş üstü (1b)	SaO ₂ <% 92 (2a)	2b:SaO ₂ >% 92 (2b)
ALCAPA	1	0	0	1
ASD	0	3	0	3
DORV	2	0	2	0
NORWOOD	3	0	3	0
PAPVD	1	0	0	1
Subaortik ridge	0	1	0	1
TAPVD	2	0	1	1
TGA	5	0	5	0
TOF	2	4	6	0
Truncus artriозus	1	0	0	1
VSD	7	8	0	15
Toplam	24	16	17	23

ALCAPA: pulmoner arterden kaynaklanan anormal sol ana koroner arter; VSD: ventriküler septal defekt, TOF: Fallot tetralojisi, TGA: büyük arterlerin transpozisyonu, TAPVD: total anormal pulmoner venöz dönüş, PAPVD: parsiyel anormal pulmoner venöz dönüş, DORV: çift çıkımlı sağ ventrikül, ASD; atriyal septal defekt.

Tablo 2. OAB (mmHg) basınçları.

	T0	T1	T2	T3
1 yaş altı				
1a (SaO ₂ <%92)	43.5±15.4	41.8±10.2	41.8±8.7	45.4±13.8
1b (SaO ₂ >%92)	44.5±15.4	43.8±10.2	42.8±8.7	45.9±13.8
1 yaş üstü				
2a (SaO ₂ <%92)	53.5±15.4 †	51.8±10.2 †	51.8±8.7 †	55.4±13.8 †
2b (SaO ₂ >%92)	53.8±15.4 †	52.1±9.2 †	52.2±11.9 †	56.6±6.4 †

OAB: Ortalama arter basıncı (Ortalama±SD) † p < 0.05; gruplar arası
T0: İndüksiyon sonrası, T1: KPB dönemi, T2: KPB (yeniden ısınma dönemi),
T3: KPB'dan çıktıktan sonraki dönem

Tablo 3. Kalp atım hızı (atım/dk.).

	T0	T1	T2	T3
1 yaş altı				
1a (SaO ₂ <%92)	113.4±15.4	110.4±10.2	121.1±9.4	116.4±8.7
1b (SaO ₂ >%92)	112.5±16.1	108.5±14.5	116.5±11.2	112.5±9.1
1 yaş üstü				
2a (SaO ₂ <%92)	99.8±14.7	99.1±9.7	118.2±9.2	109.8±7.9
2b (SaO ₂ >%92)	106.5±15.4	103.8±10.2	110.5±8.4	106.5±15.4

(Ortalama±SD)

T1*: KPB sürecinde kros klemp öncesi

Tablo 4. SaO₂ (%).

	T0	T1	T2	T3
1 yaş altı				
1a (SaO ₂ <%92)	84.5±12.8* †	98.1±1.9*	97.9±1.8*	98.1±1.6*
1b (SaO ₂ >%92)	98.6±1.1 †	99.0±0.7	98.4±0.6	99.1±0.5
1 yaş üstü				
2a (SaO ₂ <%92)	85.6±10.8* †	98.5±1.4*	98.1±1.6*	98.6±1.3*
2b (SaO ₂ >%92)	99.1±0.8 †	99.1±1.3	98.6±0.7	99.4±0.5

(Ortalama±SD)

* grup içi, † gruplararası (p < 0.05)

Tablo 5. Hematokrit (%) değerleri.

	T0	T1	T2	T3
1 yaş altı				
1a (SaO ₂ <%92)	44.5±4.5†	30.1±4.6*	28.4±3.6*	32.5±3.8*
1b (SaO ₂ >%92)	36.2±5.7†	29.8±4.9*	27.8±3.9*	30.1±3.2*
1 yaş üstü				
2a (SaO ₂ <%92)	46.1±4.4†	31.5±4.3*	28.9±4.3*	33.4±3.5*
2b (SaO ₂ >%92)	35.6±4.7†	27.7±5.8*	26.1±3.8*	30.3±2.9*

(Ortalama±SD)

* grup içi, † gruplararası (p < 0.05)

Tablo 6. Sağ-Sol fore sight ölçümleri (%).

	T0	T1*	T2	T3
1 yaş altı	Sağ/Sol	Sağ/Sol	Sağ/Sol	Sağ/Sol
1a (SaO ₂ <%92)	67±7.5/66.7±7.1	59.7±7.3/58.2±6.4	57.8±7.1/56.9±6.5	69±7.5/68.7±7.1
1b (SaO ₂ >%92)	67±7.4/66.7±6.1	60.8±7.5/60.1±7.4	59.8±7.3/60.1±7.3	68±7.4/66.7±6.1
1 yaş üstü				
2a (SaO ₂ <%92)	66.1±7.0/67.2±7.1	60.7±7.2/60.2±6.3	58.8±7.0/57.9±6.4	69.8±6.9/68.8±7.0
2b (SaO ₂ >%92)	68.0±7.5/66.7±6.1	61.2±6.5/60.0±6.4	60.2±7.2/60.1±7.5	69.9±7.1/67.8±6.7

T1*: KPB sürecinde kros klemp öncesi

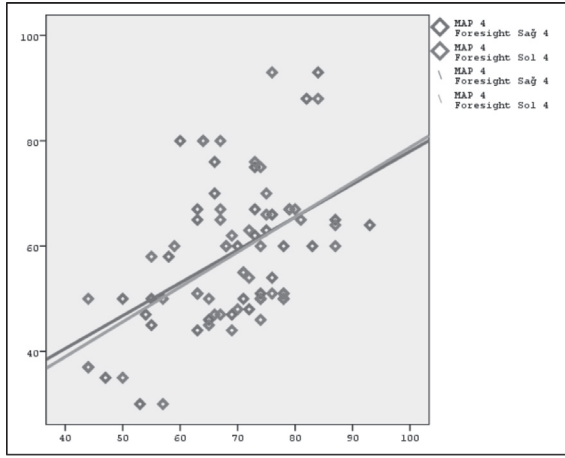
fore sight değerleri (%39-%74), SaO₂>%92 (1b) grubunda (%43-%76), 1 yaş üstü SaO₂<% 92 (2a) grubunda (%40-%77), SaO₂>% 92 (2b) grubunda ise (%46-%78) olarak kaydedildi. Özellikle KPB'tan sonra (T3) OAB ile sağ ve sol serebral rSO₂ ölçüm-

leri ile pozitif yönde korelasyon %50.3 istatistiksel olarak anlamlı bulundu (r=0.503; p<0.01) (Şekil 1). Hematokrit değerleri KPB'a girdikten sonra düşmesine rağmen fore-sight sağ ve sol serebral serebral rSO₂ ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı

Tablo 7. Laktat (mmol/L) ölçümleri.

	T0	T1*	T2	T3
1 yaş altı				
1a (SaO ₂ <%92)	1.7±2.3	2.7±2.02	4.5±2.02*	4.1±2.09*
1b (SaO ₂ >%92)	1.6±1.9	2.0±1.9	3.8±1.9*	3.2±2.1*
1 yaş üstü				
2a (SaO ₂ <%92)	1.7±2.1	2,5±1.89	4.3±2.02*	3.9±2,5*
2b (SaO ₂ >%92)	1,5±1.8	2.2±1.89	3.6±1.8*	3.2±2.2*

(Ortalama±SD) * grup içi (p < 0.05)



Şekil 1. OAB ile sağ ve sol serebral rSO₂ ölçümleri ile pozitif yönde korelasyon %50.3 istatistiksel olarak anlamlı bulundu (r=0.503; p<0.01).

ilişki saptanmadı (r=0.073; p>0.05). Laktat ölçümleri bütün gruplarda T2 ve T3 dönemleri T0'a göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulundu (p<0,05) (Tablo 6). Laktat ile serebral rSO₂ korelasyon bakıldığında KPB'ya girmeden önce ve çıktıktan sonra aralarındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı değildi.

TARTIŞMA

Çalışmamızda 1 yaş altı ve 1 yaş üstü siyanotik ve siyanotik olmayan pediyatrik hastaların fore-sight ile izlenen serebral rSO₂'nin diğer parametreler ile operasyon süresince korelasyonu izlendi. Sağ ve sol serebral rSO₂'nin fore sight ile ölçümlerinde grup içi ve gruplararası istatistiksel olarak fark saptanmadı (p>0.05).

KPB'ın pediyatrik hastalar üzerinde fizyolojik etkileri, hipotermi yada total sirkülatuar arrest, hemodilüsyon, perfüzyon basıncı ve pompa akım hızı ve farklı pH yönetim teknikleri (alfa-stat yada pH-stat)

nedeniyle global perfüzyonu değerlendirmek gerekmektedir. Serebral oksimetre perfüzyonda oluşabilecek sorunları kısa süre içinde gösterebilmekte ve serebral oksihemoglobin desatürasyonunun, nörofizyolojik anormalliklerin çoğunu açıklayabileceği ileri sürülmektedir [6]. Olguların 2/3'ünde tespit edilebilen nörolojik sorunlara operasyon süresince perfüzyonist, cerrah ya da anesteziist tarafından müdahale edilebileceği bildirilmektedir [7,8]. İntraoperatif dönemde hipotansiyon, hemodilüsyon, hipovolemi, anemi, kateter malpozisyonu gibi nedenlerle doku oksijenasyonunun bozulduğu durumlarda serebral rSO₂ düştüğünü bunlara yönelik önlemler alındığında rSO₂'nin düzeldiği gözlemlenmektedir [9,10].

Çalışmamızda özellikle KPB'tan sonra OAB ile foresight sağ ve sol serebral rSO₂ ölçümleri ile pozitif yönde korelasyon istatistiksel olarak anlamlı bulundu (r=0,503; p<0,01). KPB sonrası sıvı yada inotrop verilmesi OAB'nın yükselmesi rSO₂ değerlerinin düzelmesini sağlamaktadır.

Siyanotik hastalarda konjenital defekte bağlı olarak oksijenlenmeyen kan akciğere uğramadan sistemik dolaşıma katılmakta bu fizyopatoloji ile polistemi, SaO₂ düşüklüğü görülmektedir. Hematokrit düzeyi ile rSO₂ değerleri arasında KPB'ta negatif korelasyonun hematokrit seviyesinden çok perfüzyondan etkilendiğini düşündüren çalışmalar olduğu gibi rSO₂ değerinin KPB'a ilk geçişte hemodilüsyon ve hematokritin düşmesine bağlı düştüğü, hematokrit yükseldikçe rSO₂ değerlerinin yükseldiği gösteren çalışmalar vardır [11]. Kadoi'nin çalışmasında başlangıç solüsyonu olarak kan kullanılan hasta grubu ile dengeli kristalloid kullanılan pediyatrik hastalarda rSO₂ değerlerinde farklılık saptanmamış, pulmoner kan akımına bağlı yüksek hematokrit değerlerinin rSO₂ değerine yansımadağı, akıma bağlı olabileceği

şeklinde yorumlanmıştır^[12]. Buna karşın Quarti A ve ark.^[1] KPB'ya girişte İNVOS değerlerinin hemodilüsyona ve hematokrit seviyesinin azalmasına bağlı olarak düştüğünü savunmaktadırlar. Çalışmamızda KPB başlamasından sonra hemodilüsyon ile siyanotik ve siyanotik olmayan gruplarda hemotokrit seviyeleri düşmüş bu rSO₂ değerlerine yansımış ancak istatistiksel fark bulunmamıştır.

Tominaga ve ark.^[13] non-pulsatil hipotermik KPB sırasında PaCO₂ değerlerindeki değişikliklerden serebral kan akımının etkilendiğini belirtilmiş, istatistiksel olarak anlamlı olmasa da PaCO₂ değerlerinin artırılmasının rSO₂ değerlerini arttırdığını gözlemlemiştir. Bizde KPB öncesi ve sonrası istatistiksel olarak anlamlı olmasada PaCO₂ değişimlerin serebral rSO₂ değerlerini etkilediğini gözlemledik.

Laktat ile serebral rSO₂ korelasyon bakıldığında KPB'a girmeden önce ve çıktıktan sonra aralarındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Yapılan çalışmalarda KPB sonrası hiperlaktateminin, daha uzun süreli KPB gerektiren prosedürlerde yükselmeye eğilimli olduğu, ancak düşük bir O₂ sunumu ile ilişkiden bağımsız olduğu ve hiperglisemi ile de ilişkili olduğu belirtilmiştir^[14]. Ancak O₂ sunumu kritik bir seviyenin altına indiğinde O₂ tüketimi sunuma bağımlı hâle gelmekte ve laktik asidoz oluşabilmektedir. Hiperlaktatemi aslında tüm bu olayların bir sonucudur. Çalışmamızda KPB sırasında görülen hiperlaktatemi nedenini hemodilüsyon ve periferik O₂ sunumunun düşük olmasına, ayrıca KPB ile pulsatil akımdan non-pulsatil akıma geçiş ve kardiyak patolojiye bağlı uzun operasyon sürecine bağladık.

Sonuç olarak; çalışmamızda 1 yaş altı ve 1 yaş üstü siyanotik ve siyanotik olmayan pediatrik hastaların hematokrit, oksijen saturasyonlarının farklı olmasına rağmen fore-sight ile ölçülen sağ ve sol serebral rSO₂ değerleri benzer olarak saptandı. Ancak KPB sırasında bir çok faktöre bağlı olabilen doku perfüzyonu konjenital pediatrik kalp cerrahisinde serebral rSO₂ değerleri tek başına yeterli olmasa da noninvasiv hipoperfüzyon ve nöromonitorizasyon izlemi için önemli bir göstergedir

KAYNAKLAR

1. **Quarti A, Manfrini F, Oggianu A, D'Orfeo F, Genova S, Silvano R, Pozzi M.** Non-invasive cerebral oximetry monitoring during cardiopulmonary bypass in congenital cardiac surgery: a starting point. *Perfusion* 2011;26(4):289-93. <https://doi.org/10.1177/0267659111399952>
2. **Andropoulos DB, Stayer SA, Diaz LK, Ramamorthy C.** Neurological monitoring for congenital heart surgery. *Anesth Analg* 2004;99:1365-75. <https://doi.org/10.1213/01.ANE.0000134808.52676.4D>
3. **Hoffman GM, Ghanayem NS, Tweddell JS.** Noninvasive assessment of cardiac output. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Ped Card Surg Ann* 2005;8:12-21. <https://doi.org/10.1053/j.pcsu.2005.01.005>
4. **MacLeod DB, Ikeda K, Keifer JC, et al.** Validation of the CAS adult cerebral oximeter during hypoxia in healthy volunteers. *Anesth Analg* 2006;102:S4. Jobsis FF.
5. **McQuillen PS, Nishimoto MS, Bottrell CL, et al.** Regional and central venous oxygen saturation monitoring following pediatric cardiac surgery: concordance and association with clinical variables. *Pediatr Crit Care Med* 2007;8:154-60. <https://doi.org/10.1097/01.PCC.0000257101.37171.BE>
6. **Clark JB, Barnes ML, Undar A, Myers JL.** Multimodality neuromonitoring for pediatric cardiac surgery: our approach and a critical appraisal of the available evidence. *World Journal for Pediatric and Congenital Heart Surgery* 2012;3:87-95. <https://doi.org/10.1177/2150135111418257>
7. **Goldman S, Sutter F, Ferdinand F, Trace C.** Optimizing intraoperative cerebral oxygen delivery using noninvasive cerebral oximetry decreases the incidence of stroke for cardiac surgical patients. *Heart Surg Forum* 2004;7(5):E376-81. <https://doi.org/10.1532/HSF98.20041062>
8. **Clark JB, Qui F, Guan Y, Woitas KR, Myers JL, Undar A.** Microemboli detection and classification during pediatric cardiopulmonary bypass. *World Journal for Pediatric and Congenital Heart Surgery* 2011;2:111-4. <https://doi.org/10.1177/2150135110387621>
9. **Demir ZA, Karadeniz Ü, Dönmez A, Aydın B, Paç A, Paç M et al.** An evaluation of bilateral cerebral oxygen saturation during cyanotic and non-cyanotic cardiac surgery. *Türk Gogus Kalp Damar* 2016;24(4):619-26. <https://doi.org/10.5606/tgkdc.dergisi.2016.12679>
10. **Kussman B D, Wypij D, DiNardo J A, Newburger J, Jonas RA, Bartlett J, et al.** An evaluation of bilateral monitoring of cerebral oxygen saturation during pediatric cardiac surgery. *Anesth Analg* 2005;101:1294-300. <https://doi.org/10.1213/01.ANE.0000180205.85490.85>
11. **Kadoi Y, Kawahara F, Saito S, et al.** Effects of hypothermic and normothermic cardiopulmonary bypass on brain oxygenation. *Ann Thorac Surg* 1999;68:34-9. Nagdyman N, Fleck T, Barth S, et al. Relation of cerebral tissue oxygenation index to central venous oxygen saturation in children. *Intensive Care Med* 2007;30:468-71 <https://doi.org/10.1007/s00134-003-2101-8>
12. **Tominaga R, Smith WA, Massiello A, Harasaki H, Golding LAR.** Chronic nonpulsatile blood flow. I. Cerebral autoregulation in chronic nonpulsatile biventricular bypass: carotid blood flow response to hypercapnia. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994;108:907-12.
13. **Ranucci M, De Toffol B, Isgro G, Romitti F, Conti D, Vicentini M.** Hyperlactatemia during cardiopulmonary bypass: determinants and impact on postoperative outcome. *Crit Care Med* 2006;10(6).