

# Avaliação de nova técnica de hemoconcentração e da necessidade de transfusão de hemoderivados em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea

*Assessment of a new technique of hemoconcentration and the necessities of blood derivatives for transfusion in patients submitted to heart surgery using cardiopulmonary bypass*

Dulcimar Donizete de SOUZA<sup>1</sup>, Domingo Marcolino BRAILE<sup>1</sup>

RBCCV 44205-696

## Resumo

**Objetivo:** Avaliar uma nova técnica de hemoconcentração e a necessidade de transfusão de hemoderivados.

**Método:** Foram estudados 140 indivíduos adultos submetidos à cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea (CEC), sendo 86 (61,4%) do sexo masculino e 54 (38,6%) do feminino, divididos em dois grupos de acordo com a utilização ou não de uma nova técnica com hemoconcentrador. O grupo A (sem hemoconcentrador) incluiu 70 pacientes e o B (com hemoconcentrador) 70 indivíduos.

**Resultados:** Esta técnica de hemoconcentração mostrou-se factível, não acrescentando complicações intra e pós-operatórias para o paciente. Utilizou-se menor quantidade de sangue e de plasma durante e após CEC, nos indivíduos do grupo B. Também o balanço de líquidos, após CEC, neste grupo, foi menor quando comparado ao grupo A.

**Conclusões:** Concluiu-se que a nova técnica de hemoconcentração foi eficaz na remoção de líquidos, permitiu maior aproveitamento do sangue remanescente no oxigenador e reduziu o uso de hemoderivados durante e pós-CEC.

**Descritores:** Hemofiltração, métodos. Procedimentos cirúrgicos cardíacos. Circulação extracorpórea, métodos. Transfusão de sangue autóloga, métodos.

## Abstract

**Objective:** To assess a new technique of hemoconcentration and the necessity of blood derivative transfusion.

**Method:** Eighty-six male (61.4%) and 54 female (38.6%) patients submitted to heart surgery under cardiopulmonary bypass were divided into two groups of 70 patients each according to conventional technique of blood preparation (Group A) and

Trabalho realizado no Hospital de Base da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto.

<sup>1</sup> Hospital de Base da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto.

Endereço para Correspondência: Prof. Dr. Dulcimar Donizete de Souza

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto

Av. Brig. Faria Lima 5416

São José do Rio Preto - SP - Brasil - 15090-000

E-mail: dulcimards@hotmail.com

Artigo recebido em novembro de 2003

Artigo aprovado em setembro de 2004

the use of the new technique of hemoconcentration.

**Results:** The hemoconcentration technique is feasible and did not alter the intra- and postoperative complications of the patients. The amount of blood and plasma used during and after cardiopulmonary bypass was less in Group B patients. Moreover, the fluid balance after cardiopulmonary bypass in this group was better when compared to the Group A patients.

**Conclusions:** The new technique of hemoconcentration

was efficient regarding removal of fluids, allowed a better use of oxygenator residual contents and decreased the amounts of blood derivatives used during and after cardiopulmonary bypass.

**Descriptors:** Hemofiltration, methods. Cardiac surgical procedures. Blood transfusion, autologous, method. Extracorporeal circulation, methods.

## INTRODUÇÃO

Desde a primeira operação com suporte circulatório extracorpóreo realizada por GIBBON, em 1953 [1], o desenvolvimento da circulação extracorpórea (CEC) foi bastante rápido. Atualmente, a CEC não somente substituiu as funções cardiopulmonares, mas busca manter a integridade celular, a estrutura, a função e o metabolismo dos órgãos e sistemas do indivíduo, permitindo operações mais complexas e prolongadas [2].

Nas primeiras tentativas de uso clínico da CEC, admitiu-se que a conduta mais fisiológica seria o preenchimento da máquina coração-pulmão com sangue fresco [1]. Demanda para uso desse sangue gerava sobrecarga aos bancos de sangue e natural limitação ao número de procedimentos [2]. Uma alternativa foi a utilização de sangue preservado em solução de citrato, sem inconvenientes em relação ao sangue fresco heparinizado [3]. Entretanto, pacientes operados com o uso de sangue homólogo, fresco ou citratado, apresentavam quadro complexo logo no início da perfusão, caracterizado por hipotensão arterial e queda do retorno venoso. Outras complicações relativas ao uso de sangue homólogo incluíam hemólise, desnaturação de proteínas e hepatite, freqüentemente com graves seqüelas [2].

Visando reduzir a necessidade de sangue, PANICO e NEPTUNE [4], em 1959, desenvolveram oxigenador no qual uma parte do perfusato era soro fisiológico. Esse sistema possibilitou a realização de muitos trabalhos experimentais e clínicos, resultando no conceito da hemodiluição. MORAIS et al. [5] foram pioneiros ao introduzir, em 1960, a hemodiluição pela utilização de plasma no oxigenador em substituição ao sangue, havendo melhora da oxigenação obtida durante a perfusão.

Por outro lado, um ganho hídrico excessivo pode resultar em complicações e levar a necessidade de utilização de técnicas de hemofiltração. Se a hemodiluição não for realizada criteriosamente pode reduzir os níveis da hemoglobina, diminuindo o transporte e a oferta de oxigênio para os tecidos, podendo ocorrer hipóxia, apesar de  $pO_2$  elevada no sangue arterial.

WALPOTH et al. [7] avaliaram a qualidade do sangue hemoconcentrado de 11 pacientes submetidos à cirurgia

cardíaca com circulação extracorpórea e hemofiltração e compararam com outros 11 pacientes (grupo controle) submetidos à cirurgia cardíaca com CEC sem hemofiltração. Constataram que a hemofiltração durante a CEC é um método seguro e eficaz para remoção de água e para concentração de hemácias e proteínas sem efeitos adversos sobre a hemodinâmica dos pacientes, qualidade do sangue e necessidade de volume.

Na última década, a hemoconcentração em cirurgias cardíacas com CEC tem sido muito estudada. As principais vantagens incluem filtração dos mediadores da reação inflamatória generalizada [8], diminuição da quantidade de endotoxinas circulantes [9], remoção do excesso de água corpórea e da hipertensão pulmonar [10].

No Brasil os primeiros trabalhos sobre hemofiltração durante CEC foram experimentais [11], com aplicação clínica posterior [12]. A técnica de hemofiltração foi aperfeiçoada e, posteriormente, modificada pela equipe do Dr. Elliott, que mudou a posição do hemofiltro no circuito de CEC e o momento do seu uso [13].

Atualmente, existem dois métodos de hemoconcentração: convencional e modificado. No convencional, o hemoconcentrador é instalado no circuito da CEC usualmente na linha de recirculação do oxigenador ou por meio de outra bomba para hemoconcentrar durante CEC [12]. No método modificado, a hemoconcentração é feita por meio de bomba, aspirando-se o sangue da aorta, passando pelo hemoconcentrador e injetando-se no átrio direito após CEC [13].

Diante da escassa literatura nacional existente, justificase o interesse em avaliar nova técnica de hemoconcentração em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea, que inclui a hemoconcentração efetuada em dois momentos, durante CEC com a velocidade de filtração dependente do hematócrito e do volume de sangue no reservatório venoso e antes da infusão do volume residual (sangue arterial e venoso) do oxigenador no paciente, visando reduzir a necessidade de transfusão de sangue e hemoderivados no pós-operatório.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar uma nova técnica de hemoconcentração durante cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea com ou sem hemoconcentrador e a

necessidade de transfusão de hemoderivados nos pacientes.

## MÉTODO

Foram estudados 140 pacientes adultos submetidos à cirurgia cardíaca com CEC, sendo 86 (61,4%) do sexo masculino e 54 (38,6%) do feminino, com idade entre 21 e 82 anos,  $55,1 \pm 14,3$  anos para 70 pacientes do grupo A (sem hemoconcentrador) e 16 e 74 anos,  $54,8 \pm 13,6$  anos para 70 pacientes do grupo B (com hemoconcentrador); superfície corpórea entre 1,38 e 2,25 m<sup>2</sup>,  $1,74 \pm 0,16$  m<sup>2</sup> para pacientes do grupo A e 1,36 e 2 m<sup>2</sup>,  $1,71 \pm 0,17$  m<sup>2</sup> para pacientes do grupo B, sem distinção de grupo étnico. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto (Famerp).

Todos os pacientes foram atendidos no Serviço de Cirurgia Cardíaca do Hospital de Base (HB) de São José do Rio Preto, SP, no período de 1999 a 2001.

Durante a operação, na substituição das funções cardiopulmonares utilizou-se bomba de CEC modelo BEC 2000 composta de quatro módulos (arterial, cardioplegia e dois aspiradores) e oxigenadores de membrana adulto ou pediátrico (Braile Biomédica, São José do Rio Preto, SP) de acordo com peso do paciente.

Para aplicação da nova técnica, o hemoconcentrador foi montado na linha de recirculação com derivação em "Y" para o sistema de cardiomicroplegia, sendo colocados derivação de 1/8" (da saída de coleta venosa até antes do rolete da cardioplegia) e tubo de 1/4" (da saída da cardiomicroplegia até a entrada do hemoconcentrador por meio de "Y" 1/4" x 1/4" x 1/4") - Figura 1.

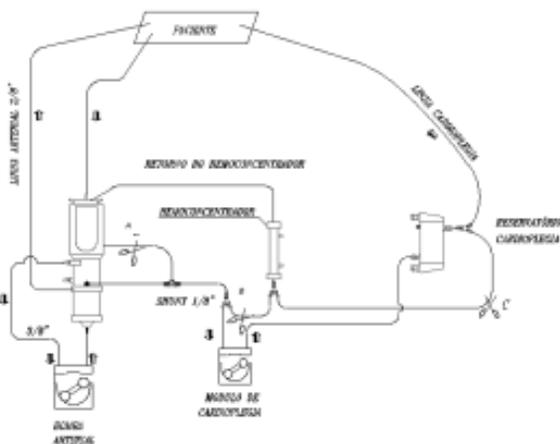


Fig. 1 - Circuito de circulação extracorpórea mostrando posição do hemoconcentrador ainda não em funcionamento. A = pinçamento da derivação venosa para a linha de cardioplegia; B = pinçamento na entrada do hemoconcentrador; C = pinçamento na saída do sistema de cardiomicroplegia e na entrada do hemoconcentrador.

O volume do preenchimento do circuito extracorpóreo variou de 1650 a 2000 ml, sendo constituído de ringer lactato (q.s.p.), manitol 20% (1 g/kg) e quantidade de concentrado globular determinada pelo cálculo da hemodiluição segundo KIRKLIN e BARRATT-BOYES [14]. Adicionou-se também 15.000 UI de heparina e bicarbonato de sódio 8,4% calculado empiricamente conforme a equação  $1,5 \cdot EB \cdot Vol / 1200$ , sendo EB = excesso de base e Vol = volume do perfusato.

Após heparinização do paciente com 2 mg/kg, o tempo de coagulação ativado (TCA) foi mensurado administrando-se heparina adicional até que o TCA estivesse acima de 480 s, conforme protocolo de BULL et al. [15]. Para conectar o paciente ao circuito extracorpóreo foram canuladas a aorta ascendente e as veias cavas superior e inferior.

A CEC foi conduzida com fluxo entre 2,4 e 2,6 l/min/m<sup>2</sup> em isotermia com temperaturas entre 32 e 34 °C, utilizando no perfusato a quantidade de sangue necessária obtida por meio do cálculo da hemodiluição total e parcial. Durante a CEC, a taxa de hematócrito foi mantida entre 25 e 30%. A resistência vascular sistêmica foi mantida entre 900 e 1200 dinas.s.cm<sup>-5</sup>. Quando a RVS estava abaixo de 900 dinas.s.cm<sup>-5</sup>, foi administrada por via endovenosa noradrenalina (0,01 a 0,1 µg/kg/min) e quando acima de 1200 dinas.s.cm<sup>-5</sup>, drogas anestésicas (midazolam 0,1 a 0,2 mg/kg, sufentanil 0,5 a 1,0 µg/kg) ou nitroprussiato de sódio (1 a 8 µg/kg/min).

Para otimização do uso da hemoconcentração, calculou-se a velocidade de hemofiltração, determinada pela pressão transmembrana, conforme a seguinte equação:  $PTM = (Pe + Ps) / 2 + PV$ , sendo PTM = Pressão transmembrana (mmHg), Pe = Pressão na entrada do hemoconcentrador (mmHg), Ps = Pressão na saída do hemoconcentrador (mmHg) e PV = Valor absoluto da sucção utilizada na saída do filtrado (mmHg). Pressões entre 150 e 230 mmHg correspondem de 10 a 15 ml/min de volume filtrado e entre 350 e 450 mmHg de 40 a 75 ml/min.

Os pacientes foram divididos em dois grupos. O Grupo A foi constituído de 70 indivíduos, cuja manutenção do hematócrito durante a CEC foi efetuada somente pela infusão de sangue e soluções cristalóides. O Grupo B também foi constituído de 70 pacientes, sendo que a manutenção do hematócrito foi feita pela eventual infusão de sangue e soluções cristalóides, mas principalmente pelo uso de hemoconcentração com utilização de hemoconcentrador.

O cálculo da hemodiluição total e parcial nos pacientes do grupo A foi efetuado conforme KIRKLIN e BARRATT-BOYES [14], considerando-se 28% a taxa de hematócrito.

No grupo A, a infusão do volume remanescente na câmara arterial do oxigenador foi realizada invertendo-se o tubo arterial, aspirando-se o volume dos tubos e câmara arterial para o reservatório venoso e infundindo na veia safena por meio da derivação do reservatório venoso para o sistema de cardiomicroplegia.

Nos pacientes do grupo B, considerou-se 25% a taxa de hematócrito, contando com a segurança do hemoconcentrador.

No grupo B, a nova técnica foi aplicada após o início de CEC, de acordo com os seguintes critérios:

1 - Quando o hematócrito encontrava-se entre 25 e 30% e o volume no reservatório venoso do oxigenador acima do nível de segurança, conforme especificação técnica do fabricante (Braile Biomédica), iniciou-se a hemoconcentração (Figura 2) no período de aquecimento com fluxo de filtração entre 10 e 15 ml/min determinado por meio de pressão transmembrana entre 150 e 230 mmHg;

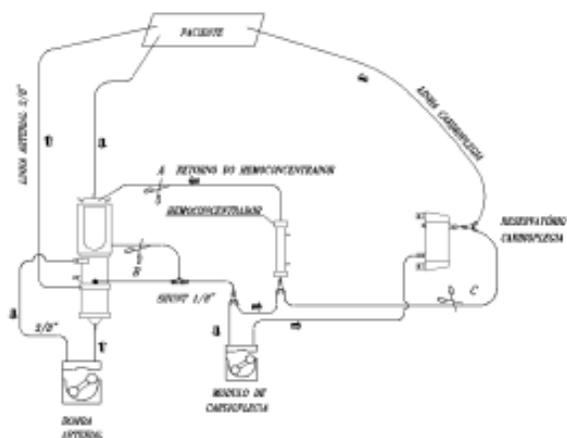


Fig. 2 - Circuito de circulação extracorpórea (CEC) mostrando hemoconcentrador e sistema de cardiomioplegia em funcionamento durante CEC. A = pinçamento parcial na saída do hemoconcentrador que retorna ao reservatório venoso; B= pinçamento da derivação venosa para a linha de cardiomioplegia; C= pinçamento na saída do sistema de cardiomioplegia e na entrada do hemoconcentrador.

2 - Quando o hematócrito era menor que 25% e o volume no oxigenador abaixo de 800 ml até o nível de segurança especificado pelo fabricante do oxigenador, efetuou-se infusão imediata de 300 a 400 ml de concentrado globular e, em seguida, coletada outra amostra de sangue para exame. Havendo correção do hematócrito, iniciou-se a hemoconcentração no período de aquecimento com fluxo de filtração entre 10 e 15 ml/min determinado por pressão transmembrana entre 150 e 230 mmHg;

3 - Quando o hematócrito encontrava-se menor que 25% e volume no oxigenador acima de 800 ml, iniciou-se a hemoconcentração antes do período de aquecimento com fluxo de filtração entre 45 e 70 ml/min determinado por meio de pressão transmembrana entre 350 e 450 mmHg até que o Ht ultrapassasse 25%, e a partir daí reduzindo o fluxo de filtração para 10 a 15 ml/min e a pressão transmembrana para 150 a 230 mmHg com reposição de solução cristalóide (ringer lactato 500 ml) e sulfato de magnésio (10 ml) com fluxo de

filtração entre 10 e 15 ml/min para manter o nível de segurança do reservatório venoso do oxigenador, conforme especificação técnica do produto e para evitar hipovolemia no final da perfusão;

4 - Quando o hematócrito encontrava-se acima de 30%, visando evitar hemólise houve infusão imediata de solução cristalóide com fluxo de filtração entre 10 e 15 ml/min, independente do volume no oxigenador, até que o hematócrito permanecesse entre 25 e 30%, iniciando-se a hemoconcentração somente no período de aquecimento.

A saída da CEC foi efetuada reduzindo-se progressivamente o fluxo arterial e ajustando-se a volemia do paciente, tendo como parâmetros a normalização dos dados hemodinâmicos. A infusão do volume residual do reservatório venoso no paciente seguiu os mesmos parâmetros acima mencionados.

Após a retirada da cânula arterial, aplicou-se técnica desenvolvida pelo Serviço para recuperação e hemoconcentração do sangue residual do circuito (Figuras 3 e 4). Por esta técnica, o sangue residual da câmara arterial do oxigenador de membrana foi totalmente aspirado para o reservatório venoso com a inversão da linha arterial e, em seguida, hemoconcentrado, com auxílio do módulo de cardioplegia até a remoção de 30 a 40% de líquido. Este sangue concentrado foi reinfundido na veia safena do paciente com vazão entre 100 e 150 ml/min, utilizando-se o módulo de cardioplegia, controlado pelo valor obtido da pressão do átrio esquerdo em cm de água por meio de cateter introduzido nessa cavidade, normalmente variando de 10 a 15 cm.

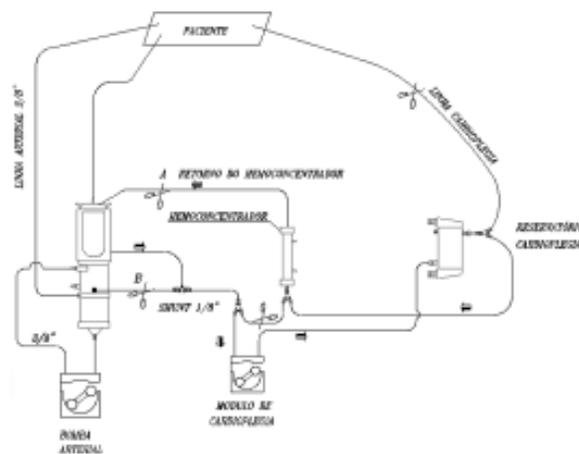


Fig. 3 - Circuito de circulação extracorpórea mostrando hemoconcentração do sangue remanescente no oxigenador. A = pinçamento parcial na saída do hemoconcentrador que retorna ao reservatório venoso; B/B' = pinçamento da linha de recirculação na saída do oxigenador e entrada do hemoconcentrador; C= pinçamento da linha de saída da cardiomioplegia para o paciente.

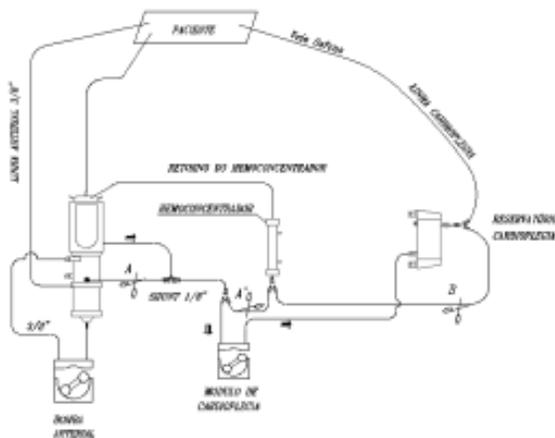


Fig. 4 - Circuito de circulação extracorpórea mostrando reinfusão do hemoconcentrado do volume remanescente no oxigenador para o paciente. A/A' = pinçamento na linha de recirculação da saída do oxigenador e entrada do hemoconcentrador; B = pinçamento da linha de saída da cardioplegia para a entrada do hemoconcentrador.

A administração de protamina calculada na proporção 1:1 foi iniciada antes da infusão dos últimos 300 ml do concentrado do volume remanescente da câmara arterial do oxigenador. Na UTI foi administrado mais 1/3 da dose calculada, a qual foi infundida durante 4 horas.

**Estudo Estatístico**

A comparação entre essas variáveis dos Grupos A e B foi efetuada por meio do teste “t” de Student não pareado bicaudal, com correção de Welch quando havia diferença estatisticamente significativa entre os desvios padrão. O nível de significância considerado foi  $p \leq 0,05$ . A necessidade de transfusão de sangue foi analisada comparando-se os pacientes dos grupos A e B que não receberam sangue e entre aqueles que receberam sangue durante CEC, após saída de CEC, no pós-operatório imediato e 24 horas após procedimento cirúrgico. Nessas comparações utilizou-se teste exato de Fisher. Todos os cálculos e análises foram efetuadas por meio do programa GraphPad InStat versão 3.00 (GraphPad Software, San Diego, Califórnia, Estados Unidos).

**RESULTADOS**

Os valores das taxas de hematócrito inicial, durante a CEC, e final entre os grupos A e B não apresentaram diferença estatisticamente significativa.

A diurese nos pacientes do grupo A variou de 50 a 1800 ml ( $532,43 \pm 351,22$  ml), enquanto que no grupo B de 0 a 1600 ml ( $506 \pm 327,2$  ml). A diferença não foi significativa entre os grupos. Comparando-se a média do volume urinário dos pacientes de ambos os grupos que não receberam sangue (grupo A -  $561,11 \pm 355,86$  ml; grupo B -  $535 \pm$

291,37 ml) com a daqueles que foram transfundidos (grupo A -  $522,50 \pm 352,54$  ml; grupo B -  $428,28 \pm 308,87$  ml), verifica-se maior volume naqueles que não receberam sangue, porém sem diferença estatística significativa.

As quantidades de sangue utilizadas durante CEC, após saída de CEC, no pós-operatório imediato e 24 horas após o procedimento cirúrgico, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Quantidade de sangue (mL) utilizada durante circulação extracorpórea (S-CEC), após saída de CEC (S-pCEC), no pós-operatório imediato (S-POI) e 24 horas após procedimento cirúrgico (S-24) em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca e comparação entre os grupos A (sem hemoconcentrador) e B (com hemoconcentrador) (dp = desvio padrão, P= nível de significância).

	A		B		P
	média	dp	média	dp	
S-CEC	317,9	212,5	146,4	197,3	0,0001***
S-pCEC	157,1	204,9	48,6	187,3	0,0014**
S-POI	28,6	124,4	42,9	127,5	ns
S-24	188,6	131,4	210,7	231,7	ns

\*\*p < 0,01      \*\*\* p < 0,001 ns = não significante

Durante e após saída de CEC, as diferenças entre os grupos A e B foram significantes com valores menores no grupo B ( $P = 0,0001$  e  $P = 0,0014$ , respectivamente). No período pós-operatório e 24 horas após o procedimento cirúrgico, não houve diferença significativa entre os grupos.

A diferença na quantidade de plasma utilizada após saída de CEC foi significativa entre os grupos A e B ( $P = 0,0001$ ) - Figura 5. Durante a CEC, no período pós-operatório e 24 horas após o procedimento cirúrgico, não houve diferença significativa entre os grupos.

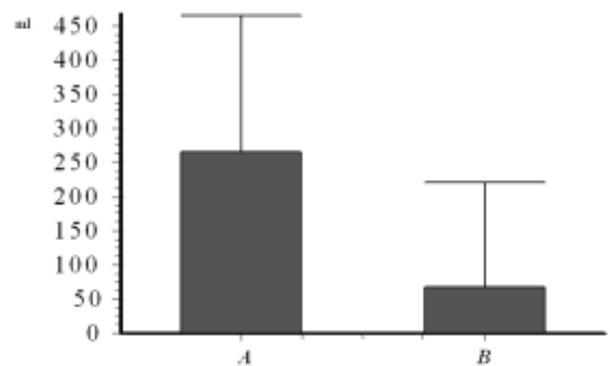


Fig. 5 - Quantidade de plasma utilizada após saída de circulação extracorpórea em pacientes dos grupos A (n = 70) e B (n = 70) submetidos à cirurgia cardíaca (média ± desvio padrão).  $P = 0,0001$ .

O balanço positivo de líquidos na saída de CEC dos pacientes do grupo A variou de 460 a 3010 ml ( $1576,6 \pm 538,41$  ml) e do grupo B, de - 1210 a 3650 ml ( $780,43 \pm 923,54$  ml). Comparando-se as médias dos grupos A e B constatou-se diferença significativa com valores menores para o grupo B ( $P=0,0001$ ) - Figura 6.

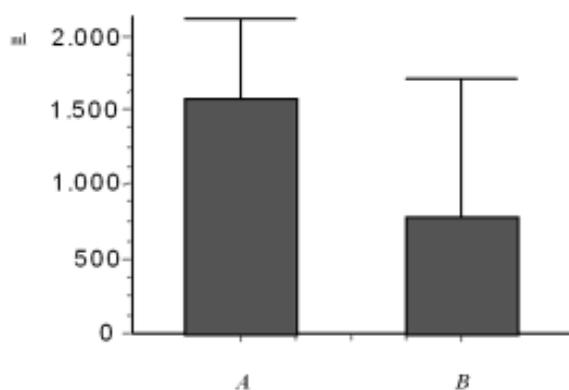


Fig. 6 - Balanço de líquidos na saída de circulação extracorpórea em pacientes dos grupos A ( $n = 70$ ) e B ( $n = 70$ ) submetidos à cirurgia cardíaca (média  $\pm$  desvio padrão).  $P = 0,0001$ .

O tempo de CEC dos pacientes do grupo A variou de 34 a 155 min ( $80,81 \pm 23,6$  min) e do grupo B, de 29 a 222 min ( $87,73 \pm 32,98$  min), não havendo diferença significativa entre as médias dos grupos A e B.

Durante a CEC, 18 pacientes do grupo A ( $n = 70$ ) e 41 do B ( $n = 70$ ) não receberam transfusão de sangue. Constatou-se diferença significativa entre os grupos com menor necessidade de transfusões no grupo B ( $P = 0,0001$ ).

Após saída de CEC, 40 indivíduos do grupo A e 62 do B não receberam sangue, sendo a diferença significativa também favoravelmente ao grupo B ( $P = 0,0001$ ). No pós-operatório imediato não houve transfusão sanguínea em 66 pacientes do grupo A e em 62 do B, não havendo diferença significativa. Em 34 indivíduos do grupo A e 42 do B não houve transfusão de sangue 24 horas após procedimento cirúrgico, sendo a diferença não significativa.

Durante a CEC, o volume médio de sangue recebido pelos pacientes do grupo A foi  $428 \pm 114$  ml ( $n = 52$ ), e do grupo B,  $353 \pm 142$  ml ( $n = 29$ ). A diferença entre os grupos foi significativa ( $P = 0,05$ ).

Após saída de CEC, os indivíduos dos grupos A e B receberam  $367 \pm 143$  ml ( $n = 30$ ) e  $425 \pm 404$  ml ( $n = 8$ ) de sangue respectivamente, sendo a diferença não significativa.

No pós-operatório imediato, o volume de sangue transfundido no grupo A foi  $500 \pm 204$  ml ( $n = 4$ ) e no grupo B,  $375 \pm 134$  ml ( $n = 8$ ), não havendo diferença significativa.

Nos grupos A e B, 24 horas após procedimento cirúrgico, o volume de sangue transfundido foi  $393 \pm 209$  ml ( $n = 28$ ) e

$410 \pm 148$  ml ( $n = 36$ ), respectivamente, sendo a diferença não significativa.

Nos pacientes do grupo A, a duração do período de internação na UTI variou de 1 a 11 dias ( $3,7 \pm 1,8$  dias). No grupo B, esse período variou de 0 a 23 dias ( $3,3 \pm 2,7$  dias). Não houve diferença significativa.

Nos pacientes do grupo A, a duração do período pós-operatório variou de 5 a 32 dias ( $8,4 \pm 3,8$  dias) e do grupo B, de 1 a 35 dias ( $8,7 \pm 5,3$  dias), sendo a diferença não significativa.

#### COMENTÁRIOS

A nova técnica de hemoconcentração utilizada durante as operações cardíacas com CEC pelo Serviço mostrou-se factível, não apresentando dificuldades na montagem do circuito de CECou em sua aplicação, permitindo a execução do procedimento sem intercorrências. Também não proporcionou risco adicional de complicações intra e pós-operatórias para o paciente.

A necessidade de transfusão de hemoderivados foi menor nos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com CEC empregando-se hemoconcentração. Nas operações desses pacientes, as quantidades de sangue utilizadas durante e após CEC, e de plasma após CEC, foram significativamente menores em relação aos indivíduos em que o hemoconcentrador não foi usado. Além disso, o balanço de líquidos, após CEC, com hemoconcentrador, foi menor quando comparado ao obtido sem esse equipamento.

A velocidade de filtração para a hemoconcentração a ser efetuada durante a CEC é dependente do hematócrito, do volume do reservatório venoso e, antes da infusão do volume residual (sangue arterial e venoso), do oxigenador no paciente.

Dos métodos utilizados de hemoconcentração o modificado, quando comparado ao convencional, tem sido mais eficaz na remoção do excesso de líquido [13]. Entretanto, o aproveitamento do sangue remanescente no oxigenador é realizado acrescentando-se solução cristalóide ao reservatório venoso para empurrar o sangue da câmara arterial.

É importante destacar que o volume de sangue contido no tubo arterial e no filtro de linha arterial (aproximadamente 300 ml) é desprezado, podendo ocorrer tanto na hemofiltração convencional como na modificada. Esse sangue poderia ser reaproveitado, pois, segundo WALPOTH et al. [7] e BOLDT et al. [17], o sangue submetido à hemofiltração durante a CEC apresenta boa qualidade.

Diversas formas de aproveitamento do sangue residual vêm sendo utilizadas em serviços de cirurgia cardíaca em todo o mundo, incluindo-se desde técnicas que desprezam todo o volume de sangue arterial do oxigenador, passando por aquelas em que solução cristalóide é adicionada para

empurrar o sangue arterial [13], e àquelas em que ocorre transferência do volume de sangue arterial para o reservatório de cardiectomia para infusão em acesso venoso por meio de equipo apropriado. Em alguns serviços, utiliza-se ainda *cell saver* para a lavagem das hemácias por meio de centrifugação [17].

Nos casos em que o volume de sangue arterial do oxigenador (aproximadamente 1.300 ml) é desprezado, perde-se a oportunidade de reinfundir sangue de boa qualidade [7]. Nas demais situações, o sangue não é totalmente reaproveitado, havendo perda de quantidade considerável (aproximadamente 500 a 700 ml). Quando o sangue é empurrado com solução cristalóide, ocorre hemodiluição e redução do hematócrito de 25% a 30% para 12% a 18%. Usando-se *cell saver*, somente as hemácias são reaproveitadas, perdendo-se plaquetas e plasma com seus elementos de coagulação [18].

Diferentemente das técnicas acima mencionadas, no presente estudo a inversão do tubo arterial para aspiração do sangue do tubo, filtro e câmara arterial para o reservatório venoso, possibilitou nova hemoconcentração do volume remanescente (800 ml) por meio de derivação na linha da cardioplegia e na da saída do sistema de cardioplegia para a entrada do hemoconcentrador por meio do rolete do módulo de cardioplegia. Assim, foi possível a remoção de 30% a 40% de soluto, elevando o hematócrito do sangue remanescente de 25% a 30%, durante CEC, para 35% e 40%, antes da reinfusão.

A quantidade de sangue transfundida durante CEC foi menor nos pacientes do grupo B, resultou principalmente na redução do uso de sangue de doador na bomba de CEC.

Diversos autores mencionam vantagens da redução do uso de sangue durante CEC, como a redução da demanda nos bancos de sangue [19], do risco de doenças (hepatite e síndrome da imunodeficiência adquirida) [20], da reação à transfusão e dos distúrbios de coagulação [21].

Após a CEC, as quantidades de sangue e plasma transfundidas foram menores nos pacientes do grupo B. Nessa fase, o menor volume de sangue utilizado pelos pacientes desse grupo foi devido a não necessidade de efetuar transfusão sangüínea, durante o procedimento de revisão de hemostasia e fechamento cirúrgico do paciente, pois a taxa de hematócrito final dos indivíduos do grupo B apresentou média igual a 33,7% (29 a 42%), próxima aos padrões utilizados pelo Serviço. A menor quantidade de plasma utilizada nesse grupo foi devido a possibilidade do emprego de maior volume de solução cristalóide.

O balanço de líquidos na saída de CEC apresentou valores significativamente menores nos pacientes do grupo B. Isso se deveu ao fato de que o hemoconcentrador foi eficaz na retirada do excesso de líquidos provenientes da composição do perfusato do circuito de CEC.

O volume e a necessidade de transfusão sangüínea, durante e após saída de CEC, nos pacientes que receberam ou não sangue no perfusato, foi menor no grupo B, reforçando a importância da técnica de hemoconcentração no sentido de minimizar o uso de hemoderivados.

Apesar da aplicação bem sucedida dessa técnica, vale ressaltar que a mesma pode ser melhorada ainda mais. Uma sugestão seria o preenchimento do tubo, filtro e câmara arterial, durante a aspiração do sangue residual, com solução cristalóide por meio da cânula arterial, sendo a entrada do filtro de linha arterial pinçada, visando evitar retorno de elementos filtrados durante a CEC como microagregados plaquetários e partículas. Assim, maior quantidade de sangue poderia ser hemoconcentrada, aumentando-se o volume a ser reinfundido e mantendo-se o sistema totalmente preenchido, impossibilitando sua aeração e não impedindo eventual retorno para CEC. Talvez, um inconveniente seria o acréscimo de 5 a 10 minutos para o término da hemoconcentração.

Métodos alternativos que reduzam a necessidade de transfusão de sangue e hemoderivados durante cirurgias cardíacas com CEC são necessários. Nos EUA, transfusões efetuadas nas operações cardíacas utilizam cerca de 20% dos estoques dos bancos de sangue [20]. Recentemente, transfusões de sangue têm sido relacionadas a complicações pós-operatórias em cirurgias cardíacas tais como infecção no esterno, pneumonia, disfunção renal, septicemia grave e mortalidade hospitalar. Além disso, as transfusões têm sido associadas ao aumento da taxa de mortalidade a longo prazo [22].

Analisando retrospectivamente 1915 pacientes submetidos a operações cardíacas com CEC (164 receberam transfusão de sangue no período intra-operatório, 303 no pós-operatório e 192 em ambos), ENGOREN et al. [22] constataram que o período de permanência hospitalar foi  $10 \pm 12$  dias para aqueles que foram transfundidos e  $5 \pm 2$  dias para os pacientes que não receberam sangue. Além disso, a mortalidade até 5 anos após a operação foi significativamente maior nos indivíduos que receberam transfusão (15% versus 7%).

Portanto, além de amenizar a demanda nos bancos de sangue e reduzir custos, a diminuição das transfusões sangüíneas pode resultar na redução de complicações pós-operatórias e, principalmente, da mortalidade a longo prazo em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com CEC.

## CONCLUSÕES

Esta nova técnica de hemoconcentração usada durante operações cardíacas com circulação extracorpórea em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca foi eficaz na remoção de líquidos e permitiu maior aproveitamento do sangue remanescente do oxigenador e menor necessidade de transfusão de hemoderivados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gibbon Jr. JH. Application of a mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery. *Minn Med* 1954; 37:171-85.
2. Souza MHL, Elias DO. Fundamentos de circulação extracorpórea. Rio de Janeiro: Centro Editorial Alfa Rio;1995.
3. Foote AV, Trede M, Maloney Jr. JV. An experimental and clinical study of the use of acid-citrate-dextrose (ACD) stored blood for extracorporeal circulation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1961;42:93-109.
4. Panico FG, Neptune WB. A mechanism to eliminate the donor blood prime from the pump-oxygenator. *Surg Forum* 1959;10:605-9.
5. Morais DJ, Franco SA, Jasbik W, Sader J. Circulação extracorpórea prolongada com hemólise mínima (uso de plasma no oxigenador em substituição ao sangue). *Rev Bras Cir* 1960;39:129-32.
6. Walpoth BH, von Albertini B. Ultrafiltration in cardiac surgery. *J Extra Corp Technol* 1984;16:68-72.
7. Walpoth BH, Amport T, Schmid R, Kipfer B, Lanz M, Spaeth P et al. Hemofiltration during cardiopulmonary bypass: quality assessment of hemoconcentrated blood. *Thorac Cardiovasc Surg* 1994;42:162-9.
8. Kiziltepe U, Uysalel A, Corapcioglu T, Dalva K, Akan H, Akalin H. Effects of combined conventional and modified ultrafiltration in adult patients. *Ann Thorac Surg* 2001;71:684-93.
9. Yndgaard S, Andersen LW, Andersen C, Petterson G, Baek L. The effect of modified ultrafiltration on the amount of circulating endotoxins in children undergoing cardiopulmonary bypass. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2000;14:399-401.
10. Marenzi G, Lauri G, Grazi M, Assanelli E, Campodonico J, Agostoni P. Circulatory response to fluid overload removal by extracorporeal ultrafiltration in refractory congestive heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2001;38:963-8.
11. Sant'Anna JR, Biscegli J, Kalil RA, Luchese FA, Prates PR, Nesralla IA. Ultrafiltração paralela em cirurgia cardíaca. *Arq Bras Cardiol* 1988;51:161-5.
12. Maluf MA, Mangia C, Bertuccez J, Silva C, Catani R, Carvalho W et al. Estudo comparativo da ultrafiltração convencional e associação de ultrafiltração convencional e modificada na correção de cardiopatias congênitas com alto risco cirúrgico. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 1999;14:221-36.
13. Naik SK, Knight A, Elliott M. A prospective randomized study of a modified technique of ultrafiltration during pediatric open-heart surgery. *Circulation* 1991;84(5 suppl):II422-31.
14. Kirklin JK, Barratt-Boyes BG. Cardiac surgery. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Churchill Livingstone;1993.
15. Bull BS, Korpman RA, Huse WM, Briggs BD. Heparin therapy during extracorporeal circulation: problems inherent in existing heparin protocols. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1975;69:674-84.
16. Braile DM, Zaiantchik M, Ramin SL, Volpe MA, Souza DRS. Continuous normothermic blood cardioplegia in myocardium revascularization. *L'Information Cardiologique* 1993;17:256-61.
17. Boldt J, Kling D, von Bormann B, Züge M, Scheld H, Hempelmann G. Blood conservation in cardiac operations: cell separation versus hemofiltration. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1989;97:832-40.
18. Solem JO, Tengborn L, Steen S, Luhrs C. Hemofiltration versus centrifugation for concentration of oxygenator residual content. *J Cardiovasc Surg* 1987;35:42-7.
19. Verska JJ, Ludington LG, Brewer LA. A comparative study of cardiopulmonary bypass with nonblood and blood prime. *Ann Thorac Surg* 1974;18:72-80.
20. Spiess BD. Transfusion and outcome in heart surgery. *Ann Thorac Surg* 2002;74:986-7.
21. Tector AJ, Gabriel RP, Mateicka WE, Oparah SS, Flemma RJ, Lepley Jr. D. Reduction of blood usage in open heart surgery. *Chest* 1976;70:454-7.
22. Engoren MC, Habib RH, Zacharias A, Schwann TA, Riordan CJ, Durham SJ. Effect of blood transfusion on long-term survival after cardiac operation. *Ann Thorac Surg* 2002;74:1180-6.