

Influência do Emprego de Albumina Humana sobre a Função Pulmonar de Pacientes Submetidos à Cirurgia Cardíaca com Circulação Extracorpórea *

Influence of Human Albumin on Pulmonary Function of Patients Submitted to Heart Surgery with Cardiopulmonary Bypass

Hugo Leonardo de Moura Luz ¹; Mara Regina Guerreiro Moreira ²; José Otávio Costa Auler Júnior, TSA ³; Maria José Carvalho Carmona, TSA ⁵

RESUMO

Luz HLM, Moreira MRG, Auler Jr JOC, Carmona MJC - Influência do Emprego de Albumina Humana sobre a Função Pulmonar de Pacientes Submetidos à Cirurgia Cardíaca com Circulação Extracorpórea

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS: O emprego de albumina humana em cirurgias cardíacas com circulação extracorpórea (CEC) é controverso, embora seja procedimento utilizado com frequência. O objetivo deste estudo foi analisar os efeitos do uso da albumina humana sobre a função de troca gasosa pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio com CEC.

MÉTODO: Vinte pacientes foram divididos aleatoriamente em dois grupos, em relação à solução utilizada no perfusado da CEC: no grupo controle (n = 10) utilizou-se diluição total com solução de Ringer com lactato, também utilizada na hidratação intra-operatória. No grupo albumina (n = 10) foram adicionados 20 g de albumina humana ao perfusado da CEC ou como parte da hidratação no período pós-CEC. A relação entre a pressão arterial de oxigênio e sua fração inspirada (PaO_2/FiO_2), o gradiente alvéolo-arterial de oxigênio (GA-aO₂) e o shunt pulmonar foram avaliados após a indução anestésica, ao final da cirurgia e no primeiro e segundo dias de pós-operatório e comparados nos dois grupos através de Análise de Variância para medidas repetidas (p < 0,05).

RESULTADOS: Os dois grupos estudados foram comparáveis em relação às características pré-operatórias, tempo de CEC e de cirurgia. Os valores de PaO_2/FiO_2 , GA-aO₂ e shunt pulmonar não mostraram diferença estatisticamente significativas entre os grupos.

CONCLUSÕES: Este estudo demonstrou que a adição de albumina humana no perfusado da CEC ou como parte da hidratação intra-operatória em cirurgia revascularização do miocárdio com circulação extracorpórea não resultou em benefícios para a função pulmonar. Como a albumina apresenta custo elevado, o seu uso rotineiro não está justificado.

Unitermos: CIRURGIA, Cardíaca: circulação extracorpórea; SISTEMA RESPIRATÓRIO: função pulmonar; VOLEMIA: albumina humana

SUMMARY

Luz HLM, Moreira MRG, Auler Jr JOC, Carmona MJC - Influence of Human Albumin on Pulmonary Function of Patients Submitted to Heart Surgery with Cardiopulmonary Bypass

BACKGROUND AND OBJECTIVES: Human albumin in heart surgeries with cardiopulmonary bypass (CPB) is controversial although being a frequent procedure. This study aimed at evaluating the effects of human albumin on pulmonary gaseous exchange function in patients submitted to myocardial revascularization with CPB.

METHODS: Participated in this study 20 patients randomly distributed in two groups according to CPB perfusate solution: control group (n = 10) - total dilution with lactated Ringer's solution, also used for intraoperative hydration; albumin group (n = 10) - 20 g human albumin were added to CPB perfusate or as part of post-CPB hydration. Oxygen arterial tension and inspired fraction ratio (PaO_2/FiO_2), oxygen alveolar-arterial gradient (GA-aO₂) and pulmonary shunt were evaluated after anesthetic induction, at surgery completion and in the first and second postoperative day and were compared in both groups by Analysis of Variance for repeated measures (p < 0.05).

RESULTS: Both groups were comparable in preoperative characteristics, CPB and surgery duration. PaO_2/FiO_2 , GA-aO₂ and pulmonary shunt values were not statistically different between groups.

CONCLUSIONS: Our study has shown that the addition of human albumin to CPB perfusate or as part of intraoperative hydration during myocardial revascularization with cardiopulmonary bypass has not improved pulmonary function. Since albumin is expensive, its routine use is not justified.

Key Words: RESPIRATORY SYSTEM: pulmonary function; SURGERY, Cardiac: cardiopulmonary bypass; VOLEMIA: human albumin

INTRODUÇÃO

Em cirurgia cardíaca, dependendo do tipo de oxigenador, os circuitos de circulação extracorpórea (CEC) são preenchidos com volumes de aproximadamente 30 ml.kg⁻¹ ou 40% do volume sanguíneo (cerca de 2000 ml no paciente

* Recebido do (Received from) Serviço de Anestesiologia e Divisão de Cirurgia do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC - FMUSP), SP

1. Graduando em Medicina na FMUSP, Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do CNPq - Bolsa PIBIC/CNPq - 2001/2002

2. Assistente do Serviço de Anestesiologia do Incor-HCFMUSP. Mestre em Anestesiologia pela FMUSP

3. Professor Titular da Disciplina de Anestesiologia da FMUSP; Diretor do Serviço de Anestesiologia e Terapia Intensiva Cirúrgica do Instituto do Coração do HC da FMUSP

5. Professora Doutora da Disciplina de Anestesiologia da FMUSP; Supervisora do Serviço de Anestesiologia e Terapia Intensiva Cirúrgica do Instituto do Coração do HC da FMUSP

Apresentado (Submitted) em 21 de julho de 2003

Aceito (Accepted) para publicação em 15 de dezembro de 2003

Endereço para correspondência (Correspondence to)

Dra. Maria José Carvalho Carmona

Rua Rodésia, 161/82 Vila Madalena

05435-020 São Paulo SP

E-mail: maria.carmona@incor.usp.br

© Sociedade Brasileira de Anestesiologia, 2004

adulto de 70 kg), que constituem o que se chama "perfusato". Diversas soluções têm sido utilizadas com esta finalidade. A adição de colóides ao perfusato na circulação extracorpórea é controverso. A albumina humana é a solução colóide mais comumente adicionada ao perfusato do circuito da CEC¹ ou como parte da hidratação intra-operatória.

Sabe-se que as alterações funcionais pulmonares nos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com CEC são causas importantes de morbidade e mortalidade^{2,3} e que dependem de vários fatores como a função pulmonar pré-operatória, o tipo e duração da cirurgia, o tempo de circulação extracorpórea, a intensidade da manipulação cirúrgica, o número de drenos torácicos e a qualidade e o volume de líquidos administrados no intra-operatório^{4,5}.

A realização de CEC com cristalóides como perfusato causa alterações nos volumes de líquido intra e extravascular pulmonares, bem como alterações nas trocas pulmonares, sendo que vários mecanismos podem estar envolvidos.^{6,7} Também é demonstrado em vários estudos que o uso de colóides em geral determina elevação da pressão coloidosmótica plasmática^{5,8-10}. O uso de albumina como componente do perfusato poderia atenuar as alterações funcionais pulmonares que ocorrem nas cirurgias cardíacas com CEC. Alguns estudos¹¹⁻¹³ apontam para a manutenção mais adequada da pressão coloidosmótica com o uso de colóides, bem como a diminuição da perda de fluidos para o extravascular durante o *bypass* cardiopulmonar da CEC.

O objetivo deste trabalho foi comparar os parâmetros indicativos da troca gasosa pulmonar de pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio com uso de albumina no perfusato da CEC, ou como parte da hidratação no período pós-CEC de pacientes em que foi utilizada a técnica de diluição total feita apenas com Ringer com lactato.

MÉTODO

O protocolo de estudo foi aprovado pela Comissão Científica do Instituto do Coração e pela Comissão de Ética Médica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Foram avaliados 20 pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea no período de outubro de 2001 a julho de 2002.

Foram selecionados pacientes adultos, de ambos os sexos, com idades entre 20 e 80 anos, indicados para cirurgia eletiva de revascularização do miocárdio. Foram excluídos pacientes portadores de insuficiência renal, hepatopatias e pneumopatias e fração de ejeção de ventrículo esquerdo inferior a 40%.

Os pacientes receberam como medicação pré-anestésica midazolam na dose de 0,1 a 0,2 mg.kg⁻¹ por via oral 30 minutos antes da operação, até a dose máxima de 15 mg. Ao serem admitidos na sala de cirurgia, foram monitorizados com eletrocardiografia contínua com 5 eletrodos, avaliando-se as derivações D_{II} e V₅ e oximetria de pulso e submetidos à venoclise periférica com cateter 16G. A monitorização invasiva da pressão arterial foi realizada através de punção da artéria

radial com cateter 20G. Após pré-oxigenação, a indução da anestesia geral foi realizada com fentanil (20 a 30 µg.kg⁻¹) e midazolam (0,1 a 0,3 mg.kg⁻¹) seguido de relaxamento muscular com brometo de pancurônio (0,1 a 0,2 mg.kg⁻¹). Foi aplicada ventilação manual sob máscara e intubação traqueal com tubo de diâmetro adequado, instalando-se a seguir ventilação controlada mecânica (respirador KT-676, São Paulo, Brasil) com volume corrente de 8 ml.kg⁻¹, frequência respiratória de 12 inspirações por minuto, relação I:E=1:2 e FiO₂ = 0,6 (oxigênio e ar comprimido). Após intubação traqueal iniciou-se monitorização da P_{ET}CO₂ pelo método *side stream* (Dixtal - São Paulo, Brasil), da temperatura nasofaríngea e da diurese. A manutenção da anestesia foi realizada com doses fracionadas de fentanil, midazolam e brometo de pancurônio, associado a concentrações variáveis de isoflurano por via inalatória.

A complementação da monitorização hemodinâmica foi realizada por meio da introdução de cateter de Swan-Ganz calibre 7F (Pulmonary Artery Catheter, Baxter Critical Care, California, EUA), através de punção em veia jugular interna direita, sendo monitorizados a pressão de artéria pulmonar (PAP) sistólica, diastólica e média, a pressão de átrio direito (PAD), a pressão de oclusão da artéria pulmonar (PoAP), o débito cardíaco (DC) medido através do método de termodiluição. Realizaram-se 3 medidas subsequentes, utilizando-se seu valor médio.

Foram colhidas amostras de sangue arterial e venoso misto dos pacientes, para avaliação da concentração de hemoglobina (Hb), dos gases sanguíneos e do equilíbrio ácido-base; com medidas de pressões parciais do oxigênio no sangue arterial (PaO₂) e venoso (PvO₂), das saturações do oxigênio arterial (SaO₂) e venoso misto (SvO₂), das pressões parciais de gás carbônico arterial (PaCO₂) e venoso (PvCO₂); do pH arterial (pHa) e venoso (pHv), do bicarbonato arterial (Bicart) e venoso (Bic ven), e do excesso de bases arterial (BEa) e venoso (BEv).

Os parâmetros de oxigenação tecidual, a relação entre a pressão arterial de oxigênio e a fração inspirada de oxigênio, o gradiente alvéolo-arterial de oxigênio e o *shunt* pulmonar foram calculados para os períodos estudados a partir dos dados previamente obtidos e através de fórmulas apropriadas.

Relação entre a pressão arterial de oxigênio e a fração inspirada de oxigênio (PaO₂/FiO₂, Valor Normal (VN) acima de 200), sendo:

PaO₂: pressão arterial de oxigênio;

FiO₂: fração inspirada de oxigênio.

Gradiente alvéolo-arterial de oxigênio (GA-aO₂), calculado através da seguinte fórmula:

GA-aO₂ = PAO₂ - PaO₂

Sendo:

PAO₂ = pressão alveolar de oxigênio;

PaO₂ = pressão arterial de oxigênio.

A pressão alveolar de oxigênio (PAO₂) é calculada pela fórmula:

$$PAO_2 = \{(PB - PH_2O) \times FiO_2\} - PaCO_2$$

Sendo:

PB = pressão barométrica;

PH₂O = pressão de vapor de água;

FiO₂ = fração inspirada de oxigênio;

PaCO₂ = pressão parcial de CO₂ no sangue arterial.

Valores normais para FiO₂ de 21%: 10 a 15 mmHg.

Valores normais para FiO₂ de 100%: 10 a 65 mmHg.

Shunt pulmonar (valores normais de 3% a 5%), calculado através da seguinte fórmula:

$$Shunt = (CcO_2 - CaO_2) / (CcO_2 - CvO_2)$$

Sendo:

CcO₂ = conteúdo capilar de oxigênio;

CaO₂ = conteúdo arterial de oxigênio;

CvO₂ = conteúdo venoso de oxigênio.

O conteúdo capilar de oxigênio é calculado pela seguinte fórmula:

$$CcO_2 = (Hb \times 1,34) + (PAO_2 \times 0,0031)$$

Sendo:

Hb = hemoglobina;

PAO₂ = pressão parcial de oxigênio no alvéolo.

A pressão parcial de oxigênio no alvéolo (PAO₂) é calculada pela fórmula:

$$PAO_2 = \{(PB - PH_2O) \times FiO_2\} - PaCO_2$$

Sendo:

PB = pressão barométrica;

PH₂O = pressão de vapor de água;

FiO₂ = fração inspirada de oxigênio;

PaCO₂ = pressão parcial de CO₂ no sangue arterial.

O conteúdo arterial de oxigênio (CaO₂, VN= 17 a 20 ml/dl) foi calculado pela seguinte fórmula:

$$CaO_2 = (1,34 \times Hb \times SaO_2/100) + (PaO_2 \times 0,0031)$$

Sendo:

Hb = hemoglobina;

SaO₂ = saturação arterial de oxigênio;

PaO₂ = pressão parcial de oxigênio no sangue arterial.

O conteúdo venoso de oxigênio (CvO₂, VN= 12 a 15 ml/dl), foi calculado pela seguinte fórmula:

$$CvO_2 = (1,34 \times Hb \times SvO_2/100) + (PvO_2 \times 0,0031)$$

Sendo:

Hb = hemoglobina;

SvO₂ = saturação venosa de oxigênio;

PvO₂ = pressão venosa de oxigênio.

Diferença arteriovenosa de oxigênio (DavO₂, VN = 4 a 5 ml/dl), DavO₂=CaO₂-CvO₂.

Todos os pacientes foram submetidos à circulação extracorpórea com oxigenador de membrana (Braile, Brasil) com fluxo não pulsátil e sob hipotermia moderada (temperatura nasofaríngea mínima de 32 °C). Ao final da circulação extracorpórea foram introduzidos fármacos vasodilatadores e/ou inotrópicos em doses variáveis, conforme indicação clínica.

Os pacientes foram divididos em dois grupos, de acordo com a hidratação realizada no período intra-operatório: Grupo Ringer com lactato (RL), com uso de solução de Ringer com lactato como perfusado da CEC e na hidratação intra-operatória, e Grupo Albumina (A), com uso de albumina no perfusado da CEC ou como parte da hidratação intra-operatória. O estudo transcorreu durante o período pré e pós-operatório, com avaliação nos seguintes momentos:

M₁ - Após a indução da anestesia;

M₂ - Ao final da cirurgia;

M₃ - Pós-operatório imediato (POI);

M₄ - 1º dia de pós-operatório (1º PO);

M₅ - 2º dia de pós-operatório (2º PO).

O tratamento estatístico dos dados consistiu na Análise de Variância de duplo fator. O nível de significância utilizado foi de 5%.

RESULTADOS

Dos 20 pacientes, 4 eram do sexo feminino, sendo 1 do grupo A e 3 do grupo RL. A idade variou entre 41 e 78 anos, com média de 60,2 ± 11,2 anos. Os dados referentes a idade, peso, altura e superfície corpórea dos grupos Ringer com lactato (RL) e Albumina (A) estão especificados na tabela I. Não houve diferença estatística entre os grupos.

Tabela I - Dados Demográficos (Média ± DP)

| | Grupo RL | Grupo A |
|---------------------------------------|-------------|-------------|
| Idade (anos) | 60,4 ± 11,4 | 60,0 ± 11,1 |
| Peso (kg) | 69,4 ± 13,2 | 66,5 ± 8,9 |
| Altura (m) | 1,66 ± 0,09 | 1,62 ± 0,09 |
| Superfície corpórea (m ²) | 1,77 ± 0,17 | 1,72 ± 0,12 |

Os valores médios do tempo de cirurgia e do tempo de circulação extracorpórea, do volume da diurese durante a CEC, do fluxo médio e a temperatura mínima durante circulação extracorpórea encontram-se na tabela II. O volume de solução de Ringer com lactato utilizado no *prime* para o grupo RL foi de 1915 ± 445 e para o grupo A, de 1730 ± 411, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Cada paciente do grupo A recebeu 20 g de albumina humana (100 ml a 20%).

Tabela II - Dados Referentes à Cirurgia e CEC (Média ± DP)

| | Grupo RL | Grupo A |
|---|----------------|----------------|
| Tempo de cirurgia (min) | 360 ± 83,96 | 325 ± 31,97 |
| Duração da CEC (min) | 87 ± 19 | 105 ± 25 |
| Volume de RL utilizado no perfusado (ml) | 1915 ± 445 | 1730 ± 411 |
| Diurese durante a CEC (ml) | 525 ± 433,4 | 543 ± 115,7 |
| Fluxo médio durante a CEC (ml.min ⁻¹) | 3787,3 ± 263,9 | 3787,8 ± 263,9 |
| Temperatura mínima durante a CEC (°C) | 32,24 ± 2,13 | 32,5 ± 2,09 |

INFLUÊNCIA DO EMPREGO DE ALBUMINA HUMANA SOBRE A FUNÇÃO PULMONAR DE PACIENTES SUBMETIDOS À CIRURGIA CARDÍACA COM CIRCULAÇÃO EXTRACORPÓREA

Os dados referentes aos valores de hemoglobina e oxigenação sangüínea dos grupos estudados estão especificados na tabela III.

Tabela III - Concentração de Hemoglobina e Oxigenação Sangüínea (Média ± DP)

| | Pós-Indução | Final SO | POI | 1° PO | 2° PO |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Hb (mg/dl) | | | | | |
| Grupo RL | 13,6 ± 1,5 | 10,8 ± 0,9 | 11,3 ± 0,4 | 10,8 ± 0,8 | 11,0 ± 1,6 |
| Grupo A | 13,7 ± 1,5 | 11,3 ± 1,5 | 11,3 ± 1,6 | 10,7 ± 1,7 | 10,3 ± 1,8 |
| Conteúdo Arterial de O ₂ (ml/dl) | | | | | |
| Grupo RL | 18,6 ± 2,4 | 14,6 ± 1,3 | 15,1 ± 0,6 | 14,2 ± 1,1 | 14,1 ± 2,1 |
| Grupo A | 18,9 ± 1,9 | 15,1 ± 2,2 | 14,9 ± 2,0 | 13,8 ± 2,0 | 13,4 ± 2,5 |
| Conteúdo Venoso de O ₂ (ml/dl) | | | | | |
| Grupo RL | 15,2 ± 2,5 | 11,9 ± 1,2 | 10,7 ± 1,2 | 10,2 ± 1,3 | 10,0 ± 1,6 |
| Grupo A | 15,7 ± 1,8 | 12,3 ± 2,1 | 11,4 ± 1,8 | 9,9 ± 1,7 | 9,4 ± 1,9 |
| Diferença Arteriovenosa de O ₂ (ml/dl) | | | | | |
| Grupo RL | 3,46 ± 1,16 | 2,78 ± 1,07 | 4,35 ± 1,51 | 3,99 ± 1,15 | 4,56 ± 0,97 |
| Grupo A | 3,15 ± 1,07 | 2,74 ± 1,02 | 3,56 ± 0,68 | 3,96 ± 1,02 | 4,04 ± 1,00 |

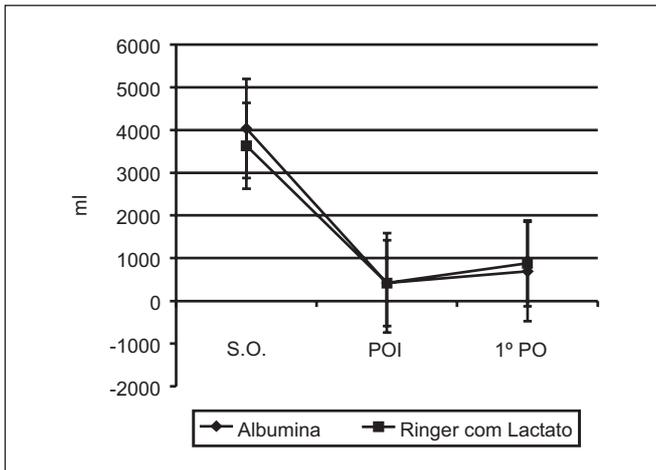


Figura 1 - Balanço Hídrico (Média ± DP)

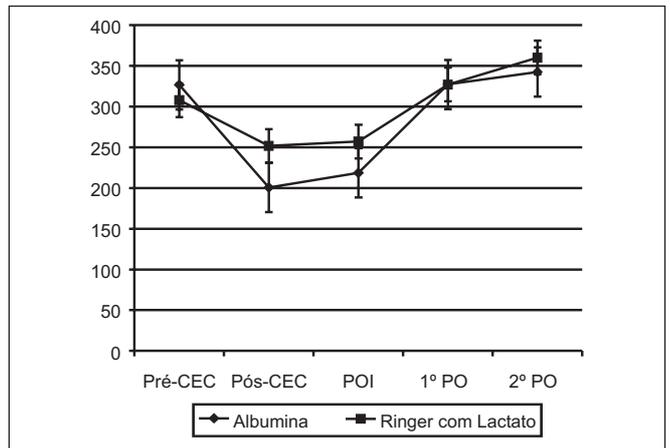


Figura 2 - Relação PaO₂/FiO₂ (Média ± DP)

O balanço hídrico referente ao período de cirurgia, ao pós-operatório imediato e ao 1° PO encontram-se na figura 1. Os parâmetros de função pulmonar foram avaliados nos momentos propostos e apresentaram os resultados que se encontram resumidos nas figuras 2, 3 e 4 e na tabela IV. Para a relação PaO₂/FiO₂ houve variação significativa ao longo do tempo ($p < 0,0001$), mas não houve diferença entre os grupos ($p = 0,2483$). Quanto ao GA-aO₂ e ao shunt pulmonar também se observou o mesmo comportamento, com efeito de tempo para essas variáveis ($p < 0,0001$ para o GA-aO₂ e $p = 0,0007$ para o *shunt* pulmonar) sem que houvesse diferença entre os grupos ($p = 0,675$ para o GA-aO₂ e $p = 0,1798$ para o *shunt* pulmonar).

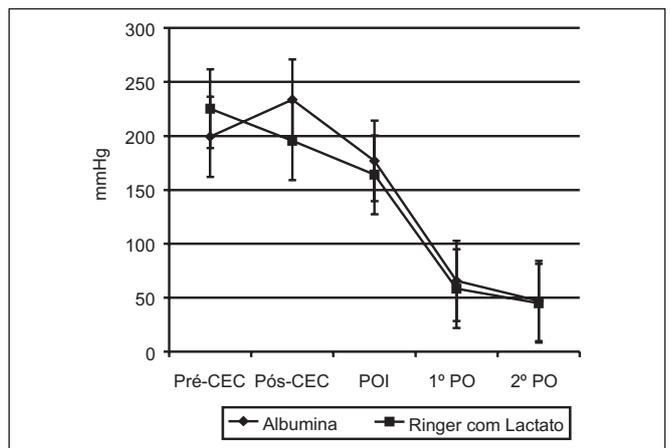


Figura 3 - Gradiente Alvéolo-Arterial de Oxigênio (GA-aO₂) (Média ± DP)

Tabela IV - Parâmetros de Função Pulmonar (Média ± DP)

| | Pós-Indução | Final SO | POI | 1° PO | 2° PO |
|---|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| Fração Inspirada de Oxigênio (%) | | | | | |
| Grupo RL | 76 ± 21,1 | 59 ± 5,6 | 50,1 ± 13,9 | 28 ± 9,8 | 26,7 ± 9,17 |
| Grupo A | 73,5 ± 19,1 | 62,2 ± 6,9 | 50 ± 10,5 | 28,7 ± 13,5 | 24,9 ± 12,3 |
| PaO ₂ /FiO ₂ | | | | | |
| Grupo RL | 307,7 ± 30,9 | 251,6 ± 66,2 | 256,9 ± 81,3 | 327,1 ± 88,2 | 360,1 ± 92,3 |
| Grupo A | 326,7 ± 89,2 | 200,7 ± 69,8 | 217,5 ± 60,9 | 327,2 ± 118,3 | 342,5 ± 98,2 |
| Gradiente Alvéolo-Arterial de Oxigênio (mmHg) | | | | | |
| Grupo RL | 225,2 ± 131,0 | 195,5 ± 45,6 | 163,9 ± 77,9 | 58,4 ± 57,9 | 44,9 ± 51,8 |
| Grupo A | 199,2 ± 79,9 | 208,4 ± 99,3 | 177,7 ± 65,7 | 90,9 ± 106,42 | 47,1 ± 82,1 |
| Shunt Pulmonar (%) | | | | | |
| Grupo RL | 23,5 ± 15,1 | 26,6 ± 6,9 | 19,8 ± 7,5 | 17,2 ± 4,3 | 12,5 ± 5,9 |
| Grupo A | 22,1 ± 5,9 | 28,8 ± 14,1 | 24,9 ± 8,6 | 20,7 ± 10,4 | 16,1 ± 11,1 |

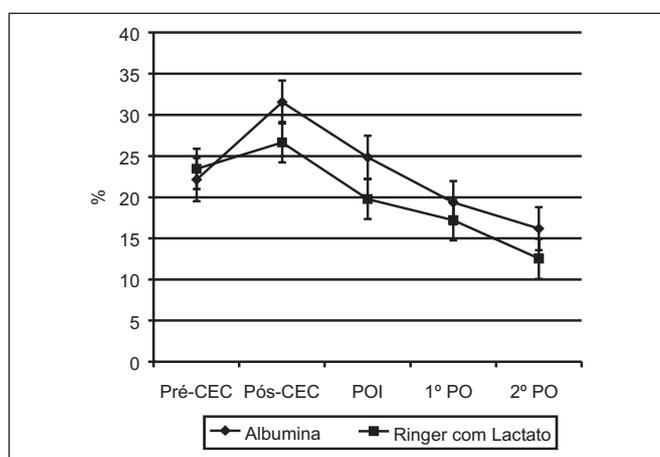


Figura 4 - Shunt Pulmonar (Média ± DP)

DISCUSSÃO

Os dados da literatura a respeito das alterações da função pulmonar com o uso de colóides são controversos. Já se mostraram valores significativamente maiores da relação PaO₂/FiO₂ em pacientes submetidos a reanimação em choque hipovolêmico, quando se utilizou solução com adição de albumina comparados a casos em que foi utilizado apenas solução de Ringer com lactato¹⁴. Em outro estudo¹⁰, em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com CEC, um menor aumento da água extravascular pulmonar no pós-operatório foi constatado com uso de albumina em relação aos casos em que foi utilizado apenas solução de Ringer com lactato. Sade e col.¹⁵ mostraram *shunt* pulmonar e acúmulo de líquido pulmonar significativamente maiores quando apenas cristalóide foi utilizado como perfusato, comparado a um grupo com uso adicional de colóides.

No presente estudo não foram demonstradas alterações estatisticamente significativas entre os grupos em relação aos

parâmetros de troca gasosa pulmonar. Ocorreu variação ao longo do tempo para essas variáveis, porém de forma similar nos dois grupos. Além dos fatores ligados à cirurgia, a resposta inflamatória decorrente da CEC na circulação e no próprio parênquima pulmonar^{6,17} estariam envolvidos na patogênese da disfunção pulmonar no pós-operatório, que poderiam explicar a variação ao longo do tempo dos parâmetros de função pulmonar observados.

A adição de albumina ao perfusato poderia ainda ser justificada por teoricamente poder promover atraso na adsorção do fibrinogênio circulante e redução da ativação das plaquetas durante a CEC. No entanto, este fato foi estudado por Boks e col. de forma aleatória, não sendo observada diminuição da resistência dos oxigenadores ao fluxo da CEC, nem diminuição da ativação plaquetária, quando o uso da adição de albumina no perfusato foi comparado ao uso isolado de solução cristalóide.¹⁸ Este fato mostra que a adição de albumina em indivíduos normais se mantém questionável, embora diminua a viscosidade do sangue e ajude a manter uma pressão coloidosmótica melhor durante a CEC¹⁹. A existência de um impacto significativo da hipoalbuminemia no pré-operatório sobre a mortalidade e a morbidade no pós-operatório de cirurgia cardíaca²⁰ justificaria o seu uso, por outro lado, em casos selecionados.

Este estudo mostrou que a adição de albumina humana no perfusato da CEC ou como parte da hidratação intra-operatória em cirurgia eletiva de revascularização do miocárdio com CEC não resultou em alterações significativas na troca gasosa pulmonar. Este fato sugere não existirem benefícios no uso adicional desse tipo de colóide em pacientes normais submetidos à cirurgia cardíaca, em relação à função pulmonar. Como a albumina apresenta custo elevado, além de colocar os pacientes em risco de reações adversas²¹ o seu uso rotineiro não está justificado. O uso de albumina no perfusato da CEC em cirurgia de pacientes idosos, em crianças ou em pacientes com caquexia pré-operatória ainda deve ser investigado.

Influence of Human Albumin on Pulmonary Function of Patients Submitted to Heart Surgery with Cardiopulmonary Bypass

Hugo Leonardo de Moura Luz, M.D.; Mara Regina Guerreiro Moreira, M.D.; José Otávio Costa Auler Júnior, TSA, M.D.; Maria José Carvalho Carmona TSA, M.D.

INTRODUCTION

Depending on the oxygenator, cardiopulmonary bypass circuits during heart surgery are filled with approximately 30 mL.kg⁻¹ or 40% of blood volume (approximately 2000 mL in 70 kg adult), which is called "perfusate". Several solutions have been used for this aim. The addition of colloids to cardiopulmonary bypass perfusate is controversial. Human albumin is the colloid solution most commonly added to CPB circuit perfusate¹ or as part of intraoperative hydration.

It is known that pulmonary function changes in patients submitted to heart surgery with CPB are major causes for morbidity and mortality^{2,3} and depend on several factors such as preoperative pulmonary function, surgery type and duration, cardiopulmonary bypass duration, surgical manipulation, number of chest drains and type and volume of intraoperative fluids^{4,5}.

CPB with crystalloids as perfusate changes pulmonary intra and extravascular fluid volumes, as well as pulmonary exchanges and several mechanisms may be involved^{6,7}. Several studies have also shown that colloids in general determine increased plasma colloid osmotic pressure^{5,8-10}. Albumin as perfusate component could attenuate pulmonary function changes observed during heart surgeries with CPB. Some studies¹¹⁻¹³ point to most adequate colloid osmotic pressure maintenance with colloids, in addition to decreased fluid loss to the extravascular space during cardiopulmonary bypass.

This study aimed at comparing parameters indicating pulmonary gaseous exchanges in patients submitted to myocardial revascularization with albumin in CPB perfusate or as part of post-CPB hydration, to patients in whom total dilution with lactated Ringer's alone has been used.

METHODS

The study was approved by the Scientific Committee, Instituto do Coração and by the Medical Ethics Committee, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo and has evaluated 20 patients submitted to heart surgery with cardiopulmonary bypass in the period October 2001 - July 2002.

Participated in this study adult patients of both genders, aged 20 to 60 years, indicated to elective myocardial revascularization. Exclusion criteria were renal failure, liver and lung diseases, and left ventricle ejection fraction below 40%.

Patients were premedicated with oral 0.1 to 0.2 mg.kg⁻¹ midazolam 30 minutes before surgery, until the maximum dose of 15 mg. Patients were monitored in the operating room with continuous ECG with 5 electrodes to evaluate D_{II} and V5 leads, and pulse oximetry, in addition to peripheral venoclysis with 16G catheter. Invasive blood pressure monitoring consisted of radial artery puncture with 20G catheter. After pre-oxygenation, general anesthesia was induced with fentanyl (20 to 30 µg.kg⁻¹) and midazolam (0.1 to 0.3 mg.kg⁻¹) followed by muscle relaxation with pancuronium (0.1 to 0.2 mg.kg⁻¹). Manual ventilation under mask was applied followed by tracheal intubation with adequate tube and mechanically controlled ventilation was then started (KT-676 ventilator, São Paulo, Brazil) with tidal volume of 8 mL.kg⁻¹, respiratory rate of 12 inspirations per minute, I:E ratio = 1:2 and FiO₂ = 0.6 (oxygen and compressed air). P_{ET}CO₂ started to be monitored after tracheal intubation by side stream method (Dixtal - São Paulo, Brazil), in addition to nasopharyngeal temperature and diuresis. Anesthesia was maintained with fentanyl, midazolam and pancuronium boli doses associated to variable concentrations of inhalational isoflurane.

Hemodynamic monitoring was complemented by 7F Swan-Ganz catheter insertion (Pulmonary Artery Catheter, Baxter Clinical Care, California, USA) through right internal jugular vein puncture to measure pulmonary artery pressure (PAP), systolic, diastolic and mean blood pressure, right atrium pressure (RAP), pulmonary wedge pressure (PWP), cardiac output (CO) measured by thermodilution. Three subsequent measurements were taken and their mean value was used.

Arterial and mixed venous blood samples were collected to evaluate hemoglobin concentration (Hb), blood gases and acid-base balance; with oxygen tension in arterial (PaO₂) and venous (PvO₂) blood, from arterial (SaO₂) and mixed venous (SvO₂) oxygen saturation, arterial (PaCO₂) and venous (PvCO₂) CO₂ tensions; arterial (pHa) and venous (pHv) pH, arterial (Bic art) and venous (Bic ven) bicarbonate, and base excess arterial (BEa) and venous (BEv).

Tissue oxygenation parameters, ratio between oxygen arterial tension and oxygen inspired fraction, oxygen alveolar-arterial gradient and pulmonary shunt were calculated for the studied periods as from previously obtained data and with adequate formulas.

Oxygen arterial tension/oxygen inspired fraction (PaO₂/FiO₂, Normal Value (NV) above 200), being:

PaO₂: Oxygen arterial tension;

FiO₂: Oxygen inspired fraction.

Oxygen alveolar-arterial gradient (GA-aO₂), calculated by the following formula:

GA-aO₂ = PAO₂ - PaO₂

Being:

PAO₂ = oxygen alveolar tension;

PaO₂ = oxygen arterial tension.

Oxygen alveolar pressure (PAO₂) is calculated by the formula:

$$PAO_2 = \{ (PB - PH_2O) \times FiO_2 \} - PaCO_2$$

Being:

PB = barometric tension;

PH₂O = water vapor pressure;

FiO₂ = oxygen inspired fraction;

PaCO₂ = arterial blood CO₂ tension.

Normal 21% FiO₂ values: 10 to 15 mmHg.

Normal 100% FiO₂ values: 10 to 65 mmHg.

Pulmonary shunt (normal values 3% to 5%), calculated by the following formula:

$$\text{Shunt} = (CcO_2 - CaO_2) / (CcO_2 - CvO_2)$$

Being:

CcO₂ = capillary oxygen content;

CaO₂ = arterial oxygen content;

CvO₂ = venous oxygen content.

Capillary oxygen content is calculated by the following formula:

$$CcO_2 = (Hb \times 1.34) + (PAO_2 \times 0.0031)$$

Being:

Hb = hemoglobin;

PAO₂ = alveolar oxygen tension.

Alveolar oxygen tension (PAO₂) is calculated by the formula:

$$PAO_2 = \{ (PB - PH_2O) \times FiO_2 \} - PaCO_2$$

Being:

PB = barometric pressure;

PH₂O = water vapor pressure;

FiO₂ = oxygen inspired fraction;

PaCO₂ = arterial blood CO₂ tension.

Arterial oxygen content (CaO₂, NV= 17 to 20 mL/dL) was calculated by the following formula:

$$CaO_2 = (1.34 \times Hb \times SaO_2 / 100) + (PaO_2 \times 0.0031)$$

Being:

Hb = hemoglobin;

SaO₂ = arterial oxygen saturation;

PaO₂ = arterial blood oxygen tension.

Venous oxygen content (CvO₂, NV = 12 to 15 mL/dL), was calculated by the following formula:

$$CvO_2 = (1.34 \times Hb \times SvO_2 / 100) + (PvO_2 \times 0.0031)$$

Being:

Hb = hemoglobin;

SvO₂ = venous oxygen saturation;

PvO₂ = venous oxygen pressure.

Oxygen arterial-venous difference (DavO₂, NV = 4 to 5 mL/dL), DavO₂=CaO₂-CvO₂.

All patients were submitted to cardiopulmonary bypass with membrane oxygenator (Braille, Brasil) with non-pulsatile flow and under moderate hypothermia (minimum nasopharyngeal temperature of 32 °C). At cardiopulmonary bypass com-

pletion, vasodilators and/or inotropics were introduced in variable doses according to clinical indication.

Patients were divided in two groups according to intraoperative hydration: lactated Ringer's group (LR) using lactated Ringer's as perfusate and for intraoperative hydration, and Albumin group (A), with albumin in CPB perfusate or as part of intraoperative hydration. Study involved pre and postoperative periods with evaluations in the following moments:

M₁ - After anesthetic induction;

M₂ - At surgery completion;

M₃ - Immediate postoperative period (IPO);

M₄ - 1st postoperative day (1st PO);

M₅ - 2nd postoperative day (2nd PO).

Analysis of Variance of double factor was used for statistical analysis considering significant level of 5%.

RESULTS

From 20 patients, 4 were females being 1 from group A and 3 from group LR. Age has varied 41 to 78 years (mean 60.2 ± 11.2 years). Data on age, weight, height and body surface for lactated Ringer's (LR) and Albumin (A) groups are shown in table I. There were no statistical differences between groups.

Table I - Demographics Data (Mean ± SD)

| | Group LR | Group A |
|--------------------------------|-------------|-------------|
| Age (years) | 60.4 ± 11.4 | 60.0 ± 11.1 |
| Weight (kg) | 69.4 ± 13.2 | 66.5 ± 8.9 |
| Height (m) | 1.66 ± 0.09 | 1.62 ± 0.09 |
| Body surface (m ²) | 1.77 ± 0.17 | 1.72 ± 0.12 |

Mean surgery and cardiopulmonary bypass duration, diuresis volume during CPB, mean flow and minimum temperature during cardiopulmonary bypass are shown in table II. Lactated Ringer's solution volume used as prime for group LR was 1915 ± 445 and for group A was 1730 ± 411, without statistical difference. Each group A patient has received 20 g human albumin (100 mL at 20%).

Table II - Data on Surgery and CPB (Mean ± SD)

| | Group LR | Group A |
|--|----------------|----------------|
| Surgery duration (min) | 360 ± 83.96 | 325 ± 31.97 |
| CPB duration (min) | 87 ± 19 | 105 ± 25 |
| LR volume used in perfusate (mL) | 1915 ± 445 | 1730 ± 411 |
| Diuresis during CPB (mL) | 525 ± 433.4 | 543 ± 115.7 |
| Mean flow during CPB (mL.min ⁻¹) | 3787.3 ± 263.9 | 3787.8 ± 263.9 |
| Minimum temperature during CPB (°C) | 32.24 ± 2.13 | 32.5 ± 2.09 |

INFLUENCE OF HUMAN ALBUMIN ON PULMONARY FUNCTION OF PATIENTS
SUBMITTED TO HEART SURGERY WITH CARDIOPULMONARY BYPASS

Hemoglobin and blood oxygenation values are shown in table III.

Table III - Hemoglobin Concentration and Blood Oxygenation (Mean \pm SD)

| | Post-Induction | Final SO | IPO | 1 st PO | 2 nd PO |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| Hb (mg/dL) | | | | | |
| Group LR | 13.6 \pm 1.5 | 10.8 \pm 0.9 | 11.3 \pm 0.4 | 10.8 \pm 0.8 | 11.0 \pm 1.6 |
| Group A | 13.7 \pm 1.5 | 11.3 \pm 1.5 | 11.3 \pm 1.6 | 10.7 \pm 1.7 | 10.3 \pm 1.8 |
| Arterial O ₂ Content (mL/dL) | | | | | |
| Group LR | 18.6 \pm 2.4 | 14.6 \pm 1.3 | 15.1 \pm 0.6 | 14.2 \pm 1.1 | 14.1 \pm 2.1 |
| Group A | 18.9 \pm 1.9 | 15.1 \pm 2.2 | 14.9 \pm 2.0 | 13.8 \pm 2.0 | 13.4 \pm 2.5 |
| Venous O ₂ Content (mL/dL) | | | | | |
| Group LR | 15.2 \pm 2.5 | 11.9 \pm 1.2 | 10.7 \pm 1.2 | 10.2 \pm 1.3 | 10.0 \pm 1.6 |
| Group A | 15.7 \pm 1.8 | 12.3 \pm 2.1 | 11.4 \pm 1.8 | 9.9 \pm 1.7 | 9.4 \pm 1.9 |
| Arterial-Venous O ₂ Difference (mL/dL) | | | | | |
| Group LR | 3.46 \pm 1.16 | 2.78 \pm 1.07 | 4.35 \pm 1.51 | 3.99 \pm 1.15 | 4.56 \pm 0.97 |
| Group A | 3.15 \pm 1.07 | 2.74 \pm 1.02 | 3.56 \pm 0.68 | 3.96 \pm 1.02 | 4.04 \pm 1.00 |

Hydric balance during surgery, in the immediate postoperative period and during 1st postoperative day is shown in figure 1.

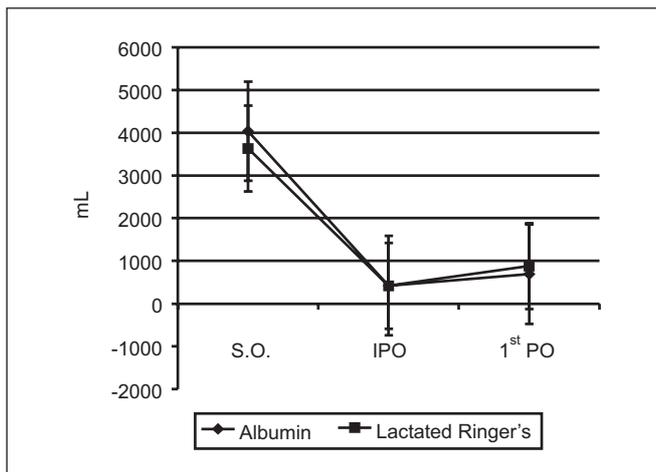


Figure 1 - Hydric Balance (Mean \pm SD)

Pulmonary function parameters were evaluated in proposed moments and their results are summarized in figures 2, 3 and 4 and table IV. There has been significant variation in PaO₂/FiO₂ ratio along time ($p < 0.0001$), but there have been no differences between groups ($p = 0.2483$). The same behavior was observed for GA-aO₂ and pulmonary shunt with time effect for those variables ($p < 0.0001$ for GA-aO₂ and $p = 0.0007$ for pulmonary shunt), without differences between groups ($p = 0.675$ for GA-aO₂ and $p = 0.1798$ for pulmonary shunt).

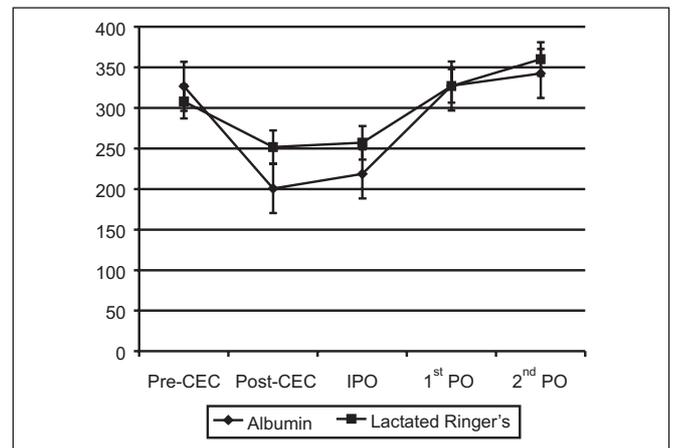


Figure 2 - PaO₂/FiO₂ Ratio (Mean \pm SD)

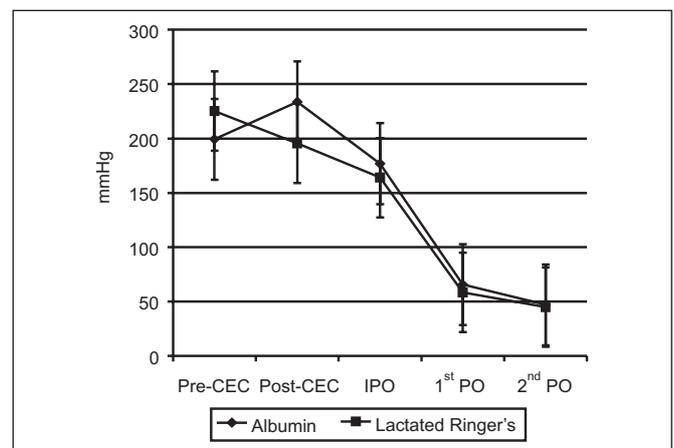


Figure 3 - Oxygen Alveolar-Arterial Gradient (GA-aO₂) (Mean \pm SD)

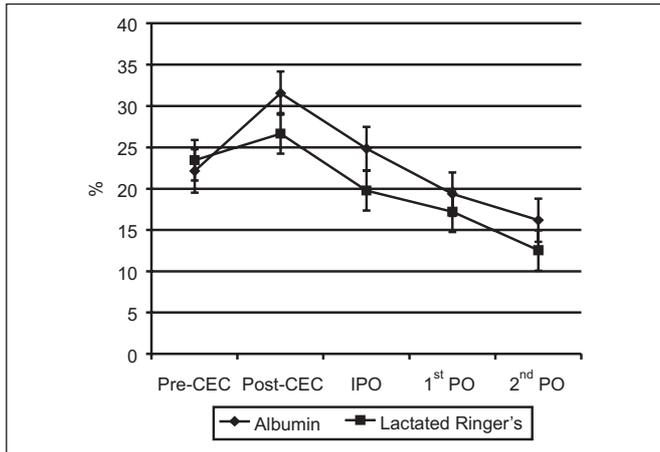


Figure 4 - Pulmonary Shunt (Mean ± SD)

DISCUSSION

Data on the literature about pulmonary function changes with colloids are controversial. Significantly higher PaO₂/FiO₂ ratio values have been shown in patients submitted to hypovolemic shock resuscitation with the addition of albumin as compared to cases in which lactated Ringer's solution has been used¹⁴. In a different study¹⁰ with patients submitted to heart surgery with CPB, a lower increase in postoperative pulmonary extravascular water has been observed with albumin as compared to cases with lactated Ringer's. Sade et al.¹⁵ have observed significantly higher pulmonary shunt and pulmonary fluid build-up when only crystalloids were used as perfusate, as compared to a group with the additional use of colloids.

Our study has not shown statistically significant changes between groups in pulmonary gaseous exchange parameters. There has been variation along time for such variables, however similar for both groups. In addition to surgery-related factors, inflammatory response determined by CPB in circulation and pulmonary parenchyma itself^{6,17} would be involved in the pathogenesis of postoperative pulmonary dysfunction, which could explain variation along time of observed pulmonary function parameters. The addition of albumin to perfusate could also be theoretically justified for promoting delay in circulating fibrinogen adsorption and decreasing platelet activation during CPB. However, this fact has been randomly studied by Boks et al. and no oxygenators resistance to CPB flow decrease or decreased platelet activation has been observed with the addition of albumin to perfusate, as compared to crystalloid solution alone¹⁸. This shows that the addition of albumin for normal individuals is still questionable, although decreasing blood viscosity and helping maintaining better colloid osmotic pressure during CPB¹⁹. On the other hand, the existence of a significant preoperative hypoalbuminemia on postoperative heart surgery morbidity and mortality²⁰ would justify its use in selected cases. This study has shown that human albumin added to CPB perfusate or as part of intraoperative hydration in elective myocardial revascularization surgeries with CPB has not resulted in significant changes in pulmonary gaseous exchanges. This fact suggests that there are no benefits in the additional use of this colloid in normal patients submitted to heart surgery, in terms of pulmonary function. Since albumin is expensive and may place patients at risk of adverse reactions²¹ its routine use is not justified. Albumine in CPB perfusate for elderly, children or patients with preoperative cachexia is still to be investigated.

Table IV - Pulmonary Function Parameters (Mean ± SD)

| | Post-Induction | Final S.O. | IPO | 1 st PO | 2 nd PO |
|--|----------------|--------------|--------------|--------------------|--------------------|
| Oxygen Inspired Fraction (%) | | | | | |
| Group LR | 76 ± 21.1 | 59 ± 5.6 | 50.1 ± 13.9 | 28 ± 9.8 | 26.7 ± 9.17 |
| Group A | 73.5 ± 19.1 | 62.2 ± 6.9 | 50 ± 10.5 | 28.7 ± 13.5 | 24.9 ± 12.3 |
| PaO ₂ /FiO ₂ | | | | | |
| Group LR | 307.7 ± 30.9 | 251.6 ± 66.2 | 256.9 ± 81.3 | 327.1 ± 88.2 | 360.1 ± 92.3 |
| Group A | 326.7 ± 89.2 | 200.7 ± 69.8 | 217.5 ± 60.9 | 327.2 ± 118.3 | 342.5 ± 98.2 |
| Oxygen Alveolar-Arterial Gradient (mmHg) | | | | | |
| Group LR | 225.2 ± 131.0 | 195.5 ± 45.6 | 163.9 ± 77.9 | 58.4 ± 57.9 | 44.9 ± 51.8 |
| Group A | 199.2 ± 79.9 | 208.4 ± 99.3 | 177.7 ± 65.7 | 90.9 ± 106.42 | 47.1 ± 82.1 |
| Pulmonary Shunt (%) | | | | | |
| Group LR | 23.5 ± 15.1 | 26.6 ± 6.9 | 19.8 ± 7.5 | 17.2 ± 4.3 | 12.5 ± 5.9 |
| Group A | 22.1 ± 5.9 | 28.8 ± 14.1 | 24.9 ± 8.6 | 20.7 ± 10.4 | 16.1 ± 11.1 |

REFERÊNCIAS - REFERENCES

01. Myers GJ - A comparative review of crystalloid, albumin, pentastarch, and hetastarch as perfusate for cardiopulmonary bypass. *J Extra-Corporeal Technol*, 1997;29:30-35.
02. Hammermeister KE, Burchfiel C, Johnson R et al - Identification of patients at greatest risk for developing major complications at cardiac surgery. *Circulation*, 1990;82:380-389.
03. Mangano DT - Perioperative cardiac morbidity. *Anesthesiology*, 1990;72:153-184.
04. Higgins TL, Estafanous FG, Loop FD et al - Stratification of morbidity and mortality outcome by preoperative risk factors in coronary artery bypass patients. A clinical severity score. *JAMA*, 1992;267:2344-2348.
05. Griffel MI, Kaufman BS - Pharmacology of colloids and crystalloids. *Crit Care Clin*, 1992;8:235-253.
06. Hachenberg T, Tenling A, Rothen HU et al - Thoracic intravascular and extravascular fluid volumes in cardiac surgical patients. *Anesthesiology*, 1993;79:976-984.
07. Butler J, Rocker GM, Westaby S - Inflammatory response to cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg*, 1993;55:552-559.
08. Gallagher JD, Moore RA, Kerns D et al - Effects of colloid or crystalloid administration on pulmonary extravascular water in the postoperative period after coronary artery bypass grafting. *Anesth Analg*, 1985;64:753-758.
09. Shapira N, Zabatino SM, Ahmed S et al - Determinants of pulmonary function in patients undergoing coronary bypass operations. *Ann Thorac Surg*, 1990;50:268-273.
10. Hoefft A, Korb H, Mehlhorn U et al - Priming of cardiopulmonary bypass with human albumin or Ringer lactate: effect on colloid osmotic pressure and extravascular lung. *Br J Anaesth*, 1991;66:73-80.
11. Buhre W, Hoefft A, Schorn B et al - Acute effect of mitral valve replacement on extravascular lung water in patients receiving colloid or crystalloid priming of cardiopulmonary bypass. *Br J Anaesth*, 1997;79:311-316.
12. Jenkins IR, Curtis AP - The combinations of mannitol and albumin in the priming solution reduces positive intraoperative fluid balance during cardiopulmonary bypass. *Perfusion*, 1995;10:301-305.
13. Louagie Y, Gonzalez E, Jamart J et al - Postcardiopulmonary bypass lung edema. A preventable complication? *Chest*, 1993;103:86-95.
14. Weaver DW, Ledgerwood AM, Lucas CE et al - Pulmonary effects of albumin resuscitation for severe hypovolemic shock. *Arch Surg*, 1978;113:387-392.
15. Sade RM, Stroud MR, Crawford Jr FA et al - A prospective randomized study of hydroxyethyl starch, albumin, and lactated Ringer's solution as priming fluid for cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1985;89:713-722.
16. Messent M, Sinclair DG, Quinlan GJ et al - Pulmonary vascular permeability after cardiopulmonary bypass and its relationship to oxidative stress. *Crit Care Med*, 1997;25:425-429.
17. Ratliff NB, Young Jr WG, Hackel DB et al - Pulmonary injury secondary to extracorporeal circulation. An ultrastructural study. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1973;65:425-432.
18. Boks RH, van Herwerden LA, Takkenberg JJ et al - Is the use of albumin in colloid prime solution of cardiopulmonary bypass circuit justified? *Ann Thorac Surg*, 2001;72:850-853.
19. Tigchelaar I, Gallandat Huet RC, Korsten J et al - Hemostatic effects of three colloid plasma substitutes for priming solution in cardiopulmonary bypass. *Eur J Cardiothorac Surg*, 1997;11:626-632.
20. Engelman DT, Adams DH, Byrne JG et al - Impact of body mass index and albumin on morbidity and mortality after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1999;118:866-873.
21. McClelland DB - Safety of human albumin as a constituent of biologic therapeutic products. *Transfusion*, 1998;38:690-699.

RESUMEN

Luz HLM, Moreira MRG, Auler Jr JOC, Carmona MJC - Influencia del Empleo de Albúmina Humana sobre la Función Pulmonar de Pacientes Sometidos a la Cirugía Cardíaca con Circulación Extracorpórea

JUSTIFICATIVA Y OBJETIVOS: La utilización de albúmina humana en cirugías cardíacas con circulación extracorpórea (CEC) es controvertida, aun cuando sea procedimiento utilizado con frecuencia. El objetivo de este estudio fue analizar los efectos del uso de la albúmina humana sobre la función del cambio gaseoso pulmonar en pacientes sometidos a la cirugía de revascularización del miocardio con CEC.

MÉTODO: Veinte pacientes fueron divididos aleatoriamente en dos grupos, en relación a la solución utilizada en el perfusato de la CEC: en el grupo control (n = 10) se utilizó dilución total con solución de Ringer con lactato también utilizada en la hidratación intra-operat6ria. En el grupo albúmina (n = 10) fueron adicionados 20 g de albúmina humana al perfusato de CEC o como parte de la hidratación en el periodo p6s-CEC. La relación entre la presión arterial de oxígeno y su fracción inspirada (PaO_2/FiO_2), o gradiente alvéolo-arterial de oxígeno ($GA-aO_2$) y el shunt pulmonar fueron evaluados después de la inducción anestésica, al final de la cirugía y en el primer y segundo día de p6s-operatorio y comparados en los dos grupos a través de Análisis de Variancia para medidas repetidas ($p < 0,05$).

RESULTADOS: Los dos grupos estudiados fueron comparables en relación a las características pré-operatorias, tiempo de CEC y de cirugía. Los valores de PaO_2/FiO_2 , $GA-aO_2$ y shunt pulmonar no mostraron diferencia estadísticamente significativa entre los grupos.

CONCLUSIONES: Este estudio demostró que la adición de albúmina humana en el perfusato de la CEC o como parte de la hidratación intra-operatoria en cirugía revascularización del miocardio con circulación extracorpórea no resultó en beneficios para la función pulmonar. Como la albúmina presenta costo elevado, su uso rutinario no está justificado.