

# Hemodiluição Aguda Perioperatória com Hidroxietilamido a 6% em Cirurgia Cardíaca: Repercussões Hemodinâmicas e sobre o Transporte de Oxigênio \*

Erika Miyoshi<sup>1</sup>, Maria José Carvalho Carmona, TSA<sup>2</sup>, Ricardo Uema<sup>3</sup>, José Otávio Costa Auler Jr TSA<sup>4</sup>

## RESUMO

Miyoshi E, Carmona MJC, Uema R, Auler Jr JOC - Hemodiluição Aguda Perioperatória com Hidroxietilamido a 6% em Cirurgia Cardíaca: Repercussões Hemodinâmicas e sobre o Transporte de Oxigênio

**Justificativa e Objetivos** - Medidas para diminuir a necessidade de transfusão homóloga em cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea (CEC) incluem a adoção de critérios rígidos para indicação de transfusão, o uso de doação autóloga prévia, de auto-transfusão automática per-operatória, de antifibrinolíticos e de hemodiluição normovolêmica aguda (HNA). O objetivo deste estudo é a análise das alterações hemodinâmicas e o transporte de oxigênio na HNA com hidroxietilamido a 6% em pacientes de baixo risco cirúrgico submetidos a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea.

**Método** - Foram estudados cinco pacientes, submetidos à primeira cirurgia de revascularização do miocárdio, com idade inferior a 65 anos. Após indução anestésica e monitorização, os pacientes foram submetidos à remoção de volume sanguíneo até o máximo de 1000 ml ou até o hematócrito atingir 30%, com substituição concomitante do sangue retirado por igual volume de hidroxietilamido a 6%. O volume sanguíneo retirado foi reinfundido após a CEC, posteriormente à reversão da heparinização. Foram avaliados os seguintes parâmetros: variação média dos valores de hematócrito; índice cardíaco; transporte; consumo e extração de oxigênio antes e após a realização da HNA.

**Resultados** - Observou-se redução média do hematócrito de 22,6% e diminuição de 18,12% no transporte de oxigênio. No entanto, houve um aumento de 4,54% no índice cardíaco concomitante ao aumento de 44% na taxa de extração de oxigênio, sem atingir níveis críticos.

**Conclusões** - Podemos inferir deste estudo que perdas sangüíneas moderadas em pacientes de baixo risco cirúrgico podem ser compensadas apenas com reposição de soluções cristalóides e/ou colóides, através do aumento do débito cardíaco e da extração de oxigênio, sem necessidade de transfusão sangüínea.

UNITERMOS - CIRURGIA, Cardíaca; SANGUE, Transfusão; hemodiluição; VOLEMIA: expansão, hidroxietilamido

## SUMMARY

Miyoshi E, Carmona MJC, Uema R, Auler Jr JOC - Acute Perioperative Hemodilution with 6% Hetastarch in Cardiac Surgery: Effects on Hemodynamics and Oxygen Transportation

**Background and Objectives** - Measures to minimize the need for homologous transfusion during cardiac surgery with cardiopulmonary bypass (CPB) include rigid criteria for transfusion indication, previous autologous donation, automatic intraoperative auto-transfusion, antifibrinolytic agents and acute normovolemic hemodilution (ANH). The aim of this study was to analyze hemodynamic changes and oxygen transportation in ANH with 6% hetastarch in low surgical risk patients submitted to cardiac surgery with cardiopulmonary bypass.

**Methods** - Participated in this study 5 patients aged below 65 years and submitted to first myocardial revascularization. After anesthetic induction and monitoring, patients were submitted to blood volume removal up to 1000 ml or until hematocrit reached 30%, with simultaneous replacement of equal volume of 6% hetastarch. Removed blood was reinfused after CPB, subsequent to heparinization reversion. The following parameters were evaluated: hematocrit mean variation, cardiac index, oxygen transportation, consumption and extraction before and after ANH.

**Results** - There has been a mean hematocrit decrease of 22.6% and an 18.12% decrease in oxygen transportation. However, there has been a 4.54% increase in cardiac index, simultaneously with a 44% increase in oxygen extraction without reaching critical levels.

**Conclusions** - One may conclude from this study that moderate blood losses in low surgical risk patients may be compensated with crystalloid and/or colloid solutions replacement alone, through the increase in cardiac output and oxygen extraction, with no need for blood transfusion.

KEY WORDS - BLOOD, Transfusion; hemodilution; SURGERY, Cardiac; VOLEMIA: expansion, hetastarch

Pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea muitas vezes necessitam transfusão sangüínea, com todos os riscos a ela associados. Além da utilização de critérios rígidos para indicação de hemocom-

\* Estudo realizado no Instituto do Coração e Hospital de Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP)

1. Médica Preceptora da Disciplina de Anestesiologia da FM-USP  
2. Doutora em Medicina pela Universidade de São Paulo; Médica Supervisora do Serviço de Anestesiologia do Instituto do Coração  
3. Médico em Especialização do CET/SBA da Disciplina de Anestesiologia da FM-USP  
4. Professor Titular da Disciplina de Anestesiologia da FM-USP

Apresentado em 01 de julho de 1999

Aceito para publicação em 17 de setembro de 1999

Correspondência para Dr. José Otávio Costa Auler Júnior  
Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 255  
Div. de Anestesiologia - 8º andar PAMB - Bloco 3  
05403-900 - São Paulo - SP  
E-mail: auler@incor.usp.br

© 2000, Sociedade Brasileira de Anestesiologia

ponentes, diversas medidas têm sido adotadas para minimizar a necessidade de transfusão homóloga<sup>1-3</sup>, entre elas a utilização de *cell savers* com recuperação automática das perdas sanguíneas per-operatórias<sup>4,5</sup>, a doação autóloga prévia<sup>6,7</sup>, a utilização de antifibrinolíticos e a hemodiluição normovolêmica aguda (HNA)<sup>8-11</sup>. Paralelamente ao alto custo e ao risco de coagulopatia relacionados à auto-transfusão automática per-operatória, sabe-se que a utilização de antifibrinolíticos acarreta riscos de trombose e que a doação pré-operatória não exclui o risco de acidente transfusional<sup>2,3</sup>.

A hemodiluição normovolêmica aguda (HNA) é método supostamente simples que consiste na retirada de sangue no pré-operatório imediato, estocando-o em bolsas citratadas à temperatura ambiente, sendo o volume sanguíneo retirado substituído por soluções cristalóides ou colóides e reinfundido quando necessário<sup>12,13</sup>.

Este estudo visa analisar as alterações hemodinâmicas e o transporte de oxigênio em pacientes de baixo risco cirúrgico submetidos à primeira cirurgia de revascularização miocárdica com circulação extracorpórea, com utilização de hemodiluição normovolêmica aguda e reposição volêmica com hidroxietilamido a 6%.

## MÉTODO

O projeto de estudo foi aprovado pela Comissão Científica do Instituto do Coração e pela Comissão de Ética Médica do Hospital de Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Os pacientes foram informados previamente do estudo, tendo sido obtido consentimento por escrito para sua inclusão.

Foram estudados cinco pacientes submetidos à primeira cirurgia de revascularização do miocárdio, com idade inferior a 65 anos, não diabéticos, isentos de alterações renais, com fração de ejeção maior que 45% e hematócrito maior que 36% ou hemoglobina acima de 12,0 g.dl<sup>-1</sup>. Os pacientes foram monitorizados na sala de cirurgia com ECG (derivações DII e V5), oximetria de pulso e pressão arterial (PA) invasiva (sistólica, média e diastólica). Após acesso venoso periférico, foi realizada indução anestésica com midazolam (0,2 mg.kg<sup>-1</sup>), fentanil (20 µg.kg<sup>-1</sup>) e pancurônio (0,1 mg.kg<sup>-1</sup>). Após intubação oro-traqueal, foi instalada monitorização de fração expirada de CO<sub>2</sub> (P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>). Após passagem de cateter de artéria pulmonar (Swan Ganz), foram realizadas medidas de pressão venosa central (PVC), pressão de artéria pulmonar contínua (PAP) e pressão de oclusão da artéria pulmonar intermitente (PCP); foram medidos ainda débito cardíaco e saturação venosa central contínua (SVO<sub>2</sub>). A medida de débito cardíaco foi realizada de forma contínua com cálculo das resistências vasculares pulmonar e periférica, e transporte e extração de oxigênio (com auxílio de amostras de gasometrias venosa central e arterial). A diurese foi avaliada através de cateterismo vesical com controle horário. Foram avaliados também as alterações de hematócrito, hemoglobina, contagem plaquetária e coagulograma, uréia, creatinina, sódio e potássio.

Após indução anestésica e monitorização inicial, os pacientes foram submetidos à remoção de um volume máximo de 1000 ml de sangue, ou até o hematócrito atingir 30%, com substituição por hidroxietilamido a 6%, em igual volume. O cálculo do volume a ser retirado foi realizado através da fórmula:

$$VR = [VSE \times (Ht - 30)] / Ht_M$$

sendo, VR o volume a ser retirado, VSE o volume sanguíneo estimado (60 ml.kg<sup>-1</sup>), Ht o hematócrito pré-operatório do paciente e Ht<sub>M</sub> = (Ht-30)/2

Os pacientes que apresentassem queda da pressão arterial superior a 20% durante o procedimento de coleta do sangue teriam o procedimento suspenso e o volume até então retirado seria reposto ao final da CEC.

O sangue foi colhido através do cateter arterial, antes da circulação extracorpórea, sendo estocado em bolsas citratadas, mantido sob agitação contínua, à temperatura ambiente na própria sala cirúrgica, sendo transfundido após a CEC e antes do final da cirurgia. Durante o período de coleta de sangue, a monitorização da pressão arterial foi realizada de forma não invasiva com manguito em membro superior. Quando o volume remanescente no circuito da circulação extracorpórea permitiu, foi realizada ultrafiltração do mesmo antes de infundi-lo ao paciente.

As medidas hemodinâmicas foram realizadas após a indução anestésica e antes do início da coleta de sangue, após a hemodiluição total, no pós-operatório imediato (na saída da sala de cirurgia, após a reposição do sangue armazenado) e no primeiro dia de pós-operatório.

Além das alterações hemodinâmicas e laboratoriais, foi avaliada a necessidade de transfusão sanguínea no período per e pós-operatório.

Os dados obtidos foram analisados descritivamente.

## RESULTADOS

A tabela I mostra as características dos pacientes quanto aos dados antropométricos (idade, peso e altura); a tabela II, os tempos do procedimento. Na tabela III, encontram-se os dados de balanço hídrico e balanço sanguíneo, o volume sanguíneo retirado e volume de ultrafiltração quando realizado. No cálculo do balanço hídrico, não foram computados o tempo de jejum e as perdas insensíveis. Apenas três pacientes foram submetidos a ultrafiltração ao final da circulação extra-corpórea.

Tabela I - Dados Antropométricos (Média ± DP) (valor mínimo - valor máximo)

Parâmetro	Média ± DP (min-max)
Idade (anos)	52,0 ± 1,87 (50-55)
Peso (kg)	78,2 ± 13,86 (60-96)
Altura (cm)	169,8 ± 10,89 (159-185)

HEMODILUIÇÃO AGUDA PERIOPERATÓRIA COM HIDROXIETILAMIDO A 6% EM CIRURGIA CARDÍACA: REPERCUSSÕES HEMODINÂMICAS E SOBRE O TRANSPORTE DE OXIGÊNIO

Tabela II - Tempos do Procedimento (Média ± DP) (valor mínimo - valor máximo)

Parâmetro	Média ± DP (min-max)
Tempo cirúrgico (min)	372,0 ± 54,49 (300-450)
Tempo em CEC (min)	82,6 ± 35,72 (34-130)
Tempo de hemodiluição (min)	46,4 ± 20,79 (15-62)

Tabela III - Balanço Hídrico, Balanço Sangüíneo, Volume da Hemodiluição e Volume do Ultrafiltrado da CEC (Média ± DP) (valor mínimo - valor máximo)

Parâmetro	Média ± DP (min-max)
Balanço hídrico (ml)	2266 ± 502,02 (1630-2850)
Balanço sangüíneo (ml)	-450 ± 217,94 (-250 - -800)
Volume da hemodiluição (ml)	868 ± 217,07 (500-1000)
Volume do ultrafiltrado da CEC (ml)	630 ± 574,02 (0-1400)

Na tabela IV, estão listados os exames laboratoriais com seus valores pré e pós operatórios. Nenhum paciente necessitou de transfusão sangüínea até o final da CEC. Um paciente recebeu duas unidades de concentrado de hemácias após a reposição do sangue retirado e mais uma unidade no pós-operatório imediato, devido a sangramento e instabilidade hemodinâmica; outro paciente recebeu uma unidade de concentrado de hemácias no primeiro dia do pós-operatório devido à instabilidade hemodinâmica. Os menores valores de hematócrito, tanto inicial de 39%, quanto final, de 24%, são de uma mesma paciente, que apresentou também o menor valor em CEC, de 19%. Esta paciente teve volume de hemodiluição de 868 ml e não necessitou de hemoderivados.

Tabela IV - Exames Laboratoriais: Valores Pré e Pós-Operatórios (pré-operatório e 1º pós-operatório) (Média ± DP) (valor mínimo - valor máximo)

Exame	Pré-operatório	1º pós-operatório
U (mg.ml <sup>-1</sup> )	33,6 ± 4,22 (31-41)	46 ± 17,96 (36-40)
Cr (mg.ml <sup>-1</sup> )	0,9 ± 0,23 (0,7-1,3)	1,0 ± 0,24 (0,7-1,3)
Plaquetas (1000.m <sup>-3</sup> )	242,8 ± 85,44 (156-346)	187 ± 100,84 (46-308)
TP (%)	84,7 ± 11,41 (71-100)	65,3 ± 13,7 (58-89)
TTPA (s)	32,1 ± 4,65 (27,9-39,4)	37,5 ± 9,58 (27,3-50)
INR	1,1 ± 0,09 (1-1,2)	1,4 ± 0,31 (1,1-1,8)
Na <sup>+</sup> (mEq.L <sup>-1</sup> )	140,8 ± 1,79 (139-143)	137,6 ± 2,79 (137-140)
K <sup>+</sup> (mEq.L <sup>-1</sup> )	4,1 ± 0,59 (3,3-4,8)	4,4 ± 0,58 (3,9-5,4)
Hb (g.dL <sup>-1</sup> )	14,5 ± 2,06 (12,8-17,1)	9,3 ± 1,68 (8-11)
Ht (%)	43,2 ± 5,36 (39-50)	28 ± 5,05 (24-34)

U: uréia; Cr: creatinina; Plaquetas: contagem de plaquetas; TP: relação do tempo de trombina; TTPA: tempo de tromboplastina tecidual ativada; INR: relação do tempo de protrombina; Na<sup>+</sup>: sódio; K<sup>+</sup>: potássio; Hb: hemoglobina; Ht: hematócrito

Na tabela V, encontram-se os parâmetros pertinentes ao transporte e consumo de oxigênio.

Na tabela VI, observam-se as alterações hemodinâmicas compensatórias da hemodiluição normovolêmica.

Não houve intercorrências quanto a monitorização, a anestesia e ao procedimento cirúrgico e pós-operatório.

## DISCUSSÃO

A HNA tem sido utilizada freqüentemente em cirurgias urológicas<sup>14,15</sup>, cirurgias de grande porte<sup>16,17</sup> e cirurgias ortopédicas<sup>18,19</sup>, nas quais a perda sangüínea é representativa, com o intuito de diminuir a necessidade de transfusão homóloga. Sabe-se atualmente que a associação de HNA e doação autóloga pré-operatória pode diminuir significativamente a necessidade de transfusões sangüíneas nestes tipos de cirurgia. Mas quando comparada à doação prévia, a utilização isolada de HNA mostra-se vantajosa devido ao menor custo<sup>14,15</sup>. Em cirurgia cardíaca, onde se prevê transfusão sangüínea, a HNA poderia ser um recurso para se evitar a transfusão homóloga, mas ainda há controvérsias quanto às vantagens de seu uso<sup>9,20</sup>.

O sangue obtido na HNA é fresco, livre da ação deletéria da CEC e dos riscos transfusionais. Além disso, a HNA promove alterações reológicas<sup>12,13</sup> que podem melhorar a microcirculação, como o aumento da velocidade eritrocitária pela diminuição da viscosidade sangüínea, aumentando a oferta de oxigênio e o débito cardíaco. Entretanto, a HNA pode levar a alterações hemodinâmicas discretas, como taquicardia ou alterações transitórias da pressão arterial, limitando seu uso em pacientes críticos.

Quando da realização da HNA, a substituição do sangue retirado pode ser realizada por diferentes soluções cristalóides ou colóides. No caso de substituição por cristalóides, há necessidade de reposição na proporção de três partes de cristalóide para cada parte de sangue retirado. No caso de substituição por substâncias coloidais como albumina ou soluções de hidroxietilamido, pode-se utilizar a proporção 1:1, isto é, reposição com volume correspondente àquele retirado, sendo que o hidroxietilamido tem poder de expansão comparável ao da albumina<sup>21,22</sup> e superior ao Dextran<sup>21,26</sup>, com a vantagem de aumentar mais a perfusão tecidual em relação à albumina<sup>23,26</sup>. O uso do hidroxietilamido, como substituto para o sangue retirado, vem sendo cada vez mais freqüente em cirurgias que utilizam a HNA, devido a suas propriedades físico-químicas<sup>13,25,26</sup> que permitem obter, nas doses recomendadas, expansão rápida, eficaz e duradoura do volume intravascular, sem riscos adicionais como coagulopatia<sup>27</sup> e reações alérgicas<sup>28</sup>. O hidroxietilamido, por si só, pode levar a melhora da microcirculação e do débito cardíaco.

O número de casos estudados foi pequeno devido aos critérios rígidos para inclusão dos pacientes no protocolo. Além disto, o estudo foi interrompido quando, diante da análise dos casos já obtidos, pôde-se avaliar o comportamento dos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca diante da hemodi-

Tabela V - Transporte e Consumo de Oxigênio (Média ± DP) (valor mínimo - valor máximo)

	Basal	Hemodiluição total	POI	1° PO
Hb	13,3 ± 1,59 (12-16)	10,3 ± 1,49 (8,3-12,3)	8,9 ± 1,53 (7,3-10,7)	9,5 ± 1,53 (8-11,3)
Ht	40,8 ± 5,76 (36-48)	30,8 ± 4,50 (25-37)	27,6 ± 5,56 (22-32)	29,6 ± 5,61 (24-34)
PaO <sub>2</sub> / FiO <sub>2</sub>	330	263	203	305
SvO <sub>2</sub>	85,4 ± 4,60 (81-90)	79,6 ± 5,44 (77-82)	74,8 ± 12,36 (54-83)	66,7 ± 5,13 (60-72)
VO <sub>2</sub> I	71,0 ± 7,82 (64-83)	82,0 ± 16,70 (62-102)	101,5 ± 26,46 (64-134)	104,6 ± 41,22 (77-177)
DO <sub>2</sub> I	472 ± 112,60 (356-594)	384 ± 28,37 (342-407)	470 ± 158,56 (248-636)	265 ± 174,43 (216-463)
Ga-vO <sub>2</sub>	2,8 ± 0,74 (2-3,78)	3,0 ± 0,91 (1,96-4,36)	2,7 ± 0,97 (1,88-4,2)	4,1 ± 1,06 (3-5,53)
ERO <sub>2</sub>	0,15 ± 0,03 (0,11-0,19)	0,20 ± 0,20 (0,18-0,22)	0,23 ± 0,11 (0,16-0,43)	0,33 ± 0,05 (0,27-0,38)

Hb: hemoglobina (g.dL<sup>-1</sup>); Ht: hematócrito (%); PaO<sub>2</sub>/ FiO<sub>2</sub>: relação entre pressão parcial e fração inspirada de oxigênio (mmHg); SvO<sub>2</sub>: saturação venosa de oxigênio (%); VO<sub>2</sub> I: índice de consumo de oxigênio (ml.min<sup>-1</sup>.m<sup>-2</sup>); DO<sub>2</sub> I: índice de transporte de oxigênio (ml.min<sup>-1</sup>.m<sup>-2</sup>); Ga-vO<sub>2</sub>: gradiente artério-venoso de oxigênio (ml.dl<sup>-1</sup>); ERO<sub>2</sub>: taxa de extração de oxigênio (%)

Tabela VI - Parâmetros Hemodinâmicos (Média ± DP) (valor mínimo - valor máximo)

	Basal	Hemodiluição total	POI	1° PO
FC	78,8 ± 8,23 (67-90)	91 ± 9,46 (75-98)	113,4 ± 22,61 (88-139)	108,2 ± 8,46 (105-117)
VS	62,6 ± 14,21 (45,4-82,5)	57,2 ± 2,05 (55,1-59,3)	66,9 ± 19,8 (44,9-89,8)	44,2 ± 8,35 (35,7-54,2)
IC	2,6 ± 0,74 (1,68-3,4)	2,8 ± 0,31 (2,45-3,17)	4,0 ± 1,31 (2,6-5,68)	2,7 ± 0,71 (1,9-3,35)
PAS-M	85,6 ± 13,39 (70-100)	75,8 ± 7,95 (65-84)	64,8 ± 7,26 (60-77)	70,2 ± 15,78 (51-89)
PAP-M	12,8 ± 3,70 (10-19)	14,0 ± 5,70 (6-22)	16,2 ± 5,63 (9-22)	21,0 ± 5,94 (14-28)
PVC	2,8 ± 1,92 (1-6)	5,6 ± 3,04 (1-8)	8,4 ± 3,97 (3-13)	10,7 ± 9,29 (3-24)
PAE	7,8 ± 3,42 (3-11)	10,2 ± 4,55 (3-15)	11,2 ± 4,97 (4-17)	12,0 ± 4,24 (6-15)
RVSi	2729,6 ± 1132,06 (1681-4614)	2055 ± 327,4 (1552-2346)	1214,2 ± 402,26 (773-1746)	1877,5 ± 831,17 (1124-3051)
RVPI	148,2 ± 56,08 (90-226)	106,4 ± 41,78 (65-176)	119,0 ± 99,55 (42-288)	169,6 ± 58,70 (120-245)
TSVEi	35,5 ± 9,02 (24,9-49)	27,1 ± 3,22 (24,5-30,9)	25,9 ± 9,15 (15,4-40,5)	20,9 ± 5,37 (13,7-25,6)
TSVDi	4,5 ± 2,12 (3,1-8,2)	3,0 ± 1,68 (2,2-6,2)	3,7 ± 1,83 (1,3-6,3)	3,4 ± 1,75 (1,1-5,2)

FC: frequência cardíaca (batimentos.min<sup>-1</sup>); VS: volume sistólico (ml); IC: índice cardíaco (L.min<sup>-1</sup>.m<sup>-2</sup>); PAS-M: pressão arterial sistêmica média (mmHg); PAP-M: pressão média de artéria pulmonar (mmHg); PVC: pressão venosa central (mmHg); PAE: pressão do átrio esquerdo (mmHg); RVSi: índice da resistência vascular sistêmica (dinas.s.cm<sup>-5</sup>.m<sup>-2</sup>); RVPI: índice da resistência vascular pulmonar (dinas.s.cm<sup>-5</sup>.m<sup>-2</sup>); TSVEi: índice do trabalho sistólico do ventrículo esquerdo (g.m.<sup>-1</sup>.m<sup>-2</sup>); TSVDi: índice do trabalho sistólico do ventrículo direito (g.m.<sup>-1</sup>.m<sup>-2</sup>)

lução normovolêmica. A análise descritiva dos resultados deve-se ao limitado número de pacientes.

Observamos que, para uma diminuição média do hematócrito de 24,5%, houve diminuição de 18,6% no transporte de oxigênio. Provavelmente pela hemodiluição, houve uma diminuição de 24,7% da resistência vascular sistêmica concomitante a um aumento de 7,7% no índice cardíaco e 33,3% na taxa de extração de oxigênio, sem que este último atingisse níveis críticos. Essas alterações, imediatamente após a hemodiluição e nos tempos subseqüentes, são apresentadas nas figuras 1, 2 e 3.

Os pacientes estudados apresentavam baixo risco de transfusão sangüínea, uma vez que eram pacientes submetidos a primeira cirurgia, com valores normais de hemoglobina pré-operatória e sem antecedentes de coagulopatia, insuficiência renal ou hepática. A hemodiluição per-operatória, na prática, mostrou-se um método de difícil execução, exigindo que houvessem dois profissionais envolvidos em sua realização.

Isso torna discutível seu valor prático como técnica rotineira em pacientes de baixo risco pré-operatório, onde a necessidade de transfusão sangüínea é baixa. Por outro lado, em

HEMODILUIÇÃO AGUDA PERIOPERATÓRIA COM HIDROXIETILAMIDO A 6% EM CIRURGIA CARDÍACA:  
REPERCUSSÕES HEMODINÂMICAS E SOBRE O TRANSPORTE DE OXIGÊNIO

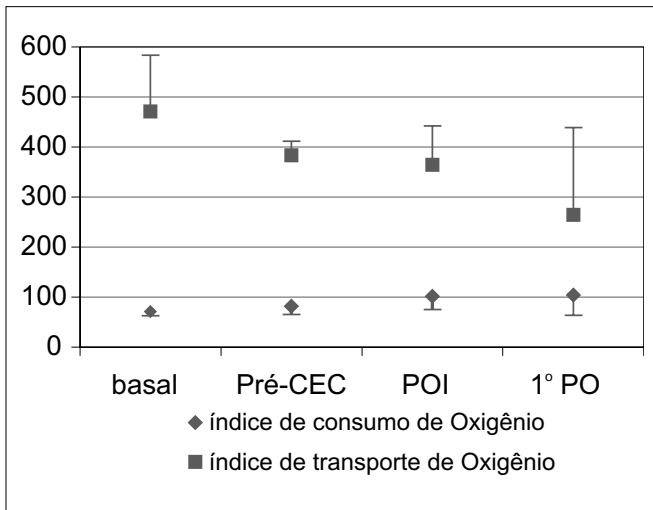


Figura 1 - Valores médios e desvios-padrão dos Índices de Transporte e Consumo de Oxigênio (em ml.min<sup>-1</sup>.m<sup>-2</sup>) nos tempos: basal (após a indução anestésica), pré CEC (imediatamente antes da circulação extracorpórea), POI (a primeira medida na recuperação cardíaca) e 1º PO (após 24 horas da cirurgia)

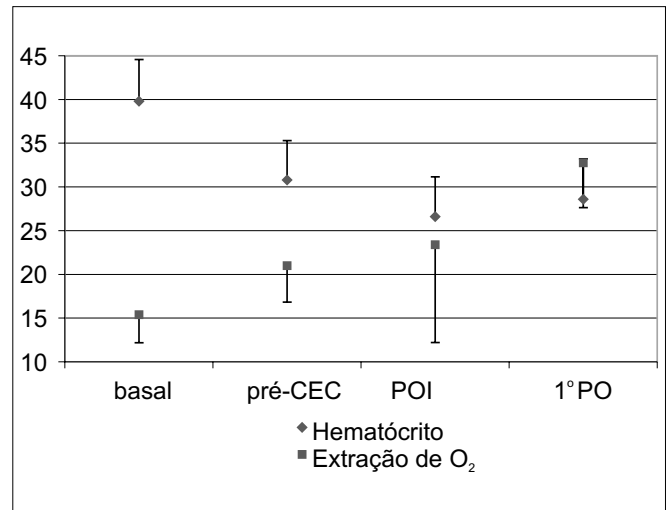


Figura 2 - Valores médios do Hematócrito (%) e Extração de Oxigênio (%) nos tempos: basal (após a indução anestésica), pré CEC (imediatamente antes da circulação extracorpórea), POI (a primeira medida na recuperação cardíaca) e 1º PO (após 24 horas da cirurgia)

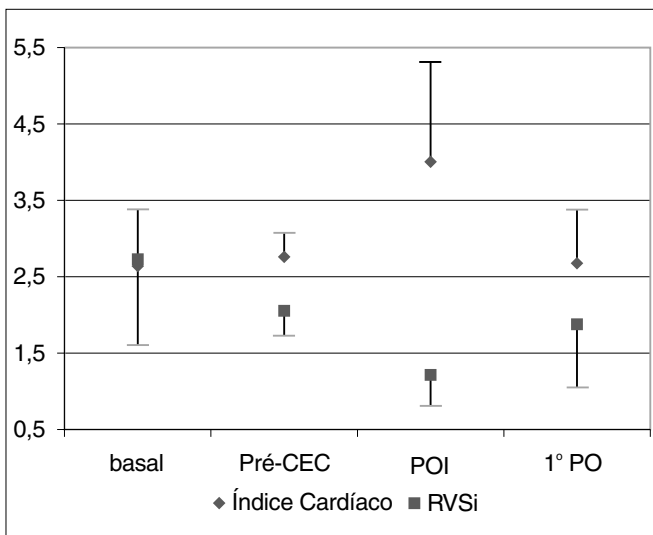


Figura 3 - Valores médios do índice cardíaco (IC expresso em L.min<sup>-1</sup>.m<sup>-2</sup>) e o índice da resistência vascular sistêmica (RVSs expressa em dinas.s.cm<sup>-5</sup>.m<sup>-2</sup>) nos tempos: basal (após a indução anestésica), pré CEC (imediatamente antes da circulação extracorpórea), POI (a primeira medida na recuperação cardíaca) e 1º PO (após 24 horas da cirurgia)

pacientes de alto risco pré-operatório, com má função ventricular esquerda, anemia, coagulopatia ou insuficiência renal este procedimento estaria contra-indicado.

A hemodiluição adicional promovida pelo *priming* da circulação extracorpórea resultou no mínimo valor de hematócrito encontrado no estudo, que foi de 19% durante a CEC. Fang<sup>29</sup> e colaboradores estudaram 2738 pacientes submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio e concluíram que em pacientes de baixo risco, apenas valores de hematócrito abaixo de 14% durante a circulação extracorpórea contribuíram para o aumento da mortalidade, enquanto que no grupo

de pacientes de alto risco, havia significativo aumento da mortalidade para valores de hematócrito inferiores a 17%. Entretanto, o estudo atual auxilia na conclusão de que pacientes de baixo risco cirúrgico, como aqueles aqui estudados, podem compensar o sangramento per-operatório apenas com reposição de soluções cristalóides e/ou colóides, sem necessidade de transfusão sanguínea. Como demonstrado, esta compensação se faz através do aumento do débito cardíaco e da extração de oxigênio.

#### RESUMEN

Miyoshi E, Carmona MJC, Uema R, Auler Jr JOC - Hemodilución Aguda Perioperat6ria con Hidroxietilamido a 6% en Cirurgia Cardíaca: Repercusiones Hemodinámicas y sobre el Transporte de Oxígeno

**Justificativa y Objetivos** - Medidas para disminuir la necesidad de transfusión hom6loga en cirugía cardíaca con circulación extracorp6rea (CEC) incluyen la adopci6n de criterios rígidoss para indicaci6n de transfusi6n, el uso de donaci6n aut6loga pr6via, de auto-transfusi6n autom6tica per-operat6ria, de antifibrinolíticos y de hemodiluci6n normovolémica aguda (HNA). El objetivo de este estudio es el análisis de las alteraciones hemodinámicas y el transporte de oxígeno en la HNA con hidroxietilamido a 6% en pacientes de bajo riesgo cirúrgico sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorp6rea.

**Método** - Fueron estudiados cinco pacientes, sometidos a la primera cirugía de revascularizaci6n del miocárdio, con edad inferior a 65 años. Después de la inducci6n anestésica y monitorizaci6n, los pacientes fueron sometidos a la remoci6n del volumen sanguíneo hasta el máximo de 1000 ml o hasta el hematócrito alcanzar 30%, con substituci6n concomitante del sangre retirado por igual volumen de hidroxietilamido a 6%. El volumen sanguíneo retirado fue reinfundido después de la CEC, posteriormente a la reversi6n de la heparinizaci6n. Fueron evaluados los siguientes parámetros: variaci6n média de los valores de hematócrito; índice cardíaco; transporte,

consumo y extracción de oxígeno antes y después de la realización de la HNA.

**Resultados** - Se observó reducción media del hematocrito de 22,6% y disminución de 18,12% en el transporte de oxígeno. Sin embargo, hubo un aumento de 4,54% en el índice cardíaco concomitante al aumento de 44% en la tasa de extracción de oxígeno, sin alcanzar niveles críticos.

**Conclusiones** - Podemos deducir de este estudio que pérdidas sanguíneas moderadas en pacientes de bajo riesgo cirúrgico pueden ser compensadas apenas con reposición de soluciones cristalóides y/o colóides, a través del aumento del débito cardíaco y de la extracción de oxígeno, sin necesidad de transfusión sanguínea.

## REFERÊNCIAS

01. Goodnough LT, Despostis GJ, Hogue CW et al - On the need for improved transfusion indicators in cardiac surgery. *Ann Thorac Surg*, 1995;60:473-480.
02. Welch HG, Meehan KR, Goodnough LT - Prudent strategies for elective red blood cell transfusion. *Ann Intern Med*, 1992;116:393-402.
03. Goodnough LT - Current red blood cell transfusion practices. *AACN Clin Issues*, 1996;7:212-220.
04. Giordano GF, Goldman DS, Mammana RB et al - Intraoperative autotransfusion in cardiac operations. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1988;96:382-386.
05. Tempe D, Bajwa R, Cooper A et al - Blood conservation in small adults undergoing valve surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 1996;10:502-506.
06. Kaplan JA, Cannarella C, Jones EL et al - Autologous blood transfusion during cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1977;74:4-10.
07. Birkmeyer JD, AuBuchon JP, Littenberg B et al - Cost-effectiveness of preoperative autologous donation in coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg*, 1994;57:161-168.
08. Hallowell P, Bland JHL, Chir B et al - Transfusion of fresh autologous blood in open-heart surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1977;64: 941-948.
09. Bryson GL, Laupacis A, Wells GA - Does acute normovolemic hemodilution reduce perioperative allogeneic transfusion? A meta-analysis. *Anesth Analg*, 1998;86:9-15.
10. Bormann BV, Boldt J, Kling D et al - Combined autotransfusion in cardiac surgery: the use of acute normovolemic hemodilution before and during coronary-artery surgery (aorto-coronary bypass). *Deutsch Med Wschr*, 1987;49:1-12.
11. Wang S, Chu S, Lin HM et al - Clinical use of pentastarch in cardiac surgery without homologous blood transfusion. *J Formos Med Assoc*, 1995;94:153-158.
12. Messmer K - Acute normovolemic hemodilution: Changes of central hemodynamics and microcirculatory flow in skeletal muscle. *Europ Surg Res*, 1972;4:55-70.
13. Lawin P - Hetastarch: A Current Overview. Thieme Medical Publisher, Inc.1992.
14. Monk TG, Goodnough LT, Brecher ME et al - Acute normovolemic hemodilution can replace preoperative autologous blood donation as a standard of care for autologous blood procurement in radical prostatectomy. *Anesth Analg*, 1997;85: 953-958.
15. Monk TG, Goodnough LT - Blood conservation strategies to minimize allogeneic blood use in urologic surgery. *Am J Surg*, 1995;170: 69S-73S.
16. Baron JF, De Kegel D, Prost AC et al - Low molecular weight hydroxyethyl starch 6% compared to albumin 4% during intentional hemodilution. *Intensive Care Med*, 1991;17:141-148.
17. Vogt NH, Zschiedrich H, Linfante A et al - Comparison of human albumin 5% and 6% HES 200/0.5 as exclusive colloid component during major surgery. *Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie*, 1994;May,150-156.
18. Vogt NH, Bothner U, Lerch G et al - Large-dose administration of 6% hydroxyethyl starch 200/0.5 for total hip arthroplasty: plasma homeostasis, hemostasis, and renal function compared to use of 5% human albumin. *Anesth Analg*, 1996; 83:262-268.
19. Borman B, Sticher J, Ratthey K et al - Volume substitution during acute normovolemic haemodilution (ANH) - 5% human albumin vs. 6% hydroxyethyl starch 200 (0.55). *Infusionstherapie*, 1990;3:142-146.
20. Boldt J, Kling D, Weidler B et al - Acute preoperative hemodilution in cardiac surgery: volume replacement with a hypertonic saline-hydroxyethyl starch solution. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 1991;5:23-28.
21. Lacy JH, Wright CB - Use of plasma volume expanders in myocardial revascularization. *Drugs*,1992;44:720-727.
22. London MJ, Ho JS, Triedman JK et al - A randomized clinical trial of 10% pentastarch (low molecular weight hydroxyethyl starch) versus 5% albumin for plasma volume expansion after cardiac operations. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1989;97:785-797.
23. Boldt J, Heesen M, Müller M et al - The effects of albumin versus hydroxyethyl starch solution on cardiorespiratory and circulatory variables in critically ill patients. *Anesth Analg*, 1996;83: 254-261.
24. Mythen MG, Webb AR - Perioperative plasma volume expansion reduces the incidence of gut mucosal hypoperfusion during cardiac surgery. *Arch Surg*, 1995;130:423-429.
25. Boldt J, Zickmann B, Rapin J et al - Influence of volume replacement with different HES-solutions on microcirculatory blood flow in cardiac surgery. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1994;38: 432-438.
26. Köhler H, Zschiedrich J, Linfante A et al - The elimination of hydroxyethyl starch 200/0.5, Dextran 40 and oxypolygelatin. *Klin Wochenschr*, 1982;60:293-301.
27. Kirklin JK, Lell WA, Kouchoukos NT - Hydroxyethyl starch versus albumin for colloid infusion followin cardiopulmonary bypass in patients undergoing myocardial revascularization. *Ann Thorac Surg*, 1984;37:41-46.
28. Laxenaire MC, Charpentier C, Feldman L et al - Anaphylactoid reactions to colloid plasma substitutes: frequency, risk factors and mechanisms. A French multicenter prospective study. *Ann Fr Anesth Reanim*, 1994;13:301-310.
29. Fang WC, Helm RE, Krieger KH et al - Impact of minimum hematocrit during cardiopulmonary bypass on mortality in patients undergoing coronary artery surgery. *Circulation*, 1997; 96:194-199.