

Estudo comparativo das bombas de rolete e centrífuga em pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio

Carolina Teles Taipina Matias^I, Paulo Manuel Pêgo-Fernandes^{II}, Ramez Anbar^{III}, Nádia Taylor^I, Aristides Correia^{IV}, Ludhmila Abrahão Hajjar^V, Roberto Kalil Filho^{VI}, Fabio Biscegli Jatene^{VII}

Hospital Sírio-Libanês

RESUMO

Contexto e objetivos: Estudos sugerem que a utilização da bomba centrífuga na circulação extracorpórea é melhor do ponto de vista fisiológico se comparada a bomba de rolete nos pacientes submetidos a cirurgia cardíaca. O objetivo do trabalho é avaliar os níveis séricos de lactato em pacientes submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio utilizando as bombas de rolete e centrífugas durante a circulação extracorpórea (CEC) como um marcador prognóstico. **Desenho e local:** Trata-se de um estudo observacional retrospectivo, baseado em levantamento de dados de prontuários médico-hospitalares, realizado no Hospital Sírio-Libanês. **Método:** Foi estudada uma coorte histórica de pacientes, dividida em dois grupos: o primeiro grupo, de 61 pacientes, operados no período de março de 2007 a julho de 2008, com bomba de rolete, e o segundo grupo, de 74 pacientes, no período de julho de 2008 a fevereiro de 2011, com bomba centrífuga. As amostras sanguíneas dos pacientes foram colhidas em quatro diferentes tempos durante a operação: pré-circulação extracorpórea (T1); hipotermia a 32 °C (T2); hipotermia a 34 °C (T3); pós-circulação extracorpórea (T4). **Resultados:** Houve diferença significativa na amostra do lactato em T4 ($P = 0,049$). **Conclusão:** Na bomba centrífuga, observamos melhora do lactato ao final da circulação extracorpórea em comparação com a bomba de rolete.

PALAVRAS-CHAVE: Cirurgia torácica, revascularização miocárdica, bombas de infusão, circulação extracorpórea, l-lactato desidrogenase

INTRODUÇÃO

Novas técnicas e componentes têm sido utilizados para o aperfeiçoamento do circuito extracorpóreo com a finalidade de reduzir as complicações nos pacientes submetidos a cirurgia cardíaca. Nos últimos anos, houve um avanço notável nas

pesquisas relacionadas à utilização das bombas de rolete e centrífuga na circulação extracorpórea, com a finalidade de reduzir os danos causados pela circulação extracorpórea. Hoje, as bombas centrífugas têm sido empregadas na circulação extracorpórea tanto em procedimentos de revascularização do miocárdio como em cirurgias valvares.

^IBiomédica (perfusionista), Sociedade Beneficente de Senhoras do Hospital Sírio-Libanês.

^{II}Professor titular, Disciplina de Cirurgia Torácica, Instituto do Coração (InCor), Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

^{III}Médico Cardiologista, Sociedade Beneficente de Senhoras do Hospital Sírio-Libanês.

^{IV}Biólogo, Disciplina de Cirurgia Torácica, Instituto do Coração (InCor), Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

^VProfessora doutora, Disciplina de Cardiologia, Instituto do Coração (InCor), Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

^{VI}Professor titular, Disciplina de Cardiologia, Instituto do Coração (InCor), Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

^{VII}Professor titular, Disciplina de Cirurgia Cardiovascular, Instituto do Coração (InCor), Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Endereço para correspondência:

Paulo Manuel Pêgo-Fernandes

Rua Itapeva, 240 — conjunto 902 — Bela Vista — São Paulo (SP) — CEP 01332-000.

Tel. (11) 3171-1320

E-mail: paulopego@incor.usp.br

Fonte de fomento: Braile Biomédica Indústria Comércio e Representações S/A e Cardio Medical Com. Repres. e Import. de Material Médico Hospitalar Ltda ofereceram os equipamentos utilizados na pesquisa — Conflito de interesse: nenhum declarado

Entrada: 13 de fevereiro de 2014 — Última modificação: 1 de abril de 2014 — Aceite: 8 de abril de 2014

O uso de bombas centrífugas na circulação extracorpórea está se tornando cada vez mais frequente nos centros de cirurgias cardíacas, devido aos benefícios observados.¹ A utilização dessas bombas provoca menor trauma sanguíneo comparado a bomba de rolete, resulta em menor ativação plaquetária e redução da hemólise e, consequentemente, em melhor hemostasia. No entanto, resultados conflitantes são relatados sobre o efeito dos dois tipos de bomba.^{2,3}

Do ponto de vista hematológico, alguns autores⁴ não observaram diferença entre o uso rotineiro da bomba de rolete e centrífuga, em pacientes eletivos submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio. Em pacientes não obesos, em boas condições clínicas e eletivos, não há diferenças hematológicas em relação à bomba de rolete comparada à bomba centrífuga.⁵ No entanto, há evidências de aumento significativo na agregação plaquetária com o uso da bomba de rolete em comparação com a bomba centrífuga, indicando assim maior suscetibilidade no pós-operatório para risco de complicações trombóticas.⁶

A acidose láctica ocorre em decorrência da distribuição inadequada de oxigênio pelos tecidos, sendo consequência do metabolismo anaeróbico. O aumento dos níveis séricos de lactato consiste da hipoperfusão sistêmica e hipóxia tecidual.⁷ Os níveis séricos de lactato, antes, durante e depois da circulação extracorpórea, têm sido utilizados como marcadores prognósticos de confiança nos últimos anos. Existem estudos revelando intensa relação entre o aumento do risco de morbidade e mortalidade com os altos níveis séricos de lactato.^{1,7}

OBJETIVO

Este estudo foi realizado para avaliar os níveis séricos de lactato em pacientes submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio utilizando as bombas de rolete e centrífugas.

MÉTODO

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Sírio-Libanês (CEPesq/HSL). Foi realizado um estudo de coorte histórica, durante o período de março de 2007 a fevereiro de 2011, com todos os pacientes adultos consecutivamente operados no período de ambos os sexos, sem exclusão. No período, 135 pacientes foram submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio no Hospital Sírio-Libanês, com idades entre 37 e 94 anos, apresentando média de 64,83 anos ($\pm 11,24$). O peso desses pacientes era de 60 kg a 116 kg, com média de 83,32 kg ($\pm 13,60$).

Nas operações, a bomba centrífuga foi empregada em 74 pacientes, sendo 68 do sexo masculino e 6 do sexo feminino, e a bomba de rolete foi utilizada em 61 pacientes, sendo

53 do sexo masculino e 8 do sexo feminino. A idade dos pacientes variou entre 37 a 82 anos nos pacientes de bomba centrífuga e entre 38 a 94 anos nos pacientes de bomba rolete. No período de março de 2007 a julho de 2008 utilizou-se a bomba de rolete; já a bomba centrífuga foi aplicada, após a incorporação dessa tecnologia pelo hospital no período entre julho de 2008 a fevereiro de 2011. O tempo de circulação extracorpórea nas cirurgias foi de 35 a 175 minutos apresentando média de 103,71 minutos ($\pm 25,53$). Não houve diferenças estatísticas em relação às características entre os grupos.

A equipe cirúrgica foi a mesma em todas as cirurgias, assim como a técnica cirúrgica, anestésica e perfusionista. O tempo de internação dos pacientes foi calculado a partir da data da operação até o momento da alta hospitalar.

Os pacientes foram heparinizados com dosagem de 5 mg/kg, além de 100 mg de heparina no perfusato. O tempo de coagulação ativada em todos os pacientes foi superior a 400 segundos a partir do momento em que a heparina (Bergamo) foi administrada; quando necessário, usou-se heparina adicional para garantir um nível seguro no tempo de coagulação ativado. A partir do momento em que todo o volume sanguíneo foi repostado ao paciente, a heparina foi revertida com a ação do sulfato de protamina (Bergamo); caso necessário, doses adicionais foram administradas para normalizar o tempo de coagulação.

O circuito extracorpóreo consistiu de membrana oxigenadora (Braile Biomédica), reservatório venoso (Braile Biomédica), reservatório de cardiectomia (Braile Biomédica), bem como o filtro de linha arterial (Braile Biomédica). Todo o circuito foi preenchido com perfusato igual para todos os pacientes à temperatura ambiente, compreendendo de 1.500 ml de ringer simples (Baxter), 100 mg de heparina sódica (Bergamo) e 100 ml de albumina humana a 20% (Grifols). A administração de manitol a 20% (Baxter) foi efetuada em todos os pacientes logo após o início da circulação extracorpórea. A perfusão foi realizada com hipotermia leve de 32 °C. O fluxo da circulação extracorpórea foi de 1,8 L/min/m² a 2,2 L/min/m². Utilizamos a bomba centrífuga da Medtronic (Bio-Pump BP-80, Medtronic BioMedicus, Eden Prairie, Minnesota, Estados Unidos). A bomba rolete utilizada faz parte do circuito da máquina de circulação extracorpórea da Braile Biomédica, com tubo de 0,5 polegadas (BEC Módulo bomba, Braile Biomédica, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil).

A técnica de pinçamento intermitente da aorta foi empregada. Logo após o resfriamento sistêmico para 32 °C os pinçamentos da aorta foram iniciados. A cada pinçamento da aorta, foi realizada anastomose entre a artéria coronária a ser revascularizada e o enxerto. Para cada 3 a 4 minutos de pinçamento, foi realizado 1 minuto de reperusão.

Esse procedimento foi utilizado tanto para as anastomoses distais quanto para as proximais, porém, com cada pinçamento não superior a 12 minutos.

Ao término da circulação extracorpórea, todo o volume do circuito extracorpóreo foi repostado ao paciente. Em seguida, a heparina foi neutralizada com a ação da protamina.

Os pacientes foram divididos em dois grupos: grupo I – utilização de bomba centrífuga, grupo II – utilização de bomba rolete. As amostras de sangue foram colhidas da linha arterial da anestesia, quando colhidas antes da circulação extracorpórea e pós-circulação extracorpórea. Durante a circulação extracorpórea, as amostras arteriais foram colhidas da linha do filtro arterial da máquina de extracorpórea.

Os exames laboratoriais realizados durante as operações foram dosagem de hematócrito (Ht), dosagem de hemoglobina (Hb), gasometria arterial, dosagem de sódio (Na) e potássio (K), dosagem de lactato desidrogenase (LDH) e dosagem de glicemia. Todas as amostras colhidas foram arteriais em quatro diferentes tempos da cirurgia e em seguida encaminhadas ao laboratório de análises clínicas do hospital. A primeira amostra (T1) foi colhida antes da circulação extracorpórea, a partir do momento em que o paciente estava anestesiado. Após 20 minutos de perfusão, foi coletada a segunda amostra (T2). No momento em que o paciente estava com a temperatura corporal a 34 °C, a terceira amostra (T3) foi colhida. A quarta amostra (T4) foi coletada após a reposição volêmica total do paciente.

Os dados foram analisados usando o software SPSS Inc., Chicago, IL. Todos os resultados foram expressos com média $\pm$ desvio padrão (DP). A análise de variância (ANOVA) de duplo fator foi realizada para determinar se haveria diferenças significativas entre as médias dos parâmetros analisados. Valores de $P < 0,05$ foram aceitos como significantes.

RESULTADOS

Nas operações em que se utilizou a bomba centrífuga, a média do tempo de circulação extracorpórea foi de 100,13 minutos ($\pm 23,49$); já nas operações com bomba rolete, a média do tempo de circulação extracorpórea foi 105,24 minutos ($\pm 27,55$). O tempo de circulação extracorpórea entre os grupos não apresentou diferenças significativas.

O tempo médio de internação no grupo da bomba centrífuga foi de 12,90 ($\pm 8,41$), no grupo de bomba rolete, o tempo médio foi de 15,39 ($\pm 12,72$). Não houve diferenças significativas entre os grupos com relação ao tempo de internação.

Entre todos os pacientes operados neste estudo, houve um óbito hospitalar. Ocorreu no 27º dia do pós-operatório, e esse paciente pertencia ao grupo de bomba rolete.

Rotineiramente, dosamos, nos quatro tempos, glicose, hematócrito, potássio, bicarbonato de sódio e lactato. A dosagem de glicose obteve média semelhante entre os grupos, nos diferentes tempos. No entanto, não houve diferenças significativas ($P < 0,05$) da glicose entre os grupos nas amostras: normotermia T1 ($P = 0,362$); hipotermia T2 ($P = 0,432$); hipotermia T3 ($P = 0,298$); normotermia T4 ($P = 0,619$).

O hematócrito, devido à hemodiluição, declinou nas amostras em hipotermia (T2 e T3). Porém, a amostra T3 foi a única em que houve diferença significativa na comparação entre as bombas ($P = 0,042$), enquanto em T1 ($P = 0,412$), T2 ($P = 0,585$) e T4 ($P = 5,14$) (**Gráfico 1**) não houve diferença significativa.

O potássio apresentou média semelhante entre os grupos, nos diferentes tempos. Entretanto, não houve diferenças significativas ($P = < 0,05$) do potássio em comparação com as bombas: normotermia T1 ($P = 0,377$); hipotermia T2 ($P = 0,761$); hipotermia T3 ($P = 0,685$); normotermia T4 ($P = 0,860$).

A média da dosagem de bicarbonato de sódio também foi semelhante em ambas as bombas. A amostra em normotermia foi a que apresentou diferença significativa na comparação do bicarbonato de sódio entre as bombas, em que $P = 0,033$ em T1. Nas amostras seguintes, não houve diferenças significativas da dosagem entre as bombas: T2 ($P = 0,249$); T3 ($P = 0,521$); T4 = ($P = 0,545$) (**Gráfico 2**).

Na dosagem do lactato, o valor da média de cada bomba foi crescente, ou seja, o lactato da amostra T1 foi aumentando conforme o tempo em comparação com a amostra T4. No entanto, a única amostra que mostrou diferença significativa entre a bomba centrífuga e rolete foi a amostra T4, em que $P = 0,049$, enquanto T1 ($P = 0,902$); T2 ($P = 0,176$) e T3 ($P = 0,228$) (**Gráfico 3**).

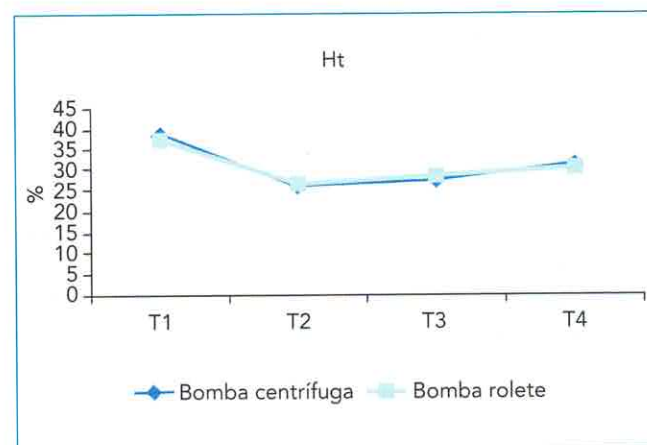


Gráfico 1. Comparação do hematócrito (Ht) (%) entre as bombas ao longo do tempo.

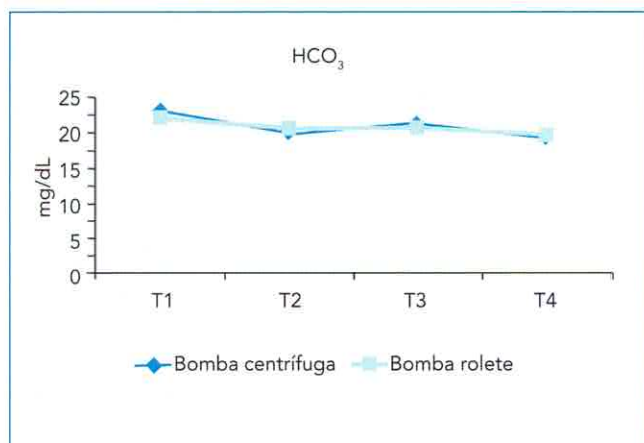


Gráfico 2. Comparação do HCO_3^- (mg/dL) entre as bombas ao longo do tempo.

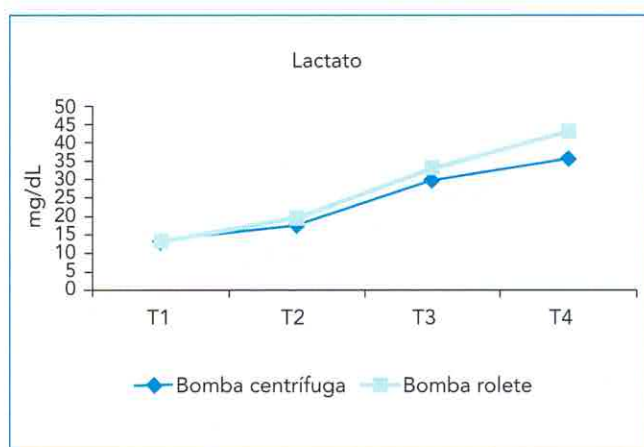


Gráfico 3. Comparação do lactato (mg/dL) entre as bombas ao longo do tempo.

DISCUSSÃO

Diversos fatores contribuem para a hipoperfusão durante a circulação extracorpórea, tais como a duração da circulação extracorpórea e da anóxia miocárdica, o grau de hipotermia e a estratégia de manipulação do valor do hematócrito e pH sanguíneo.⁸

A bomba centrífuga Medtronic BP-80 consiste de um cone de acrílico em que internamente existem três cones magnéticos vinculados e rotativos, que, ao se moverem, deslocam o sangue por meio de força centrífuga. Tem como princípio um vórtex que permite fluxo unidirecional sem necessidade do uso de válvulas, permitindo deslizamento suave e contínuo do dispositivo, possibilitando vantagens comparadas a outros sistemas, tais como menores complicações trombóticas e embólicas, e reduzindo os danos aos elementos figurados do sangue devido a menor turbulência.⁹ Além disso, sabe-se

que a bomba centrífuga possui menor risco da formação de pressão negativa e, conseqüentemente, não oferece risco de rotura da linha arterial devido a não oclusão.¹ O custo maior e um sistema mais sofisticado podem ser compreendidos como desvantagem deste sistema.

Muitos estudos demonstram que o uso de bombas centrífugas, comparados com a bomba de rolete, resulta em redução na ativação do sistema complemento^{3,10} e menor hemólise.³ Neste trabalho, houve diferenças significativas entre as bombas em relação ao hematócrito apenas na amostra T3, na qual o valor do hematócrito da bomba rolete foi superior ao da bomba centrífuga, porém, na amostra em normotermia, o valor do hematócrito dos pacientes submetidos a cirurgia com bomba centrífuga foi superior.

Os valores de bicarbonato arterial, durante a circulação extracorpórea, reduzem significativamente em comparação aos valores iniciais devido a elevação da concentração de íons hidrogênio.¹¹ No presente estudo, os valores de bicarbonato de sódio também foram inferiores no decorrer da circulação extracorpórea comparados aos valores iniciais, porém, em nenhum momento durante a circulação extracorpórea, houve diferenças significativas dos valores do bicarbonato em relação aos diferentes tipos de bomba. A amostra inicial apresentou diferença significativa entre os pacientes, porém, não há relação com as bombas, uma vez que a circulação extracorpórea não havia iniciado.

O metabolismo da glicose é alterado durante a circulação extracorpórea, porém a intensidade depende de fatores, dos quais o mais importante é o grau de hipotermia.¹² No presente estudo, não observamos diferenças significativas na dosagem de glicose entre as bombas, porém, podemos observar que, no momento em que o paciente é submetido à circulação extracorpórea e a hipotermia se inicia, a glicose circulante aumenta gradativamente; no momento em que o paciente está em normotermia, a glicemia tende a normalizar.

O potássio, durante a circulação extracorpórea, é constantemente dosado, e corrigido quando necessário, principalmente para preservar a contração miocárdica. Neste trabalho, observamos que não houve diferenças significativas na dosagem de potássio entre as bombas durante a circulação extracorpórea. Analisamos que houve aumento no nível de potássio em ambas as bombas no intervalo entre as amostras T2 e T3, mas que, no momento em que os pacientes saíram de circulação extracorpórea, o potássio se manteve em níveis normais.

A redução da oferta de oxigênio aos tecidos pode ser diagnosticada pelo aumento da concentração do lactato sanguíneo.¹³ Após o pinçamento da aorta, ocorre produção de lactato.¹⁴ A circulação extracorpórea pode ser responsável pela privação de oxigênio aos tecidos e, conseqüentemente,

eleva os níveis de lactato sanguíneo.⁴ Embora inespecífico, o excesso de lactato durante a circulação extracorpórea pode ser marcador de aumento da demanda metabólica ou hipoperfusão regional. Os órgãos que comumente se encarregam de produzir o lactato são o cérebro, fígado, intestinos, rins e músculos esqueléticos.^{15,16}

Sabe-se que a acidose láctica se dá pela hipoperfusão tecidual, de defeitos inatos do metabolismo dos carboidratos ou pelo efeito de certas drogas.¹⁷ Além disso, foi relatado que o nitroprussiato de sódio ($0,6 \mu\text{g.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) pode ser benéfico no tratamento de pacientes com acidose láctica por, provavelmente, melhorar a redistribuição do fluxo sanguíneo.¹⁸ Em contrapartida, há relatos de que a administração da norepinefrina acentua a acidose láctica.⁴

Neste trabalho, não foi considerada a exposição da utilização de drogas vasoativas durante as operações.

Observamos que houve diferença significativa na dosagem de lactato apenas na amostra pós-circulação extracorpórea (T4). Acredita-se que, ao longo do tempo, o lactato na bomba centrífuga tende a diminuir em comparação com a bomba rolete, como podemos observar no **Gráfico 3**.

CONCLUSÃO

Neste trabalho, não notamos diferenças clínicas significantes entre as bombas em relação aos parâmetros utilizados, exceto o lactato. Sendo assim, podemos concluir que, com a utilização da bomba centrífuga, apenas o lactato pós-circulação extracorpórea foi melhor nos pacientes submetidos à circulação extracorpórea com o auxílio da bomba centrífuga, uma vez que houve diferença significativa na amostra final.

REFERÊNCIAS

- Mejak BL, Stammers A, Rauch E, Vang S, Viessman T. A retrospective study on perfusion incidents and safety devices. *Perfusion*. 2000;15(1):51-61.
- Morgan IS, Codispoti M, Sanger K, Mankad PS. Superiority of centrifugal pump over roller pump in paediatric cardiac surgery: prospective randomised trial. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1998;13(5):526-32.
- Valeri CR, MacGregor H, Ragno G, et al. Effects of centrifugal and roller pumps on survival of autologous red cells in cardiopulmonary bypass surgery. *Perfusion*. 2006;21(5):291-6.
- Moen O, Fosse E, Bråten J, et al. Differences in blood activation related to roller/centrifugal pumps and heparin-coated/uncoated surfaces in a cardiopulmonary bypass model circuit. *Perfusion*. 1996;11(2):113-23.
- Pêgo-Fernandes PM, Miura F, Higa SS, et al. Hemólise em circulação extracorpórea: estudo comparativo entre bomba de rolete e bomba centrífuga [Hemolysis in extracorporeal circulation: a comparative study between roller and centrifugal pumps]. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 1989;4(3):220-4.
- Andersen KS, Nygreen EL, Grong K, Leirvaag B, Holmsen H. Comparison of the centrifugal and roller pump in elective coronary artery bypass surgery--a prospective, randomized study with special emphasis upon platelet activation. *Scand Cardiovasc J*. 2003;37(6):356-62.
- Yee S, Qiu F, Su X, et al. Evaluation of HL-20 roller pump and Rotaflow centrifugal pump on perfusion quality and gaseous microemboli delivery. *Artif Organs*. 2010;34(11):937-43.
- Atik FA. Monitorização hemodinâmica em cirurgia cardíaca pediátrica [Hemodynamic monitoring in pediatric heart surgery]. *Arq Bras Cardiol*. 2004;82(2):199-208.
- Blackshear PL, Forstrom R, Watters C, Dorman FD. Effect of flow and turbulence on the formed elements of blood. In: Brewer LA, ed. *Prostect heart valves*. Springfield (Illinois): Thomas; 1969. p. 52-67.
- Wheeldon DR, Bethune DW, Gill RD. Vortex pumping for routine cardiac surgery: a comparative study. *Perfusion*. 1990;5(2):135-43.
- Piccioni MA, Auler Júnior JOC. Efeitos dos fármacos vasoativos na acidose láctica consequente à circulação extracorpórea em cirurgia cardíaca [Effects of vasoactive drugs in lactic acidosis as a consequence of extracorporeal circulation in cardiac surgery]. *Rev Bras Anestesiol*. 1999;49(3):151-9.
- Souza MHL, Elias DO. Fundamentos da circulação extracorpórea. 2ª ed. Rio de Janeiro: Alfa Rio; 2006.
- Kruse JA, Haupt MT, Puri VK, Carlson RW. Lactate levels as predictors for the relationship between oxygen delivery and consumption in ARDS. *Chest*. 1990;98(4):959-62.
- Pêgo-Fernandes PM, Jatene FB, Kwasnicka K, et al. Influência do pré-condicionamento isquêmico na proteção miocárdica em revascularização do miocárdio com pinçamento intermitente da aorta [Influence of the ischemic preconditioning in the myocardial protection in myocardial revascularization with intermittent aortic cross-clamping]. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2001;16(1):7-13.
- Atik FA. Monitorização hemodinâmica em cirurgia cardíaca pediátrica [Hemodynamic monitoring in pediatric heart surgery]. *Arq Bras Cardiol*. 2004;82(2):199-208.
- McDaniel LB, Zwischenberger JB, Vertrees RA, et al. Mixed venous oxygen saturation during cardiopulmonary bypass poorly predicts regional venous saturation. *Anesth Analg*. 1995;80(3):466-72.
- Rocha TS, Silveira AS, Botta AM, et al. Lactato sérico como marcador de morbimortalidade no pós-operatório de operação de Jatene em lactentes [Serum lactate as mortality and morbidity marker in infants after Jatene's operation]. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2010;25(3):350-8.
- Taradash MR, Jacobson LB. Vasodilator therapy of idiopathic lactic acidosis. *N Engl J Med*. 1975;293(10):468-71.