

Função pulmonar após cirurgia de revascularização do miocárdio com e sem circulação extracorpórea

Pulmonary function following on and off-pump coronary artery bypass grafting

Letícia Broco¹, Mariana Grazziotin Pasolini¹, Kátia Bilhar Scapini², Bárbara Timm¹,
Simone Regina Posser¹, Carla Wouters Franco Rockenbach³, Christiano da Silveira de Barcellos⁴,
Alexandre Pereira Tognon⁵, Camila Pereira Leguisamo⁶

¹ Graduação em Fisioterapia pela Universidade de Passo Fundo.

² Especialista em Fisioterapia Cardiorrespiratória pela Universidade Gama Filho.

³ Especialista em Fisioterapia Cardiorrespiratória pelo Colégio Brasileiro de Estudos Sistemáticos. Professora do curso de Fisioterapia da Universidade de Passo Fundo.

⁴ Mestre em Ciências Médicas pelo Programa de Mestrado Interinstitucional Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Universidade de Passo Fundo. Cirurgião cardiovascular do Hospital São Vicente de Paulo de Passo Fundo.

⁵ Graduação em Medicina pela Universidade de Passo Fundo.

⁶ Doutora em Ciências da Saúde/Cardiologia pela Fundação Universitária de Cardiologia. Professora do curso de Fisioterapia da Universidade de Passo Fundo.

RESUMO

Objetivos: avaliar e comparar a função pulmonar de pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio com e sem o uso de circulação extracorpórea. **Métodos:** a amostra foi composta por 40 pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio, classificados em dois grupos: com circulação extracorpórea (grupo CCEC – 20 pacientes) ou sem circulação extracorpórea (grupo SCEC – 20 pacientes). Registros espirométricos da capacidade vital forçada (CVF) e do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁) foram obtidos no período pré-operatório (considerado basal) e no primeiro, terceiro e quinto dias do período pós-operatório. **Resultados:** observou-se que no geral os valores de CVF e VEF₁ diminuíram no primeiro pós-operatório em relação ao basal (diferença média = 1,8±1,0, p<0,001 e 1,3±1,0, p<0,001, respectivamente), tendo recuperação parcial no terceiro e no quinto pós-operatórios, sem retornar aos valores iniciais (diferença média 1,2±1,1, p<0,001 e 0,9±0,9, p<0,001, respectivamente). Após controle para os valores basais, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos CCEC e SCEC quanto à CVF e ao VEF₁ no quinto dia pós-operatório. **Conclusões:** a cirurgia de revascularização do miocárdio associou-se a um decréscimo significativo na função pulmonar em todos os pacientes, havendo recuperação parcial da CVF e do VEF₁ no quinto pós-operatório para os dois grupos, porém sem retorno aos valores basais. Não se observou associação estatisticamente significativa entre realização de circulação extracorpórea e função pulmonar no quinto dia pós-operatório.

Descritores: PULMÃO/fisiologia; REVASCULARIZAÇÃO MIOCÁRDICA; CIRCULAÇÃO EXTRACORPÓREA; ESPIROMETRIA; MEDIDAS DE VOLUME PULMONAR; TESTES DE FUNÇÃO RESPIRATÓRIA; PERÍODO PÓS-OPERATÓRIO.

ABSTRACT

Aims: To evaluate and compare the pulmonary function of patients submitted to myocardial revascularization surgery, with and without the use of extracorporeal circulation. **Methods:** The sample comprised 40 patients submitted to myocardial revascularization surgery, classified into two groups, depending on whether extracorporeal circulation was used (wECC – 20 patients) or not (nECC – 20 patients). Spirometric recordings of forced vital capacity (FVC) and forced expiratory volume in the first second (FEV₁) were obtained during the preoperative period (considered baseline) and on the first, third and fifth days postoperatively. **Results:** In general, the values of FVC and FEV₁ diminished on the first day postoperatively compared to the baseline (mean difference = 1.8±1.0, p<0.001 and 1.3±1.0, p<0.001, respectively), with partial recovery on the third and fifth day postoperatively, with no return to the initial values (mean difference = 1.2±1.1, p<0.001 and 0.9±0.9, p<0.001, respectively). After controlling for baseline values, no significant differences were observed between the wECC and nECC groups as to FVC and FEV₁ on the 5th day postoperatively. **Conclusions:** Myocardial revascularization surgery was associated to a significant decrease in pulmonary function in all patients, with partial recovery of FVC and FEV₁ on the fifth day postoperatively for all groups, with no return to baseline values. No statistically significant association was found between extracorporeal circulation and pulmonary function on the fifth day postoperatively.

Keywords: LUNG/physiology; MYOCARDIAL REVASCULARIZATION; EXTRACORPOREAL CIRCULATION; SPIROMETRY; LUNG VOLUME MEASUREMENTS; RESPIRATORY FUNCTION TESTS; POSTOPERATIVE PERIOD.

Endereço para correspondência/Corresponding Author:

CAMILA PEREIRA LEGUISAMO
Rua Capitão Eleutério 69/304 – Centro
CEP 99010-060, Passo Fundo, RS, Brasil
Telefone: (54) 3314-6473
E-mail: camila@upf.br

INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares constituem o principal problema de saúde pública no Brasil, liderando as causas de internação e de óbito, correspondendo a 32,6% dos óbitos com causa determinada.¹ Dessa forma, a frequência dos procedimentos cirúrgicos aumentou progressivamente nas últimas décadas² e a cirurgia de revascularização do miocárdio (CRM) tornou-se um procedimento frequente, sendo altamente efetivo para o tratamento de doença arterial coronariana, com definida melhora da sobrevida em grupos selecionados.^{3,4}

Apesar dos avanços tecnológicos, a alteração pulmonar no pós-operatório da CRM ainda é comum, uma vez que se trata de uma cirurgia de grande porte. A ocorrência de complicações pulmonares no pós-operatório pode estar ligada a diversos fatores, tais como o local da incisão cirúrgica, o tipo e o tempo de anestesia e de ventilação mecânica,⁵ a presença de drenos pleurais,⁶ o grau de função pulmonar no pré-operatório, além do tempo de circulação extracorpórea (CEC).^{7,8}

A utilização da CEC na CRM tem demonstrado potencializar a lesão pulmonar e o retardo na recuperação da função respiratória, produzindo aumento da permeabilidade endotelial e lesão parenquimatosa pulmonar, contribuindo para o surgimento de atelectasias, aumento do shunt e redução da complacência pulmonar e da troca gasosa.^{9,10} Dois mecanismos, a resposta inflamatória sistêmica e a lesão isquêmica normotérmica, têm sido responsabilizados pelas alterações da função pulmonar após uso da CEC.¹¹

Na década de 1990 iniciou-se o interesse na realização da CRM sem o uso da CEC, a fim de simplificar os procedimentos e diminuir os custos no período hospitalar.^{12,13} Além disso, estudos relatam experiências com cirurgias sem o uso da CEC com resultados favoráveis em relação às complicações respiratórias, relatando melhor preservação da função pulmonar no pós-operatório^{12,7} e redução das taxas de mortalidade e morbidade.¹⁴

Assim, avaliar e comparar a função pulmonar em pacientes submetidos à CRM com e sem o uso da CEC foi o objetivo geral deste estudo. Os objetivos específicos compreenderam mensurar e comparar, entre pacientes com ou sem CEC, o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁) e a capacidade vital forçada (CVF) no pré-operatório e no primeiro, terceiro e quinto dia de pós-operatório; a temperatura de hipotermia; o tempo de sala cirúrgica; a permanência em ventilação mecânica (VM); e o tempo de internação hospitalar. Buscou-se, ainda, identificar possíveis preditores da função pulmonar no quinto dia pós-operatório.

MÉTODOS

Um estudo de coorte avaliou a função pulmonar no período pré-operatório e nos dias primeiro, terceiro e quinto de pós-operatório, através da espirometria simples. Foram incluídos consecutivamente todos os pacientes internados no Hospital São Vicente de Paulo, na cidade de Passo Fundo/RS, que foram submetidos à CRM eletiva e sem outros procedimentos cirúrgicos associados, no período de fevereiro a agosto de 2006. Os pacientes foram divididos em dois grupos: grupo com CEC (CCEC) e grupo sem CEC (SCEC). Os critérios para utilizar ou não a CEC foram clínicos, determinados pela equipe médica, levando-se em conta a capacidade de realizar a revascularização coronariana completa com ou sem CEC. Foram considerados como critérios de exclusão o déficit neurológico ou cognitivo que impossibilitasse a realização da espirometria e a negativa em assinar o termo de consentimento livre e esclarecido, sendo que nenhum paciente preencheu esses critérios. Não foram excluídos pacientes com doença pulmonar prévia. Todos os pacientes incluídos concluíram todas as etapas do estudo. O estudo foi conduzido de acordo com a Resolução 196 do Conselho Nacional de Saúde e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital São Vicente de Paulo e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Passo Fundo.

Foi preenchida uma ficha de avaliação detalhada no pré-operatório. No período pós-operatório verificou-se temperatura de hipotermia, tempo de sala cirúrgica, tempo em VM e tempo de internação hospitalar. Foram considerados obesos os pacientes com índice de massa corpórea (IMC) acima de 30 kg/m², conforme a Organização Mundial da Saúde.¹⁵ Consideraram-se como tabagistas os pacientes com história de tabagismo prévio ou atual e como não tabagistas os que negaram uso de cigarro em qualquer época da vida. Foram considerados pacientes com idade avançada aqueles com idade superior a 65 anos.

A função pulmonar foi avaliada através da espirometria, utilizando o espirômetro simples digital Clement Clarke VM1, Escala ATS (Clement Clarke Int. Ltd., Columbus, Estados Unidos) e bucais individualizados e descartáveis com 3 cm de diâmetro. Os índices verificados foram o VEF₁ e CVF.¹⁶ Os registros foram coletados no pré operatório e no primeiro, terceiro e quinto dia de pós-operatório, por dois avaliadores previamente treinados, sendo que estes não tinham conhecimento sobre o grupo (CCEC ou SCEC) ao qual o paciente pertencia. O método usado para a aplicação da espirometria seguiu os padrões da *American Thoracic Society* e da *European Respiratory Society*.¹⁷

Durante o período intraoperatório, a CRM foi realizada após esternotomia mediana, com uso de enxerto de artéria torácica interna esquerda e pleurotomia esquerda, complementada com pontes adicionais de veia safena. A técnica anestésica empregada seguiu a rotina dos serviços. Todos os pacientes foram ventilados com volume corrente de 8 a 10 ml/kg, com pressão positiva expiratória final (PEEP) e fração inspirada de oxigênio de 100%. A CEC foi instalada com canulação de aorta ascendente e drenagem venosa através da cava atrial, após heparinização sistêmica com 4 mg/kg, repetida de acordo com o tempo de coagulação ativado, com objetivo de mantê-lo acima de 450 segundos. Em todos os casos foi usado oxigenador de membrana. A proteção miocárdica foi realizada pela cardioplegia sanguínea hipotérmica anterógrada intermitente, associada a hipotermia leve (aproximadamente 34°C).

Nos pacientes operados sem CEC, foi seguida a técnica do serviço, com heparinização sistêmica, sendo que a oclusão da artéria coronária foi obtida com garrote proximal com fios elásticos. Posteriormente, dependendo do enxerto, foi realizado pinçamento lateral da aorta ascendente para confecção da anastomose proximal. O estabilizador de sucção Octopus 3 (Medtronic, Inc., Minneapolis, Estados Unidos) foi utilizado em todos os casos. O espaço pleural esquerdo foi drenado com dreno tubular reto de PVC inserido e exteriorizado na intersecção do sexto espaço intercostal esquerdo com a linha axilar média. Em todos os pacientes foi deixado também um dreno tubular mediastinal exteriorizado por via subxifóide, ou pleural direito. Após o término da cirurgia, os pacientes foram conduzidos ao centro de terapia intensiva cardiológica, sob intubação orotraqueal. Foram ventilados inicialmente com FiO_2 de 100%, volume corrente de 8 a 10 ml/kg e PEEP de 5 cmH₂O, e extubados de acordo com o protocolo da unidade.

Na análise dos dados, as variáveis contínuas foram descritas como média±desvio padrão e comparadas entre os grupos CCEC e SCEC utilizando teste t de Student quando apresentavam distribuição normal. Aquelas que apresentavam violação da normalidade foram comparadas entre os grupos CCEC e SCEC através do teste de Mann-Whitney e, entre si, através

do teste de Wilcoxon. As variáveis categóricas foram descritas como frequência absoluta e frequência relativa e comparadas através do Qui Quadrado de Pearson com correção de continuidade, dada a pequena dimensão da amostra. Para avaliar o efeito da circulação extracorpórea quanto à função pulmonar no quinto dia pós-operatório realizou-se análise de covariância (ANCOVA) com: (1) CVF no quinto dia pós-operatório como variável dependente, CEC como fator em estudo e CVF no pré-operatório como covariável; e (2) VEF₁ no quinto dia pós-operatório como variável dependente, CEC como fator em estudo e VEF₁ no pré-operatório como covariável. Foram considerados significativos os testes com valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Foram incluídos no estudo 40 pacientes, sendo 20 no grupo CCEC e 20 no grupo SCEC. Não se observou diferença estatisticamente significativa entre os grupos quanto às variáveis demográficas e aos fatores de risco (Tabela 1).

Tabela 1. Características demográficas e fatores de risco em pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio com e sem o uso de circulação extracorpórea

Variável	Grupo com CEC (n=20)	Grupo sem CEC (n=20)	P
Idade (anos)	63,65±7,8	61,25±15,0	0,53
Altura (m)	1,62±0,07	1,66±0,09	0,13
Peso (kg)	73,9±12,37	75,10±14,14	0,77
IMC (kg/m ²)	27,71±3,32	26,85±4,07	0,47
Sexo masculino	11 (47,8%)	12 (52,2%)	1,00
Idade avançada	10 (50%)	10 (50%)	1,00
Obesidade	5 (55,6%)	4 (44,4%)	1,00
Tabagismo	14 (63,6%)	8 (36,4%)	0,11

CEC: circulação extracorpórea; IMC: índice de massa corporal. Valores expressam média±desvio padrão ou frequência absoluta e relativa.

Os dados referentes à temperatura média de hipotermia, tempo de sala cirúrgica, tempo médio de VM e tempo de internação hospitalar estão representados na Tabela 2. No grupo CCEC observou-se menor temperatura de hipotermia ($p=0,002$) e maior tempo de sala cirúrgica ($p=0,009$).

Tabela 2. Variáveis transoperatórias e tempo de internação hospitalar em pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio com e sem o uso de circulação extracorpórea

Variável	Grupo com CEC (n=20)	Grupo sem CEC (n=20)	P
Temperatura de hipotermia (°C)	34,1±0,224	34,55±0,605	0,002
Tempo de sala cirúrgica	5h17min±1h13min	4h16min±1h5min	0,009
Tempo de ventilação mecânica	15h17min±10h42min	10h31min±5h56min	0,104
Tempo de Internação (dias)	10,4±4,93	9,5±4,32	0,471

CEC: circulação extracorpórea. Valores expressam média±desvio padrão.

O valor médio da CVF obtido pela espirometria no pré-operatório foi significativamente menor no grupo CCEC ($p=0,006$) e não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos no primeiro, terceiro e quinto dias de pós-operatório. O valor médio de VEF₁ obtido no pré-operatório não diferiu significativamente entre os grupos. Já no primeiro e no terceiro pós-operatório, foi significativamente menor no grupo CCEC ($p=0,042$; $p=0,028$, respectivamente). No quinto dia de pós-operatório não houve diferença significativa entre os grupos (Figura 1).

A Tabela 3 mostra a evolução das medidas espirométricas ao longo do tempo. Os grupos CCEC e SCEC mostraram-se heterogêneos na linha de base em relação à CVF. Observa-se que os valores diminuíram no primeiro pós-operatório em relação ao basal, tendo recuperação parcial no terceiro e no quinto pós-operatório, mas sem retornar aos valores iniciais. O efeito da CEC sobre a CVF e o VEF₁ no quinto dia pós-operatório,

controlado para a CVF e o VEF₁ basais, foi avaliado através de ANCOVA, não se observando associação estatisticamente significativa entre realização de CEC e CVF no quinto dia pós-operatório ($p=0,491$) ou VEF₁ no quinto dia pós-operatório ($p=0,785$).

Tabela 3. Progressão das variáveis espirométricas em pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio com e sem o uso de circulação extracorpórea

Variável	CVF Global		VEF ₁ Global	
	Diferença média	P	Diferença média	P
Pré – 1º PO	1,8±1,0	<0,001	1,3±1,0	<0,001
Pré – 3º PO	1,4±1,1	<0,001	0,99±0,9	<0,001
Pré – 5º PO	1,2±1,1	<0,001	0,89±1,0	<0,001
3º PO – 1º PO	0,4±0,7	0,001	0,3±0,5	<0,001
5º PO – 1º PO	0,6±0,8	<0,001	0,4±0,7	<0,001
5º PO – 3º PO	0,2±0,6	0,006	0,1±0,6	0,116

CVF: capacidade vital forçada; VEF₁: Volume expiratório forçado em 1s; PO: dia(s) pós-operatório(s).

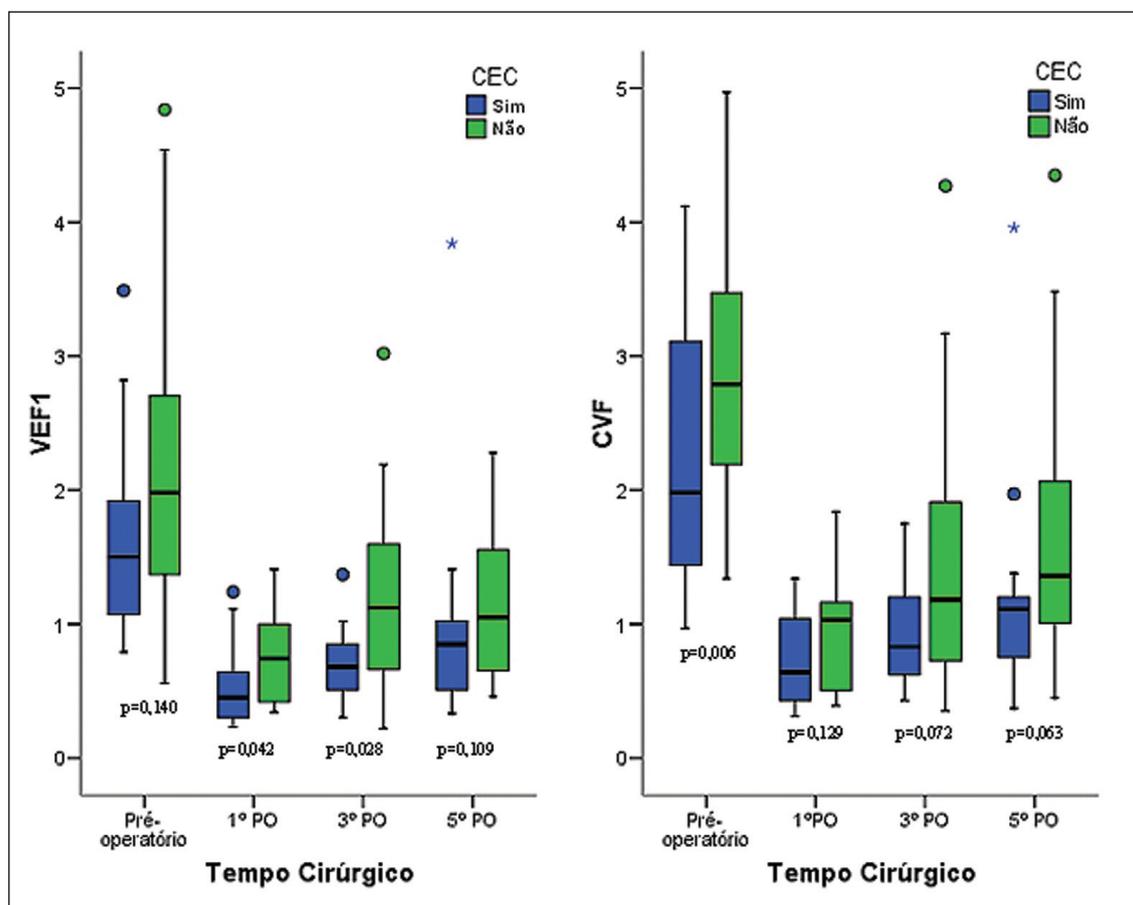


Figura 1. Volume expiratório forçado em 1 segundo (VEF1) e capacidade vital forçada (CVF) no pré-operatório e no primeiro, terceiro e quinto dia pós-operatório (PO).

DISCUSSÃO

No estudo de Guizilini et al.,⁹ independente do uso ou não da CEC, ocorreu diminuição da função pulmonar no pós-operatório de CRM. No presente estudo observou-se que, no geral, os valores de CVF e VEF₁ diminuíram no primeiro pós-operatório em relação ao basal, tendo recuperação parcial no terceiro e no quinto dias de pós-operatório, sem retornar aos valores iniciais. Em estudo prévio realizado por nós (Leguisamo et al.⁷), assim como em outro estudo de Guizilini et al.,¹⁸ a redução dos volumes pulmonares pôde ser observada, principalmente, do pré para o primeiro pós-operatório, com aumento, mas não retorno aos valores basais, no quinto pós-operatório.

Estudos realizados por Guizilini et al.⁹ e Tschernko et al.¹⁹ demonstraram que houve maior alteração da função pulmonar em pacientes que realizaram CRM com utilização de CEC. Neste estudo, quando comparados os grupos, os valores médios do VEF₁ no primeiro e no terceiro pós-operatório foram significativamente menores no grupo CCEC. No entanto, para os demais valores analisados não foram encontradas diferenças significativas. Resultado semelhante foi observado por Çimen et al.,²⁰ onde a CVF não apresentou diferença significativa entre os grupos no pós-operatório, e o VEF₁ mostrou-se menor no grupo com CEC no primeiro pós-operatório. Montes et al.²¹ avaliaram a função pulmonar de pacientes operados com e sem CEC, 72 horas após a cirurgia, e da mesma forma que em nosso estudo, verificaram que houve redução da função pulmonar em ambos os grupos do pré para o pós-operatório, não sendo observada diferença significativa entre os grupos.²¹ Staton et al.²² avaliaram os valores espirométricos após quatro a seis semanas de pós-operatório e demonstraram diminuição significativa dos valores, independentemente do uso de CEC. No entanto, quando comparados entre si, os grupos com e sem CEC não apresentaram diferença significativa. Ainda, em nosso estudo, conforme a análise multivariada, a CVF pré-cirurgia foi o único preditor de função pulmonar no quinto dia pós-operatório, e não a CEC propriamente dita.

Neste estudo, o tempo médio de sala cirúrgica foi de aproximadamente cinco horas para o grupo CCEC e de aproximadamente quatro horas para o grupo SCEC ($p=0,009$). Da mesma forma, Girardi et al.,²³ Kobayashi et al.²⁴ e Rukosujew et al.²⁵ observaram que o tempo de permanência em sala cirúrgica foi maior nos pacientes que utilizaram a CEC.

De acordo com Fanelli e Sofia,²⁶ as alterações pulmonares causadas pela CEC provavelmente interferem para que os pacientes submetidos à cirurgia com

tal aparato apresentem maior dependência de VM. Tal citação vem ao encontro dos resultados obtidos por Al-Ruzzeh et al.²⁷ e por Palmer et al.,²⁸ que verificaram que a cirurgia com CEC está associada à ventilação mecânica prolongada (tempo de VM maior do que 24 horas). No entanto, no presente estudo, o tempo médio de permanência em VM não foi significativamente diferente no grupo CCEC quando comparado ao grupo sem SCEC. Em acordo com nossos achados, Légaré et al.²⁹ não observaram diferença na média de tempo para extubação entre pacientes operados com e sem CEC. Já Uffman e Berry³⁰ demonstraram que mais pacientes operados sem CEC necessitaram de ventilação mecânica prolongada.

No presente estudo a temperatura média de hipotermia foi um pouco maior para o grupo SCEC ($p=0,002$). Para Calvin et al.³¹ o impacto da temperatura durante a CRM sobre a função pulmonar têm sido controverso. Birdi et al.³² observaram redução dos valores de função pulmonar no grupo hipotérmico, indicando que a normotermia pode preservar a função pulmonar após a CRM.

Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos quanto ao tempo de internação, embora tenha havido uma tendência a ser maior no grupo CCEC. Diferentemente dos nossos achados, vários estudos^{28,33-35} constataram que a cirurgia sem CEC associou-se com redução do tempo de permanência hospitalar. No entanto, resultados semelhantes aos obtidos em nosso estudo foram observados por Lund et al.,³⁶ Légaré et al.²⁹ e Çimen et al.,²⁰ que não verificaram diferença significativa no tempo de internação hospitalar entre os grupos.

Quando avaliados os fatores de risco cirúrgico, observou-se que entre as variáveis sexo, idade avançada, obesidade e tabagismo, não houve diferença estatisticamente significativa quando comparados os grupos CCEC e SCEC. Em concordância com nossos resultados, Puskas et al.,³⁷ em estudo retrospectivo e comparativo entre pacientes operados com e sem CEC, não encontraram diferença estatística entre os grupos em relação aos fatores de risco cirúrgicos.

Os pacientes participantes de ambos os grupos receberam atendimento fisioterapêutico pela equipe de profissionais do hospital, cabendo aos mesmos intervir livremente. Não houve acompanhamento do número de atendimentos fisioterapêuticos realizados pela equipe de fisioterapia durante o tempo de internação. Portanto, o atendimento fisioterapêutico no pós-operatório não foi controlado, podendo ter interferido nos resultados espirométricos. A presença de dor no pós-operatório também não foi avaliada. A inclusão de pacientes com doença pulmonar associada poderia explicar a

heterogeneidade entre os grupos CCEC e SCEC em relação à linha de base da CVF.

Concluimos que todos os pacientes apresentaram comprometimento da função pulmonar no pós-operatório; contudo, no primeiro e terceiro pós-operatórios houve maior redução do VEF₁ no grupo CCEC quando comparado ao grupo SCEC. Após controle para os valores basais, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos CCEC e SCEC quanto à CVF e o VEF₁ no quinto dia pós-operatório. Os volumes pulmonares diminuíram do período pré-operatório para o primeiro pós-operatório, com aumento de CVF e VEF₁ no terceiro e quinto pós-operatório, porém sem retorno aos valores iniciais. A temperatura média de hipotermia foi um pouco menor e o tempo de sala cirúrgica foi maior no grupo CCEC. O tempo médio de ventilação mecânica e o tempo de internação hospitalar não apresentaram diferenças entre os grupos CCEC e SCEC.

REFERÊNCIAS

1. Almeida FF, Barreto SM, Couto BR, et al. Fatores preditores da mortalidade hospitalar e de complicações pré-operatórias graves em cirurgia de revascularização miocárdica. *Arq Bras Cardiol.* 2003;80:41-50.
2. Verri J, Barbosa VG, Kalil PSA. Pré e pós-operatório de cirurgias cardíacas. In: Menna Barreto SS, Vieira SRR, Pinheiro CTS, editores. *Rotinas em terapia intensiva.* 3ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2001. p.427-34.
3. Almeida RMS, Lima Jr. JD, Martins JF, et al. Revascularização do miocárdio em pacientes após a oitava década de vida. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2002;17:116-22.
4. Wajnarten M, Jatene FB, Bosisio IBJ, et al. Cirurgia de revascularização miocárdica em paciente de 87 anos: relato de caso. *Arq Bras Cardiol.* 1989;53:171-4.
5. Ragnarsdóttir M, Kristjansdóttir A, Ingvarsdóttir I, et al. Short-term changes in pulmonary function and respiratory movements after cardiac surgery via median sternotomy. *Scand Cardiovasc J.* 2004;38:46-52.
6. Leguisamo CP, Freitas MF, Maciel NF, et al. Avaliação da dor e da função pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia de revascularização miocárdica. *Fisioter Bras.* 2007; 8:14-8.
7. 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;267:2344-8.
8. Conti VR. Pulmonary injury after cardiopulmonary bypass. *Chest.* 2001;119:2-4.
9. Guizilini S, Gomes WJ, Faresin SM, et al. Avaliação da função pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio com e sem circulação extracorpórea. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2005;20:310-6.
10. Massoudy P, Zahler S, Becker BF, et al. Evidence for inflammatory responses of the lungs during coronary artery bypass grafting with cardiopulmonary bypass. *Chest.* 2001;119: 31-6.
11. Mota AL, Rodrigues AJ, Évora PR. Circulação extracorpórea em adultos no século XXI. Ciência, arte ou empirismo? *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2008;23:78-92.
12. Blacher C, Ribeiro JP. Cirurgia de revascularização miocárdica sem circulação extracorpórea: uma técnica em busca de evidências. *Arq Bras Cardiol.* 2003;80:656-62.
13. Nathoe HM, van Dijk D, Jansen EW, et al. A Comparison of on-pump and off-pump coronary bypass surgery in low-risk patients. *N Engl J Med.* 2003;348:394-402.
14. Arom KV, Flavin TF, Emery RW, et al. Safety and efficacy of off-pump coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg.* 2000;69:704-10.
15. Report of a WHO Expert Committee. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. *World Health Organ Tech Rep Ser.* 1995;854:368-9.
16. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. I Consenso Brasileiro sobre Espirometria. *J Pneumol.* 1996;22: 105-64.
17. ATS/ERS Task Force. Standardization of lung function testing: standardization of spirometry. *Eur Respir J* 2005;26:319-38.
18. Guizilini S, Gomes WJ, Faresin SM, et al. Efeitos do local de inserção do dreno pleural na função pulmonar no pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2004;19:47-54.
19. Tschernko EM, Bambazek A, Wisser W, et al. Intrapulmonary shunt after cardiopulmonary bypass: the use of vital capacity maneuvers versus off-pump coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2002;124:732-8.
20. Cimen S, Özkul V, Ketenci B, et al. Daily comparison of respiratory functions between on-pump and off-pump patients undergoing CABG. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2003; 23:589-94.
21. Montes FR, Maldonado JD, Paez S, et al. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass surgery and postoperative pulmonary dysfunction. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2004;18:698-703.
22. Staton GW, Williams WH, Mahoney EM, et al. Pulmonary outcomes off-pump vs on-pump coronary artery bypass surgery in a randomized trial. *Chest.* 2005;27:892-901.
23. Girardi PB, Hueb W, Nogueira CR, et al. Custos comparativos entre a revascularização miocárdica com e sem o uso da circulação extracorpórea. *Arq Bras Cardiol.* 2008;91:340-6.
24. Kobayashi J, Tashiro T, Ochi M, et al. for the Japanese Off-pump Coronary Revascularization Investigation (JOCRI) Study Group: early outcome of a randomized comparison of off-pump and on-pump multiple arterial coronary revascularization. *Circulation.* 2005;112(9 Suppl 1):I-338-43.
25. Rukosujew A, Klotz S, Reitz C, et al. Patients and complication with off-pump vs. on-pump cardiac surgery – a single surgeon experience. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2007;7:68–71.
26. Fanelli A, Sofia RR. Estudo comparativo de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea, quanto ao tempo de intubação orotraqueal. *Rev Fisioter UNICID [Internet].* 2000;1:40-6. [acesso 2010 abr 15]. Disponível em: http://www.cefir.com.br/artigos/vm_adulto/aplicada/61.pdf
27. Al-Ruzeh S, Nakamura K, Athanasiou T, et al. Does off-pump coronary artery bypass (OPCAB) surgery improve the outcome in high-risk patients? A comparative study of 1398 high-risk patients. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2003;23:50-5.

28. Palmer G, Herbert MA, Prince SL, et al. Coronary Artery Revascularization (CARE) Registry: an observational study of on-pump and off-pump coronary artery revascularization. *Ann Thorac Surg.* 2007;83:986-92.
29. Légaré JF, Buth KJ, King S, et al. Coronary bypass surgery performed off pump does not result in lower in-hospital morbidity than coronary artery bypass grafting performed on pump. *Circulation.* 2004;109:887-92.
30. Uffman JK, Berry BE. On-pump versus off-pump coronary artery bypass surgery: a comparison of two consecutive series. *J La State Med Soc.* 2008;1604:204-7.
31. Calvin SH, Anthony PC. Pulmonary dysfunction after cardiac surgery. *Chest.* 2002; 121:1269-77.
32. Birdi I, Regragui IA, Izzat MB, et al. Effects of cardiopulmonary bypass temperature on pulmonary gas exchange after coronary artery operations. *Ann Thorac Surg.* 1996; 61:118-23.
33. Cleveland JC, Shroyer Jr AL, Chen AY, et al. Off-pump coronary artery bypass grafting decreases risk-adjusted mortality and morbidity. *Ann Thorac Surg.* 2001;72: 1282-9.
34. Potger KC, McMillan D, Connolly T, et al. Coronary artery bypass grafting: an off-pump versus on-pump review. *J Extra Corpor Technol.* 2002;34:260-6.
35. Hernandez F, Cohn WE, Baribeau YR, et al. In-hospital outcomes of off-pump versus on-pump coronary artery bypass procedures: a multicenter experience. *Ann Thorac Surg.* 2001;72:1528–34.
36. Lund OJ, Christensen J, Holme S, et al. On-pump versus off-pump coronary artery bypass: independent risk factors and off-pump graft patency. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2001; 20:901-7.
37. Puskas JD, Williams WH, Duke PG, et al. Off-pump coronary artery bypass grafting provides complete revascularization with reduced myocardial injury, transfusion requirements, and length of stay: a prospective randomized comparison of two hundred unselected patients undergoing off-pump versus conventional coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2003;125:797-808.