

Importância da ventilação pulmonar no transporte de O₂ e equilíbrio ácido-base após desclameamento intermitente de aorta na revascularização cirúrgica do miocárdio

Marilde de Albuquerque PICCIONI*, Fábio B. JATENE*, José Otávio C. AULER JÚNIOR*, Marcelo B. JATENE*, José Luís OLIVA*, Adib D. JATENE*.

RBCCV 44205-153

PICCIONI, M. A.; JATENE, F. B.; AULER JÚNIOR, J. O.; JATENE, M. B.; OLIVA, J. L.; JATENE, A. D. - Importância da ventilação pulmonar no transporte de O₂ e equilíbrio ácido-base após desclameamento intermitente de aorta na revascularização cirúrgica do miocárdio. *Rev. Bras. Cir. Cardiovasc.*, 6(3):208-212, 1991.

RESUMO: Na revascularização cirúrgica do miocárdio, empregando-se a técnica de pinçamento intermitente de aorta, após o desclameamento e a recuperação dos batimentos cardíacos, surgiu a polêmica da necessidade da ventilação pulmonar na prevenção de hipoxemia. O objetivo deste trabalho foi analisar a importância da ventilação pulmonar no transporte de oxigênio e equilíbrio ácido-base do sangue que irá perfundir o miocárdio após desclameamento de aorta e recuperação dos batimentos cardíacos. Foram estudados dez pacientes submetidos a revascularização cirúrgica do miocárdio, empregando-se a técnica de pinçamento intermitente de aorta com hipotermia moderada ($\pm 32^{\circ}\text{C}$). Em cinco pacientes (Grupo I), após o 1º desclameamento de aorta, a ventilação pulmonar foi realizada simultaneamente à recuperação dos batimentos cardíacos. Nos outros cinco pacientes (Grupo II) não se realizou a ventilação pulmonar. Foram analisados (Saturação de O₂, PO₂, PCO₂ e pH) do sangue do átrio direito (AD), tronco pulmonar (AP), átrio esquerdo (AE), aorta (Ao), artéria radial (art. radial) e circuito da circulação extracorpórea (CEC) (arterial [art. CEC] e venoso [ven. CEC]), comparando-se os dois grupos. Não houve diferença estatisticamente nos valores de saturação de O₂ em ambos os grupos. No Grupo I, os valores do PO₂ aumentaram significativamente. Houve aumento significativo da PO₂ no Grupo II, contribuindo para redução significativa de pH neste grupo. Os autores concluem que, embora não tenha ocorrido hipoxemia, a acidose respiratória observada no Grupo II permite recomendar a ventilação pulmonar ao utilizar-se do pinçamento intermitente de aorta como forma de proteção miocárdica, pois sabe-se dos efeitos deletérios do aumento da concentração de íons hidrogênio ([H⁺]) na função contrátil do miocárdio.

DESCRITORES: miocárdio, revascularização, cirurgia; pulmão, ventilação; aorta, desclameamento.

INTRODUÇÃO

Pinçamento intermitente de aorta é a técnica freqüentemente empregada para revascularização

cirúrgica do miocárdio³. No período de pinçamento de aorta com interrupção do fluxo coronariano, a isquemia causa efeitos deletérios sobre a função miocárdica pela diminuição de oxigênio e aumento

Trabalho realizado no Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, Brasil. Recebido para publicação em 10 de dezembro de 1991.

* Do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Endereço para separatas: Marilde Piccioni. Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44. Divisão Cirúrgica. 03403 - São Paulo, SP, Brasil.

da concentração de íons hidrogênio (H⁺)^{4, 10, 11}. Portanto, a proteção do miocárdio isquêmico assume importância vital para o êxito cirúrgico. O princípio básico dessa proteção, utilizando-se dessa técnica, é a perfusão sangüínea miocárdica após abertura da pinça de aorta em período que não exceda 20 min., com hipotermia moderada ($\pm 32^{\circ}\text{C}$). Estudos demonstraram que a elevação da PO₂ e a correção da acidose do sangue que perfundiu o miocárdio melhoraram o desempenho contrátil^{1, 5}. Na técnica de pinçamento intermitente de aorta, durante o período em que o coração recupera seus batimentos, o sangue em trânsito pelos pulmões não sofre o processo de hematose se a ventilação não for realizada simultaneamente. Esse sangue, que não sofreu o processo de hematose, associado ao sangue proveniente da circulação extracorpórea (CEC) através da cânula de aorta irá perfundir o miocárdio isquêmico. Propõe-se, neste estudo, verificar as características do sangue que irá perfundir o miocárdio isquêmico, ventilando ou não os pulmões, durante o período de desclameamento de aorta e recuperação dos batimentos cardíacos.

CASUÍSTICA E MÉTODOS

Foram estudados dez pacientes submetidos a revascularização do miocárdio, com média de 63 anos de idade, sendo 7 (70%) do sexo masculino e 3 (30%) do sexo feminino. Todos estavam em classe funcional I/II (NYHA).

Esse estudo foi aprovado pela Comissão de Ética dessa Instituição e os pacientes foram informados, autorizando o procedimento.

A medicação pré-anestésica foi midazolam (15mgVO) 30 min. antes da cirurgia. A indução da anestesia foi feita com midazolam (0,3 mg/kg), fentanil (10-20 µg/kg) e brometo de pancurônio (0,1 mg/kg) por via endovenosa. Na manutenção da anestesia, foram utilizadas doses suplementares de fentanil e midazolam de acordo com as necessidades de analgesia individuais de cada paciente. A hidratação foi realizada com Ringer lactato e a glicemia corrigida conforme resultado laboratorial. Em todos os pacientes foi padronizada a ventilação pulmonar (VC=10 ml/kg, FIO₂=50%).

Os pacientes foram divididos aleatoriamente em dois grupos Grupo I (5 pacientes) em que, após o 1º desclameamento de aorta e depois de recuperados os batimentos cardíacos, os pulmões foram ventilados por 3 min. VC = 5 ml/kg, FIO₂ = 25%. Grupo II (5 pacientes) em que no período citado acima não se realizou a ventilação pulmonar. A técnica cirúrgica empregada foi essencialmente a mesma para ambos os grupos e na proteção do

miocárdio utilizou-se o pinçamento intermitente de aorta. Após heparinização (400 UI/kg - átrio direito), antes da CEC, foi colhida amostra de sangue (5 ml) dos seguintes locais: átrio direito (AD), tronco pulmonar (AP), átrio esquerdo (AE), e artéria radial (Art. Radial). Após CEC e 3 min. após o 1º desclameamento de aorta (após ter recuperado os batimentos cardíacos), colheu-se sangue dos locais acima citados, incluindo-se também: aorta (Ao), cânulas de CEC, venosa (Ven. CEC) e arterial (Art. CEC). Nesse sangue foram realizados os seguintes exames: pH, PCO₂, PO₂ e saturação de O₂. O pH e PaCO₂ foram corrigidos pelo método "Alpha-Stat"⁶ (manutenção de pH = 7.40 e PaCO₂ = 40 mmHg, baseados na leitura processada a 37° sem correção à temperatura do paciente). No sangue da artéria radial, foram realizados exames complementares: hematócrito (Ht), hemoglobina (Hb), sódio (Na), potássio (K) e glicemia.

Os valores dos exames (AP, AE, Ao e Art. CEC) de ambos os grupos de pacientes foram comparados entre si, utilizando-se a análise de perfil⁹, considerando nível de significância igual a 5%.

RESULTADOS

Ambos os grupos foram comparáveis nos tempos médios de CEC e 1º pinçamento de aorta. No Grupo I, o tempo médio de CEC foi de 110 min. e 12 min. de média do 1º pinçamento de aorta. Grupo II, tempo de CEC foi de 115 min. e 10 min. do 1º pinçamento de aorta. A hipotermia empregada em ambos os grupos foi em média de 31.9°C.

Não houve variações significantes nos valores da saturação de O₂, (Figura 1) entre ambos os grupos. Nos valores da PO₂ (Figura 2), houve aumento significativo no Grupo I.

SATURAÇÃO DE O₂ (%)

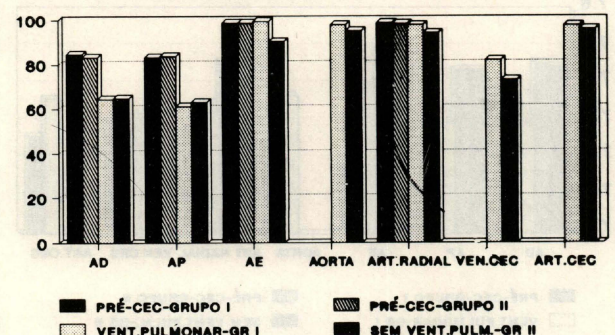


Fig. 1 — Não houve variação significativa em ambos os grupos após o 1º desclameamento de aorta.

PO₂ (mmHg)

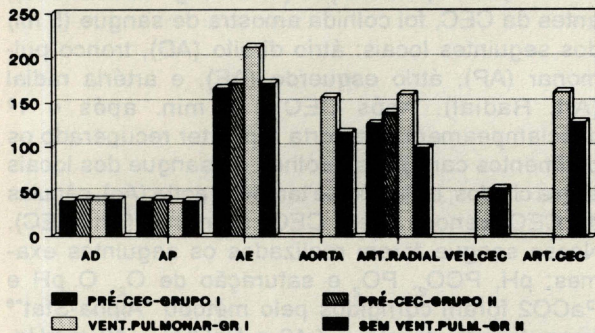


Fig. 2 — Aumento significativo (AE - Ao - art. radial - art. CEC) no Grupo I em relação ao Grupo II após o 1º desclameamento de aorta.

PCO₂ (mmHg)

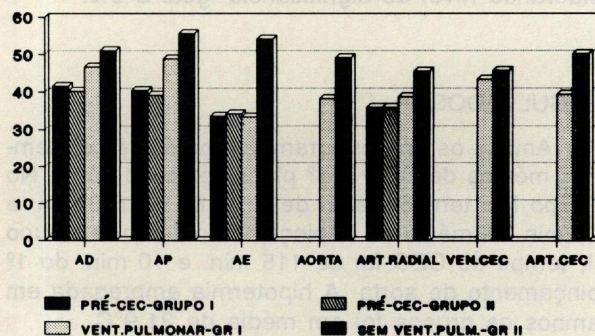


Fig. 3 — Aumento significativo (AP-AE-Ao-art. radial-art. CEC) no Grupo II em relação ao Grupo I após o 1º desclameamento de aorta.

pH n/l

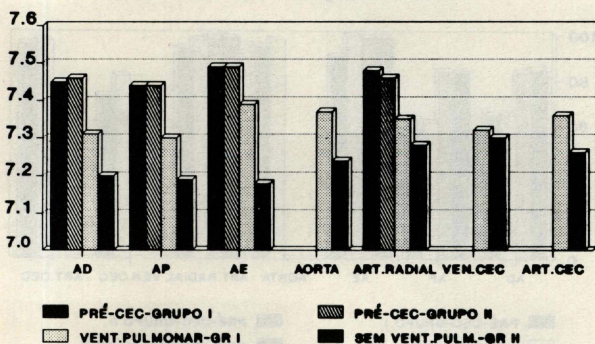


Fig. 4 — Redução significativa (AP-AE-Ao-art. CEC) no Grupo II em relação ao Grupo I após o 1º desclameamento de aorta.

Nos valores de PCO₂ (Figura 3), houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos no período após o 1º desclameamento de aorta. Nos locais analisados AP (55,5 ± 5,5), AE (54,3 ± 4,3), Ao (49,2 ± 6,7) e art. CEC (45,8 ± 6,5) do Grupo II em relação ao Grupo I AP (48,1 ± 7,7), AE (33,4 ± 4,9), Ao (38,2 ± 3,3) e art. CEC (39,4 ± 2,0)), os valores da PCO₂ aumentaram significativamente.

A Figura 4 mostra os resultados do pH de ambos os grupos. Houve redução estatisticamente significativa no Grupo II AP (7,19 ± 0,05), AE (7,18 ± 0,06), Ao (7,20 ± 0,06) e art. CEC (7,26 ± 0,05)) em relação ao Grupo I AP (7,30 ± 0,04), AE (7,39 ± 0,03), Ao (7,37 ± 0,03) e art. CEC (7,36 ± 0,01).

A Tabela 1 mostra os resultados dos exames complementares.

TABELA 1
EXAMES COMPLEMENTARES

	PRÉ-CEC	CEC - VENTIL.	CEC-SEM VENTIL.
Ht (%)	38,9 ± 1,2	31,8 ± 1,4	31,2 ± 4,3
Hb (mg %)	12,9 ± 1,2	10,7 ± 1,3	10,7 ± 1,5
Na (mEq/L)	137,5 ± 29	133,4 ± 16	135,4 ± 21
K (mEq/L)	3,6 ± 0,5	3,2 ± 0,6	3,4 ± 0,4
GLICEMIA (mg %) - TEMP. 35,4°C - 127 ± 24			

* valores expressados em média e desvio padrão

DISCUSSÃO

A perfusão do miocárdio é efetiva para reversão da disfunção mecânica provocada pela isquemia, desde que essa isquemia não se prolongue por mais de 20 minutos². Foi demonstrado que a perfusão sanguínea, dentro desse período, preserva o tecido submetido à isquemia⁸. Estudos experimentais demonstraram que a isquemia induz aumento de íons H⁺ intracelular e estes competem com íons Ca⁺⁺ pelos receptores das moléculas de troponina reduzindo a força contrátil do miocárdio⁷. Do mesmo modo, a redução do O₂ altera a função contrátil, porque o miocárdio depende quase que exclusivamente da oxidação de substratos na geração de energia. Portanto, além desses efeitos deletérios da isquemia miocárdica, a característica do sangue na reperfusão do miocárdio, quando se emprega o pinçamento intermitente de aorta, é outro aspecto importante a ser considerado neste estudo. Observou-se que, após o 1º desclameamento de aorta (Grupo I-média de pinçamento 12

min. e Grupo II - 10 min.), após sagúinea do miocárdio, houve reversão espontânea dos batimentos cardíacos em ambos os grupos de pacientes. No Grupo II, em que não foi instalada a ventilação pulmonar simultaneamente aos batimentos cardíacos após desclameamento de aorta, embora não observando-se hipoxemia (Figura 1 e 2), a elevação importante da PCO₂ (Figura 3) provocou acidose no sangue colhido em AE (7,18) e art. CEC (7,26) que associados (Ao 7,24) perfundiram o miocárdio. Embora a análise detalhada da função contrátil do miocárdio intra-operatória não tenha sido realizada,

a constatação de acidose respiratória no grupo de pacientes em que não se ventilaram os pulmões deve ser considerado ao utilizar-se da técnica de pinçamento intermitente de aorta. Recomenda-se a ventilação pulmonar para correção de acidose do sangue que perfunde o miocárdio após período de isquemia. Porém, estes fatos abrem perspectivas para estudos sobre a influência da ventilação pulmonar sobre o desempenho da função ventricular, fator importante da avaliação, quando se utiliza a técnica de pinçamento intermitente de aorta como proteção do miocárdio.

RBCCV 44205-153

PICCIONI, M. A.; JATENE, F. B.; MULER JÚNIOR, J. O.; JATENE, M. B.; OLIVA, J. L., JATENE, A. D. - Importance of lung ventilation on oxygen transport and acid-base balance after intermittent aortic cross - desclamping in coronary artery bypass graft. *Rev. Bras. Cir. Cardiovasc.*, 6(3):208-212, 1991.

ABSTRACT: In coronary artery bypass graft employing the surgical technique of intermittent aortic cross-clamping appeared the controversy of the need of lung ventilation on prevention of the hypoxemia. The purpose of this work was to verify the importance of lung ventilation on oxygen transport and acid-base balance in blood that will reperfuse the myocardium following aortic desclamping. Ten patients undergoing coronary artery bypass graft under moderate hypothermia were divided in two groups: I - Lung ventilation was carried out after aortic desclamping. II - Lung ventilation wasn't done following aortic desclamping. Blood samples were collected from the left right atrium, aorta, radial and pulmonary artery and the both sides of bypass circuit (venous and arterial). Oxygen saturation, oxygen tension, carbon dioxide tension, and blood pH were evaluated in the both groups. The results showed no statistical difference between groups concerning oxygen saturation. The pH decreases significantly in patients of Group II, due to a sharp elevation of PCO₂. Although no significative hypoxemia could be observed, the respiratory acidosis that appeared in Group II suggests the importance of ventilation of the lungs as soon as possible after aortic desclamping. It is important to remember that myocardial contractility may be depressed by hydrogen ions (H⁺) in excess.

DESCRIPTORS: myocardial revascularization, surgery; lung ventilation; aortic desclamping.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 CHESNAIS, J.M.; CARABOEUF, E.; SAUVIAT, M.P.; VASSAS, J.M. - Sensitivity to H⁺, Li and Mg ions of the slow inward sodium current in frog atrial fibres. *J. Mol. Cel. Cardiol.*, 7: 627-633, 1975.
- 2 ELLIS, S.G.; HENSCHKE, C.I.; SANDOR, T.; WYNNE, J.; BRAUNWALD, E.; KLONER, R.A. - Time course of functional and biochemical recovery of myocardium salvaged by reperfusion. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 1: 1047-1953, 1983.
- 3 JATENE, F.B.; FERREIRA, H.P.; RAMIRES, J.A.F.; SILVA, M.O.; FOES, L.B.; SIAULYS, M.; OLIVEIRA, S.A.; JATENE, A.D. - Estudo comparativo da cardioplegia e do clameamento intermitente em cirurgia de revascularização do miocárdio. *Arq. Bras. Cardiol.*, 54: 105-109, 1990.
- 4 KATZ, A.M. - Effects of ischemia on the contractile process of heart muscle. *Am. J. Cardiol.*, 32: 456-464, 1973.
- 5 MAROKO, P.R.; RADVANY, P.; BRAUNWALD, E.; HOLE, S.L. - Reduction of infarct size by oxygen inhalation following acute coronary occlusion. *Circulation*, 7: 627-633, 1975.
- 6 PICCIONI, M.A. & AULER, J.O.C. - Equilíbrio ácido-básico em hipotermia durante cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea (CEC). *Coração*, 2: 26-36, 1990.
- 7 REGAN, T. J.; EFROS, R. M.; HAIDER, B.; OLDEWURTEL, H. A.; ETTINGER, P.O.; AHAMED, S.S. - Myocardial ischemia and cell acidosis modifications by alkali and effects on ventricular function and cation composition. *Am. J. Cardiol.*, 37: 501-509, 1976.

- 8 SCHAPER, J. & SCHAPER, W. - Reperfusion of ischemic myocardium: ultrastructural and histochemical aspects. *Am. J. Coll. Cardiol.*, 1: 1037-1045, 1983.
- 9 TIMM, N.H. - *Multivariate analysis with applications in education and physiology*. California, Brooks Cole Publishing Co., 1975. p. 444-459.
- 10 WANG, H. & KATZ, R.L. - Effects of changes in coronary blood pH on the heart. *Circulation*, 17: 114-122, 1956.
- 11 WOODS, E.F. & RICHARDSON, J.A. - Effects of acute anoxia on cardiac contractility. *Am. J. Cardiol*, 196: 203-206, 1959.

RECVO 44208-122

PICCIONI, M. A.; JATENE, F. B.; AULER JÚNIOR, J. O.; JATENE, M. B.; OLIVA, J. L.; JATENE, A. D. - Importância da ventilação pulmonar no transporte de O₂ e equilíbrio ácido-base após desclameamento intermitente de aorta na revascularização cirúrgica do miocárdio. *Rev. Bras. Cir. Cardiovasc.*, 6(3):208-212, 1991.

ABSTRACT: In coronary artery bypass graft employing the surgical technique of intermittent aortic cross clamping appeared the controversy of the necessity of lung ventilation on prevention of the hypoxic damage in blood that will reperfusion the myocardium following aortic desclamping. Ten patients undergoing coronary artery bypass graft under moderate hypothermia were divided in two groups: I - Lung ventilation was carried out after aortic desclamping; II - Lung ventilation wasn't done following aortic desclamping. Blood samples were collected from the left right atrium, aorta, renal and pulmonary artery and the both sides of bypass circuit (venous and arterial). Oxygen saturation, oxygen tension, carbon dioxide tension and blood pH were evaluated in the both groups. The results showed no statistical difference between groups concerning oxygen saturation. The pH decreased significantly in patients of Group II, due to a sharp elevation of PCO₂. Although no significant hypoxemia could be observed, the respiratory acidosis that appeared in Group II suggests the importance of ventilation of the lungs as soon as possible after aortic desclamping. It is important to remember that myocardial contractility may be depressed by hydrogen ions (H⁺) in excess.

DESCRIPTORS: myocardial revascularization; surgery; lung ventilation; aortic desclamping.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CHENAIK, J.M.; GARBOROFF, E.; SAUVAT, M.P.; VASSAS, J.M. - Sensitivity to H⁺ in the left and right side of the aorta in man. *Am. J. Physiol.* 237: H1033-H1037, 1979.

2. ELIS, S.G.; HENSCHKE, O.L.; SANDOR, T.; WYNE, J.L.; BRAUNWALD, E.; KLOFFER, R.A. - Time course of functional and biochemical recovery of myocardium salvaged by reperfusion. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1: 1047-1053, 1983.

3. JATENE, F. B.; FERRERIA, F. P.; RAMOS, J. A. F.; OLIVA, J. L.; FONSECA, E. R.; SAULYS, M.; OLIVEIRA, S. A.; JATENE, A. D. - Efeito do desclameamento intermitente de aorta na revascularização cirúrgica do miocárdio. *Rev. Bras. Cir. Cardiovasc.* 6(3):208-212, 1991.

4. KATZ, A.M. - Effects of ischemia on the contractile process of heart muscle. *Am. J. Cardiol.* 32: 458-484, 1973.

5. MAROKO, P. R.; RADVANY, F.; BRAUNWALD, E.; HOLE, S.L. - Reduction of infarct size by oxygen inhalation following acute coronary occlusion. *Circulation* 7: 627-633, 1972.

6. PICCIONI, M. A. & AULER, J. O. C. - Equilíbrio ácido-base em hipotermia durante cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea (CEC). *Coracao* 3: 28-32, 1990.

7. REGAN, T. J.; ERROS, R. M.; HAIDER, S.; OLDEWURTEL, H. A.; ETTINGER, P. O.; AHMED, S. S. - Myocardial ischemia and cell acidic modifications by alkali: effects on ventricular function and cation composition. *Am. J. Cardiol.* 37: 507-508, 1976.