

Aspectos da proteção cerebral em pacientes submetidos a tromboendarterectomia pulmonar com hipotermia profunda e parada circulatória intermitente

Alexandre C. HUEB*, Fabio B. JATENE*, Paulo M. PÊGO-FERNANDES*, Marcelo B. JATENE*, Wanderley M. BERNARDO*, Adib D. JATENE*

RBCCV 44205-500

Hueb A C, Jatene F B, Pêgo-Fernandes P M, Jatene M B, Bernardo W M, Jatene A D – Aspectos da proteção cerebral em pacientes submetidos a tromboendarterectomia pulmonar com hipotermia profunda e parada circulatória intermitente. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2000; **15**(2): 173-8.

RESUMO: Introdução: A tromboendarterectomia pulmonar é utilizada como método bem estabelecido para aliviar a hipertensão pulmonar nos casos de tromboembolismo pulmonar crônico. A dificuldade que se apresenta é conciliar o tempo relativamente exíguo de parada circulatória total (PCT) hipotérmica com a completa desobstrução das artérias pulmonares, sob pena de danos neurológicos.

Casística e Métodos: No período de março de 1998 a abril de 1999 (13 meses), 8 pacientes, 5 do sexo masculino, 1 de cor negra, com idade variando entre 25 a 56 anos (média 46,2 anos) e com diagnóstico angiográfico de tromboembolismo pulmonar, foram submetidos a tromboendarterectomia pulmonar uni ou bilateral por tromboembolismo pulmonar crônico (TEP). Instalado o circuito extracorpóreo e incisada a artéria pulmonar, procede-se à PCT e, aproximadamente a cada 20 minutos de procedimento, intermitentemente, o fluxo da circulação extracorpórea (CEC) é restabelecido a 14°C por um período de 15 minutos objetivando-se a reperfusão cerebral e corpórea. Sucessivas paradas circulatórias total são realizadas e tantas quanto forem necessárias até a remoção de todos os trombos da artéria pulmonar.

Resultados: Não foram registrados óbitos no transoperatório. Um paciente faleceu no 30º dia de pós-operatório (PO) devido a broncopneumonia que evoluiu para sepse. Os 8 pacientes foram submetidos a CEC e PCT hipotérmica, sendo que em 5 (62,5%) foram necessárias 4 PCT e em 3 (37,5%) apenas 3 PCT, com média de 3,6 PCT. O tempo total de CEC variou de 210 a 255 minutos, com média de 225 minutos. O tempo de PCT hipotérmica variou de 58 a 88 minutos, com média de 76,7 minutos e o período de PCT por paciente variou de 18 a 24 minutos, com média de 20,5 minutos. Em todos os pacientes foram realizadas tomografias de crânio, que não revelaram nenhuma alteração anatômica, assim como o exame físico não revelou déficit motor ou rebaixamento do sensório.

Conclusão: Acreditamos ser esta uma técnica promissora, capaz de oferecer tranquilidade para o cirurgião e segurança para o paciente em termos de proteção do sistema nervoso central.

DESCRITORES: Endarterectomia, métodos. Embolia pulmonar, cirurgia. Cérebro, fisiologia. Doenças do sistema nervoso central, prevenção e controle. Hipotermia induzida. Parada cardíaca induzida, métodos.

INTRODUÇÃO

Apesar da real prevalência da hipertensão pulmonar crônica após fenômenos tromboembólicos ser desconhecida, estima-se que 0,1% a 0,2% dos pacientes que sofreram episódios de embolia pulmonar possam apresentá-la ⁽¹⁾.

A tromboendarterectomia pulmonar vem sendo realizada com sucesso para aliviar a hipertensão decorrente do tromboembolismo dos vasos pulmonares. A técnica proposta requer longos períodos de parada circulatória total (PCT), que não podem ultrapassar certos limites sob pena de dano cerebral ^(1, 2).

A probabilidade de lesão cerebral anatômica ou funcional por períodos de PCT até 30 minutos é pequena, mas aumenta quando o tempo de isquemia cerebral se prolonga por 45 minutos. Em períodos superiores a 45 minutos, existe evidência histológica de lesão do sistema nervoso central (SNC) ⁽³⁾. Em estudo com larga série de pacientes submetidos a hipotermia profunda com PCT, observou-se que o risco de dano cerebral aumenta quando o período de parada circulatória ultrapassa 40 minutos, assim como o risco de morte quando a parada é superior a 65 minutos ⁽²⁾.

Por outro lado, o emprego da perfusão retrógrada como forma de proteger o sistema nervoso central oferece resultados contraditórios, não havendo unanimidade entre os autores ^(4, 5).

Objetivando minimizar os efeitos deletérios da PCT hipotérmica prolongada sobre o SNC, utilizamos a parada circulatória intermitente (PCI) na abordagem dos pacientes submetidos a tromboendarterectomia pulmonar.

CASUÍSTICA E MÉTODOS

No período de março de 1998 a abril de 1999

(13 meses), 8 pacientes, 5 do sexo masculino, 1 de cor negra, com idade variando entre 25 a 56 anos (média 46,2 anos) e com diagnóstico angiográfico de tromboembolismo pulmonar, foram submetidos a tromboendarterectomia pulmonar uni ou bilateral por tromboembolismo pulmonar crônico (TEP).

Cinco (62,5%) pacientes apresentavam dispnéia severa, com classe funcional IV da *New York Heart Association* (NYHA) e 3 (37,5%) dispnéia moderada com classe funcional III (NYHA). A etiologia do TEP em 6 pacientes estava relacionada à trombose de veias dos membros inferiores, 1 por êmbolo séptico e 1 por causa indeterminada.

Independente da etiologia do TEP, os pacientes foram submetidos ao implante de filtro de veia cava inferior.

Previamente à operação, os pacientes não apresentavam antecedentes neurológicos e, à ausculta das artérias carótidas, não revelavam sopros (Tabela 1).

Na sala de operações a monitorização foi realizada com eletrocardiograma, oxímetro de pulso, pressão arterial média (PAM), acesso venoso central por punção da veia subclávia, pressão expiratória final de CO₂ (PETCO₂), sondagem vesical e termômetro esofágico. *Cell saver* foi utilizado em todos os pacientes.

A anestesia foi realizada com cloridrato de fentanila, propofol e bromidrato de vencurônio.

No circuito extracorpóreo utilizou-se oxigenador de membrana, *priming* de 2000 ml de solução cristalóide balanceada, acrescida de 40 g de manitol, 500 mg de hidrocortisona e 10000 UI de heparina.

Realizada a esternotomia mediana, a cânula venosa foi introduzida nas veias cavas superior e inferior e a cânula arterial na aorta ascendente, com os pacientes devidamente heparinizados, ini-

TABELA 1

CLASSIFICAÇÃO DOS PACIENTES

PACIENTE	IDADE	SEXO	NYHA	ETIOLOGIA	FILTRO DE CAVA	ANTECEDENTES NEUROLÓGICOS
1	56	M	IV	TVP	SIM	NÃO
2	52	M	III	TVP	SIM	NÃO
3	54	F	IV	Indeterminada	SIM	NÃO
4	56	F	IV	TVP	SIM	NÃO
5	47	M	IV	TVP	SIM	NÃO
6	44	F	IV	TVP	SIM	NÃO
7	36	M	III	TVP	SIM	NÃO
8	25	M	III	Êmbolo	SIM	NÃO

NYHA: New York Heart Association; TVP: trombose venosa profunda.

ciando-se o circuito extracorpóreo (CEC). Procedeu-se à dissecação da artéria pulmonar direita entre a aorta e a veia cava superior enquanto o paciente foi resfriado até 14° C, o crânio envolvido por sacos de gelo e administrado 15 mg/kg de thiopental sódico, o fluxo da CEC foi mantido conforme a superfície corpórea, e diminuído em 10% a cada queda de 5° C da temperatura, os níveis de hemoglobina foram mantidos entre 7 a 8 mg/dl, a PaO₂ foi mantida acima de 100 mmHg e a PaCO₂ entre 25 e 40 mmHg, o tempo de coagulação ativada (TCA) acima de 900 segundos.

Durante o resfriamento, logo que o coração começava a fibrilar, a câmara direita, através do tronco pulmonar, foi drenada para evitar a distensão miocárdica. Atingida a temperatura de 14° C, não foi realizado o pinçamento aórtico nem administrada solução cardioplégica; apenas procedeu-se à parada circulatória total e exsanguinação para o reservatório venoso do circuito extracorpóreo.

A artéria pulmonar direita foi incisada iniciando-se do lado da aorta medialmente rebatida e prolongando-se em direção ao ramo inferior da artéria pulmonar. Iniciou-se, então, a tromboendarterectomia através do plano favorável na camada média, dissecando-se cuidadosamente o trombo com o *stripper* de Jamieson ⁽¹⁾ em direção à periferia do pulmão. A dissecação do lobo superior direito foi a primeira a ser realizada, seguindo-se a do lobo médio e, finalmente, do ramo do lobo inferior.

Do lado esquerdo, a incisão na artéria pulmonar iniciou-se no tronco pulmonar, prolongando-se em direção ao ramo do lobo superior até as proximidades da deflexão pericárdica. Após a endarterectomia do lobo superior e língula, procedeu-se à do lobo inferior pela mesma técnica.

Aproximadamente após 20 minutos do procedimento, foi restabelecido o fluxo pela CEC à 14° C por um período de 15 minutos, para que ocorresse a reperfusão cerebral e corpórea. Sucessivas paradas circulatórias total foram realizadas e tantas quanto forem necessárias até a remoção de todos os trombos da artéria pulmonar.

O paciente foi reaquecido, procedeu-se as manobras de retirada de ar no sistema vascular e câmaras cardíacas, completando-se a rafia da artéria pulmonar direita e esquerda.

Revisada a hemostasia, drenado o mediastino procedeu-se ao fechamento habitual e o paciente foi encaminhado intubado para a Unidade de Terapia Intensiva, onde permaneceu sob sedação nas primeiras 24 h para manutenção de adequada oxigenação. São realizadas radiografias seriadas assim como dosagens gasométricas, avaliando-se possíveis alterações pulmonares. Estabilizando o paci-

ente, mantida a relação PaO₂/FiO₂ acima de 200, progride-se para a extubação.

RESULTADOS

Não foram registrados óbitos no transoperatório. Um paciente faleceu no 30º dia de pós-operatório (PO) devido a broncopneumonia que evoluiu para sepse.

Os 8 pacientes foram submetidos a CEC e PCT hipotérmica, sendo que em 5 (62,5%) foram necessárias 4 PCT e em 3 (37,5%) apenas 3 PCT, com média de 3,6 PCT.

O tempo total de CEC variou de 210 a 255 minutos, com média de 225 minutos (Gráfico 1).

O tempo PCT hipotérmica variou de 58 a 88 minutos, com média de 76,7 minutos e o período de PCT por paciente variou de 18 a 24 minutos, com média de 20,5 minutos (Gráfico 2).

O tempo de resfriamento variou de 28 a 36 minutos, com média de 30,7 minutos, assim como o período de reaquecimento variou de 60 a 80 minutos, com média de 68,1 minutos (Tabela 2).

Durante as intervenções não foram necessários quaisquer outros procedimentos cirúrgicos corretivos, porquanto não visibilizamos defeitos do septo interatrial nem disfunção importante da valva tricúspide. Nenhum dos pacientes desenvolveu no, transoperatório, edema agudo dos pulmões.

GRÁFICO 1
TEMPO TOTAL DE CEC E TEMPO TOTAL DE PCT

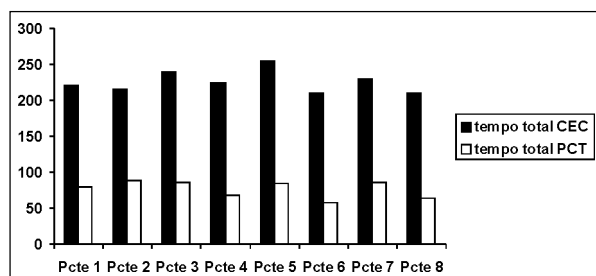
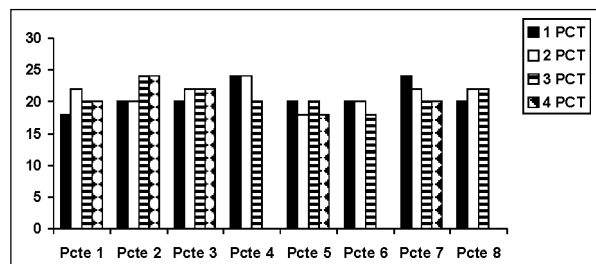


GRÁFICO 2
TEMPO TOTAL DE PCT POR PACIENTE



No período pós-operatório imediato (24 horas) houve melhora nos valores da PaO₂, na PaCO₂ assim como na relação PaO₂/FiO₂ (Tabela 3).

Os pacientes apresentaram pequeno grau de reperfusão pulmonar, sendo que em 7 não houve comprometimento clínico, e a extubação variou de 18 a 32 horas, com média de 28 horas; 1 paciente evoluiu hipóxico, com necessidade de ventilação mecânica por 21 dias. Neste paciente, no 8º dia de PO foi realizada traqueostomia e associado óxido nítrico NO₂, além da adoção da posição prona, no intuito de melhorar a relação ventilação/perfusão (Relação V/Q).

Em todos os pacientes foram realizadas tomografias de crânio, para avaliar se houve ou não comprometimento cerebral (feita entre o 3º e 10º dia de pós-operatório), além da propedêutica neurológica.

A tomografia não revelou nenhuma alteração anatômica, assim como o exame físico não revelou déficit motor nem rebaixamento do nível de sensorio.

Um paciente apresentou episódio convulsivo, que durou 30 segundos na sexta hora do pós-operatório imediato, revertendo-se espontaneamente. Um paciente (12,5%) apresentou confusão mental, que foi revertida com haloperidol.

COMENTÁRIOS

O tromboembolismo pulmonar é uma doença grave que induz a hipertensão pulmonar e hipoxemia, podendo, eventualmente, levar a insuficiência respiratória e falência ventricular direita. Quando o tratamento clínico não for adequado ou eficiente, a tromboendarterectomia pulmonar tem sido a opção ao tratamento cirúrgico, nos últimos anos (6-8). A indicação para tromboendarterectomia pulmonar inclui pressão média de artéria pulmonar ≥ 30 mmHg, resistência vascular pulmonar maior que 300 dynas, trombo que possa ser abordado cirurgicamente e preservação da função pulmonar (9). A tromboen-

TABELA 2

DADOS DO TRANSOPERATÓRIO

PACIENTES	TEMPO CEC (MIN)	TEMPO PCT (MIN)	TEMPO RESFRIAMENTO (MIN)	TEMPO REAQUECIMENTO (MIN)
1	220	80	30	60
2	215	88	28	66
3	240	86	30	68
4	225	68	30	70
5	255	84	36	80
6	210	58	32	65
7	230	86	30	64
8	210	64	30	72

CEC: circulação extracorpórea.

TABELA 3

DADOS GASOMÉTRICOS

PACIENTE	PaO ₂ (mmHg) Pré	PaO ₂ (mmHg) Pós	PaCO ₂ (mmHg) Pré	PaCO ₂ (mmHg) Pós	Relação PaO ₂ /FiO ₂ Pré	Relação PaO ₂ /FiO ₂ Pós
1	73,3	91,7	26,9	34,5	270	436
2	66,5	88,2	28,4	36,2	314	419
3	68,3	88,6	28,4	34,2	323	419
4	55,8	99,2	26,2	35,5	261	471
5	80,9	101,0	27,2	34,8	385	480
6	66,2	97,3	28,8	35,5	314	461
7	53,6	88,9	30,2	32,4	252	423
8	54,5	102,0	31,2	32,8	259	485

PaO₂: pressão parcial de oxigênio; PaCO₂: pressão parcial de dióxido de carbono; Relação PaO₂/FiO₂: relação entre a pressão parcial de oxigênio e a fração inspirada de oxigênio; Pré: pré-operatório; Pós: pós-operatório.

darterectomia, como procedimento cirúrgico *standard* para esse evento, deve ser realizada sob hipotermia profunda e parada circulatória total.

Na tromboendarterectomia o trombo organizado está fortemente aderido à parede da artéria pulmonar e deve ser ressecado com a camada média e a íntima. Portanto, a determinação do plano de dissecação tem importância primária no procedimento. Segundo, a dissecação deve avançar gradualmente em direção à periferia, enquanto o trombo é tracionado e retirado gradativamente. Terceiro, a operação deve ser livre de sangue *blood-free*, por essas razões, a parada circulatória hipotérmica é utilizada.

Os resultados operatórios mostram-se favoráveis, como demonstrado por JAMIESON et al. (1), com baixas taxas de mortalidade (8,7%). A técnica operatória empregada ainda está em desenvolvimento e há dúvidas na literatura (8). Com a utilização da circulação extracorpórea e uma adequada exposição dos trombos, torna-se imprescindível a manutenção do campo operatório livre de sangue, o que é propiciado pela parada circulatória total hipotérmica, mas períodos prolongados de PCT levam a lesão neuronal (4, 10, 11).

Estudos (3) demonstram que a retroperfusão cerebral pela veia jugular não oferece a mesma proteção cerebral que a perfusão anterógrada. FESSA-TIDIS et al. (9), em estudo com porcos submetidos a hipotermia profunda e parada circulatória total, demonstraram que as regiões cerebrais, como o hipocampo e o núcleo caudado, são as mais vulneráveis à síndrome isquemia-reperfusão.

No grupo analisado, o tempo total de PCT variou de 58 a 88 minutos, com média de 77,7 minutos, tempo acima do sugerido na literatura como limite para a lesão neuronal (2, 8).

A estratégia adotada de proceder à PCT hipotérmica, obter o plano de dissecação e tracionar lentamente o trombo, com o campo livre de sangue e, após 20 minutos parar a operação, restabelecer o fluxo da CEC, aguardando 15 minutos e, novamente realizar a PCT, é bastante atraente, pois deixa o cirurgião tranqüilo para agir com segurança e firmeza sob a região dos trombos, sem o *stress* de operar sob a pressão do tempo, para rapidamente reperfundir o cérebro.

Diferentemente da literatura (4), nós não administramos solução cardioplégica na raiz da aorta, pois acreditamos que se a hipotermia de 14° C é suficiente para proteger o cérebro, ela também protegerá o miocárdio. Nos casos operados, não houve nenhum paciente que tivesse apresentado dificuldade de desmame de CEC, por disfunção ventricular ou má proteção miocárdica.

Os períodos de PCT foram adequados, com um tempo máximo de 24 minutos; não houve lesão neuronal em nenhum paciente. Um paciente apresentou episódio convulsivo na sexta hora de pós-operatório, que reverteu espontaneamente; acreditamos que a etiologia seja metabólica. De qualquer forma, os resultados tomográficos e a avaliação neurológica na época da alta mostraram que não houve qualquer lesão neurológica.

A avaliação eletroencefalográfica não foi realizada, visto que a evolução clínica dos pacientes foi satisfatória.

CONCLUSÃO

A PCT hipotérmica intermitente mostrou ser um método adequado para proteção cerebral nos pacientes submetidos a tromboendarterectomia pulmonar.

Hueb A C, Jatene F B, Pêgo-Fernandes P M, Jatene M B, Bernardo W M, Jatene A D – Aspects of cerebral protection in patients submitted to pulmonary thromboendarterectomy with profound hypothermia and intermittent circulatory arrest. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2000; **15**(2): 173-8.

ABSTRACT: Introduction: Pulmonary thromboendarterectomy is a well established method to alleviate pulmonary hypertension in cases of chronic pulmonary thromboembolism. It is difficult to balance the relatively short time of total hypothermic circulatory arrest (TCA) and the thorough opening of the pulmonary artery, and there is risk of neurologic damages.

Material and Methods: From March 1998 to April 1999 (13 months), 8 patients, 5 male, 1 black with ages ranging from 25 to 56 years (mean: 46.2 years) with angiographic diagnosis of pulmonary thromboembolism, underwent unilateral or bilateral thromboendarterectomy for chronic pulmonary thromboembolism (PTE). Once the extracorporeal circulation is prepared and the pulmonary artery is incised, TCA is carried out and, approximately 20 minutes after thromboendarterectomy blood flow is re-established by ECC at 14° C for a period of 15 minutes for cerebral and corporeal reperfusion. Successive total circulatory arrests are carried out as many times as required until all thrombi are removed from the pulmonary artery.

Results: No trans-operative deaths were recorded. One patient died on postoperative (PO) day 30 due to bronchopneumonia which developed into sepsis. The 8 patients underwent hypothermic ECC and TCA, four TCA procedures were required in 5 (62.5%) and, only 3 in three (37.5%) with a mean of 3.6 TCA procedures. Total ECC time ranged from 210 to 255 minutes (mean time 225 minutes). Hypothermic TCA time ranged from 58 to 88 minutes (mean time 76.7 minutes) and the TCA time per patient ranged from 18 to 24 minutes (mean time 20.5 minutes). Skull CT scans were carried out for all patients and did not show any anatomic changes, the physical examination did not show motor deficit or sensorial loss.

Conclusions: We believe this is a very promising technique which provides better operating conditions for the surgeons and central nervous system protection for the patient.

DESCRIPTORS: Endarterectomy, methods. Pulmonary embolism, surgery. Brain, physiology. Central nervous system diseases, prevention and control. Hypothermia, induced. Heart arrest, induced, methods.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Jamieson S W, Auger W R, Fedullo P F et al. – Experience and results with 150 pulmonary thromboendarterectomy operations over a 29-month period. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993; **106**: 116-27.
- 2 Svensson L G, Crawford E S, Hess K R et al. - Deep hypothermia with circulatory arrest: determinants of stroke and early mortality in 656 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993; **106**: 19-31.
- 3 Deeb G M, Jenkins E, Bolling S F et al. – Retrograde cerebral perfusion during hypothermic circulatory arrest reduces neurologic morbidity. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995; **109**: 259-68.
- 4 Moshkovitz Y, David T E, Caleb M, Feindel C M, de Sá M P – Circulatory arrest under moderate systemic hypothermia and cold retrograde cerebral perfusion. *Ann Thorac Surg* 1998; **66**: 1179-84.
- 5 Fontes R D, Stolf N A G, Mady C et al. – Perfusão cerebral retrógrada é método eficaz de proteção cerebral?: resultados imediatos de estudo consecutivo e randomizado. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 1999; **14**: 1-5.
- 6 Jatene F B - Tratamento cirúrgico do tromboembolismo pulmonar crônico: análise dos resultados imediatos e tardios. [Tese. Docência] São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 1997.
- 7 Jamieson S W – Treatment of pulmonar hypertension due to chronic pulmonary thromboembolism. *Jpn J Phlebol* 1995; **6**: 1-12.
- 8 Daily P O, Dembitsky W P, Iversen S - Technique of pulmonary thromboendarterectomy for chronic pulmonary embolism. *J Card Surg* 1989; **4**: 10-24.
- 9 Fessatidis I T, Thomas V L, Shore D F, Sedgwick M E, Hunt R H, Weller R O - Brain damage after profoundly hypothermic circulatory arrest: correlations between neurophysiologic and neuropathologic findings. An experimental study in vertebrates. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993; **106**: 32-41.
- 10 Tseng E E, Brock M V, Kwon C C et al. - Increased intracerebral excitatory amino acids and nitric oxide after hypothermic circulatory arrest. *Ann Thorac Surg* 1999; **67**: 371-6.
- 11 Ehrlich M, Grabenwoger M, Luckner D et al. – The use of profound hypothermia and circulatory arrest in operations on the thoracic aorta. *Eur J Cardiothorac Surg* 1997; **11**: 176-81.