

Artigo de Revisão

*Anestesia para Transplante Pulmonar. Contribuição da Monitorização Hemodinâmica, Gasosa e Eletrocardioscópica na Conduta Operatória **

Fernando Squeff Nora, TSA¹, James Toniolo Manica, TSA²

Nora FS, Manica JT - Anesthesia for Lung Transplantation. The Contribution of Haemodynamic, Gaseous and Electrocardiographic Monitoring in the Perioperative Management

KEY WORDS - ANESTHESIA; MONITORIZATION: haemodynamic, blood gases, eletrocardiography; SURGERY: lung transplantation

Os dados de monitorização obtidos no período per-operatório de transplantes pulmonares constituem importante guia para a tomada de decisões terapêuticas. Sua correta interpretação e utilização têm sido definidas nos últimos anos e sua divulgação ganha importância na medida em que o procedimento se torna mais freqüente e realiza-se em número cada vez maior de hospitais brasileiros.

A monitorização é utilizada para orientar a decisão de entrada ou não em circulação extracorpórea. Essa decisão está na dependência do desempenho cardíaco em qualquer tempo da cirurgia e, especialmente, no momento do pinçamento da artéria pulmonar.

Dentre as monitorizações atualmente utilizadas em anestesia destacam-se de especial importância nos transplantes pulmonares a monitorização hemodinâmica invasiva, a análise de gases inalados e arteriais e a eletrocardiografia. O artigo analisa o valor específico desses parâmetros de monitorização na definição da conduta transoperatória anestésica e cirúrgica nos transplantes pulmonares, obedecendo a ordem que segue:

I. Monitorização Hemodinâmica

1. Pressão Arterial Média Invasiva
2. Cateter de Swan-Ganz
 - a) Pressão de Artéria Pulmonar (PAP)
 - b) Pressão Capilar Pulmonar (PCP)
 - c) Índice Cardíaco (IC)
 - d) Resistência Vascular Pulmonar (RVP)

II. Monitorização dos Gases Inspirados e Expirados

1. Fração Inspirada de Oxigênio (F_{iO_2})
2. Capnometria e Capnografia (CO_2EF)

III. Monitorização dos Gases Arteriais

1. Oximetria de pulso (SpO_2)
2. Pressões Parciais de Oxigênio (PaO_2) e de Dióxido de Carbono ($PaCO_2$) no sangue arterial.

IV. Eletrocardiografia

* Trabalho realizado no Pavilhão Pereira Filho da Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre do CET/SBA do SANE

1 Anestesiologista do Grupo de Transplantes do Hospital de Clínicas de Porto Alegre

2 Anestesiologista do Hospital São José de Neurocirurgia da Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre. Presidente da Comissão do Título Superior em Anestesiologia da Sociedade Brasileira de Anestesiologia

Correspondência para James Toniolo Manica
Rua Duque de Caxias 1478/302
90010-281 Porto Alegre - RS

Apresentado em 28 de junho de 1996

Aceito para publicação em 03 de setembro de 1996

© 1997, Sociedade Brasileira de Anestesiologia

I. Monitorização Hemodinâmica

1. Pressão Arterial Invasiva

Obtida habitualmente pela canulização da artéria radial, serve como importante guia para a avaliação das variações pressóricas que ocorrem constantemente. É necessária, pois permite acompanhar as alterações rápidas, bruscas e às vezes perigosas que a manipulação dos grandes vasos e do coração ocasionam¹. A pressão arterial sistólica menor do que 90 mmHg e refratária ao tratamento com inotrópicos constitui importante evidência da necessidade de entrada em circulação extracorpórea no momento do pinçamento da artéria pulmonar a fim de evitar falência cardíaca².

2. Cateter de Swan-Ganz

a) Pressão de Artéria Pulmonar (PAP)

Trata-se do parâmetro mais importante e valioso de que se dispõem, uma vez que é um indicativo da função ventricular direita². Se o valor da PAP duplicar quando do início do pinçamento da artéria pulmonar, é necessário o uso de circulação extracorpórea². Representam, ainda, indicativos para a entrada em circulação extracorpórea valores elevados de PAP (> 38 mmHg) já no início da cirurgia, porque estão relacionados ao aumento na incidência de falência cardíaca no per-operatório³⁻⁵. Em recente levantamento de 15 casos de transplantes pulmonares (dados não publicados), três pacientes requereram circulação extracorpórea. Ou o paciente duplicou a PAP no momento do pinçamento ou já tinha a PAP muito elevada no início da cirurgia e deteriorou hemodinamicamente nesta fase².

Muitos autores afirmam que a extremidade distal do cateter de Swan-Ganz deva ser introduzido até a altura intermediária da artéria pulmonar, a fim de evitar que ocorram acidentes no momento do pinçamento da artéria pulmonar ipsilateral à pneumectomia^{3,4}. O cateter é orien-

tado manualmente pelo cirurgião para o lado oposto ao da pneumectomia.

De 1992 até 1995 foram realizados mais 20 casos de transplantes pulmonares no Pavilhão Pereira Filho. Destes, seis pacientes apresentaram-se com PAP elevada no início da cirurgia (PAP > 44 mmHg) e um paciente apresentou valor inicial de 16 mmHg que se elevou para 39 mmHg após o pinçamento da artéria pulmonar. Apenas um paciente foi levado à circulação extracorpórea, por apresentar hipotensão arterial de difícil tratamento. O restante, apesar de também apresentarem hipotensão arterial, responderam favoravelmente ao tratamento com inotrópicos utilizados. Em um dos casos, a PAP era 62 mmHg no início da cirurgia e 71 mmHg após o pinçamento da artéria pulmonar. Este paciente desenvolveu hipotensão arterial grave que atingiu 40-50 mmHg de pressão arterial média (PAM) associada a taquicardia de até 140 bat/min, havendo melhora com vasopressores, motivo pelo qual a circulação extracorpórea não foi instituída. Em outro paciente, embora a PAP se apresentasse normal no início do procedimento (16 mmHg), elevou-se para 39 mmHg após o pinçamento da artéria pulmonar desenvolvendo disritmia ventricular grave (extrassístolia freqüente e multifocal) tratada com êxito com lidocaína. Estas situações denotam a importância desta monitorização, que representa adequada estimativa do desempenho cardíaco, além de ser ótimo guia para o tratamento a ser instituído.

b) Pressão de Capilar Pulmonar (PCP)

É, juntamente com a PAP, um importante parâmetro quando se deseja saber algo mais a respeito da função ventricular esquerda, sendo ótima estimativa da pré-carga do ventrículo esquerdo. Tem grande valia no tratamento das alterações hemodinâmicas transoperatórias. Recomenda-se que sua análise seja feita juntamente com o índice cardíaco, como mostra a figura 1, IC (L/min/m²).

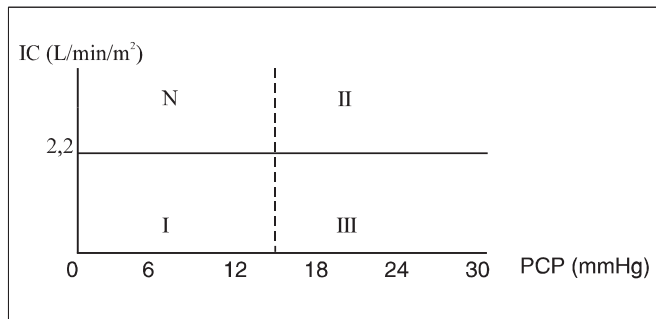


Fig 1 - Relação entre os valores de índice cardíaco (IC) e pressão capilar pulmonar (PCP). O quadrante N indica a situação normal, o quadrante I indica baixo débito cardíaco sem congestão pulmonar, o quadrante II indica débito cardíaco normal ou elevado com congestão pulmonar e o quadrante III indica baixo débito cardíaco com congestão pulmonar

Na situação de baixo débito sem congestão pulmonar (quadrante I) aumenta-se a oferta de volume; na situação de débito normal ou elevado com congestão pulmonar (quadrante II) utilizam-se vasodilatadores, diuréticos e diminui-se a oferta hídrica; na situação de baixo débito com congestão pulmonar (quadrante III) utilizam-se vasodilatadores e inotrópicos. Dessa forma, avalia-se o desempenho cardíaco como um todo, e o tratamento das alterações hemodinâmicas que se apresentam são mais adequadamente manejadas. A presença de índice cardíaco < 2 L/min/m² embora sob o uso de inotrópicos, constitui indicação de entrada em circulação extracorpórea ².

c) Índice Cardíaco (IC)

Recomenda-se uma medida inicial. Na maioria das vezes ele está elevado como mecanismo de compensação cardíaca à falência respiratória. Como já mencionado, interpreta-se relacionando-o com a PCP.

d) Resistência Vascular Pulmonar (RVP)

Recomenda-se uma medida no início da cirurgia e, como controle, momentos antes do pinçamento da artéria pulmonar, especialmente quando está sendo utilizado óxido nitroso (N₂O)¹. A resistência vascular pulmonar serve, então, como guia para a utilização ou não de

N₂O, uma vez que este agente pode ser responsável pelo aumento da resistência vascular pulmonar. Aconselha-se evitar seu uso caso a resistência vascular pulmonar já esteja muito elevada no início da cirurgia ¹.

II. Monitorização dos gases Inspirados e Expirados

1. Fração Inspirada de Oxigênio (F_IO₂)

Parâmetro muito útil nos casos onde não existe a necessidade de oxigênio a 100% e o óxido nitroso pode ser usado. Nestes casos, a recomendação da maioria dos autores é o uso de F_IO₂ = 0,4 a 0,6 no início da anestesia até minutos antes do pinçamento da artéria pulmonar, a partir de quando recomenda-se a utilização de F_IO₂ = 1 ¹. Algumas vezes, o simples pinçamento de um brônquio principal e o começo da ventilação monopulmonar já é fator indicativo de passagem da F_IO₂ para 1. Alguns autores fazem isto automaticamente, temendo o aumento demasiado do *shunt* quando o pulmão que será retirado é manipulado sem ventilação, porém ainda com circulação ¹.

2. Capnografia e Capnometria (CO₂EF)

Servem como parâmetros da estimativa da PaCO₂ nos intervalos entre as gasometrias arteriais e, portanto da ventilação, do metabolismo e do débito cardíaco. Pode-se avaliar algumas alterações respiratórias ou metabólicas, e instituir tratamentos precoces mesmo antes do resultado das gasometrias arteriais. A maioria destes pacientes são retentores crônicos de CO₂ e possuem valores de CO₂EF elevados. Através da capnometria e da capnografia obtém-se ótima avaliação do regime ventilatório bem como diagnostica-se rapidamente o aumento da CO₂EF ocasionado por aumento do *shunt* pulmonar que pode se instalar no início da ventilação monopulmonar. Na experiência com 35 transplantes pulmonares registrou-se a tendência dos pacientes à acidose. O consumo de bicarbonato de sódio

(NaHCO_3) é elevado. Nesse contexto, a capnometria é um importante guia para o grau de hiperventilação que se deve utilizar para que a CO_2EF não se eleve ainda mais quando o bicarbonato de sódio é administrado ao paciente para correção da acidose. A monitorização do CO_2 expirado é mais importante ainda, nos casos em que a retenção de CO_2 é maior do que o esperado. Tais situações são mais freqüentes no enfisema pulmonar bila-teral ².

III. Monitorização dos gases arteriais

1. Oximetria de pulso (SpO_2)

É considerado parâmetro apenas regular e de menor importância, uma vez que mostra tardiamente alterações da oxigenação dos pacientes. Sabe-se que a SpO_2 , sendo uma estimativa da saturação da hemoglobina pelo oxigênio no sangue capilar, relaciona-se à pressão parcial de O_2 no sangue arterial. Como estes pacientes entram rapidamente em hipóxia as gasometrias arteriais devem ser mantidas como o exame de escolha para avaliar a oxigenação do sangue arterial, ficando a SpO_2 como estimativa da PaO_2 apenas nos intervalos entre as gasometrias arteriais. SpO_2 menor do que 85% é forte indicativo da necessidade de entrada em circulação extracorpórea, principalmente se associada com pressão arterial sistólica < 90 mmHg na vigência do uso de fármacos vasoativos ^{2,6-8}.

2. Pressão Parcial de Oxigênio no Sangue Arterial (PaO_2)

Recomenda-se a solicitação de, no mínimo, três gasometrias arteriais no período operatório, além do controle inicial logo após a intubação orotraqueal e início da ventilação controlada: 1) No início da ventilação monopulmonar. O aumento do *shunt* pulmonar pela manutenção da circulação no pulmão não ventilado causa o aumento da PaCO_2 e diminuição da PaO_2 que devem ser monitorizadas para

tratamento precoce, pois caso contrário as alterações metabólicas se agravam ⁹. A ocorrência de queda da PaO_2 , usualmente entre 15 e 30 minutos após o início da ventilação monopulmonar, constitui o melhor momento para a coleta de sangue para a gasometria arterial ⁶; 2) Quando a artéria pulmonar é pinçada, importante aumento de trabalho é imposto ao ventrículo direito, podendo ocorrer disfunção ventricular com conseqüente acidose metabólica acentuada diagnosticável facilmente através da gasometria arterial; 3) Após a abertura da pinça da artéria pulmonar (já com o pulmão transplantado) ocorre novamente aumento do *shunt* pulmonar com tendência a queda da PaO_2 e aumento da PaCO_2 ¹. Existe relato sobre a vasoconstrição pulmonar hipóxica e anestesia monopulmonar, mostrando que a incidência de hipóxia com esta modalidade de ventilação é da ordem de 20% e que as possíveis causas são a inibição sobre a vasoconstrição pulmonar hipóxica que os anestésicos inalatórios e o próprio trauma cirúrgico causam ¹⁰.

Um estudo em 26 pacientes submetidos a cirurgia torácica mostrou que, quando a ventilação era bipulmonar, a PaO_2 variava de 384 a 500 mmHg (média de 484 mmHg), mas quando era utilizada ventilação monopulmonar a PaO_2 diminuía para 135 a 329 mmHg (média de 232 mmHg) em ambas situações ventilando com $\text{F}_1\text{O}_2 = 1$ ¹¹⁻¹³. Tarhan ¹⁴, usando ventilação monopulmonar ($\text{F}_1\text{O}_2 = 1$), encontrou $\text{PaO}_2 < 70$ mmHg em 25% dos pacientes. Thompson ¹⁵, usando ventilação monopulmonar ($\text{F}_1\text{O}_2 = 0,5$), encontrou $\text{PaO}_2 < 70$ mmHg ⁶ em 40% dos pacientes. Kerr ¹⁶, usando ventilação monopulmonar ($\text{F}_1\text{O}_2=1$), encontrou $\text{PaO}_2 < 80$ mmHg em 24% dos pacientes (pesquisa realizada em toracotomias para cirurgias não-pulmonares). Read ¹⁷, usando $\text{F}_1\text{O}_2 = 1$, encontrou $\text{PaO}_2 < 50$ mmHg em 2% dos pacientes. Slinger ⁶ e colaboradores estudaram 80 pacientes anestesiados com fentanil, isoflurano e O_2 para toracotomias e encontraram $\text{PaO}_2 < 70$ mmHg em 8% dos pacientes durante ventilação monopulmonar ⁶. Baseados nestes resultados definiram que a in-

cidência de hipoxemia é inversamente proporcional a $F_{I}O_2$ usada durante a ventilação monopulmonar. A incidência de hipóxia também varia com a população estudada, sendo maior em pacientes que se submetem a cirurgias não-pulmonares e que sofrem toracotomias. O caráter multifatorial da incidência de hipoxemia nessa modalidade de ventilação deve-se, provavelmente, à técnica anestésica e à população estudada. Slinger lembra ainda que a migração do tubo de duplo lúmen no período operatório pode causar obstrução do lobo superior, de difícil diagnóstico. Logo, na vigência de hipoxemia, quando se inicia a ventilação monopulmonar, recomenda-se a verificação da permeabilidade do lobo superior através de broncoscopia. Outra causa de aumento do *shunt* no pulmão dependente seria o acúmulo de líquidos causado pela vasoconstrição pulmonar hipóxica que, aumentando a pressão dos capilares pulmonares, produziria transudação líquida no pulmão.

IV. Eletrocardioscopia

Monitorização básica, de importância especial em transplante pulmonar, uma vez que tais pacientes são terminais em sua grande maioria e, portanto, apresentam graves alterações cardiovasculares como, por exemplo, sobrecargas atriais e ventriculares. Recomenda-se que sejam feitas cuidadosas análises da frequência cardíaca, de ritmos anômalos de condução cardíaca, bem como de alterações isquêmicas que estejam presentes no início do procedimento ou que se instalem durante. Para tanto, deve o anestesiológico estabelecer avaliação cuidadosa do eletrocardiograma do paciente para posterior comparação com possíveis alterações per-operatórias e pós-operatórias. As alterações eletrocardiográficas costumam ocorrer mais tardiamente e serem mais acentuadas em pacientes terminais com baixa reserva cardíaca. Essa situação clínica exige diagnóstico correto e rápido. A análise da

freqüência cardíaca é importante, uma vez que a grande maioria dos pacientes candidatos a transplantes pulmonares chegam ao centro cirúrgico com freqüências elevadas (acima de 110 bat/min), seja por ansiedade, seja por alterações provenientes da doença pulmonar.

A baixa reserva funcional miocárdica e o aumento do trabalho cardíaco imposto pelo déficit respiratório determinam um estado hemodinâmico de hiperatividade reflexa. O resultado é débito cardíaco elevado, freqüência cardíaca elevada, resistência vascular sistêmica diminuída e resistência vascular pulmonar muito elevada, que aparece na maioria destes pacientes. Não é interessante a diminuição da freqüência cardíaca, pois é um mecanismo reflexo de proteção e de manutenção dos níveis pressóricos e do débito cardíaco, sem o qual a deterioração hemodinâmica torna-se evidente e insustentável. Em análise realizada anteriormente, constatou-se as alterações cardiovasculares que a falência respiratória vai ocasionando a medida que o quadro se agrava ².

O ritmo cardíaco é, geralmente, sinusal, e assim deve ser mantido, principalmente nas fases cirúrgicas onde a manipulação dos grandes vasos e mesmo do coração é intensa. Segundo Miller ³, em pacientes normais a sístole atrial contribui em 20 a 30% para o débito cardíaco, fato que se torna de pouco valor em pacientes com fibrilação atrial crônica porque eles apresentam melhores reservas respiratória e cardíaca que tolerando e adaptando-se bem a estas alterações. Todavia, nos pacientes terminais que são levados a realização de transplante pulmonar, a perda do ritmo sinusal imporá um esforço muito elevado para compensar a perda da contribuição atrial, levando-os a hipotensões graves e de difícil controle.

Os transplantes pulmonares têm uma história recente e tiveram início no Brasil em 1989. A eles reservam-se perspectivas de crescimento em número e em abrangência nos diversos centros médicos do país. Essa revisão tem como objetivo familiarizar os anestesiológicos com os diversos aspectos da interpretação da

monitorização clínica per-operatória que contribuem para o encaminhamento das decisões a serem tomadas no período operatório dos transplantes pulmonares, particularmente com respeito à sobrecarga cardíaca - possibilidade sempre presente - e à utilização de circulação extracorpórea.

Atualmente são indicações de transplante pulmonar fibrose pulmonar idiopática, pneumonites por hipersensibilidade ou outras doenças fibróticas dos pulmões. A partir de 1988 foram aceitos pacientes com enfisemas bolhosos.

Nora FS, Manica JT - Anestesia para Transplante Pulmonar. Contribuição da Monitorização Hemodinâmica, Gasosa e Eletrocardioscópica na Conduta Operatória

UNITERMOS - ANESTESIA; CIRURGIA: transplante pulmonar; MONITORIZAÇÃO: hemodinâmica, gases sanguíneos, eletrocardioscopia

REFERÊNCIAS

01. Thomas ES, Reves JG - Cardiovascular Monitoring, em: Miller RD, Anesthesia, 4nd Ed, New York, Churchill Livingstone, 1994; 1167.
02. Nora FS - Discussão de protocolo de anestesia para transplantes pulmonares. Relato de 15 casos e revisão bibliográfica. Rev Bras Anesthesiol, 1992;42:6:421-428.
03. Conacher ID - Isolated lung transplantation - A review of problems and guide to anaesthesia. Br J Anaesth, 1988;61:468-474.
04. Conacher ID, Mc Nally B, Choudhry AK et al - Anaesthesia for isolated lung transplantation. Br J Anaesth, 1988; 60: 588-591.
05. Kaplan JA - Thoracic Anesthesia 2nd Ed, New York, Churchill Livingstone, 1991; 555-562.
06. Slinger PD - Oxygenation during one-lung anesthesia - The clinical perspective. Proceedings of the American Congress of Anesthesiology, Philadelphia, 1990;30-33.
07. Desiderio DP, Wong G, Shah NK, et al - A clinical evaluation of pulse oximetry during thoracic surgery. J Cardiothorac Anesth, 1990;4:30-34.
08. Van Norman G, Cheney FW - Falsely elevated oximeter reading dangerous on one lung. Anesthesia Patient Safety Foundation Newsletter, 1989;4:2:23.
09. Thys DM, Cohen E, Eisenkraft JB - Mixed venous oxygen saturation during thoracic anesthesia. Anesthesiology, 1988;69:1005-1009.
10. Marshall BE - Hypoxic pulmonary vasoconstriction and one lung anesthesia. Proceedings of the American Congress of Anesthesiology, Philadelphia, 1980; 27-29
11. Benumof JL, Wahrenbrock EA - Local effects of anesthesia on regional hypoxic pulmonary vasoconstriction. Anesthesiology, 1975;43:525-532.
12. Alfery DD, Benumof JL, Trousdale FR - Improving oxygenation during one lung ventilation in dogs: The effects of positive end-expiratory pressure and blood flow restriction to the non-ventilated lung. Anesthesiology, 1981;55:381-385.
13. Chen L, Miller FL, Williams JJ et al - Hypoxic pulmonary vasoconstriction is not potentiated by repeated intermittent hypoxia in closed chest dogs. Anesthesiology, 1985;63:608-610.
14. Tarhan S, Lundborg RO - Effects of increased expiratory pressure on blood gas tensions and pulmonary shunting during thoracotomy with the use of the Carlens catheter. Can Anaesth Soc J, 1970;17:4-11.
15. Thompson DF, Campbell D - Changes in arterial oxygen tension during one-lung anaesthesia. Br J Anaesth, 1973;45:611-616.
16. Kerr JH, Crampton-Smith A, Prys-Roberts C et al - Observations during endobronchial anesthesia II: Oxygenation. Br J Anaesth, 1974;46:84-92.
17. Read RC, Friday CD, Eason CN - Prospective study of the Robertshaw endobronchial catheter in thoracic surgery. Ann Thorac Surg, 1977;24:156-161.