

Parte I: Método e Definições*

Part I: Method and Definitions

Ederlon Rezende, Álvaro Réa-Neto, Cid Marcos David, Ciro Leite Mendes, Fernando Suparregui Dias, Guilherme Schettino, Suzana Margareth Ajeje Lobo, Alberto Barros, Eliézer Silva, Gilberto Friedman, José Luiz Gomes do Amaral, Marcelo Park, Maristela Monachini, Mirella Cristine de Oliveira, Murillo Santucci César Assunção, Nelson Akamine, Patrícia Veiga C Mello, Renata Andréa Pietro Pereira, Rubens Costa Filho, Sebastião Araújo, Sérgio Félix Pinto, Sérgio Ferreira, Simone Mattoso Mitushima, Sydney Agareno, Yuzeth Nóbrega de Assis Brilhante; Painel de Especialistas do Consenso Brasileiro de Monitorização e Suporte Hemodinâmico da Associação de Medicina Intensiva Brasileira (AMIB).

SUMMARY

BACKGROUND AND OBJECTIVES: *The multidisciplinary team involved in the care of critically ill patients has to constantly observe the vital signs of these patients to detect any indication of organ dysfunction. Equipments and laboratory tests are also often used in the intensive care setting to assess vital organs perfusion and to early detect tissue hypoxia preventing multiple organ failure. Based on this believe, the Associação de Medicina Intensiva Brasileira – AMIB gathered experts to create guidelines and recommendations for monitoring and hemodynamic support to be used by the healthcare professionals who work in the Brazilian's Intensive Care Medicine.*

METHODS: *Modified Delphi methodology was used to develop a consensus. AMIB indicated a coordinator who invited more six experts in the area of monitoring and hemodynamic support to constitute the Consensus Advisory Board. Twenty five physicians and nurses selected from different regions of the country completed the expert panel, which reviewed the pertinent bibliography listed at the MEDLINE in the period from 1996 to 2004.*

RESULTS: *Recommendations were made based on 87 questions about basic hemodynamic monitoring, the use of pulmonary artery catheter, alternative methods for cardiac output measuring and volemia estimation, tissue perfusion evaluation and hemodynamic support.*

CONCLUSIONS: *The aim of consensus methods is to determine the extent to which experts agree about a given issue. Methods should not be viewed as a scientific method for creating new knowledge, but rather as processes for making the best use of available information, be that scientific data or the collective wisdom of participants*

Key Words: *Consensus, Delphi Method, Hemodynamic Monitoring Recommendation*

Durante a prática da Medicina intensiva, os profissionais envolvidos têm de exercer uma vigilância constante das funções vitais do paciente gravemente enfermo e durante esta tarefa se utilizam equipamentos e exames que permitem monitorizar a função de diferentes órgãos. Caso fosse possível simplificar a missão de uma equipe responsável pelos cuidados a um paciente internado em uma unidade de terapia intensiva, seria dito que a principal meta deveria ser a manutenção de um aporte adequado de oxigênio aos tecidos. Para cumpri-la é fundamental a observação constante dos sinais vitais e dos parâmetros hemodinâmicos e de perfusão tecidual, o que em outras palavras define a monitorização hemodinâmica. A partir dessa vigilância contínua, atitudes devem ser tomadas objetivando principalmente a prevenção da hipóxia tissular e a disfunção orgânica ulterior. Não seria, portanto, um exagero afirmar que a monitorização e o suporte hemodinâmico constituem um dos pilares essenciais para a prática da Medicina intensiva.

Durante o dia-a-dia, os profissionais envolvidos em Medicina Intensiva necessitam de orientações que possam auxiliar durante a tomada de decisões, porém muitas vezes se deparam com escassez de informações ou ainda com dados em excesso, porém incoerentes. Vislumbrando esse contex-

to, a Associação de Medicina Intensiva Brasileira – AMIB, através do Fundo de Educação e Pesquisa da Associação de Medicina Intensiva Brasileira - Fundo AMIB, reuniu especialistas com reconhecido conhecimento nesta área a fim de estabelecer diretrizes de monitorização e suporte hemodinâmico para a prática de Medicina Intensiva no Brasil.

Cabe ressaltar que o objetivo principal dos métodos de consenso foi determinar o quanto especialistas concordam acerca de um determinado assunto. Não podem ser vistos como métodos científicos para criar novos conhecimentos, mas simplesmente processos para fazer o melhor uso possível das informações, através dos dados científicos disponíveis e sob a visão dos envolvidos.

MÉTODO

O processo de desenvolvimento de recomendações utilizou o método Delphi modificado para criar e quantificar o consenso entre os participantes. O método Delphi foi desenvolvido pela *RAND Corporation* (Santa Monica, CA) na década de 50¹. As principais características do método são o anonimato e a retroalimentação controlada². Os participantes inicialmente responderam um questionário de forma anônima, sem interação face a face, e essas

*Apresentado durante o I Simpósio Internacional de Monitorização em UTI, realizado em São Paulo - SP de 5 a 7 de novembro de 2004
Endereço para correspondência: Rua Pedro de Toledo, 1800 6º andar – Vila Clementino – 04039-901 São Paulo, SP – E-mail: ederlon@sti-hspsc.com.br

respostas foram posteriormente exibidas aos demais, sem identificação do autor. Em seguida, receberam um sumário estatístico de todas as opiniões expressas durante a discussão e, puderam mudar sua opinião na rodada seguinte. A resposta do grupo na fase final do método Delphi foi consignada como um escore estatístico e o consenso foi considerado atingido quando pelo menos 80% das respostas foram coincidentes. O questionário final foi utilizado para fazer as recomendações, apoiadas em extensa pesquisa bibliográfica.

COMITÊ CONSULTIVO E MEMBROS DO PAINEL DE ESPECIALISTAS

A AMIB determinou um coordenador para o consenso, o qual escolheu seis renomados expertos para compor o Comitê Consultivo. Outros 18 especialistas de diferentes regiões do país foram selecionados para completar o painel, num total de 25 médicos e enfermeiros com confirmado conhecimento, atuação e interesse na área de monitorização e suporte hemodinâmico.

Todos os participantes foram convidados a assinar um formulário de manifestação de interesses, a fim de explicitar o eventual envolvimento com corporações privadas que porventura pudessem ter interesses de qualquer natureza nas recomendações publicadas. A escolha dos membros do painel de especialistas por regiões do país foi proporcional à distribuição de leitos nas UTI brasileiras, com 01 (4%) da região norte, 01 da região centro-oeste (4%), 04 (16%) da região sul, 05 (20%) da região nordeste e 14 (56%) da região sudeste do Brasil, o que garantiu uma representatividade nacional equitativa.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Foi realizado um levantamento bibliográfico na MedLine, envolvendo artigos de língua inglesa, abrangendo o período de 1966 a 2004. O MeSH destaque *monitorização hemodinâmica* foi combinado com os termos *estudo aleatório controlado, metanálise e recomendações*. Artigos de revisão recentes foram pesquisados para adicionar estudos aleatórios e controlados. Os artigos obtidos foram distribuídos aos membros do painel. As pesquisas de literatura foram repetidas durante as rodadas do questionário Delphi. A última pesquisa foi realizada em novembro de 2004. Artigos adicionais foram identificados pelos membros do painel e comunicados ao comitê consultivo através do questionário Delphi. Os artigos utilizados para as recomendações foram graduados conforme o desenho do estudo, seguindo-se os preceitos da moderna Medicina baseada em evidências³ (Tabela 1).

QUESTIONÁRIO DELPHI

O comitê consultivo se reuniu para elaborar um conjunto de 124 questões objetivas e subjetivas sobre monitorização e suporte hemodinâmico e tomada de decisões durante o cuidado aos pacientes criticamente enfermos.

Determinadas questões utilizaram escalas de opções graduadas, outras eram objetivas, do tipo sim/não e algu-

mas foram abertas, o que permitiu ao especialista fundamentar sua opinião tanto através de sua experiência quanto no conhecimento da literatura.

Foi permitido aos membros do painel saltar alguma questão, caso considerassem não ter suficiente domínio sobre o assunto. Grande parte das respostas foi seguida por justificativas e os participantes foram encorajados a incluir referências bibliográficas que fundamentassem sua opinião.

No questionário final, utilizado para a elaboração das recomendações, as questões quantitativas e qualitativas foram analisadas estatisticamente, enquanto as subjetivas foram sumarizadas pelo comitê consultivo.

Tabela 1 – Classificação dos Artigos e Graduação das Recomendações			
Graus de Recomendação		Base Científica	Implicação Prática
A	A1	ECR com alto poder estatístico	Seguir a recomendação
	A2	2 ECR com baixo poder estatístico, Metanálise consistente	Seguir a recomendação
B	B1	1 ECR com baixo poder estatístico, RS qualitativa	Considerar fortemente a recomendação
	B2	ECnR, metanálise pouco consistente, estudo de coorte	Considerar a recomendação
	B3	Caso controle, estudos transversais	Considerar a recomendação
C	C	Revisão de casos, base fisiopatológica consistente	Avaliar relação custo-benefício potencial
D	D	Base fisiopatológica, Consenso, opinião de especialistas	Avaliar relação custo-benefício potencial

ECR: ensaio clínico aleatório; ECnR: ensaio clínico não aleatório RS: revisão sistemática

Estudos com alto poder estatístico: poucas aferições, p_{α} baixo, intervalo de confiança estreito

Estudos com baixo poder estatístico: muitas aferições, p_{α} alto, intervalo de confiança largo

Adaptado de "Oxford Center for Evidence-based Medicine Levels of Evidence" Phillips B, Ball C, Sackett D, et al (November 1998) http://www.cebm.net/levels_of_evidence.asp

PROCESSO DE CONSENSO

Após elaboração e aprovação final do questionário Delphi pelo comitê consultivo, os membros do painel foram convocados e durante uma reunião realizada na cidade de São Paulo no dia 28 de julho de 2004, foram orientados quanto ao método Delphi, receberam os artigos levantados durante a revisão bibliográfica e o questionário a ser respondido. Posteriormente, todos receberam de volta seu questionário com um resumo das respostas dos demais participantes e foram desafiados a manter suas respostas ou modificá-las, baseados na opinião do grupo. Após a segunda rodada Delphi, o comitê consultivo preparou o questionário final que serviu de base para a elaboração das recomendações. Nos dias 4 e 5 de novembro de 2004, o pai-

nel de especialistas reuniu-se novamente, quando foi subdividido em quatro grupos: monitorização hemodinâmica básica e cateter de artéria pulmonar; métodos alternativos de monitorização do débito cardíaco e da volemia; monitorização da perfusão tecidual; e suporte hemodinâmico. Aos grupos coube elaborar as recomendações baseando-se no questionário final que sumarizava o consenso, estabelecer os graus de recomendação e aprimorar ainda mais a pesquisa bibliográfica. Ao final do encontro, o coordenador de cada grupo apresentou as recomendações que foram debatidas pelos vinte e cinco especialistas membros do painel, para elaboração do documento final. A figura 1 sumariza o processo de consenso através do método Delphi modificado.

DEFINIÇÕES E CONCEITOS

A fim de homogeneizar determinados conceitos, algumas definições foram estabelecidas pelo comitê consultivo e são aqui apresentadas:

a- Paciente criticamente doente: é o paciente com risco

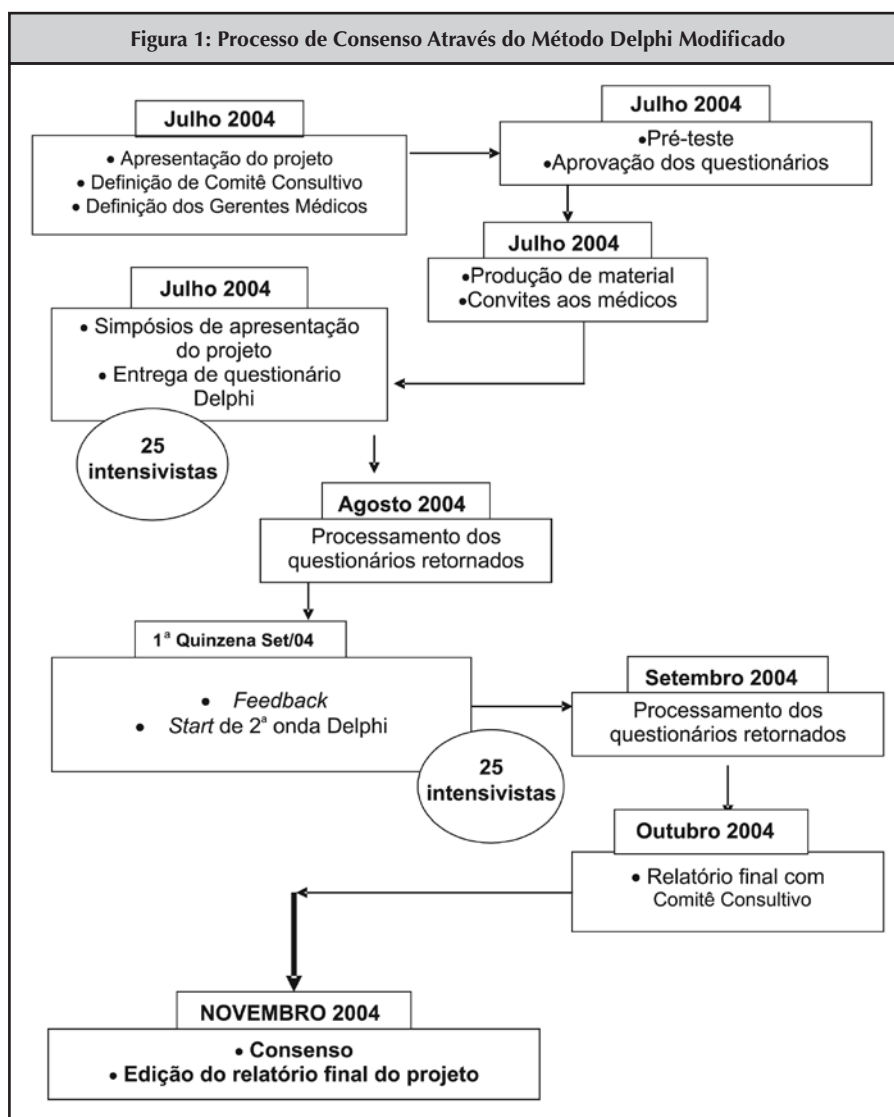
de descompensação ou aquele fisiologicamente instável, necessitando de constante vigilância e titulação contínua do tratamento de acordo com a evolução da sua doença.

b- Classificação dos pacientes segundo seu estado hemodinâmico: com relação ao estado hemodinâmico, seus componentes envolvem variáveis de pressão e fluxos cardiovasculares e de perfusão sistêmica:

• **Estáveis hemodinamicamente:** pacientes com seu estado hemodinâmico adequado ou perto da adequação, sem uso de drogas vasoativas ou de qualquer outra forma de suporte cardiovascular.

• **Compensado hemodinamicamente, mas com risco de descompensação:** pacientes com seu estado hemodinâmico adequado ou perto da adequação, mas em uso de drogas vasoativas ou de qualquer outra forma de suporte cardiovascular.

• **Instáveis hemodinamicamente:** pacientes com seu estado hemodinâmico inadequado (nitidamente anormal e não corrigido) e dependente de drogas vasoativas em doses altas ou crescentes ou de qualquer outra forma de suporte cardiovascular.



PAINEL DE ESPECIALISTAS DO CONSENSO BRASILEIRO DE MONITORIZAÇÃO E SUPORTE HEMODINÂMICO

Coordenador: Ederlon Rezende, Diretor do Serviço de Terapia Intensiva do Hospital do Servidor Público Estadual (São Paulo-SP);

Comitê Consultivo: Álvaro Réa-Neto, Professor do Departamento de Clínica Médica da UFPR, Chefe da UTI adulto do Hospital de Clínicas da UFPR, Diretor do CEPETI – Centro de Estudos e Pesquisa em Terapia Intensiva (Curitiba-PR); Ciro Leite Mendes, Coordenador da UTI adulto do Hospital de Emergência e Trauma Senador Humberto Lucena e Hospital Santa Paula, Médico da Rotina da UTI adulto do Hospital Universitário – UFPB (João Pessoa-PB); Fernando Suparregui Dias, Professor da Faculdade de Medicina da PUC de Porto Alegre, Chefe da UTI geral do Hospital São Lucas da PUC de Porto Alegre (Porto Alegre-RS); Guilherme Schettino, Doutor em Medicina pela Faculdade de Medicina da USP, Médico Assistente da UTI Respiratória do HC da FMUSP, Médico Coordenador da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo-SP); Suzana Margareth Ajeje Lobo, Doutora de Medicina pela Universidade de São Paulo, Professora de clínica médica da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, Coordenadora do Serviço de Terapia Intensiva do Hospital de Base – FAMERP (São José do Rio Preto-SP); Cid Marcos David, Presidente do Fundo de Educação e Pesquisa da Associação de Medicina Intensiva Brasileira, Doutor em Ciências Médicas, Professor Adjunto da UFRJ (Rio de Janeiro-RJ).

Painel de Especialistas: Alberto Barros, Médico Coordenador da UTI do Hospital Português de Recife (Recife-PE); Eliézer Silva, Doutor em Medicina, Médico Supervisor CTI Hospital Israelita Albert Einstein (São Paulo-SP); Gilberto Friedma, Editor Chefe da Revista Brasileira de Terapia Intensiva; Médico do Hospital de Clínicas de Porto Alegre FAMED-UFRGS (Porto Alegre-RS); José Luiz Gomes do Amaral, Doutor em Medicina, Chefe da Disciplina de Anestesiologia, Dor e Terapia Intensiva da UNIFESP (São Paulo-SP); Marcelo Park, Médico Assistente da Unidade de Terapia Intensiva - Disciplina de Emergências Clínicas – HC-FMUSP (São Paulo-SP); Maristela Monachini, Doutora em Medicina, Médica Assistente da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo-SP); Mirella Cristine de Oliveira, Médica Coordenadora do Hospital do Trabalhador (Curitiba-PR); Murillo Santucci César Assunção, Médico Coordenador Serviço de Terapia Intensiva do Hospital do Servidor Público Estadual (São Paulo-SP); Nelson Akamine, Médico Supervisor CTI Hospital Israelita Albert Einstein (São Paulo-SP); Patrícia Veiga C Mello, Médica Coordenadora da Disciplina de Emergência da Universidade Estadual do Piauí, Coordenadora da UTI do Hospital de Terapia Intensiva (Terezina-PI); Renata Andréa Pietro Pereira, Enfermeira Chefe do Serviço de Terapia Intensiva do Hospital do Servidor Público Estadual (São Paulo-SP); Rubens Costa Filho, Médico Coordenador CTI do PROCARDÍACO (Rio de Janeiro-RJ); Sebastião Araújo, Médico, Professor Doutor Assistente Departamento de Cirurgia da FCM-UNICAMP (Campinas-SP); Sérgio Félix Pinto, Médico Chefe da UTI do Hospital Universitário da UFMS (Campo Grande-MS); Sérgio Ferreira, Médico Chefe da UTI do Hospital Universitário Getúlio Vargas da UFAM (Manaus-AM); Simone Mattoso Mitushima, Enfermeira da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo-SP); Sydney Agareno, Médico Vice-Coordenador da UTI Geral do Hospital Português de Salvador (Salvador-BA); e Yuzeth Nóbrega de Assis Brilhante, Médica Coordenadora da UTI do Hospital da UNIMED João Pessoa (João Pessoa-PB).

RESUMO

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS: Durante a prática da Medicina intensiva os profissionais envolvidos devem exercer vigilância constante das funções vitais do paciente gravemente enfermo. No desempenho dessa tarefa utilizam equipamentos e exames que permitem monitorizar a função de diversos órgãos. Valendo-se dessa vigilância contínua, atitudes podem ser tomadas com o objetivo principal de prevenir a hipóxia tissular e sua conseqüência mais deletéria, as disfunções orgânicas. Nesse contexto, a Associação de Medicina Intensiva Brasileira – AMIB reuniu especialistas com reconhecido conhecimento nessa área, a fim de estabelecer e recomendar diretrizes de monitorização e suporte hemodinâmico para a prática da Medicina Intensiva no Brasil.

MÉTODO: O processo de desenvolvimento de recomendações utilizou o método Delphi modificado para criar e quantificar o consenso entre os participantes. A AMIB determinou um coordenador para o consenso, o qual escolheu seis especialistas para compor o Comitê Consultivo. Outros dezoito peritos de diferentes regiões do país foram selecionados para completar o painel de vinte e cinco especialistas, médicos e enfermeiros. Um levantamento bibliográfico na MedLine, de artigos na língua inglesa, foi realizado no período de 1966 a 2004.

RESULTADOS: Foram apresentados recomendações referentes a 87 questões sobre monitorização hemodinâmica básica e cateter de artéria pulmonar; métodos alternativos de monitorização do débito cardíaco e da volemia; monitorização da perfusão tecidual; e suporte hemodinâmico.

CONCLUSÕES: Métodos de consenso permitem determinar o quanto especialistas concordam acerca de um determinado assunto. Não podem ser vistos como métodos científicos para criar novos conhecimentos, mas simplesmente processos para fazer o melhor uso possível das informações, através dos dados científicos disponíveis e sob a visão dos envolvidos.

Unitermos: Consenso, Método Delphi, Monitorização Hemodinâmica, Recomendação.

REFERÊNCIAS

01. Dalkey N, Helmer O - An experimental application of the Delphi method to the use of experts. 1962; Publication RM-727-PR. Santa Monica, CA: Rand Corp.
02. Jones J, Hunter D - Consensus methods for medical and health services research. *BMJ* 1995;311(7001):376-380.
03. Phillips B, Ball C, Sackett D et al - http://www.cebmnet/levels_of_evidence.asp November 1998.
04. Deakin CD, Low JL - Accuracy of the advanced trauma life support guidelines for predicting systolic blood pressure using carotid, femoral, and radial pulses: observational study. *BMJ* 2000;321:(7262):673-674.

Parte II: Monitorização Hemodinâmica Básica e Cateter de Artéria Pulmonar*

Part II: Basic Hemodynamic Monitoring and the Use of Pulmonary Artery Catheter

Fernando Suparregui Dias, Ederlon Rezende, Ciro Leite Mendes, Álvaro Réa-Neto, Cid Marcos David, Guilherme Schettino, Suzana Margareth Ajeje Lobo, Alberto Barros, Eliézer Silva, Gilberto Friedman, José Luiz Gomes do Amaral, Marcelo Park, Maristela Monachini, Mirella Cristine de Oliveira, Murillo Santucci César Assunção, Nelson Akamine, Patrícia Veiga C Mello, Renata Andréa Pietro Pereira, Rubens Costa Filho, Sebastião Araújo, Sérgio Félix Pinto, Sérgio Ferreira, Simone Mattoso Mitushima, Sydney Agareno, Yuzeth Nóbrega de Assis Brilhante; Painel de Especialistas do Consenso Brasileiro de Monitorização e Suporte Hemodinâmico da Associação de Medicina Intensiva Brasileira (AMIB).

RESUMO

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS: A monitorização de funções vitais é uma das mais importantes e essenciais ferramentas no manuseio de pacientes críticos na UTI. Hoje é possível detectar e analisar uma grande variedade de sinais fisiológicos através de diferentes técnicas, invasivas e não-invasivas. O intensivista deve ser capaz de selecionar e executar o método de monitorização mais apropriado de acordo com as necessidades individuais do paciente, considerando a relação risco-benefício da técnica. Apesar do rápido desenvolvimento de técnicas de monitorização não-invasiva, a monitorização hemodinâmica invasiva com o uso do cateter de artéria pulmonar (CAP) ainda é um dos procedimentos fundamentais em UTI. O objetivo destas recomendações é estabelecer diretrizes para o uso adequado dos métodos básicos de monitorização hemodinâmica e CAP.

MÉTODO: O processo de desenvolvimento de recomendações utilizou o método Delphi modificado para criar e quantificar o consenso entre os participantes. A AMIB determinou um coordenador para o consenso, o qual escolheu seis especialistas para comporem o comitê consultivo. Outros 18 peritos de diferentes regiões do país foram selecionados para completar o painel de 25 especialistas, médicos e enfermeiros. Um levantamento bibliográfico na MedLine de artigos na língua inglesa foi realizado no período de 1966 a 2004.

RESULTADOS: Foram apresentadas recomendações referentes a 55 questões sobre monitorização da pressão venosa central, pressão arterial invasiva e cateter de artéria pulmonar. Com relação ao CAP, além de re-

comendações quanto ao uso correto foram discutidas as indicações em diferentes situações clínicas.

CONCLUSÕES: A avaliação da pressão venosa central e da pressão arterial, além das variáveis obtidas com o CAP permite o entendimento da fisiologia indispensável para o cuidado de pacientes graves. Entretanto, a correta utilização dessas ferramentas é fundamental para os possíveis benefícios decorrentes do uso.

Unitermos: Consenso, Cateter de Artéria Pulmonar, Monitorização Hemodinâmica, Recomendação.

SUMMARY

BACKGROUND AND OBJECTIVES: Monitoring of vital functions is one of the most important tools in the management of critically ill patients. Nowadays is possible to detect and analyze a great deal of physiologic data using a lot of invasive and non-invasive methods. The intensivist must be able to select and carry out the most appropriate monitoring technique according to the patient requirements and taking into account the benefit/risk ratio. Despite the fast development of non invasive monitoring techniques, invasive hemodynamic monitoring using Pulmonary Artery Catheter still is one of the basic procedures in Critical Care. The aim was to define recommendations about clinical utility of basic hemodynamic monitoring methods and the Use of Pulmonary Artery Catheter.

METHODS: Modified Delphi methodology was used to create and quantify the consensus between the participants. AMIB indicated a coordinator who invited more six experts in the area of monitoring and hemodynamic support to constitute the Consensus Advisory Board.

Twenty-five physicians and nurses selected from different regions of the country completed the expert panel, which reviewed the pertinent bibliography listed at the MEDLINE in the period from 1996 to 2004.

RESULTS: Recommendations were made based on 55 questions about the use of central venous pressure, invasive arterial pressure, pulmonary artery catheter and its indications in different settings.

CONCLUSIONS: Evaluation of central venous pressure and invasive arterial pressure, besides variables obtained by the PAC allow the understanding of cardiovascular physiology that is of great value to the care of critically ill patients. However, the correct use of these tools is fundamental to achieve the benefits due to its use.

Key Words: Consensus, Hemodynamic Monitoring, Pulmonary Artery Catheter, Recommendation.

INTRODUÇÃO

A monitorização de funções vitais é uma das mais importantes e essenciais ferramentas no manuseio de pacientes críticos na UTI. Hoje, é possível detectar e analisar uma grande variedade de sinais fisiológicos através de diferentes técnicas, invasivas e não-invasivas. O intensivista deve ser capaz de selecionar e executar o método de monitorização mais apropriado de acordo com as necessidades individuais do paciente, considerando a relação risco-benefício da técnica. Apesar do rápido desenvolvimento de técnicas de monitorização não-invasiva, a monitorização hemodinâmica invasiva com o uso do cateter de artéria pulmonar ainda é um dos procedimentos fundamentais em UTI. O cateter de artéria pulmonar permite a monitorização de pressões na circulação pulmonar, do fluxo sanguíneo e da saturação venosa mista, além de fornecer dados para estimar o desempenho cardíaco e julgar a adequação do sistema cardiocirculatório. Informações obtidas de maneira cuidadosa e correta são a base para a apropriada avaliação hemodinâmica que habitualmente afeta a decisão terapêutica inicial.

QUESTÃO: QUAIS SÃO AS VARIÁVEIS E MÉTODOS USADOS DURANTE A MONITORIZAÇÃO HEMODINÂMICA BÁSICA?

Recomendação: As variáveis e métodos recomendados como componentes da Monitorização Hemodinâmica Básica são: frequência cardíaca, diurese, ECG contínuo, SpO₂, PAM não-invasiva, frequência respiratória, temperatura, PVC e PAM invasiva. A utilização da

monitorização com PAM invasiva deverá ser indicada de forma individualizada.

Grau D

Racional: A monitorização de sinais vitais é indispensável durante o acompanhamento de pacientes graves. Entretanto, cabe ressaltar que a sensibilidade destas variáveis é limitada, sendo tanto maior quanto mais grave o paciente. Portanto, se a normalização dos sinais vitais não é sinônimo de estabilidade, por outro lado, sinais vitais anormais são um importante alerta de gravidade¹.

QUESTÃO: TODO O PACIENTE COM INSTABILIDADE HEMODINÂMICA DEVE SER MONITORIZADO COM PRESSÃO VENOSA CENTRAL (PVC)?

Recomendação: Sim. A medida da PVC é um dos primeiros passos na avaliação da volemia e da função cardíaca de pacientes graves.

Grau B1.

Racional: A PVC pode contribuir para avaliação e controle do estado do volume intravascular. Como tal análise relaciona retorno venoso com função ventricular, variações na complacência de um dos ventrículos ou na capacitância venosa podem provocar erros nesta correlação, como ocorre na disfunção diastólica, na ventilação mecânica e com o uso de drogas vasoativas. A avaliação da PVC como indicador de volemia deve ser realizada através da resposta à infusão de líquidos, de modo seriado. A ausência de aumentos na PVC de até 3 mmHg, após prova de volume padronizada, quase sempre é garantia de bom desempenho cardíaco e de espaço para reposição volêmica. Apesar das limitações como método de avaliação da volemia, é o mais simples, pouco invasivo e disponível rapidamente à beira do leito. Valores extremos de PVC, isto é, muito baixos ou muito elevados, correspondem a hipovolemia e hipervolemia, respectivamente. Além disso, a PVC pode ser utilizada como um dos parâmetros de otimização hemodinâmica, como já demonstrado em pacientes sépticos graves. A variação de 2 a 3 mmHg durante a inspiração sugere que este grupo de pacientes tem maior probabilidade de aumentar o índice cardíaco em resposta à infusão de líquidos. A PVC deve ser utilizada em todo paciente no qual haja dúvida quanto ao estado volêmico e cuja correção interfira na evolução clínica, principalmente nos estágios iniciais das seguintes condições: a) choque de qualquer etiologia; b) desconforto respiratório

grave; c) insuficiência renal aguda; d) sepse grave; e e) aciente com alto risco cirúrgico e submetido à cirurgia de grande porte²⁻⁴.

QUESTÃO: QUEM NÃO DEVE SER MONITORIZADO COM PVC?

Recomendação: Não há contra-indicação à monitorização da PVC, mas sim ao acesso vascular central.

Grau D

Racional: As contra-indicações são ao acesso vascular central: pacientes com síndromes obstrutivas da veia cava superior, trombose venosa profunda de membros superiores, infecção ou queimadura nos locais de acesso, bem como limitações anatômicas. Entretanto, o acesso venoso central, na maioria dos pacientes graves, é factível e realizado sem dificuldades⁵.

QUESTÃO: QUAL A TÉCNICA MAIS ADEQUADA PARA MEDIDA DA PVC?

Recomendação: Deve-se preferir a monitorização eletrônica contínua, utilizando-se transdutores de pressão.

Grau B2

Racional: A medida da pressão venosa central através de manômetro ou coluna líquida é menos precisa do que a medida eletrônica contínua com a utilização de transdutores de pressão. Esta apresenta melhor correlação com a medida através do registro do traçado de pressão venosa, considerado “padrão ouro”. Quando a monitorização digital contínua não for possível, a precisão de medidas manométricas parece melhor quando são utilizadas as veias jugulares internas ou a subclávia esquerda^{4,6}.

QUESTÃO: QUAIS CUIDADOS DEVEM SER TOMADOS DURANTE A VERIFICAÇÃO DA PVC?

Recomendações: Os cuidados são, na seqüência:

1. Manter o paciente em posição supina, sem o travesseiro;
2. Certificar-se do correto posicionamento do transdutor;
3. Identificar o zero hidrostático
4. Verificar o comprimento do circuito (até 110 cm);
5. Verificar o preenchimento completo do cateter com líquido (remover bolhas e coágulos);
6. Realizar o Teste de “lavagem” (“Flush Test”);
7. “Zerar” o sistema em relação à pressão atmosférica;
8. Verificar o posicionamento da ponta do cateter venoso central;

9. Identificar as ondas de PVC;

10. Localizar o componente “a” da PVC/PAD, visto que é o correspondente à contração atrial, e em seguida localizar o ponto imediatamente anterior a “c”, ou seja, aquele que ocorre antes do fechamento da valva tricúspide, que corresponde à fase final da diástole e onde os ventrículos se encontram praticamente preenchidos, gerando a pressão diastólica final, que é a pressão a ser medida. Procurar relacionar a onda “a” do traçado pressórico com o final da onda P do traçado do ECG e a onda “c” com o ponto “z”, que identifica o final do complexo QRS. Caso o monitor não disponha da tecnologia para congelar as ondas de pressão e o traçado de ECG, levar em consideração a média da PVC durante a fase expiratória do ciclo respiratório.

11. Realizar a medida no final da expiração, tanto em pacientes intubados como em ventilação espontânea;

12. Verificar a morfologia da curva (afastar sub ou superamortecimento) e sua relação com o ciclo respiratório.

Grau D

Racional: Apesar da precisão dos equipamentos eletrônicos e da grande vantagem de medir continuamente a pressão, o “padrão ouro” para a medida de pressões exige o registro gráfico da curva e sua análise minuciosa, sem esquecer dos fatores que podem comprometer a precisão, já descritos⁷⁻⁹.

QUESTÃO: QUAL O RISCO DO USO DE UM CATETER VENOSO CENTRAL (CVC) PARA MONITORIZAÇÃO HEMODINÂMICA PELA PVC?

Recomendação: Este é um procedimento de baixo risco¹⁰.

Grau D

Racional: Os CVC são indispensáveis na prática médica moderna, principalmente em UTI, onde o seu uso tem sido crescente. Esses dispositivos são utilizados principalmente em pacientes idosos, portadores de co-morbidades, com hospitalização prolongada e em uso de antibióticos de largo espectro. Tais fatores aumentam a incidência e gravidade de complicações mecânicas e infecciosas relacionadas ao uso dos CVC. A melhoria, tanto na habilidade dos médicos durante o procedimento de inserção dos cateteres quanto dos cuidados de enfermagem durante a sua permanência, tem contribuído para reduzir as taxas de complicações associadas ao uso de tais dispositivos¹¹.

QUESTÃO: O PACIENTE DEVE SER RETIRADO DA VENTILAÇÃO MECÂNICA PARA A MEDIDA DA PVC?

Recomendação: Não. O *desrecrutamento* alveolar promovido por esta manobra, como se sabe, é extremamente deletério para o paciente.

Grau C

Racional: Embora durante a ventilação mecânica ocorra aumento da pressão intratorácica, elevando artificialmente a PVC, especialmente quando se utiliza alto nível de PEEP, a retirada do paciente da ventilação mecânica não é recomendada. A interrupção da ventilação, e em especial da PEEP, pode causar efeitos deletérios¹². É necessário ter conhecimento de que a ventilação mecânica com pressão positiva pode determinar interferência no valor absoluto da PVC e levar isso em consideração ao tomar condutas clínicas baseadas no seu valor. Deve-se, nesta circunstância, considerar que os valores de PVC estejam superestimados. O mais importante, porém, é a avaliação contínua da PVC e da sua tendência.

QUESTÃO: QUAL A VIA PREFERENCIAL DE CATETERIZAÇÃO VENOSA CENTRAL PARA MONITORIZAÇÃO DA PVC?

Recomendação: Em ordem de preferência:

1. Jugular direita;
2. Jugular esquerda;
3. Subclávia esquerda;
4. Subclávia direita;
5. Femoral direita ou esquerda; e
6. PICC.

Grau B2.

Racional: A punção da veia jugular acompanha-se de menor incidência de complicações mecânicas, porém maior incidência de complicações infecciosas, quando comparada ao sítio da veia subclávia¹³.

QUESTÃO: QUAL A REFERÊNCIA ANATÔMICA PARA DEFINIR O ZERO HIDROSTÁTICO?

Recomendação: No quarto espaço intercostal, à altura da linha axilar média (ponto médio entre a parede anterior e posterior do tórax).

Grau C

Racional: Esse ponto corresponde ao eixo flebostático, que se encontra à altura do AD. É importante lembrar que a utilização deste ponto pode superestimar a PVC real em até 5 mmHg^{14,15}.

QUESTÃO: QUAL DEVE SER O TEMPO DE PERMANÊNCIA MÁXIMO DO CATETER VENOSO CENTRAL PARA MEDIDA DA PVC?

Recomendação: Não há limite definido, devendo o tempo ser o mínimo necessário.

Grau D

Racional: O cateter venoso central deve ser retirado o mais precocemente possível, desde que o paciente não mais necessite de avaliação da PVC ou administração de drogas por via central. Se houver eritema local estendendo-se além de quatro milímetros, ao redor do ponto de sua inserção, purulência e sinais inflamatórios locais francos ou sinais de sepse relacionada ao cateter, culturas devem ser obtidas. Nova punção deve ser realizada em outro sítio se um cateter removido com fio guia apresentar mais de quinze UFC em cultura semiquantitativa. Trocar o fio guia, se foi colocado em situação de emergência, sem assepsia adequada. O bom funcionamento do cateter também determina o seu tempo de permanência. Cateteres com problemas de infusão ou refluxo devem ser trocados, pois levam à falta de acurácia na aferição da PVC¹⁶⁻¹⁸.

QUESTÃO: QUAL DEVE SER O POSICIONAMENTO ADEQUADO DA EXTREMIDADE DISTAL DO CVC?

Recomendação: A localização ideal da ponta do cateter é na região distal da veia inominada ou proximal da veia cava superior, longe da parede e paralelo ao longo de seu eixo.

Grau D

Racional: A medida da PVC neste posicionamento reflete com precisão aceitável a pressão no interior do átrio direito e evita a movimentação do cateter no interior do átrio e sua migração para o ventrículo direito, com o conseqüente risco de perfuração dessa câmara e tamponamento cardíaco, que é a complicação mecânica mais temível nessa circunstância¹¹.

QUESTÃO: O CONTROLE RADIOLÓGICO DO POSICIONAMENTO DO CATETER DEVE SER OBRIGATÓRIO?

Recomendação: Após o procedimento, todos os pacientes devem ser radiografados.

Grau D

Racional: O controle radiológico é uma técnica segura para se conhecer a localização exata da ponta do cateter e avaliar se houve complicações imediatas relacionadas à punção venosa central¹⁹.

QUESTÃO: DE QUE FORMA SE DEVE INTERPRETAR A PVC COMO INDICADOR DE VOLEMIA?

Recomendação: Considerando a sua variação em resposta a testes de volume como referência e associadamente a outros parâmetros hemodinâmicos e de perfusão.

Grau B3

Racional: Os níveis baixos normalmente correspondem a hipovolemia; os níveis normais ou elevados não têm boa correlação com o estado volêmico. Em pacientes sob ventilação mecânica e PEEP elevada, a PVC pode não refletir de forma adequada a volemia do paciente. O mesmo pode ocorrer em pacientes com insuficiência tricúspide ou com áreas hipocinéticas ou discinéticas e Fração de Ejeção de Ventrículo Esquerdo (FEVE) menor que 50%^{2,20}.

QUESTÃO: TODO PACIENTE GRAVE COM INSTABILIDADE HEMODINÂMICA DEVE SER MONITORADO COM PRESSÃO ARTERIAL MÉDIA (PAM) INVASIVA?

Recomendação: Sim, visto que um dos principais objetivos durante o suporte hemodinâmico é manter PAM em nível suficiente para garantir adequada perfusão tecidual.

Grau C

Racional: Uma vez que pode haver erros importantes quando se verifica a pressão arterial por métodos não-invasivos, principalmente nos pacientes em uso de drogas vasoativas ou com instabilidade hemodinâmica grave, deve-se optar pela medida invasiva da PAM, que permite a avaliação de forma contínua e mais precisa dos níveis pressóricos²¹.

QUESTÃO: QUEM DEVE SER MONITORADO COM A PAM INVASIVA?

Recomendação: Os pacientes em emergências hipertensivas, estados de choque, em uso de aminas vasoativas, vasodilatadores, vasopressores ou inotrópicos. Outra indicação é a necessidade da obtenção freqüente de amostras de sangue para gasometria, como no paciente com insuficiência respiratória e grave anormalidades do equilíbrio ácido-base. Ainda deve ser realizada em pacientes em intra e pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca e neurológica ou outras condições nas quais não se pode tolerar hipotensão ou variações bruscas da PAM, como durante

a monitorização da PIC e em pacientes em uso de balão intra-aórtico.

Grau C

Racional: A monitorização invasiva da pressão arterial tem maior acurácia que a medida não invasiva nas situações já citadas²¹.

QUESTÃO: QUAIS AS CONTRA-INDICAÇÕES PARA UTILIZAÇÃO DE CATETER ARTERIAL DURANTE A MONITORAÇÃO COM A PAM?

Recomendação: Não há contra-indicação absoluta.

Grau D

Racional: As contra-indicações são aquelas relativas à punção arterial:

1. Doença vascular periférica;
2. Doenças hemorrágicas ou uso de anticoagulantes e trombolíticos;
3. Áreas infectadas; e
4. Queimaduras nos locais de punção²².

QUESTÃO: QUAIS TÉCNICAS DEVEM SER UTILIZADAS PARA ACESSO DO CATETER ARTERIAL E AFERIÇÃO DA PAM INVASIVA?

Recomendação: Contínua e com transdutor de pressão. O acesso deve ser realizado por punção. Quando não for possível, efetuar dissecação.

Grau D.

Racional: A medida invasiva da pressão arterial através de manômetro é menos precisa do que a contínua e eletrônica, com a utilização de transdutores de pressão. Esta última apresenta melhor correlação com a medida através do registro do traçado de pressão arterial, considerado “padrão ouro”²³. A utilização de coluna de mercúrio em sistema aberto não é permitida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Resolução RE nº 16, de 06 de julho de 2004). A grande evolução da cardiologia intervencionista trouxe relevante progresso às técnicas de punção arterial percutânea, procedimento mais simples e seguro do que a dissecação²⁴.

QUESTÃO: QUAIS CUIDADOS DEVEM SER TOMADOS NA MONITORIZAÇÃO HEMODINÂMICA, COM A UTILIZAÇÃO DE PAM INVASIVA?

Recomendação: Usar material adequado e observar a técnica correta. Na ordem, os cuidados devem ser:

1. Realizar manobra de Allen;
2. Usar material adequado para punção arterial;
3. Verificar zero hidrostático;
4. “Zerar” o sistema em relação à pressão atmosférica
5. Procurar e reparar vazamentos e bolhas;
6. Analisar a morfologia da curva (para descartar sub e superamortecimento);
7. Determinar a resposta dinâmica do sistema de mensuração através do “teste de lavagem” (“fast flush”);
8. Limitar o comprimento dos equipos;
9. Observar conexões e extensões;
10. Manter o posicionamento neutro do membro onde está inserido o cateter;
11. Fixar adequadamente o sistema;
12. Posicionar cateter e transdutor;
13. Manter cuidados com o local de inserção do cateter, avaliando-se sinais de flogose, sangramento, perfusão periférica, presença de trombos ou obstáculo no cateter;
14. Atentar para os riscos de complicações: embolização arterial e sistêmica, insuficiência vascular, necrose, isquemia, infecções, hemorragias, injeção acidental de drogas por via intra-arterial, trombose, espasmos arteriais, hematoma local, dor local, fístula arteriovenosa;
15. Manter o cateter o mínimo de tempo necessário.

Grau D

Racional: O cumprimento destes cuidados, além de garantir a precisão do método, contribui para reduzir o risco de complicações, que apesar de baixo, não deve ser negligenciado. Dentre as principais, destacam-se: embolização arterial e sistêmica, insuficiência vascular, necrose, isquemia, infecções, hemorragias, injeção acidental de drogas por via intra-arterial, trombose, espasmos arteriais, hematoma e dor locais e fístula arteriovenosa²⁵.

QUESTÃO: NA CATETERIZAÇÃO ARTERIAL PARA MONITORIZAÇÃO DA PAM, QUAL DEVE SER O ACESSO PREFERENCIAL?

Recomendação: A primeira escolha é a artéria radial, seguida da artéria femoral.

Grau C.

Racional: Em pacientes cirúrgicos sem instabilidade hemodinâmica, o acesso de preferência é a artéria radial. Em pacientes críticos com instabilidade hemodinâmica, a via preferida é a artéria femoral, por ser menos propensa a fenômenos vasomotores²⁶.

QUESTÃO: O TESTE DE ALLEN DEVE SER REALIZADO NO CASO DE SE OPTAR PELA UTILIZAÇÃO DA ARTÉRIA RADIAL?

Recomendação: Sim, a integridade da arcada palmar deve ser avaliada antes do procedimento ainda que de forma subjetiva.

Grau C.

Racional: Embora sem a precisão de outros métodos (Doppler e pletismografia), é uma manobra de fácil execução à beira do leito²⁷.

QUESTÃO: DURANTE A MONITORIZAÇÃO DA PAM, POR QUANTO TEMPO É SEGURO MANTER O CATETER?

Recomendação: Não há limite definido, sendo o tempo o mínimo necessário.

Grau C

Racional: O cateter de PAM deve ser retirado o mais precocemente possível, desde que o paciente não mais necessite da punção arterial. Deve ser retirado ou trocado quando ocorrerem complicações decorrentes de seu uso²⁸.

QUESTÃO: PACIENTES INSTÁVEIS HEMODINAMICAMENTE E AQUELES COMPENSADOS HEMODINAMICAMENTE, MAS COM RISCO DE DESCOMPENSAÇÃO, DEVEM SER MONITORIZADOS COM CATETER DE ARTÉRIA PULMONAR (CAP)?

Recomendação: A indicação do CAP nestes grupos é incerta.

Grau: Vide subgrupos específicos.

Racional: Alguns subgrupos beneficiam-se da utilização do CAP:

1. Pacientes cirúrgicos: O uso do CAP deveria ser considerado em pacientes de alto risco e com trauma grave. O risco de alteração hemodinâmica deve considerar três variáveis: as co-morbidades prévias, o tipo de cirurgia e a habilitação técnica da equipe;
2. Pacientes clínicos: Em pacientes com IAM complicado com disfunção ventricular grave ou suspeita de complicação mecânica, ICC grave, choque de qualquer etiologia e pacientes com SDRA^{29,30}.

QUESTÃO: O CAP PODE AJUDAR NA AVALIAÇÃO DE QUAIS PARÂMETROS?

Recomendações:

O CAP serve para dirigir:

1. Uso de inotrópicos;
2. Reposição volêmica;
3. Uso de drogas vasopressoras; e avaliar:
4. Pressões de enchimento;
5. Função miocárdica;
6. Adequação da oxigenação tecidual.

Grau D.

Racional: O CAP propicia informações que não podem ser aferidas de forma precisa apenas com a avaliação clínica ou hemodinâmica básica^{31,32}.

QUESTÃO: POR QUE E QUANDO MONITORIZAR COM CAP O PACIENTE COM SÍNDROME DO DESCONFORTO RESPIRATÓRIO AGUDO (SDRA)?

Recomendações: O CAP deve ser especialmente considerado nas seguintes circunstâncias:

- 1) Emprego de níveis elevados de pressão em vias aéreas;
- 2) Insuficiência renal aguda concomitante;
- 3) Piora progressiva de parâmetros de perfusão tecidual;
- 4) Durante procedimentos que possam deteriorar o estado hemodinâmico, como hemodiálise e cirurgia;
- 5) Disfunção ventricular esquerda associada ao quadro;
- 6) Hipertensão arterial pulmonar com grave disfunção de ventrículo direito.

Grau D

Racional: Na SDRA, pequenos e rápidos aumentos da POAP pioram o edema em decorrência do aumento da permeabilidade capilar pulmonar. A manutenção de níveis mais baixos de pressão poderia minimizar a transudação de líquidos. Contudo, se a POAP é muito baixa, pode haver prejuízo para o fluxo sanguíneo em diferentes órgãos, facilitando a evolução de disfunções. Deve-se assumir que o uso do CAP permite a orientação mais segura da quantidade de fluidos e da necessidade de inotrópicos, determinando um controle mais preciso da terapêutica^{33,34}.

QUESTÃO: POR QUE E QUANDO O PACIENTE COM EDEMA PULMONAR DE ETIOLOGIA INDEFINIDA DEVE SER MONITORIZADO COM CAP?

Recomendação: Sempre que houver dúvida diagnóstica a respeito da etiologia do edema pulmonar, o CAP

pode auxiliar na diferenciação entre o de origem cardiogênica e aquele não cardiogênico, além de, obviamente, orientar a terapia.

Grau C

Racional: A medida da POAP auxilia na identificação do edema pulmonar por estimar o valor da pressão hidrostática, enquanto a medida do Débito Cardíaco estima a função ventricular esquerda³².

QUESTÃO: DEVEMOS MONITORIZAR COM CAP O PACIENTE EM SEPSE GRAVE?

Recomendação: Excepcionalmente, apenas quando houver progressão da disfunção orgânica, apesar da obediência a metas terapêuticas estabelecidas para essa condição³.

Grau B1

Racional: Na sepse grave, a hipoperfusão tecidual caracterizada por hiperlactatemia ou saturação venosa de oxigênio baixa indica a necessidade de reanimação hemodinâmica guiada por metas pré-estabelecidas. Nas primeiras seis horas de reanimação devemos ter como objetivos: manter uma PVC entre 8 e 12 mmHg, uma PAM maior que 65 mmHg e a SvcO₂ maior ou igual a 70%^{3,35}.

QUESTÃO: DEVEMOS MONITORIZAR COM CAP O PACIENTE COM CHOQUE SÉPTICO?

Recomendação: Sim. Para guiar a terapêutica e tentar evitar a progressão de disfunções orgânicas, principalmente quando não há resposta satisfatória à reanimação agressiva com fluidos.

Grau B3

Racional: Na sepse, a presença de disfunção cardiovascular associa-se a um pior prognóstico. No choque séptico, a dependência do consumo em relação à oferta de oxigênio é mais ampla, em comparação a outros estados de choque, e por esta razão uma condição hiperdinâmica habitualmente se faz necessária para atender a demanda do paciente. A utilização do CAP fornece informações que permitem otimizar a reposição de volume e drogas vasoativas, visando à restauração das variáveis de perfusão tecidual. Em um hospital universitário americano, a comparação de duas coortes consecutivas de um ano demonstrou uma menor mortalidade quando se utilizou, com maior frequência, CAP durante o suporte hemodinâmico de pacientes com choque séptico³⁶⁻³⁹.

QUESTÃO: DEVEMOS MONITORIZAR COM CAP O PACIENTE COM IAM E CHOQUE CARDIOGÊNICO?

Recomendação: Sim. A monitorização com o CAP permite um acompanhamento mais rigoroso desses pacientes, facilitando o diagnóstico e otimização da reposição de volume, uso de drogas vasoativas e o emprego de assistência circulatória mecânica visando à restauração das variáveis de perfusão tecidual. Auxilia ainda no diagnóstico de complicações mecânicas associadas ao IAM, freqüentes nesses pacientes.

Grau B2

Racional: O manuseio de pacientes na fase aguda do infarto com choque cardiogênico guiado pelo CAP pode ser benéfico. No GUSTO-I, os pacientes com IAM da coorte americana do estudo foram manejados de modo mais agressivo, incluindo uso mais freqüente do CAP que em outros países e apresentaram uma melhor evolução em acompanhamento de um ano. Contudo, uma vez que a abordagem mais agressiva incluiu além do uso mais freqüente do CAP também indicações mais amplas e precoces de angioplastia percutânea e cirurgia de revascularização miocárdica, não é possível afirmar que o uso do CAP foi responsável pela menor mortalidade. Entretanto, na opinião de diversos especialistas, merece destaque a relação entre tratamento precoce e desfecho e, nesse contexto, a dificuldade em fazer o diagnóstico clínico de choque cardiogênico é uma importante justificativa para a utilização do CAP nesses pacientes. Não se dispõe de algoritmos para o tratamento nesse grupo com os dados obtidos com o CAP, entretanto, observou-se no estudo GUSTO-I que os pacientes com débito cardíaco de 5,1 L/min e POAP de 20 mmHg apresentaram menor mortalidade do que os pacientes com condição hemodinâmica diferente. Outros estudos, todavia, não conseguiram demonstrar benefícios com a utilização do CAP no manejo destes pacientes, porém, além do fator de confusão de estudos observacionais, onde o CAP é empregado nos pacientes mais graves, a falta de recomendações para intervenções terapêuticas precisas com as informações obtidas a partir deste método de monitorização dificulta a interpretação desses resultados^{29,40-42}.

QUESTÃO: POR QUE E QUANDO MONITORIZAR O PACIENTE COM CHOQUE DE QUALQUER ETIOLOGIA?

Recomendação: Para otimizar a reposição de volume e drogas vasoativas, visando à restauração das variáveis de perfusão tecidual, sempre o mais precocemente

possível⁴³.

Grau D.

Racional: Mimosz e col.⁴⁴ estudaram o impacto do CAP em pacientes com choque não responsivo à infusão de fluidos e sem IAM. A mortalidade foi de 100% no subgrupo manejado sem CAP e 59% nos pacientes que tiveram sua terapia modificada em função da sua utilização.

QUESTÃO: PACIENTES COM PRÉ-ECLAMPSIA DEVEM SER MONITORIZADOS COM CAP?

Recomendação: Não há recomendação para uso do CAP neste subgrupo de pacientes.

Grau D.

Racional: O uso do CAP não é recomendado rotineiramente neste subgrupo, pois não há estudos controlados e aleatórios justificando a utilidade clínica do CAP⁴⁵.

QUESTÃO: OS PACIENTES CIRÚRGICOS DE ALTO RISCO DEVEM SER MONITORIZADOS COM CAP NO PERI-OPERATÓRIO?

Recomendação: Sim. Porque a otimização peri-operatória de parâmetros de oxigenação e perfusão, através de protocolos rígidos, diminui a mortalidade dessa população. O CAP deve ser inserido anteriormente ao início da cirurgia.

Grau A1

Racional: Há diversos estudos de otimização hemodinâmica pré-operatória com o objetivo de tornar ótimos os parâmetros hemodinâmicos e de perfusão tecidual, que demonstraram redução na mortalidade⁴⁶⁻⁴⁸.

QUESTÃO: ESTÁ INDICADO O USO DO CAP NO PACIENTE NEUROCRÍTICO?

Recomendação: Não há recomendação para uso do CAP neste subgrupo de pacientes.

Grau D

Racional: Não há estudos controlados e aleatórios avaliando a utilidade clínica do CAP para justificar seu uso rotineiro nesses pacientes^{39,49,50}.

QUESTÃO: O PACIENTE SUBMETIDO A TRANSPLANTE DE ÓRGÃO SÓLIDO DEVE SER MONITORIZADO COM CAP?

Recomendação: Não há indicação para o uso rotineiro, mas apenas em casos selecionados, como nos de

alta complexidade, como fígado, coração e pulmão e sempre precocemente, antes do desenvolvimento de disfunção orgânica⁵¹.

Grau D

Racional: Não há estudos controlados e aleatórios avaliando a utilidade clínica do CAP para justificar o uso rotineiro nessas pacientes.

QUESTÃO: QUANDO MONITORIZAR COM CAP O PACIENTE SUBMETIDO À CIRURGIA CARDÍACA?

Recomendação: O CAP não é recomendado para uso rotineiro nesse subgrupo de pacientes.

Grau D

Racional: Não há evidência de benefício do uso do CAP de forma sistemática em pacientes de cirurgia cardíaca. Está indicado em procedimentos complicados e cirurgia de alto risco de instabilidade hemodinâmica, como em pacientes com disfunção ventricular (FEVE < 40%) ou valvular grave, além de comprometimento importante em outros órgãos (pulmões e rins)^{52,53}.

QUESTÃO: POR QUE MONITORIZAR COM CAP O PACIENTE DOADOR DE ÓRGÃO?

Recomendação: O CAP não está recomendado para uso rotineiro nesse subgrupo de pacientes.

Grau D

Racional: Não há estudos controlados e aleatórios avaliando a utilidade clínica do CAP para justificar seu uso rotineiro nesse subgrupo^{54,55}.

QUESTÃO: DEVEMOS MONITORIZAR COM CAP O PACIENTE COM POLITRAUMA GRAVE?

Recomendação: Sim. Alguns estudos sugerem que a otimização hemodinâmica precoce através de protocolos rígidos de tratamento diminui a mortalidade desses pacientes.

Grau B1

Racional: Há diversos estudos de otimização hemodinâmica pré-operatória com o objetivo de tornar ótimos os parâmetros hemodinâmicos e de perfusão tecidual que demonstraram redução na mortalidade nesse subgrupo⁵⁶⁻⁵⁸. Estudo aleatório conduzido em grandes queimados demonstrou que a reanimação guiada por metas obtidas com CAP, resultou em melhor adequação da volemia em comparação a reanimação guiada pela fórmula de Baxter⁵⁹.

QUESTÃO: O PACIENTE COM DISFUNÇÃO AGUDA DE VENTRÍCULO DIREITO DEVE SER MONITORIZADO COM CAP?

Recomendação: Sim. O diagnóstico e acompanhamento de pacientes com disfunção aguda de ventrículo direito à beira do leito continuam um grande desafio e a termodiluição é um dos poucos métodos que permitem o acompanhamento contínuo.

Grau D

Racional: Deve-se monitorizar com o CAP quando não houver resposta imediata à reposição volêmica e às drogas vasoativas. Sempre que possível, utilizar o CAP volumétrico, que permite a medida da fração de ejeção e do volume diastólico final do ventrículo direito^{60,61}.

QUESTÃO: E QUEM NÃO DEVE SER MONITORIZADO COM CAP (CONTRA-INDICAÇÕES)?

Recomendações: Pacientes em fase terminal ou com determinação de limite para o suporte terapêutico, com risco inaceitável para acesso venoso e na presença de hipotermia.

Grau D

Racional: O uso de tecnologia avançada para pacientes em fase terminal constitui-se em futilidade; na presença de hipotermia há risco aumentado de disritmias cardíacas⁶².

QUESTÃO: QUAIS CUIDADOS DEVEM SER TOMADOS NA MONITORIZAÇÃO HEMODINÂMICA COM A UTILIZAÇÃO DO CAP?

Recomendações: Os cuidados são, em seqüência:

1. Manter o paciente em posição supina, sem o travesseiro;
2. Certificar-se do correto posicionamento do transdutor em relação ao decúbito;
3. Identificar o zero hidrostático
4. Verificar comprimento do circuito (até 110 cm);
5. Examinar o preenchimento completo do cateter com líquido (remover bolhas e coágulos);
6. Realizar Teste de "Lavagem" ("Flush Test");
7. "Zerar" com a pressão atmosférica;
8. Identificar as ondas de CAP: PAD, PVD, PAP e POAP;
9. Procurar relacionar a onda "a" do traçado pressórico com o final da onda P do traçado do ECG;
10. Realizar a medida no final da expiração, tanto em pacientes intubados como naqueles com ventilação espontânea;

11. Verificar a morfologia das curvas (para afastar sub e superamortecimento) e suas relações com o ciclo respiratório;

12. Verificar o posicionamento da ponta do cateter através de radiografia de tórax;

Grau D

Racional: Informações obtidas de maneira cuidadosa e corretas são a base para a apropriada avaliação hemodinâmica que habitualmente afeta a decisão terapêutica inicial⁷.

QUESTÃO: QUAL O RISCO DA MONITORIZAÇÃO HEMODINÂMICA PELO CAP?

Recomendação: O risco da monitorização hemodinâmica com CAP é considerado baixo.

Grau C

Racional: Vários estudos não conseguiram demonstrar associação entre CAP e mortalidade e a incidência de complicações é relativamente baixa^{63,64}.

QUESTÃO: NA MONITORIZAÇÃO HEMODINÂMICA COM O CAP, POR QUANTO TEMPO É SEGURO MANTER O CATETER?

Recomendação: Não há limite definido e o tempo deve ser o mínimo necessário.

Grau C

Racional: Dependendo da necessidade de orientação diagnóstica e terapêutica, deve-se restringir o uso do CAP ao menor tempo possível (menos de 96 horas). Após este período, é recomendável reinserir outro cateter, se a monitorização hemodinâmica com o CAP ainda se fizer necessária, pois as complicações aumentam substancialmente^{64,65}.

QUESTÃO: QUANTO À APLICAÇÃO CLÍNICA DOS DIFERENTES TIPOS DE CATETERES DE ARTÉRIA PULMONAR, ESPECIFIQUE O NÍVEL DE IMPORTÂNCIA:

Recomendação: O emprego de CAP com SvO₂ é considerado muito importante; o do CAP com DC contínuo e CAP volumétrico com DC contínuo é considerado importante⁶⁵⁻⁶⁸.

Grau D

QUESTÃO: EM QUAIS SITUAÇÕES CLÍNICAS O CAP VOLUMÉTRICO DEVE SER UTILIZADO?

Recomendação: O CAP volumétrico deve ser utilizado nas

seguintes situações: disfunção aguda de VD; politrauma; hipertensão intra-abdominal; ventilação mecânica com altas pressões na via aérea; e como auxiliar para o diagnóstico diferencial entre IAM de VD e tamponamento cardíaco.

Grau C

Racional: Nessas situações, ocorre alteração na complacência dos ventrículos, sendo mais preciso estimar a pré-carga através de variáveis volumétricas⁶⁶.

QUESTÃO: EM QUAIS SITUAÇÕES CLÍNICAS O CAP COM MEDIDA CONTÍNUA DE DÉBITO CARDÍACO DEVE SER UTILIZADO?

Recomendação: Sempre que possível, deve-se optar pela utilização do CAP com medida contínua de débito cardíaco.

Grau D

Racional: Em todas as situações com indicação de CAP, a monitorização contínua do DC com curva de tendência possibilita intervenções precoces, por que permitem identificar de forma mais rápida as alterações relacionadas à função cardiovascular⁶⁶.

QUESTÃO: EM QUAIS SITUAÇÕES CLÍNICAS O CAP COM MEDIDA DA SVO₂ DEVE SER UTILIZADO?

Recomendação: Sempre que possível.

Grau D

Racional: A SvO₂ é indicador “padrão ouro” do balanço entre oferta e consumo global de oxigênio e tem relação fisiológica estreita com o DC. SvO₂ baixa é fortemente indicativa de falta de adequação do DC. SvO₂ normal, por sua vez, não garante adequação da oferta à demanda de oxigênio dos tecidos⁶⁹.

QUESTÃO: QUAL O NÚMERO MÍNIMO RECOMENDÁVEL DE CAP INSERIDOS PARA HABILITAR O PROFISSIONAL DE MEDICINA INTENSIVA A ESTE MÉTODO?

Recomendação: 25 para habilitação e 10 por ano para manter a qualificação.

Grau D

Racional: Devido ao risco de complicações, é de fundamental importância que a monitorização invasiva seja realizada por médicos experientes com a técnica de inserção para viabilizar o procedimento com segurança e com nível de conhecimento avançado para a correta averiguação e interpretação dos dados obtidos. Essa

habilidade técnica é cognitiva, e uma vez adquirida, deve ser praticada com uma frequência mínima para que não haja perda dessa capacidade. A competência na introdução do cateter está relacionada à experiência, à qualidade do treinamento inicial e à prática regular do procedimento após a habilitação^{29,70}.

QUESTÃO: O CAP PODE REDUZIR MORTALIDADE, MORBIDADE, CUSTOS E TEMPO DE INTERNAÇÃO?

Recomendação: Incerto. O CAP é um instrumento de auxílio diagnóstico e não terapêutico *per se*.

Grau D

Racional: O benefício com o emprego do CAP dependerá em larga escala da qualificação dos profissionais em indicar a situação adequada para o seu uso, em interpretar adequadamente os dados obtidos e em tomar a decisão clínica mais acertada para a situação. Portanto, é difícil realizar estudos que avaliem a relação direta do uso do CAP com mortalidade, morbidade, custos e internação. A literatura existente é passível de muitas críticas metodológicas e é, desta forma, controversa. Existem estudos sugerindo aumento da mortalidade e tempo de internação sem, no entanto, permitir justificar diretamente esse achado ao uso do CAP. Paralelamente, há outros estudos que correlacionam o uso do CAP com melhor prognóstico e outros que não mostram diferenças^{71,72}.

QUESTÃO: DURANTE A MONITORIZAÇÃO COM O CAP, COM QUE FREQUÊNCIA MÍNIMA OS PARÂMETROS HEMODINÂMICOS DEVEM SER COLETADOS?

Recomendação: Pelo menos a cada 4 - 6 horas.

Grau D

Racional: A maioria dos especialistas concorda que sempre que houver alguma intervenção, o resultado deverá ser avaliado em seguida. O grande benefício do suporte hemodinâmico reside em realizar as intervenções precocemente e a monitorização contínua das variáveis hemodinâmicas pode contribuir para a detecção imediata de alterações que as necessitem⁶⁵.

QUESTÃO: E QUEM DEVE COLETAR OS PARÂMETROS HEMODINÂMICOS?

Recomendação: Médicos e enfermeiros, desde que devidamente treinados.

Grau D

Racional: É fundamental, para a obtenção e utilização aceitáveis das informações fornecidas pelo CAP, que as entidades e sociedades invistam no treinamento dos profissionais médicos e enfermeiros envolvidos no processo⁷³⁻⁷⁵.

QUESTÃO: COMO AFERIR ADEQUADAMENTE A POAP?

Recomendação: Tanto sob ventilação com pressão positiva quanto em respiração espontânea, a POAP deve ser aferida na fase expiratória do ciclo respiratório.

Recomendação: Grau C.

Racional: Sob ventilação espontânea: localizar e compor a curva da POAP, antes que as pressões diminuam com a inspiração; sob ventilação mecânica: localizar o componente "a" da curva da POAP antes que as pressões aumentem com a inspiração. Analisar as curvas sempre acompanhadas do ECG, que auxilia na identificação da onda "a", a qual ocorre após o complexo QRS. Nos casos onde não se tem disponível o monitor com capacidade de congelar a imagem, localizar o ponto adequado utilizando réguas vertical e horizontal. Sempre considerar a pressão diastólica da POAP durante a expiração, seja sob VM ou espontânea⁷⁶⁻⁷⁸.

QUESTÃO: NA PRÁTICA, OS PROFISSIONAIS DE MEDICINA INTENSIVA TÊM DIFICULDADES NA INTERPRETAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS COM O CAP?

Recomendação: Sim.

Grau B3.

Racional: Existem vários estudos demonstrando falta de precisão das respostas quando profissionais que atuam em UTI são colocados frente a questões sobre a interpretação de dados provenientes do CAP^{70,79}.

QUESTÃO: A VARIABILIDADE NA INTERPRETAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS COM O CAP PODERIA DETERMINAR CONDUTAS TERAPÊUTICAS DIFERENTES?

Recomendação: Sim.

Grau B2

Racional: Os estudos apontam para diferentes opiniões e condutas terapêuticas, a partir dos mesmos dados obtidos e da sua interpretação^{77,78}.

QUESTÃO: A POAP DEVE SER INTERPRETADA DE FORMA INDIVIDUALIZADA EM SITUAÇÕES ESPECÍFICAS?

Recomendação: A medida da POAP deverá ser interpretada diante da condição clínica do paciente.

Grau C

Racional: A utilização de PEEP pode influenciar a pressão alveolar, a pressão transmural e, por conseguinte, a pressão diastólica do VE. Níveis acima de 12 cmH₂O podem determinar aumento da POAP, sem necessariamente significar aumento da pressão diastólica do VE. Uma abordagem mais prática, no entanto, que evitaria submeter o paciente ao fenômeno colapso/reabertura alveolar, seria considerar apenas a variação da POAP frente às intervenções hemodinâmicas e locar uma curva POAP *versus* DC. Em outras palavras, o valor exato deveria ser considerado secundário e o comportamento da POAP o principal dado a ser estimado, em resposta a intervenções como a reposição volêmica. Na LPA/SDRA deve-se procurar manter a menor POAP necessária para garantir parâmetros hemodinâmicos e de perfusão tecidual adequados. Na síndrome compartimental abdominal, a elevação da pressão intra-abdominal ocasiona o aumento das pressões intratorácicas e a diminuição da complacência pulmonar. Essa condição poderia levar a uma diminuição do retorno venoso e do índice cardíaco e, ainda assim, a medida da POAP ser superestimada. Na disfunção diastólica do ventrículo esquerdo, a relação pressão/volume, que representa a complacência ventricular, encontra-se alterada. Portanto, variações de pressão com volume devem ser interpretadas de maneira especial como representantes de variações no volume diastólico final de VE. Assim, uma POAP mais elevada pode refletir apenas a alteração da complacência, sem significar volemia adequada ou hipervolemia. Nesta situação, construir uma curva POAP x DC, além de revelar a disfunção diastólica, auxilia na titulação da reposição volêmica^{32,80-82}.

QUESTÃO: COMO AFERIR ADEQUADAMENTE O DÉBITO CARDÍACO COM CAP UTILIZANDO MEDIDAS INTERMITENTES ATRAVÉS DE BOLUS DE SOLUÇÃO RESFRIADA?

Recomendação: A diferença entre a temperatura corporal e a do injetado deve ser de pelo menos 12 °C. A velocidade de injeção não interfere, desde que não ultrapasse 4 segundos. Para reduzir a influência da VM

com pressão positiva, o termodiluidor deve ser injetado durante a expiração. Deve-se informar ao monitor de débito o volume de solução injetado (5 ou 10 mL), a temperatura da solução (0-24 °C), o local onde a temperatura da solução está sendo medida e a constante de termodiluição do cateter. Procurar injetar a solução na mesma fase do ciclo respiratório, evitar movimentação excessiva do paciente durante a medida e fazer no mínimo três medidas sem diferença acima de 10% entre as mesmas. O uso de sistemas especiais para medida do DC é recomendado para reduzir os fatores de erro^{32,83}.

Grau C

Racional: Tais medidas visam a reduzir ao máximo a possibilidade de erro de medida.

QUESTÃO: COMO AVALIAR ADEQUADAMENTE O POSICIONAMENTO DO CAP?

Recomendação: Através de radiografia de tórax, identificação das ondas de pressão e análise gasométrica.

Grau C

Racional: A radiografia de tórax é útil para afastar complicações e determinar a posição do CAP, mas não é muito confiável para determinar o seu posicionamento em zona 3 de West. Na incidência ântero-posterior, a extremidade do CAP deve distar entre 3 a 5 cm da linha média. Alguns estudos sugerem a necessidade de radiografia lateral em pacientes com níveis elevados de PEEP, para garantir posicionamento abaixo do nível do átrio esquerdo.

A curva da POAP deve ter morfologia adequada, tanto na inspiração como na expiração e seus valores devem ser sempre inferiores à pressão diastólica da artéria pulmonar. A aspiração e análise do sangue colhido com o balonete insuflado confirmam a oclusão de um ramo da artéria pulmonar⁸⁴.

PAINEL DE ESPECIALISTAS DO CONSENSO BRASILEIRO DE MONITORIZAÇÃO E SUPORTE HEMODINÂMICO

Coordenador: Ederlon Rezende, Diretor do Serviço de Terapia Intensiva do Hospital do Servidor Público Estadual (São Paulo-SP);

Comitê Consultivo: Álvaro Réa-Neto, Professor do Departamento de Clínica Médica da UFPR, Chefe da UTI adulto do Hospital de Clínicas da UFPR, Diretor do CEPETI – Centro de Estudos e Pesquisa em Terapia Intensiva (Curitiba-PR); Ciro Leite Mendes, Coordena-

dor da UTI adulto do Hospital de Emergência e Trauma Senador Humberto Lucena e Hospital Santa Paula, Médico da Rotina da UTI adulto do Hospital Universitário – UFPB (João Pessoa–PB); Fernando Suparregui Dias, Professor da Faculdade de Medicina da PUC de Porto Alegre, Chefe da UTI geral do Hospital São Lucas da PUC de Porto Alegre (Porto Alegre-RS); Guilherme Schettino, Doutor em Medicina pela Faculdade de Medicina da USP, Médico Assistente da UTI Respiratória do HC da FMUSP, Médico Coordenador da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo-SP); Suzana Margareth Ajeje Lobo, Doutora de Medicina pela Universidade de São Paulo, Professora de clínica médica da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, Coordenadora do Serviço de Terapia Intensiva do Hospital de Base – FAMERP (São José do Rio Preto-SP); Cid Marcos David, Presidente do Fundo de Educação e Pesquisa da Associação de Medicina Intensiva Brasileira, Doutor em Ciências Médicas, Professor Adjunto da UFRJ (Rio de Janeiro-RJ).

Painel de Especialistas: Alberto Barros, Médico Coordenador da UTI do Hospital Português de Recife (Recife-PE); Eliézer Silva, Doutor em Medicina, Médico Supervisor CTI Hospital Israelita Albert Einstein (São Paulo-SP); Gilberto Friedman, Editor Chefe da Revista Brasileira de Terapia intensiva; Médico do Hospital de Clínicas de Porto Alegre FAMED-UFRGS (Porto Alegre-RS); José Luiz Gomes do Amaral, Doutor em Medicina, Chefe da Disciplina de Anestesiologia, Dor e Terapia Intensiva da UNIFESP (São Paulo-SP); Marcelo Park, Médico Assistente da Unidade de Terapia Intensiva - Disciplina de Emergências Clínicas – HC-FMUSP (São Paulo-SP); Maristela Monachini, Doutora em Medicina, Médica Assistente da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo-SP); Mirella Cristine de Oliveira, Médica Coordenadora do Hospital do Trabalhador (Curitiba-PR); Murillo Santucci César Assunção, Médico Coordenador Serviço de Terapia Intensiva do Hospital do Servidor Público Estadual (São Paulo-SP); Nelson Akamine, Médico Supervisor CTI Hospital Israelita Albert Einstein (São Paulo-SP); Patrícia Veiga C Mello, Médica Coordenadora da Disciplina de Emergência da Universidade Estadual do Piauí, Coordenadora da UTI do Hospital de Terapia Intensiva (Terezina-PI); Renata Andréa Pietro Pereira, Enfermeira Chefe do Serviço de Terapia Intensiva do Hospital do Servidor Público Estadual (São Paulo-SP); Rubens Costa Filho, Médico Coordenador CTI do PROCARDÍACO (Rio de Janeiro-RJ); Sebastião Araújo, Médico, Professor Doutor Assistente Departamento de Cirurgia da FCM-UNICAMP (Campi-

nas-SP); Sérgio Félix Pinto, Médico Chefe da UTI do Hospital Universitário da UFMS (Campo Grande-MS); Sérgio Ferreira, Médico Chefe da UTI do Hospital Universitário Getúlio Vargas da UFAM (Manaus-AM); Simone Mattoso Mitushima, Enfermeira da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo-SP); Sydney Agareno, Médico Vice-Coordenador da UTI Geral do Hospital Português de Salvador (Salvador-BA); e Yuzeth Nóbrega de Assis Brilhante, Médica Coordenadora da UTI do Hospital da UNIMED João Pessoa (João Pessoa-PB).

REFERÊNCIAS

1. Nowak RM - Resuscitation of the critically ill in the ED: responses of blood pressure, heart rate, shock index, central venous oxygen saturation, and lactate. *Am J Emerg Méd*, 1996;14:218-225.
2. Assunção MSC, Rezende EAC - Monitorização da PVC e da PAM in Monitorização em UTI. 1ª Ed, Rio de Janeiro: Revinter; 2004.
3. Rivers E, Nguyen B, Havstad S et al - Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med*, 2001;345:1368-1377.
4. Verweij J, Kester A, Stroes W et al - Comparison of three methods for measuring central venous pressure. *Crit Care Med*, 1986;14:288-290.
5. Barber CJ - Central venous catheter placement for intravenous digital subtraction angiography: an assessment of technical problems and success rate. *Br J Radiol*, 1989;62:599-602.
6. Mann RL, Carlon GC, Turnbull AD - Comparison of electronic and manometric central venous pressures. Influence of access route. *Crit Care Med*, 1981;9:98-100.
7. Darovic GO, Zbilut JP - Fluid-Filled Monitoring Systems. 3rd Ed, Philadelphia: W. B. Saunders Company; 2002.
8. Ahrens TS, Schallom L - Comparison of pulmonary artery and central venous pressure waveform measurements via digital and graphic measurement methods. *Heart Lung*, 2001;30:26-38.
9. Knopp R, Dailey RH - Central venous cannulation and pressure monitoring. *JACEP* 1977;6:358-366.
10. Lefrant JY, Muller L, De La Coussaye JE et al - Risk factors of failure and immediate complication of subclavian vein catheterization in critically ill patients. *Intensive Care Med*, 2002;28:1036-1041.
11. Polderman KH, Girbes AJ - Central venous catheter use. Part 1: mechanical complications. *Intensive Care Med*, 2002;28:1-17.
12. Koh WJ, Suh GY, Han J et al - Recruitment maneuvers attenuate repeated derecruitment-associated lung injury. *Crit Care Med*, 2005;33:1070-1076.
13. Ruesch S, Walder B, Tramer MR - Complications of central venous catheters: internal jugular versus subclavian access--a systematic review. *Crit Care Med*, 2002;30:454-460.
14. Courtois M, Fattal PG, Kovacs SJ et al - Anatomically and physiologically based reference level for measurement of intracardiac pressures. *Circulation*, 1995;92:1994-2000.
15. Carey CF, Courtois M, Barzilai B et al - Correct zero reference leveling for the pulmonary artery catheter. *Circulation*, 1995;94:(Suppl1):387-388.
16. Cobb DK, High KP, Sawyer RG et al - A controlled trial of scheduled replacement of central venous and pulmonary-artery catheters. *N Engl J Med*, 1992;327:1062-1068.
17. Cook D, Randolph A, Kernerman P et al - Central venous catheter replacement strategies: a systematic review of the literature. *Crit Care Med*, 1997;25:1417-1424.
18. Mermel LA, Farr BM, Sherertz RJ et al - Guidelines for the management of intravascular catheter-related infections. *Clin Infect Dis*, 2001;32:1249-1272.
19. McGee WT, Ackerman BL, Rouben LR et al - Accurate placement of central venous catheters: a prospective, randomized, multicenter trial. *Crit Care Med*, 1993;21:1118-1123.
20. Forrester JS, Diamond G, McHugh TJ et al - Filling pressures in the right and left sides of the heart in acute myocardial infarction. A reappraisal of central-venous-pressure monitoring. *N Engl J Med*, 1971;285:190-193.
21. Cohn JN - Blood Pressure measurement in shock. Mechanism of inaccur-

- racy in auscultatory and palpatory methods. *JAMA*, 1967;119:118-122.
22. Wilkins RG - Radial artery cannulation and ischaemic damage: a review. *Anaesthesia*, 1985;40:896-899.
 23. Gardner RM - Accuracy and reliability of disposable pressure transducers coupled with modern pressure monitors. *Crit Care Med*, 1996;24:879-882.
 24. Criado FJ - Percutaneous arterial puncture and endoluminal access techniques for peripheral intervention. *J Invasive Cardiol*, 1999;11:450-456.
 25. Gardner RM - Direct arterial pressure monitoring. *Curr Anaesth Crit Care*, 1990;1:239-246.
 26. Thomas F, Parker J, Burke J et al - Prospective randomized evaluation of indwelling radial vs. femoral arterial catheters in high risk critically ill patients. *Crit Care Med*, 1982;10:226.
 27. Ejrup B, Fischer B, Wright IS - Clinical evaluation of blood flow to the hand. The false-positive Allen test. *Circulation*, 1966;33:778-780.
 28. Bedford RF - *Invasive Blood Pressure Monitoring*. 2nd Ed, New York: Churchill Livingstone; 1990.
 29. Mueller HS, Chatterjee K, Davis KB et al - ACC expert consensus document. Present use of bedside right heart catheterization in patients with cardiac disease. American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol*, 1998;32:840-864.
 30. Pulmonary Artery Catheter Consensus Conference: consensus statement. *New Horiz*, 1997;5:175-194.
 31. Marini JJ - Acute lung injury. Hemodynamic monitoring with the pulmonary artery catheter. *Crit Care Clin*, 1986;2:551-572.
 32. Perret C, Tagan D, Feihl F et al - *The Pulmonary Artery Catheter in Critical Care: a Concise Handbook* Cambridge: Blackwell Science Inc, 1996.
 33. Ware LB, Matthay MA - The acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*, 2000;342:1334-1349.
 34. Humphrey H, Hall J, Sznajder I et al - Improved survival in ARDS patients associated with a reduction in pulmonary capillary wedge pressure. *Chest*, 1990;97:1176-1180.
 35. Yu DT, Platt R, Lanken PN et al - Relationship of pulmonary artery catheter use to mortality and resource utilization in patients with severe sepsis. *Crit Care Med*, 2003;31:2734-2741.
 36. Rangel-Frausto MS, Pittet D, Hwang T et al - The dynamics of disease progression in sepsis: Markov modeling describing the natural history and the likely impact of effective antisepsis agents. *Clin Infect Dis*, 1998;27:185-190.
 37. Rangel-Frausto MS, Pittet D, Costigan M et al - The natural history of the systemic inflammatory response syndrome (SIRS). A prospective study. *JAMA*, 1995;273:117-123.
 38. Vincent JL, De Backer D - Oxygen transport-the oxygen delivery controversy. *Intensive Care Med*, 2004;30:1990-1996.
 39. Reynolds HN, Haupt MT, Thill-Baharozian MC et al - Impact of critical care physician staffing on patients with septic shock in a university hospital medical intensive care unit. *JAMA*, 1988;260:3446-3450.
 40. Ryan TJ, Anderson JL, Antman EM et al - ACC/AHA guidelines for the management of patients with acute myocardial infarction. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Management of Acute Myocardial Infarction). *J Am Coll Cardiol*, 1996;28:1328-1428.
 41. Hasdai D, Topol EJ, Califf RM et al - Cardiogenic shock complicating acute coronary syndromes. *Lancet*, 2000;356(9231):749-756.
 42. Holmes DR Jr, Califf RM, Van de Werf F et al - Difference in countries' use of resources and clinical outcome for patients with cardiogenic shock after myocardial infarction: results from the GUSTO trial. *Lancet*, 1997;349(9045):75-78.
 43. Parrillo JE - *Shock: Classification, Pathophysiology and Approach to Management*. 2nd Ed, St Louis: Mosby-Year Book; 2001.
 44. Mimoz O, Rauss A, Reik N et al - Pulmonary artery catheterization in critically ill patients: a prospective analysis of outcome changes associated with catheter-prompted changes in therapy. *Crit Care Med*, 1994;22:573-579.
 45. Gilbert WM, Towner DR, Field NT et al - The safety and utility of pulmonary artery catheterization in severe preeclampsia and eclampsia. *Am J Obst Gynecol*, 2000;182:1397-1403.
 46. Kern JW, Shoemaker WC - Meta-analysis of hemodynamic optimization in high-risk patients. *Crit Care Med*, 2002;30:1686-1692.
 47. Boyd O, Grounds RM, Bennett ED - A randomized clinical trial of the effect of deliberate perioperative increase of oxygen delivery on mortality in high-risk surgical patients. *JAMA*, 1993;270:2699-2707.
 48. Berlauck JF, Abrams JH, Gilmour IJ et al - Preoperative optimization of cardiovascular hemodynamics improves outcome in peripheral vascular surgery. A prospective, randomized clinical trial. *Ann Surg*, 1991;214:289-299.
 49. Kasoff SS, Lansen TA, Holder D et al - Aggressive physiologic monitoring of pediatric head trauma patients with elevated intracranial pressure. *Pediatr Neurosci*, 1988;14:241-249.
 50. Rosenwasser RH, Jallo JI, Getch CC et al - Complications of Swan-Ganz catheterization for hemodynamic monitoring in patients with subarachnoid hemorrhage. *Neurosurgery*, 1995;37:872-876.
 51. Costard-Jackle A, Fowler MB - Influence of preoperative pulmonary artery pressure on mortality after heart transplantation: testing of potential reversibility of pulmonary hypertension with nitroprusside is useful in defining a high risk group. *J Am Coll Cardiol*, 1992;19:48-54.
 52. Tuman KJ, McCarthy RJ, Spiess BD et al - Effect of pulmonary artery catheterization on outcome in patients undergoing coronary artery surgery. *Anesthesiology*, 1989;70:199-206.
 53. Pearson KS, Gomez MN, Moyers JR et al - A cost/benefit analysis of randomized invasive monitoring for patients undergoing cardiac surgery. *Anesth Analg*, 1989;69:336-341.
 54. Zaroff JG, Rosengard BR, Armstrong WF et al - Consensus conference report: maximizing use of organs recovered from the cadaver donor: cardiac recommendations, March 28-29, 2001, Crystal City, Va. *Circulation*, 2002;106:836-841.
 55. Van Bakel AB - The cardiac transplant donor: identification, assessment, and management. *Am J Med Sci*, 1997;314:153-163.
 56. Schiller WR, Bay RC, Garren RL et al - Hyperdynamic resuscitation improves survival in patients with life-threatening burns. *J Burn Care Rehabil*, 1997;18;(1Pt1):10-16.
 57. Fleming A, Bishop M, Shoemaker W et al - Prospective trial of supranormal values as goals of resuscitation in severe trauma. *Arch Surg*, 1992;127:1175-1181.
 58. Bishop MH, Shoemaker WC, Appel PL et al - Prospective, randomized trial of survivor values of cardiac index, oxygen delivery, and oxygen consumption as resuscitation endpoints in severe trauma. *J Trauma*, 1995;38:780-787.
 59. Holm C, Mayr M, Tegeler J et al - A clinical randomized study on the effects of invasive monitoring on burn shock resuscitation. *Burns*, 2004;30:798-807.
 60. Berisha S, Kastrati A, Goda A et al - Optimal value of filling pressure in the right side of the heart in acute right ventricular infarction. *Br Heart J*, 1990;63:98-102.
 61. Dell'Italia LJ, Starling MR, Crawford MH et al - Right ventricular infarction: identification by hemodynamic measurements before and after volume loading and correlation with noninvasive techniques. *J Am Coll Cardiol*, 1984;4:931-939.
 62. Parmley W, Chatterjee K - *Bedsides Hemodynamic Monitoring in Cardiology*. Philadelphia: W B Saunders Company, 1992.
 63. Sandham JD, Hull RD, Brant RF et al - A randomized, controlled trial of the use of pulmonary-artery catheters in high-risk surgical patients. *N Engl J Med*, 2003;348:5-14.
 64. Mermel LA, Maki DG - Infectious complications of Swan-Ganz pulmonary artery catheters. Pathogenesis, epidemiology, prevention, and management. *Am J Respir Crit Care Med*, 1994;149(4Pt1):1020-1036.
 65. Chen YY, Yen DH, Yang YG et al - Comparison between replacement at 4 days and 7 days of the infection rate for pulmonary artery catheters in an intensive care unit. *Crit Care Med*, 2003;31:1353-1358.
 66. Nelson LD - The new pulmonary arterial catheters. Right ventricle ejection fraction and continuous cardiac output. *Crit Care Clin*, 1996;12:795-818.
 67. Diebel LN, Wilson RF, Tagett MG et al - End-diastolic volume. A better indicator of preload in the critically ill. *Arch Surg*, 1992;127:817-822.
 68. Cheatham ML, Nelson LD, Chang MC et al - Right ventricular end-diastolic volume index as a predictor of preload status in patients on positive end-expiratory pressure. *Crit Care Med*, 1998;26:1801-1806.
 69. Krafft P, Steltzer H, Hiesmayr M et al - Mixed venous oxygen saturation in critically ill septic shock patients. The role of defined events. *Chest*, 1993;103:900-906.
 70. Iberti TJ, Fischer EP, Leibowitz AB et al - A multicenter study of physicians' knowledge of the pulmonary artery catheter. *Pulmonary Artery Catheter Study Group*. *JAMA*, 1990;264:2928-2932.
 71. Connors AF Jr, Speroff T, Dawson NV et al - The effectiveness of right heart catheterization in the initial care of critically ill patients. *SUPPORT Investigators*. *JAMA*, 1996;276:889-897.

72. Richard C, Warszawski J, Anguel N et al - Early use of the pulmonary artery catheter and outcomes in patients with shock and acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. *JAMA*, 2003;290:2713-2720.
73. Bernard GR, Sopko G, Cerra F et al - Pulmonary artery catheterization and clinical outcomes: National Heart, Lung, and Blood Institute and Food and Drug Administration Workshop Report. Consensus Statement. *JAMA*, 2000;283:2568-2572.
74. Dietz B, Smith TT - Enhancing the accuracy of hemodynamic monitoring. *J Nurs Care Qual*, 2002;17:27-34.
75. Druding MC - Integrating hemodynamic monitoring and physical assessment. *Dimens Crit Care Nurs*, 2000;19:25-30.
76. Hoyt JD, Leatherman JW - Interpretation of the pulmonary artery occlusion pressure in mechanically ventilated patients with large respiratory excursions in intrathoracic pressure. *Intensive Care Med*, 1997;23:1125-1131.
77. Jacka MJ, Cohen MM, To T et al - Pulmonary artery occlusion pressure estimation: how confident are anesthesiologists? *Crit Care Med*, 2002;30:1197-1203.
78. Komadina KH, Schenk DA, LaVeau P et al - Interobserver variability in the interpretation of pulmonary artery catheter pressure tracings. *Chest*, 1991;100:1647-1654.
79. Gnaegi A, Feihl F, Perret C - Intensive care physicians' insufficient knowledge of right-heart catheterization at the bedside: time to act? *Crit Care Med*, 1997;25:213-220.
80. Pinsky MR - Pulmonary artery occlusion pressure. *Intensive Care Med*, 2003;29:19-22.
81. Pinsky MR - Clinical significance of pulmonary artery occlusion pressure. *Intensive Care Medicine*, 2003;29:175-178.
82. Nunes S, Ruokonen E, Takala J - Pulmonary capillary pressures during the acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med*, 2003;29:2174-2179.
83. Runciman WB, Ilsley AH, Roberts JG - An evaluation of thermodilution cardiac output measurement using the Swan-Ganz catheter. *Anaesth Intensive Care*, 1981;9:208-220.
84. Shasby DM, Dauber IM, Pfister S et al - Swan-Ganz catheter location and left atrial pressure determine the accuracy of the wedge pressure when positive end-expiratory pressure is used. *Chest*, 1981;80:666-670.

Fernando Suparregui Dias, Professor da Faculdade de Medicina da PUC de Porto Alegre, Chefe da UTI geral do Hospital São Lucas da PUC de Porto Alegre (Porto Alegre-RS);

Ederlon Rezende, Diretor do Serviço de Terapia Intensiva do Hospital do Servidor Público Estadual (São Paulo-SP);

Ciro Leite Mendes, Coordenador da UTI adulto do Hospital de Emergência e Trauma Senador Humberto Lucena e Hospital Santa Paula, Médico da Rotina da UTI adulto do Hospital Universitário – UFPB (João Pessoa-PB);

Álvaro Réa-Neto, Professor do Departamento de Clínica Médica da UFPR, Chefe da UTI adulto do Hospital de Clínicas da UFPR, Diretor do CEPETI – Centro de Estudos e Pesquisa em Terapia Intensiva (Curitiba-PR);

Cid Marcos David, Presidente do Fundo de Educação e Pesquisa da Associação de Medicina Intensiva Brasileira, Doutor em Ciências Médicas, Professor Adjunto da UFRJ (Rio de Janeiro-RJ).

Guilherme Schettino, Doutor em Medicina pela Faculdade de Medicina da USP, Médico Assistente da UTI Respiratória do HC da FMUSP, Médico Coordenador da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo-SP);

Suzana Margareth Ajeje Lobo, Doutora de Medicina pela Universidade de São Paulo, Professora de clínica médica da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, Coordenadora do Serviço de Terapia Intensiva do Hospital de Base – FAMERP (São José do Rio Preto-SP); Alberto Barros, Médico Coordenador da UTI do Hospital Português de Recife (Recife-PE);

Eliézer Silva, Doutor em Medicina, Médico Supervisor CTI Hospital Israelita Albert Einstein (São Paulo-SP); Gilberto Friedman, Editor Chefe da Revista Brasileira de Terapia Intensiva; Médico do Hospital de Clínicas de Porto Alegre FAMED-UFRGS (Porto Alegre-RS);

José Luiz Gomes do Amaral, Doutor em Medicina, Chefe da Disciplina de Anestesiologia, Dor e Terapia Intensiva da UNIFESP (São Paulo-SP);

Marcelo Park, Médico Assistente da Unidade de Terapia Intensiva - Disciplina de Emergências Clínicas – HC-FMUSP (São Paulo-SP);

Maristela Monachini, Doutora em Medicina, Médica Assistente da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo-SP); Mirella Cristine de Oliveira, Médica Coordenadora do Hospital do Trabalhador (Curitiba-PR);

Murillo Santucci César Assunção, Médico Assistente da Disciplina de Anestesiologia, Dor e Terapia Intensiva da UNIFESP (São Paulo-SP);

Nelson Akamine, Médico Supervisor CTI Hospital Israelita Albert Einstein (São Paulo-SP);

Patrícia Veiga C Mello, Médica Coordenadora da Disciplina de Emergência da Universidade Estadual do Piauí, Coordenadora da UTI do Hospital de Terapia Intensiva (Terezina-PI);

Renata Andréa Pietro Pereira, Enfermeira Chefe do Serviço de Terapia Intensiva do Hospital do Servidor Público Estadual (São Paulo-SP);

Rubens Costa Filho, Médico Coordenador CTI do PRO-CARDÍACO (Rio de Janeiro-RJ);

Sebastião Araújo, Médico, Professor Doutor Assistente Departamento de Cirurgia da FCM-UNICAMP (Campinas-SP);

Sérgio Félix Pinto, Médico Chefe da UTI do Hospital Universitário da UFMS (Campo Grande-MS);

Sérgio Ferreira, Médico Chefe da UTI do Hospital Universitário Getúlio Vargas da UFAM (Manaus-AM);

Simone Mattoso Mitushima, Enfermeira da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo-SP);

Sydney Agareno, Médico Vice-Coordenador da UTI Geral do Hospital Português de Salvador (Salvador-BA);

Yuzeth Nóbrega de Assis Brilhante, Médica Coordenadora da UTI do Hospital da UNIMED João Pessoa (João Pessoa-PB).

Consenso Brasileiro de Monitorização e Suporte Hemodinâmico - Parte III: Métodos Alternativos de Monitorização do Débito Cardíaco e da Volemia*

Brazilian Consensus of Monitoring and Hemodynamic Support - Part III: Alternative Methods for Cardiac Output Monitoring and Volemia Estimation

Guilherme Schettino, Ederlon Rezende, Ciro Leite Mendes, Álvaro Réa-Neto, Cid Marcos David, Suzana Margareth Ajeje Lobo, Alberto Barros, Eliézer Silva, Gilberto Friedman, José Luiz Gomes do Amaral, Marcelo Park, Maristela Monachini, Mirella Cristine de Oliveira, Murillo Santucci César Assunção, Nelson Akamine, Patrícia Veiga C Mello, Renata Andréa Pietro Pereira, Rubens Costa Filho, Sebastião Araújo, Sérgio Félix Pinto, Sérgio Ferreira, Simone Mattoso Mitushima, Sydney Agareno, Yuzeth Nóbrega de Assis Brilhante pelo Painel de Especialistas do Consenso Brasileiro de Monitorização e Suporte Hemodinâmico.

RESUMO

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS: A interpretação do débito cardíaco e da pré-carga como números absolutos não traz grandes informações sobre a hemodinâmica do paciente crítico. Em contrapartida, a monitorização da resposta do débito cardíaco à expansão volêmica ou suporte inotrópico é uma ferramenta muito útil na unidade de terapia intensiva, quando o paciente apresenta algum sinal de má perfusão tecidual. Apesar do CAP ser considerado como “padrão-ouro” na avaliação destes parâmetros, foram desenvolvidas tecnologias alternativas bastante confiáveis para a sua monitorização.

MÉTODO: O processo de desenvolvimento de recomendações utilizou o método Delphi modificado para criar e quantificar o consenso entre os participantes. A AMIB determinou um coordenador para o consenso, o qual escolheu seis especialistas para comporem o comitê consultivo. Outros 18 peritos de diferentes regiões do país foram selecionados para completar o painel de 25 especialistas, médicos e enfermeiros. Um levantamento bibliográfico na MEDLINE de artigos na língua inglesa foi realizado no período de 1966 a 2004.

RESULTADOS: Foram apresentadas recomendações referentes à análise da variação da pressão arterial durante ventilação mecânica, débito cardíaco contínuo por contorno de pulso arterial, débito cardíaco por diluição do lítio, Doppler transesofágico, bioimpedância transtorácica, ecocardiografia e reinalação parcial de gás carbônico.

CONCLUSÕES: As novas e menos invasivas técnicas para medida do débito cardíaco, pré-carga e fluidoresponsividade apresentam adequada precisão e podem

ser uma alternativa ao uso do CAP em pacientes graves.

Unitermos: Consenso, Débito cardíaco, Monitorização Hemodinâmica, Pré-Carga, Prova de Volume, Recomendação.

SUMMARY

BACKGROUND AND OBJECTIVES: Cardiac output and preload as absolute data do not offer helpful information about the hemodynamic of critically ill patients. However, monitoring the response of these variables to volume challenge or inotropic drugs is a very useful tool in the critical care setting, particularly for patients with signs of tissue hypoperfusion. Although PAC remains the “gold standard” to measure cardiac output and preload, new and alternative technologies were developed to evaluate these hemodynamic variables.

METHODS: Modified Delphi methodology was used to create and quantify the consensus between the participants. AMIB indicated a coordinator who invited more six experts in the area of monitoring and hemodynamic support to constitute the Consensus Advisory Board. Twenty three physician and two nurses selected from different regions of the country completed the expert panel, which reviewed the pertinent bibliography listed at the MEDLINE in the period from 1996 to 2004.

RESULTS: Recommendations regarding the use of arterial pulse pressure variation during mechanical ventilation, continuous arterial pulse contour and lithium dilution cardiac output measurements, esophageal Doppler waveform, thoracic electrical bioimpedance, echocardiography and partial CO₂ rebreathing for monitoring cardiac output and preload were created.

CONCLUSIONS: The new and less invasive techniques for the measurement of cardiac output, preload or fluid responsiveness are accurate and may be an alternative to PAC in critically ill patients.

Key Words: Cardiac Output, Consensus, Fluid Challenging, Hemodynamic Monitoring, Recommendation.

INTRODUÇÃO

A interpretação do débito cardíaco e da pré-carga números absolutos não traz grandes informações sobre a hemodinâmica do paciente crítico. Em contrapartida, a monitorização da resposta do débito cardíaco à expansão volêmica ou suporte inotrópico é uma ferramenta útil na unidade de terapia intensiva, quando o paciente apresenta algum sinal de má perfusão tecidual^{1,3}. Apesar do CAP ser considerado como “padrão-ouro” na avaliação destes parâmetros, foram desenvolvidas tecnologias alternativas bastante confiáveis para a sua apreciação. Serão discutidos outros métodos, que não o uso do cateter de artéria pulmonar (CAP), para a monitorização do débito cardíaco e da pré-carga nos pacientes instáveis hemodinamicamente ou para aqueles submetidos à cirurgia de grande porte.

QUESTÃO: PODEMOS UTILIZAR A ANÁLISE DA PRESSÃO ARTERIAL DURANTE PROVA DE VOLUME?

Recomendação: Sim. É uma técnica precisa para medir a responsividade do débito cardíaco à expansão volêmica. Depende da variação da onda de pulso arterial imposta pelo ventilador mecânico durante suporte ventilatório com pressão positiva.

Grau B2

Racional: Existem duas formas principais de analisar as variações da pressão arterial durante a ventilação mecânica com pressão positiva:

1. Variação da pressão sistólica (ΔPS) entre as fases inspiratória (maior pressão sistólica) e expiratória (menor pressão sistólica). Na fase expiratória, a diminuição da pressão sistólica abaixo da linha de base é chamada de $\Delta down$ e fisiologicamente é o componente responsável por expressar a pré-carga do ventrículo direito – é esperado aumento do débito cardíaco após expansão volêmica quando o $\Delta down$ for maior que 5 mmHg⁴.
2. Outra forma de avaliar a variação da onda de pulso arterial é através da variação da pressão de pulso (ΔPP), lembrando que pressão de pulso é a diferença entre a pressão sistólica e a pressão diastólica do ba-

timento cardíaco imediatamente anterior. Este método consiste em expressar percentualmente a variação da pressão de pulso entre as fases inspiratória e expiratória do ciclo respiratório sob ventilação controlada, independentemente da pressão arterial basal, ou seja, estando o paciente hipotenso ou normotenso. O cálculo é simples e consiste em se dividir a diferença entre a pressão de pulso inspiratória (fisiologicamente maior) e a pressão de pulso expiratória (fisiologicamente menor) pela média das duas pressões de pulso, isto é:

$$\Delta PP\% = \frac{(PP \text{ máxima} - PP \text{ mínima})}{(PP \text{ máxima} + PP \text{ mínima})/2}$$

Quando esta variação da pressão de pulso for maior ou igual a 13%, têm-se um paciente com grande probabilidade de responder à expansão volêmica (sensibilidade de 94% e uma especificidade de 96%), no qual a elevação do índice cardíaco em resposta a 500 mL de colóide será próxima ao valor obtido no cálculo do ΔPP ⁵. Estas análises predizem de forma acurada a responsividade à reanimação volêmica em pacientes sépticos e hipotensos (ou normotensos necessitando de drogas vasopressoras) e após grandes cirurgias^{6,7}.

É uma técnica simples, que usa como recurso apenas um cateter intra-arterial e um monitor para registro das curvas de pressão arterial⁵.

Entretanto, cabe ressaltar que este método foi validado apenas para pacientes sépticos. Exige que o paciente esteja sob ventilação mecânica, sob sedação profunda e por vezes paralisado, de forma que possa ser utilizada uma modalidade ventilatória com volume controlado e sem que haja qualquer esforço inspiratório. Além disso, não pode ser utilizado com disritmias frequentes ou persistentes (p. ex.: fibrilação atrial). Está padronizada para ser utilizada com PEEP de até 10 cmH₂O e volume corrente entre 8 e 10 mL/kg^{5,8}. Pacientes com disfunção de ventrículo direito podem apresentar falsos positivos e os pacientes com insuficiência cardíaca ou hipertensão pulmonar podem ter variações da pressão de pulso também falsamente positivas⁵.

QUESTÃO: PODEMOS UTILIZAR O SISTEMA PCCO (PULSE CONTOUR CONTINUOUS CARDIAC OUTPUT) PARA MEDIDA DO DÉBITO CARDÍACO E RESPOSTA A INFUSÃO DE VOLUME?

Recomendação: Sim. Este método permite a medida do débito cardíaco de forma precisa e contínua (batimento a batimento), quando comparado com a termodiluição

pelo CAP, além da medida da pressão arterial sistêmica, o que favorece a detecção precoce de variações desses parâmetros quando houver mudança do estado hemodinâmico, assim como resposta à infusão de volume ou uso de drogas. A medida do volume diastólico final global e o cálculo do volume sanguíneo intratorácico, a variação da pressão de pulso e a variação do volume sistólico podem ser utilizados para avaliação precisa da pré-carga e da resposta à infusão de volume, com vantagem em relação à PVC e PAOP, por sofrer pouca interferência de variações da pressão intratorácica, abdominal e da função e complacência ventriculares^{2,9}.

Grau B2

Racional: Nesta técnica, o volume sistólico e, onseqüentemente, o débito cardíaco, são calculados baseando-se na análise da área do contorno da onda de pulso aórtica obtida por um cateter posicionado preferencialmente na artéria femoral ou axilar, assumindo-se que a área determinada pela onda de pulso aórtica é proporcional ao volume sistólico¹⁰. A calibração da medida do débito cardíaco deve ser feita com o uso de algum indicador, que pode ser tanto a termodiluição transpulmonar como a curva de diluição do lítio. Após a calibração do sistema, o volume sistólico e o débito cardíaco são calculados de forma contínua e a cada batimento cardíaco.

A análise do contorno do pulso arterial associada à termodiluição transpulmonar permite também a medida do volume diastólico final global e a estimativa do volume sanguíneo intratorácico, além do cálculo da água pulmonar extravascular, parâmetros que podem ser utilizados para avaliação da pré-carga. Quando utilizado durante ventilação mecânica com pressão positiva, a variação do volume sistólico (ΔVS) pode ser utilizada para avaliação da pré-carga e como previsor de resposta para reposição volêmica em pacientes sépticos ou cirúrgicos¹¹⁻¹⁴.

O Sistema PCCO (pulse contour continuous cardiac output)¹⁵: utiliza o contorno da onda de pulso arterial para medida do volume sistólico e do débito cardíaco. A calibração do sistema para a medida do débito cardíaco é feita por termodiluição transpulmonar com indicador frio (solução fisiológica a 0,9% ou solução glicosada a 5%, resfriada) administrado por cateter venoso central, sendo a variação de temperatura registrada pelo termistor localizado na linha arterial (preferencialmente em artéria femoral, porém descrita possibilidade de uso da artéria axilar). Os seguintes parâmetros podem então ser medidos ou calculados: volume sistólico, débito cardíaco, volume diastólico final global, assim como os seus valores indexados, como água pulmonar

extravascular, além da pressão arterial sistólica, diastólica e média¹⁶. Quando utilizado durante ventilação mecânica com pressão positiva em modo controlado, dispõe-se também da variação dinâmica da pressão de pulso (ΔPP) e volume sistólico (ΔVS) para auxílio na decisão para reposição volêmica.

Quanto às limitações do método, destaca-se a necessidade de cateter venoso central e linha arterial central, o que torna o método invasivo. A presença de grandes aneurismas aórticos pode superestimar os volumes medidos. *Shunt* intracardiaco, embolia pulmonar, ressecções pulmonares e disritmias podem prejudicar a acurácia do método. A boa precisão do método após calibração com a termodiluição se perde quando ocorrem importantes alterações na complacência vascular (vasoplegia ou vasoconstrição, por exemplo) fazendo-se necessária nova calibração¹⁶.

QUESTÃO: PODEMOS UTILIZAR O DÉBITO CARDÍACO POR DILUIÇÃO DO LÍTIO PARA MEDIDA DO DÉBITO CARDÍACO E RESPOSTA A INFUSÃO DE VOLUME?

Recomendação: Sim. É um método minimamente invasivo, sendo necessárias apenas punções venosa e arterial periférica. Permite a medida do débito cardíaco de forma precisa e contínua (batimento a batimento), quando comparado com termodiluição pelo CAP^{2,9}, além de proporcionar a medida da pressão arterial sistêmica. O método favorece a detecção precoce de variações destes parâmetros, assim como permite a rápida avaliação da resposta clínica à infusão de volume ou uso de drogas^{2,9}.

Grau B2

Racional: Esse sistema usa a diluição do lítio para a calibração do débito cardíaco. Nessa técnica, cloreto de lítio é injetado por um cateter venoso central ou periférico e a curva de concentração do lítio é medida por um eletrodo lítio-sensível conectado a uma linha arterial periférica. O volume sistólico é calculado utilizando-se dados da onda de pulso arterial, sendo então possível a medida do débito cardíaco continuamente, a cada batimento cardíaco¹⁷⁻¹⁹. Quanto às limitações do método, deve-se destacar que não pode ser utilizado em pacientes recebendo lítio, assim como o uso de certos bloqueadores musculares pode interferir com a análise da curva de concentração do lítio. A presença de *shunt* intracardiaco inviabiliza o uso da técnica. A calibração, que pode ser necessária mais de uma vez ao dia, exige a coleta de pequena amostra de sangue. Quando é

feita a opção pelo uso de acesso venoso periférico, o método não fornece informações diretas da pré-carga. Entretanto, quando utilizado durante ventilação mecânica com pressão positiva, em modo controlado, os dados de ΔPP e ΔVS podem ser utilizados para estimar a pré-carga e guiar a reposição volêmica^{17,18}.

QUESTÃO: PODEMOS UTILIZAR O DOPPLER TRANSESOFÁGICO PARA MEDIDA DO DÉBITO CARDÍACO E RESPOSTA A INFUSÃO DE VOLUME?

Recomendações: Sim. É um método minimamente invasivo e tecnicamente simples que permite a monitorização em tempo real, batimento a batimento, do débito cardíaco, pré-carga e contratilidade cardíaca²⁰⁻²⁴. O aprendizado para a instalação do sistema e interpretação dos sinais obtidos é rápido. Existem poucas contra-indicações ao seu uso e o risco de eventos adversos é pequeno. O emprego deste método para ajustar a expansão volêmica, visando otimização do volume sistólico, mostrou-se benéfico em pacientes cirúrgicos e na sepse²⁵⁻²⁷.

Grau B2

Racional: O ultra-som *Doppler* da aorta permite a determinação do débito cardíaco de forma não invasiva, contínua e em tempo real.

O equipamento inclui transmissores de ultra-som e sensor posicionados na fúrcula esternal ou no esôfago, com janelas acústicas para a aorta ascendente ou descendente, respectivamente. O diâmetro da secção transversal da aorta é estimado por meio de um algoritmo ou medido por um segundo transdutor de ultra-som modo M. O método baseia-se na variação da frequência da onda de ultra-som refletida pelo sangue que se desloca na aorta. A variação da frequência é proporcional à velocidade do sangue. O volume sistólico deriva da velocidade de fluxo, tempo de ejeção e área da secção transversa da aorta. A avaliação da curva gerada pelo *Doppler* transesofágico permite estimar contratilidade (proporcional ao pico de velocidade ou amplitude) e pré-carga (proporcional à largura da base – FTc ou fluxo *versus* tempo corrigido)²⁴.

A maioria dos estudos em animais e humanos demonstra que o método é preciso para a monitorização do débito cardíaco e da pré-carga^{20,22,23,28,29}.

Entretanto, alguns fatores indutores de erros merecem ser mencionados: a posição do transdutor é crítica, visto que o ângulo de incidência do ultra-som acima de 20° traz erro à medida; o diâmetro da aorta é uma variável crítica para o cálculo do débito cardíaco e

sofre variação dinâmica, dependendo da pressão de pulso e da complacência do vaso; o fluxo sanguíneo é turbilhonar em situações como anemia, taquicardia e doença valvar aórtica; a determinação do débito na aorta descendente requer correção, pois corresponde à cerca de 70% do débito total, visto que 30% do débito dirigem-se ao crânio e membros superiores.

Outras limitações do método incluem a possibilidade de deslocamento da posição ideal da sonda, que exige ajustes intermitentes para garantir sinal ótimo e isso pode interromper a leitura. O sensor impõe desconforto semelhante ao de uma sonda gástrica de calibre semelhante e a posição correta para monitorização precisa exige imobilidade do paciente. Estes fatores tornam necessária a sedação. A possibilidade de traumatismo da mucosa esofágica exige cuidado na introdução do sensor, sobretudo quando houver associação com distúrbios da hemostasia. A otimização do sinal requer familiaridade (curva de aprendizagem) do operador com o método³⁰. A introdução do sensor pode ser prejudicada em afecções do esôfago e o método não é indicado em pacientes com coarctação da aorta, dissecação aórtica e na presença de balão intra-aórtico.

QUESTÃO: PODEMOS UTILIZAR AO BIOIMPEDÂNCIA TRANSTORÁCICA PARA MEDIDA DO DÉBITO CARDÍACO E AVALIAÇÃO DA VOLEMIA?

Recomendação: Sim. Consiste em um método não-invasivo para medida do débito cardíaco, com boa concordância com a medida por termodiluição em voluntários normais e fornece monitorização contínua do débito cardíaco.

Grau B2

Racional: É uma técnica pouco precisa para mensuração do débito cardíaco e da volemia em pacientes críticos. Há vários fatores que reduzem a precisão das medidas, como: derrame pleural, derrame pericárdico, disritmias, sudorese intensa, edema, obesidade, ventilação mecânica, além de má precisão para estimar o débito cardíaco em medidas repetidas^{2,31,32}.

QUESTÃO: PODEMOS UTILIZAR O ECOCARDIOGRAMA PARA MEDIDA DO DÉBITO CARDÍACO E RESPOSTA A INFUSÃO DE VOLUME?

Recomendações: Sim. É uma técnica precisa para a mensuração do débito cardíaco e mais ou menos pre-

cisa para mensuração da volemia³³⁻³⁵.

Grau B2

Racional: Pode ser utilizado de forma não invasiva (transtorácico) ou minimamente invasiva (transesofágico), traz informações como fração de encurtamento miocárdico e sua resposta a inotrópicos, função diastólica ventricular, avaliação da pressão sistólica de artéria pulmonar³⁵, o fluxo de ejeção do ventrículo esquerdo pode ser aferido. Pode-se ainda obter informações sobre as valvas, função contrátil segmentar e integridade anatômica das diversas estruturas cardíacas³³. Usando-se o índice de variação da cava superior ($\geq 36\%$) com a ventilação mecânica, pode-se prever a resposta à expansão volêmica para aumento do débito cardíaco ($\geq 10\%$) com sensibilidade de 90% e especificidade de 100%³⁶. Quanto às limitações, ressalta-se que é um método operador dependente; pode haver pacientes com janela anatômica que não permite a correta visualização do coração; há necessidade de um profissional capacitado; não tem boa correlação com o índice de trabalho do ventrículo esquerdo; e perde parte de seu valor, se o fluxo de ejeção do ventrículo esquerdo não for avaliado³⁷.

QUESTÃO: PODEMOS UTILIZAR A REINALAÇÃO PARCIAL DE GÁS CARBÔNICO (RBCO₂) PARA MEDIDA DO DÉBITO CARDÍACO?

Recomendação: Sim. Apresenta concordância satisfatória com a termodiluição, na ausência de lesão pulmonar³⁸⁻⁴⁰. Método não-invasivo e simples. Medidas tomadas automaticamente e em curtos intervalos. Aferições independentes da intervenção do examinador. O monitor disponível no mercado permite a obtenção de outros parâmetros respiratórios (p. ex: pressão e fluxo na via aérea, resistência de via aérea, complacência pulmonar, espaço morto, ventilação alveolar e produção de CO₂), além da medida do DC.

Grau B2

Racional: A reinalação de gás carbônico (RBCO₂) consiste em um método de determinação do débito cardíaco por meio da aplicação do princípio de Fick na eliminação de CO₂:

$$PCBF = \frac{VCO_2}{C_vCO_2 - C_aCO_2}$$

Onde : PCBF = fluxo sanguíneo pulmonar; VCO₂ = eliminação de CO₂; C_vCO₂ = conteúdo venoso misto de CO₂; C_aCO₂ = conteúdo arterial de CO₂.

Aplicada com e sem reinalação tem-se:

$$PCBF = \frac{VCO_{2N}}{(C_vCO_{2N} - C_aCO_{2N})} = \frac{VCO_{2R}}{(C_vCO_{2R} - C_aCO_{2R})}$$

Onde: PCBF = fluxo sanguíneo pulmonar; VCO_{2N} = eliminação de CO₂ sem reinalação; VCO_{2R} = eliminação de CO₂ com reinalação; C_vCO_{2N} = conteúdo venoso misto de CO₂ sem reinalação; C_vCO_{2R} = conteúdo venoso misto de CO₂ com reinalação; C_aCO_{2N} = conteúdo arterial de CO₂ sem reinalação; C_aCO_{2R} = conteúdo arterial de CO₂ com reinalação.

Combinando para formar a Equação diferencial de Fick, temos:

$$PCBF = \frac{VCO_{2N} - VCO_{2R}}{(C_vCO_{2N} - C_vCO_{2R}) - (C_aCO_{2N} - C_aCO_{2R})}$$

$$\frac{\Delta VCO_2}{\Delta C_aCO_2} = \frac{\Delta VCO_2}{S \Delta ETCO_2}$$

Onde: ΔVCO_2 = diferença na eliminação de CO₂ nas fases R e N; ΔC_aCO_2 = diferença entre conteúdo arterial de CO₂ nas fases R e N; S = inclinação da curva de dissociação do CO₂; $\Delta ETCO_2$ = diferença entre CO₂ exalado ao final da exalação nas fases R e N.

Como as concentrações de CO₂ no sangue venoso misto não sofrem mudanças significativas ao longo dos 50 segundos do período de reinalação, essas podem ser canceladas na equação matemática e, portanto, não são necessárias para o cálculo do PCBF. Isso permite que o PCBF seja obtido apenas com parâmetros não-invasivos. O $\Delta ETCO_2$ reflete o $\Delta PaCO_2$.

O único monitor disponível atualmente no mercado inclui um dispositivo constituído de uma válvula adaptada ao circuito de reinalação e um sensor combinado de CO₂ e fluxo^{41,44}. Este conjunto é posicionado entre o tubo traqueal e o "Y" do circuito do ventilador. A alça de reinalação pode ser retraída ou expandida para otimizar o nível de reinalação. A VCO₂ é calculada através da integração matemática do fluxo e sinais de CO₂, medidos praticamente no mesmo ponto na via aérea do paciente, assegurando, desta forma, uma melhor precisão.

As variações de VCO₂ e ETCO₂ refletem somente as trocas gasosas que ocorrem nas áreas perfundidas e ventiladas dos pulmões. Isto fez necessário incluir no sistema um fator de correção para o fluxo de sangue desviado dos pulmões (*shunt* pulmonar). O computa-

dor estima a fração de *shunt* com dados que lhe são fornecidos (FiO_2 e PaO_2), saturação arterial de O_2 (oximetria de pulso) e gráficos de *iso-shunt* de Nunn. O DC é o resultado da soma do PCBF com o *shunt* calculado.

Entretanto, é um método que requer intubação traqueal e ventilação controlada com volume corrente constante, o que impede seu uso durante ventilação assistido-espontânea ou durante o desmame da ventilação mecânica. Ocorre também discordância com a termodiluição para medida do DC em pacientes com lesão pulmonar^{43,45}, efeito que se acentua com o aumento da gravidade da lesão.

PAINEL DE ESPECIALISTAS DO CONSENSO BRASILEIRO DE MONITORIZAÇÃO E SUPORTE HEMODINÂMICO

Coordenador: Ederlon Rezende, Diretor do Serviço de Terapia Intensiva do Hospital do Servidor Público Estadual (São Paulo-SP);

Comitê Consultivo: Álvaro Réa-Neto, Professor do Departamento de Clínica Médica da UFPR, Chefe da UTI adulto do Hospital de Clínicas da UFPR, Diretor do CEPETI – Centro de Estudos e Pesquisa em Terapia Intensiva (Curitiba-PR); Ciro Leite Mendes, Coordenador da UTI adulto do Hospital de Emergência e Trauma Senador Humberto Lucena e Hospital Santa Paula, Médico da Rotina da UTI adulto do Hospital Universitário – UFPB (João Pessoa-PB); Fernando Suparregui Dias, Professor da Faculdade de Medicina da PUC de Porto Alegre, Chefe da UTI geral do Hospital São Lucas da PUC de Porto Alegre (Porto Alegre-RS); Guilherme Schettino, Doutor em Medicina pela Faculdade de Medicina da USP, Médico Assistente da UTI Respiratória do HC da FMUSP, Médico Coordenador da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo-SP); Suzana Margareth Ajeje Lobo, Doutora de Medicina pela Universidade de São Paulo, Professora de clínica médica da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, Coordenadora do Serviço de Terapia Intensiva do Hospital de Base – FAMERP (São José do Rio Preto-SP); Cid Marcos David, Presidente do Fundo de Educação e Pesquisa da Associação de Medicina Intensiva Brasileira, Doutor em Ciências Médicas, Professor Adjunto da UFRJ (Rio de Janeiro-RJ).

Painel de Especialistas: Alberto Barros, Médico Coordenador da UTI do Hospital Português de Recife (Recife-PE); Eliézer Silva, Doutor em Medicina, Médico Supervisor CTI Hospital Israelita Albert Einstein (São

Paulo-SP); Gilberto Friedman, Editor Chefe da Revista Brasileira de Terapia Intensiva; Médico do Hospital de Clínicas de Porto Alegre FAMED-UFRGS (Porto Alegre-RS); José Luiz Gomes do Amaral, Doutor em Medicina, Chefe da Disciplina de Anestesiologia, Dor e Terapia Intensiva da UNIFESP (São Paulo-SP); Marcelo Park, Médico Assistente da Unidade de Terapia Intensiva - Disciplina de Emergências Clínicas – HC-FMUSP (São Paulo-SP); Maristela Monachini, Doutora em Medicina, Médica Assistente da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo-SP); Mirella Cristine de Oliveira, Médica Coordenadora do Hospital do Trabalhador (Curitiba-PR); Murillo Santucci César Assunção, Médico Coordenador Serviço de Terapia Intensiva do Hospital do Servidor Público Estadual (São Paulo-SP); Nelson Akamine, Médico Supervisor CTI Hospital Israelita Albert Einstein (São Paulo-SP); Patrícia Veiga C Mello, Médica Coordenadora da Disciplina de Emergência da Universidade Estadual do Piauí, Coordenadora da UTI do Hospital de Terapia Intensiva (Terezina-PI); Renata Andréa Pietro Pereira, Enfermeira Chefe do Serviço de Terapia Intensiva do Hospital do Servidor Público Estadual (São Paulo-SP); Rubens Costa Filho, Médico Coordenador CTI do PROCARDÍACO (Rio de Janeiro-RJ); Sebastião Araújo, Médico, Professor Doutor Assistente Departamento de Cirurgia da FCM-UNICAMP (Campinas-SP); Sérgio Félix Pinto, Médico Chefe da UTI do Hospital Universitário da UFMS (Campo Grande-MS); Sérgio Ferreira, Médico Chefe da UTI do Hospital Universitário Getúlio Vargas da UFAM (Manaus-AM); Simone Mattoso Mitushima, Enfermeira da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo-SP); Sydney Agareno, Médico Vice-Coordenador da UTI Geral do Hospital Português de Salvador (Salvador-BA); e Yuzeth Nóbrega de Assis Brilhante, Médica Coordenadora da UTI do Hospital da UNIMED João Pessoa (João Pessoa-PB).

REFERÊNCIAS

01. Pinsky MR - A rose by any other name: cardiac output. Crit Care Med, 2001;29:2021-2022.
02. Chaney JC, Derdak S - Minimally invasive hemodynamic monitoring for the intensivist: current and emerging technology. Crit Care Med, 2002;30:2338-2345.
03. Bendjelid K, Romand JA - Fluid responsiveness in mechanically ventilated patients: a review of indices used in intensive care. Intensive Care Med, 2003;29:352-360.
04. Tavernier B, Makhotine O, Lebuffe G et al - Systolic pressure variation as a guide to fluid therapy in patients with sepsis-induced hypotension. Anesthesiology, 1998;89:1313-1321.
05. Michard F, Boussat S, Chemla D et al - Relation between respiratory changes in arterial pulse pressure and fluid responsiveness in septic patients with acute circulatory failure. Am J Respir Crit Care Med, 2000;162:134-138.
06. Michard F, Teboul JL - Using heart-lung interactions to assess fluid res-

- ponsiveness during mechanical ventilation. *Crit Care*, 2000;4:282-289.
07. Kramer A, Zygun D, Hawes H et al - Pulse pressure variation predicts fluid responsiveness following coronary artery bypass surgery. *Chest*, 2004;126:1563-1568.
 08. Magder S - Clinical usefulness of respiratory variations in arterial pressure. *Am J Respir Crit Care Med*, 2004;169:151-155.
 09. Malbrain MLNG, de Potter TJR - Cost-Effectiveness of Minimally Invasive Hemodynamic Monitoring. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag; 2005.
 10. Wesseling KH, de Wit B, Weber JAP - A simple device for the continuous measurement of cardiac output: its model basis and experimental verification. *Adv Cardiovasc Phys*, 1983;16-52.
 11. Marx G, Cope T, McCrossan L et al - Assessing fluid responsiveness by stroke volume variation in mechanically ventilated patients with severe sepsis. *Eur J Anaesthesiol*, 2004;21:132-138.
 12. Berkenstadt H, Margalit N, Hadani M et al - Stroke volume variation as a predictor of fluid responsiveness in patients undergoing brain surgery. *Anesth Analg*, 2001;92:984-989.
 13. Reuter DA, Kirchner A, Felbinger TW et al - Usefulness of left ventricular stroke volume variation to assess fluid responsiveness in patients with reduced cardiac function. *Crit Care Med*, 2003;31:1399-1404.
 14. Rex S, Brose S, Metzelder S et al - Prediction of fluid responsiveness in patients during cardiac surgery. *Br J Anaesth*, 2004;93:782-788.
 15. Haller M, Zollner C, Briegel J et al - Evaluation of a new continuous thermodilution cardiac output monitor in critically ill patients: a prospective criterion standard study. *Crit Care Med*, 1995;23:860-866.
 16. Goraieb SM - O Método Volumétrico para a Avaliação Hemodinâmica. 1ª Ed, São Paulo: Editora Atheneu; 2004.
 17. Linton R, Band D, O'Brien T et al - Lithium dilution cardiac output measurement: a comparison with thermodilution. *Crit Care Med*, 1997;25:1796-1800.
 18. Garcia-Rodriguez C, Pittman J, Cassell CH et al - Lithium dilution cardiac output measurement: a clinical assessment of central venous and peripheral venous indicator injection. *Crit Care Med*, 2002;30:2199-2204.
 19. Jonas MM, Tanser SJ - Lithium dilution measurement of cardiac output and arterial pulse waveform analysis: an indicator dilution calibrated beat-by-beat system for continuous estimation of cardiac output. *Curr Opin Crit Care*, 2002;8:257-261.
 20. Singer M, Clarke J, Bennett ED - Continuous hemodynamic monitoring by esophageal Doppler. *Crit Care Med*, 1989;17:447-452.
 21. Cariou A, Monchi M, Joly LM et al - Noninvasive cardiac output monitoring by aortic blood flow determination: evaluation of the Sometec Dynemo-3000 system. *Crit Care Med*, 1998;26:2066-2072.
 22. Valtier B, Cholley BP, Belot JP et al - Noninvasive monitoring of cardiac output in critically ill patients using transesophageal Doppler. *Am J Respir Crit Care Med*, 1998;158:77-83.
 23. Bernardin G, Tiger F, Fouche R et al - Continuous noninvasive measurement of aortic blood flow in critically ill patients with a new esophageal echo-Doppler system. *J Crit Care* 1998;13:177-183.
 24. Isola AM - Medida do Débito Cardíaco por Doppler Esofágico. O Método Volumétrico para a Avaliação Hemodinâmica. 1ª Ed, São Paulo: Editora Atheneu; 2004.
 25. Mythen MG, Webb AR - Perioperative plasma volume expansion reduces the incidence of gut mucosal hypoperfusion during cardiac surgery. *Arch Surg*, 1995;130:423-429.
 26. Sinclair S, James S, Singer M - Intraoperative intravascular volume optimisation and length of hospital stay after repair of proximal femoral fracture: randomised controlled trial. *BMJ* 1997;315(7113):909-912.
 27. Gan TJ, Soppitt A, Maroof M et al - Goal-directed intraoperative fluid administration reduces length of hospital stay after major surgery. *Anesthesiology*, 2002;97:820-826.
 28. Baillard C, Cohen Y, Fosse JP et al - Haemodynamic measurements (continuous cardiac output and systemic vascular resistance) in critically ill patients: transoesophageal Doppler versus continuous thermodilution. *Anaesth Intensive Care*, 1999;27:33-37.
 29. Dark PM, Singer M - The validity of trans-esophageal Doppler ultrasonography as a measure of cardiac output in critically ill adults. *Intensive Care Med*, 2004;30:2060-2066.
 30. Lefrant JY, Bruelle P, Aya AG et al - Training is required to improve the reliability of esophageal Doppler to measure cardiac output in critically ill patients. *Intensive Care Med*, 1998;24:347-352.
 31. Raaijmakers E, Faes TJ, Scholten RJ et al - A meta-analysis of three decades of validating thoracic impedance cardiography. *Crit Care Med*, 1999;27:1203-1213.
 32. Summers RL, Shoemaker WC, Peacock WF et al - Bench to bedside: electrophysiologic and clinical principles of noninvasive hemodynamic monitoring using impedance cardiography. *Acad Emerg Med*, 2003;10:669-680.
 33. Brown JM - Use of echocardiography for hemodynamic monitoring. *Crit Care Med*, 2002;30:1361-1364.
 34. Vieillard-Baron A, Prin S, Chergui K et al - Hemodynamic instability in sepsis: bedside assessment by Doppler echocardiography. *Am J Respir Crit Care Med*, 2003;168:1270-1276.
 35. Vieillard-Baron A, Prin S, Chergui K et al - Echo-Doppler demonstration of acute cor pulmonale at the bedside in the medical intensive care unit. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002;166:1310-1319.
 36. Vieillard-Baron A, Chergui K, Rabiller A et al - Superior vena caval collapsibility as a gauge of volume status in ventilated septic patients. *Intensive Care Med*, 2004;30:1734-1739.
 37. Bouchard MJ, Denault A, Couture P et al - Poor correlation between hemodynamic and echocardiographic indexes of left ventricular performance in the operating room and intensive care unit. *Crit Care Med*, 2004;32:644-648.
 38. van Heerden PV, Baker S, Lim SI et al - Clinical evaluation of the non-invasive cardiac output (NICO) monitor in the intensive care unit. *Anaesth Intensive Care*, 2000;28:427-430.
 39. Binder JC, Parkin WG - Non-invasive cardiac output determination: comparison of a new partial-rebreathing technique with thermodilution. *Anaesth Intensive Care*, 2001;29:19-23.
 40. Odenstedt H, Stenqvist O, Lundin S - Clinical evaluation of a partial CO2 rebreathing technique for cardiac output monitoring in critically ill patients. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2002;46:152-159.
 41. Capek JM, Roy RJ - Noninvasive measurement of cardiac output using partial CO2 rebreathing. *IEEE Trans Biomed Eng*, 1988;35:653-661.
 42. Orr JA, Kofoed S, Westenskow D et al - A non-invasive cardiac output system using the partial rebreathing Fick method. *J Clin Monit*, 1996;12:464-465.
 43. Gama de Abreu M, Winkler T, Pahlitzsch T et al - Performance of the partial CO2 rebreathing technique under different hemodynamic and ventilation/perfusion matching conditions. *Crit Care Med*, 2003;31:543-551.
 44. Jaffe MB - Partial CO2 rebreathing cardiac output--operating principles of the NICO system. *J Clin Monit Comput*, 1999;15:387-401.
 45. Nilsson LB, Eldrup N, Berthelsen PG - Lack of agreement between thermodilution and carbon dioxide-rebreathing cardiac output. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2001;45:680-685

Guilherme Schettino, Doutor em Medicina pela Faculdade de Medicina da USP, Médico Assistente da UTI Respiratória do HC da FMUSP, Médico Coordenador da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo-SP); Ederlon Rezende, Diretor do Serviço de Terapia Intensiva do Hospital do Servidor Público Estadual (São Paulo-SP);
Ciro Leite Mendes, Coordenador da UTI adulto do Hospital de Emergência e Trauma Senador Humberto Lucena e Hospital Santa Paula, Médico da Rotina da UTI adulto do Hospital Universitário – UFPA (João Pessoa-PB);
Álvaro Réa-Neto, Professor do Departamento de Clínica Médica da UFPR, Chefe da UTI adulto do Hospital de Clínicas da UFPR, Diretor do CEPETI – Centro de Estudos e Pesquisa em Terapia Intensiva (Curitiba-PR);
Cid Marcos David, Presidente do Fundo de Educação e Pesquisa da Associação de Medicina Intensiva Bra-

sileira, Doutor em Ciências Médicas, Professor Adjunto da UFRJ (Rio de Janeiro-RJ). Fernando Suparregui Dias, Professor da Faculdade de Medicina da PUC de Porto Alegre, Chefe da UTI geral do Hospital São Lucas da PUC de Porto Alegre (Porto Alegre-RS); Suzana Margareth Ajeje Lobo, Doutora de Medicina pela Universidade de São Paulo, Professora de clínica médica da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, Coordenadora do Serviço de Terapia Intensiva do Hospital de Base – FAMERP (São José do Rio Preto-SP); Alberto Barros, Médico Coordenador da UTI do Hospital Português de Recife (Recife-PE); Eliézer Silva, Doutor em Medicina, Médico Supervisor CTI Hospital Israelita Albert Einstein (São Paulo-SP); Gilberto Friedman, Editor Chefe da Revista Brasileira de Terapia intensiva; Médico do Hospital de Clínicas de Porto Alegre FAMED-UFRGS (Porto Alegre-RS); José Luiz Gomes do Amaral, Doutor em Medicina, Chefe da Disciplina de Anestesiologia, Dor e Terapia Intensiva da UNIFESP (São Paulo-SP); Marcelo Park, Médico Assistente da Unidade de Terapia Intensiva - Disciplina de Emergências Clínicas – HC-FMUSP (São Paulo-SP); Maristela Monachini, Doutora em Medicina, Médica Assistente da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo-SP); Mirella Cristine de Oliveira, Médica Coordenadora do Hospital do Trabalhador (Curitiba-PR);

Murillo Santucci César Assunção, Médico Assistente da Disciplina de Anestesiologia, Dor e Terapia Intensiva da UNIFESP (São Paulo-SP); Nelson Akamine, Médico Supervisor CTI Hospital Israelita Albert Einstein (São Paulo-SP); Patrícia Veiga C Mello, Médica Coordenadora da Disciplina de Emergência da Universidade Estadual do Piauí, Coordenadora da UTI do Hospital de Terapia Intensiva (Terezina-PI); Renata Andréa Pietro Pereira, Enfermeira Chefe do Serviço de Terapia Intensiva do Hospital do Servidor Público Estadual (São Paulo-SP); Rubens Costa Filho, Médico Coordenador CTI do PRO-CARDÍACO (Rio de Janeiro-RJ); Sebastião Araújo, Médico, Professor Doutor Assistente Departamento de Cirurgia da FCM-UNICAMP (Campinas-SP); Sérgio Félix Pinto, Médico Chefe da UTI do Hospital Universitário da UFMS (Campo Grande-MS); Sérgio Ferreira, Médico Chefe da UTI do Hospital Universitário Getúlio Vargas da UFAM (Manaus-AM); Simone Mattoso Mitushima, Enfermeira da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo-SP); Sydney Agareno, Médico Vice-Coordenador da UTI Geral do Hospital Português de Salvador (Salvador-BA); Yuzeth Nóbrega de Assis Brilhante, Médica Coordenadora da UTI do Hospital da UNIMED João Pessoa (João Pessoa-PB).

Consenso Brasileiro de Monitorização e Suporte Hemodinâmico - Parte IV: Monitorização da Perfusão Tecidual

Brazilian Consensus of Monitoring and Hemodynamic Support - Part IV: Tissue Perfusion Evaluation

Álvaro Réa-Neto, Ederlon Rezende, Ciro Leite Mendes, Cid Marcos David,
Fernando Suparregui Dias, Guilherme Schettino, Suzana Margareth Ajeje Lobo pelo
Painel de Especialistas do Consenso Brasileiro de Monitorização e Suporte Hemodinâmico.

RESUMO

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS: A manutenção da perfusão e da oferta de oxigênio às células, para satisfazer o seu metabolismo, é a principal função do sistema cardiorrespiratório. Fisiologicamente, tanto a perfusão quanto à oferta de oxigênio aos tecidos é controlada pela taxa metabólica celular. Os pacientes criticamente doentes estão com alto risco de hipoperfusão tecidual e esta está diretamente relacionada com lesão orgânica e disfunção de múltiplos órgãos. Portanto, a monitorização da perfusão sistêmica é parte integrante e indissociável da avaliação hemodinâmica de qualquer paciente criticamente doente e está indicada em todos estes pacientes. O objetivo foi determinar a utilidade clínica das diferentes formas de monitorização da perfusão à beira do leito.

MÉTODO: O processo de desenvolvimento de recomendações utilizou o método Delphi modificado para criar e quantificar o Consenso entre os participantes. A AMIB determinou um coordenador para o Consenso, o qual escolheu seis especialistas para comporem o Comitê Consultivo. Outros 18 peritos de diferentes regiões do país foram selecionados para completar o painel de 25 especialistas, médicos e enfermeiros. Um levantamento bibliográfico na MedLine de artigos na língua inglesa foi realizado no período de 1966 a 2004.

RESULTADOS: Foram apresentadas recomendações acerca da utilidade da monitorização clínica da perfusão tecidual, gradiente de temperatura e medida da oxigenação transcutânea, lactato sérico, excesso de base, $SvO_2/SvcO_2$, tonometria gasosa gastrointestinal e capnometria gasosa sublingual, gradiente veno-arterial de CO_2 e *Orthogonal Polarization Spectral* (OPS).

CONCLUSÕES: A compensação hemodinâmica de um paciente criticamente doente não se completa sem que a perfusão tecidual sistêmica seja corrigida. Vá-

rios métodos de monitorização estão disponíveis e são úteis na prática clínica, entretanto, nenhum deles tem características de acurácia e efetividades suficientes para serem utilizados independentemente do contexto clínico.

Unitermos: Consenso, Monitorização Hemodinâmica, Perfusão Tecidual, Recomendação.

SUMMARY

BACKGROUND AND OBJECTIVES: The main cardiovascular function is to maintain the adequate perfusion and oxygen delivery to the cells. Physiologically, this is controlled by the cellular metabolic rate. The critically ill patients are in high danger of tissue hypoperfusion and this is directly related to cellular injury and organ dysfunction. Therefore, the tissue perfusion monitoring makes part and is indissociated of hemodynamic evaluation of the critically ill patient and is indicated to all this patients. The objective was to define recommendations about clinical utility of different tools to bedside perfusion monitoring.

METHODS: Modified Delphi methodology was used to create and quantify the consensus between the participants. AMIB indicated a coordinator who invited more six experts in the area of monitoring and hemodynamic support to constitute the Consensus Advisory Board. Twenty five physician and two nurses selected from different regions of the country completed the expert panel, which reviewed the pertinent bibliography listed at the MedLine in the period from 1996 to 2004.

RESULTS: Recommendations were done about the utility of clinical monitoring of tissue perfusion, temperature gradient and transcutaneous oxygen monitoring, serum lactate, base excess, SvO_2 and $ScvO_2$, gastric and sublingual capnometry, CO_2 venous-arterial gradient and *Orthogonal Polarization Spectral* (OPS).

CONCLUSIONS: The homodynamic compensation of a critically ill patient isn't complete unless the tissue perfusion is corrected. Many different methods of monitoring is available and are useful in clinical practice, however, none has accuracy and effectiveness characteristics to be used independently of clinical context.

Key Words: Consensus, Hemodynamic Monitoring, Recommendation, Tissue Perfusion.

INTRODUÇÃO

A manutenção da perfusão e da oferta de oxigênio às células, para satisfazer o seu metabolismo, é a principal função do sistema cardiorrespiratório. Fisiologicamente, tanto a perfusão quanto à oferta de oxigênio aos tecidos é controlada pela taxa metabólica celular. Os pacientes criticamente doentes estão em alto risco de hipoperfusão tecidual, a qual está diretamente relacionada com lesão orgânica e disfunção de múltiplos órgãos. Portanto, a monitorização da perfusão sistêmica é parte integrante e indissociável da avaliação hemodinâmica de todo paciente crítico e está indicada em todos. A complexidade da monitorização é que deve ser individualizada. Entretanto, todos os pacientes críticos, compensados ou não, devem ter a monitorização da perfusão sistêmica estimada ou aferida, concomitantemente à monitorização de outros parâmetros hemodinâmicos.

Muito freqüentemente, as manifestações relacionadas a distúrbios da perfusão tecidual ocorrem antes de outras manifestações hemodinâmicas (hipotensão arterial, diminuição da PVC, etc.) e normalizam-se posteriormente. Por isso, elas são sinais precoces de alterações hemodinâmicas e a compensação clínica de um paciente crítico só se completa com a normalização da perfusão tecidual.

Nenhuma forma de avaliar a perfusão tecidual é 100% sensível ou específica, então qualquer avaliação deve ser inserida no contexto clínico do paciente.

QUESTÃO: A MONITORIZAÇÃO CLÍNICA DA PERFUSÃO TECIDUAL TEM UTILIDADE NA PRÁTICA DE BEIRA DO LEITO?

Recomendação: Sim. A monitorização clínica da perfusão tecidual envolve um conjunto de sinais e sintomas inespecíficos e de sensibilidade limitada, mas de fácil e rápida interpretação que envolve custos e riscos mínimos. É útil na avaliação inicial de pacientes críticos e deve ser realizada rotineiramente. No entanto, deve-se

conhecer as limitações dessas informações e a necessidade de integrá-las ao contexto clínico do paciente, para que possam ser apropriadamente utilizadas no processo de decisão de monitorização mais avançada e terapêutica. É operador dependente e alguns dos sinais clínicos podem aparecer tardiamente quando importante hipoperfusão já ocorreu, como é o caso da hipotensão arterial.

Ela é especialmente útil para descrever uma condição clínica basal com o intuito de avaliar os resultados dos outros índices de perfusão/oxigenação descritos a seguir. Como nenhum método de avaliação da perfusão é definitivo, qualquer resultado deve sempre ser incluído na perspectiva descrita pela monitorização clínica da perfusão tecidual.

Grau D

Racional: O primeiro passo para o sucesso no tratamento de estados de choque é o reconhecimento precoce da presença de hipoperfusão. Não existe um sinal, sintoma ou exame laboratorial que diagnostique choque isoladamente¹. A hipotensão arterial é um indicador tardio de hipoperfusão e lesão significativa pode ocorrer antes de seu aparecimento. Quase 30% do volume circulante podem ser perdidos antes do aparecimento de hipotensão arterial significativa². Portanto, o choque precisa ser reconhecido antes que a hipotensão se instale. Um dos sinais mais precoce a ser observado é o estreitamento da pressão de pulso secundária a uma pequena diminuição da pressão sistólica e a elevação da pressão diastólica que ocorre devido ao aumento de catecolaminas circulantes. É, portanto, imperativo estar alerta para um grupo de sinais e sintomas inespecíficos sugestivos de perfusão inadequada que, no contexto clínico apropriado, possibilita um diagnóstico precoce de choque, mesmo na ausência de hipotensão arterial significativa. A taquicardia ocorre após perda de aproximadamente 15% do volume circulante, mas é importante lembrar que essa resposta pode estar abolida em pacientes em uso de beta- bloqueadores ou portadores de marca-passo. A presença de livedo e extremidades frias associadas ao aumento do tempo de enchimento capilar sinaliza vasoconstrição reflexa em resposta a hipovolemia, mas pode também ocorrer em situações de doença vascular periférica. Alterações dos níveis de consciência aparecem precocemente quando existe hipoperfusão, mas podem representar também efeitos colaterais de fármacos ou um evento envolvendo o sistema nervoso central. Oligúria e elevação de escórias nitrogenadas são importantes, não somente no diagnóstico, como no manuseio dos estados de choque,

mas podem estar também presentes devido ao uso de fármacos nefrotóxicos e outras causas de insuficiência renal, não necessariamente ligadas à presença de hipoperfusão. Sede e urina concentrada antecedem a elevação de escórias nitrogenadas e sinalizam precocemente estados de hipovolemia. A presença de taquipnéia, em especial, na ausência de achados anormais à ausculta pulmonar ou anormalidade radiológica pode ser sugestiva da presença de acidose metabólica necessitando de compensação respiratória, sendo também mais um sinal inespecífico que pode auxiliar no diagnóstico precoce dos estados de hipoperfusão³⁻⁸.

QUESTÃO: A MONITORIZAÇÃO DO GRADIENTE DE TEMPERATURA E A MEDIDA DA OXIGENAÇÃO TRANSCUTÂNEA TEM UTILIDADE NA PRÁTICA CLÍNICA?

Recomendação: Sim, com limitações. Esses métodos baseiam-se no fato de que a vasoconstrição cutânea é um sinal precoce de hipoperfusão. A medida do gradiente de temperatura consiste na aferição da temperatura em 2 pontos distintos: um periférico (p. ex.: dedos dos pés) e um central (p. ex.: esofágico). Visto que a vasoconstrição da pele reduz o metabolismo periférico, a diferença entre as temperaturas central e da pele pode aumentar. A medida da oxigenação transcutânea (PtcO₂) é realizada com eletrodo de fixação minimamente invasivo na pele. As tensões de oxigênio subcutâneo e transcutâneo refletem índices confiáveis da PaO₂ apenas em variadas situações de normovolemia.

Grau B2

Racional: A diferença entre a temperatura central e periférica tem sido usada para diagnosticar e tratar pacientes com anormalidades de fluxo sanguíneo global. Um gradiente de temperatura central para periférica de 3 °C a 7 °C ocorre tão logo a hemodinâmica do paciente tenha sido otimizada. Valores maiores que 7 °C podem ser indicativos de hipoperfusão⁹. Medidas do gradiente de temperatura podem ser úteis para avaliar de forma não-invasiva o fluxo sanguíneo periférico e para sinalizar a gravidade do estado de choque, auxiliando no diagnóstico de hipoperfusão, mesmo na presença de valores normais de índice cardíaco⁷⁻¹⁰. No choque cardiogênico, correlaciona-se melhor com o índice cardíaco e variáveis de transporte de oxigênio do que a PtcO₂⁸. É importante, no entanto, reconhecer que esse gradiente tem valor limitado em pacientes com doença arterial periférica, estado de hipotermia e choque com vasodilatação. Pode também sinalizar vasoconstrição periférica

excessiva por fármacos de ação vasoconstritoras^{11,12}. A PtcO₂ reflete a PO₂ nos tecidos periféricos e varia com as alterações cardiopulmonares que afetam a oxigenação tissular. Em estados de hipoperfusão, a PtcO₂ se torna dependente de fluxo, oferecendo assim informação quantitativa desse fluxo sanguíneo. A aferição da PtcO₂ é contínua e pode dar informação útil sobre a oxigenação tecidual sendo, no entanto, inferior à medida da temperatura nos pés. Ambos os métodos são de fácil realização na beira do leito, minimamente invasivos e de baixo custo. Podem sinalizar precocemente hipoperfusão em situações de falência circulatória aguda, no entanto, são inadequados para avaliação de fluxo no choque com vasodilatação^{13-15,16}.

QUESTÃO: A MEDIDA DO LACTATO SÉRICO DEVE SER UTILIZADA NA PRÁTICA CLÍNICA?

Recomendação: Sim. Vários estudos demonstram que a medida seriada mostrou-se superior na avaliação da evolução, em comparação com uma medida isolada. Uma diminuição do lactato sérico de 5% ou uma depuração de 10% em 4 a 6 horas sugere que a evolução clínica é favorável¹⁷.

O lactato sérico deve ser obtido no vaso arterial ou venoso misto porque avalia melhor a mistura das regiões em sofrimento hipóxico. O lactato venoso periférico avalia apenas a região correspondente e não está indicado como monitorização da perfusão global.

Grau B2

Racional: A acidose metabólica freqüentemente surge num paciente com hipóxia tecidual e, em geral, a causa é a acidose láctica. Em condições de hipóxia tecidual, o piruvato como produto final da glicólise anaeróbica não é utilizado no ciclo de Krebs e transforma-se em lactato citosólico, que acaba por circular no plasma.

A hiperlactatemia possui um excelente valor prognóstico em diversas formas de falência circulatória. Consistentemente, diversos estudos em pacientes gravemente sépticos ou em choque séptico mostram que a elevação do lactato sérico está associada a elevadas taxas de disfunção orgânica e mortalidade, com valor prognóstico equivalente ou superior a outras variáveis de oxigenação tecidual ou de disfunção orgânica^{16,18}. Em pacientes cirúrgicos estáveis¹⁹ ou instáveis hemodinamicamente, o lactato sérico avalia adequadamente o prognóstico destes pacientes, tanto quanto a incidência de complicações ou mortalidade. Em traumatizados graves, a elevação do lactato sérico avalia o grau da instabilidade hemodinâmica aguda (hipovole-

mia) e correlaciona-se com a incidência de complicações pós-reanimação e pós-operatória²⁰.

Um estudo não controlado em pacientes traumatizados graves avaliou o uso do lactato sérico elevado para definir as intervenções terapêuticas, sugerindo que o prognóstico poderia ser melhorado. Um outro estudo aleatório com terapêutica dirigida pela normalização da SvO₂ e do lactato sérico, em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, mostrou diminuição da morbidade²¹.

A interpretação destes resultados possui algumas limitações. Particularmente nos pacientes sépticos, os altos níveis de lactato podem não ser secundários ao metabolismo anaeróbio e, portanto, não indicariam a presença de hipóxia tecidual. O aumento do lactato nesses pacientes pode ser secundário a uma disfunção do piruvato desidrogenase ou aumento da glicólise aeróbica (relação piruvato/lactato normal). A presença de hepatopatia pode diminuir a sua depuração e manter elevados os níveis de lactato. É recomendável, nestes pacientes, sempre avaliar, de forma seriada, as concentrações séricas do lactato. Finalmente, as concentrações de lactato não fornecem informação confiável sobre a distribuição regional do fluxo sanguíneo e, portanto, sobre a presença de hipóxia regional.

QUESTÃO: A MEDIDA DO EXCESSO DE BASE DEVE SER UTILIZADA NA PRÁTICA CLÍNICA?

Recomendação: Sim. O excesso de base (EB) pode ser usado como um indicador de hipóxia tecidual em situações agudas de baixo fluxo. Em pacientes traumatizados ou cirúrgicos, durante o período de reanimação, o EB pode discriminar aqueles que ainda não completaram a reanimação. Entretanto, o EB não é um indicador confiável, principalmente, após as primeiras horas de reanimação.

Grau B2

Racional: O excesso de base é a quantidade de base em milimoles necessária para titular um litro de sangue arterial total para um pH de 7,40, com a amostra completamente saturada com oxigênio a 37 °C e a PaCO₂ de 40 mmHg.

O excesso de base é utilizado como um indicador de hipóxia tecidual (acidose metabólica) e pode fornecer informação semelhante ao lactato em determinadas situações^{22,23}. O EB aparece como um indicador prognóstico, particularmente em situações de baixo fluxo (hipovolemia/hemorragia, falência cardíaca). Contudo, o lactato sérico e o déficit de base não estão fixamente ligados. As anormalidades no ambiente ácido-basi-

co a partir da administração de base, alterações nos tampões corporais, disfunção renal e anormalidades eletrolíticas têm sido postuladas como causas deste desacoplamento observado em um cenário de reanimação completa (ambiente de UTI)²⁴.

QUESTÃO: A MONITORIZAÇÃO DA SvO₂ E DA SvcO₂ TÊM UTILIDADE NA PRÁTICA CLÍNICA?

Recomendação: Sim. A monitorização da reanimação hemodinâmica na fase aguda da sepse grave e do choque séptico foi utilizada no trabalho de Rivers e col.²⁵ incluída na terapêutica precoce dirigida por objetivos e resultou numa diminuição significativa da mortalidade. Neste trabalho, uma SvcO₂ maior que 70% foi usada como meta terapêutica na reanimação da fase aguda. A sua utilidade em outras formas de choque tem a mesma base de dados para sua recomendação, mas ainda sem um ensaio clínico aleatório para fundamentá-la. Acredita-se que, até prova em contrário, a mesma meta (SvcO₂ > 70% ou SvO₂ > 65%) deva ser usada para guiar a reanimação mesmo de outras formas de choque.

A saturação venosa de oxigênio não deve ser usada como meta terapêutica em pacientes críticos fora da fase aguda ou de reanimação hemodinâmica.

Grau B1 na fase aguda da sepse grave ou choque séptico

Grau B2 em outras formas de choque

Racional: A hipóxia tecidual é mais bem definida como a presença de um desequilíbrio entre a demanda por oxigênio e a sua oferta real. A saturação venosa de oxigênio representa equilíbrio entre a demanda (VO₂) e a oferta de oxigênio (DO₂) no leito drenado²⁶. A saturação venosa mista de oxigênio (SvO₂) representa esse equilíbrio em toda a circulação sistêmica. Tem sido demonstrado que a saturação venosa central do oxigênio (SvcO₂), obtida através de um acesso venoso central, é um bom substituto para a SvO₂, revelando boa correlação linear com ela e variando igualmente nos distúrbios de DO₂^{27,28}.

À medida que a DO₂ diminui, os tecidos mantêm o consumo de oxigênio para alcançar a sua demanda através de maior taxa de extração do oxigênio (O₂ER). Tanto um aumento na O₂ER calculada quanto uma diminuição na saturação venosa de oxigênio é o reflexo disso. Assim, uma diminuição da saturação venosa de oxigênio é um sinal precoce de desequilíbrio da oxigenação tecidual²⁶.

Embora não exista nenhum valor seguro para a saturação venosa de oxigênio, tem sido proposto que valores

acima de 65% para a SvO_2 e 70% para a $SvcO_2$ geralmente representam um adequado equilíbrio da DO_2 e VO_2 sistêmicas.

QUESTÃO: A TONOMETRIA GASOSA GASTRINTES-TINAL E CAPNOMETRIA GASOSA SUBLINGUAL TÊM UTILIDADE NA PRÁTICA CLÍNICA?

Recomendação: Sim, como indicador prognóstico; Não, como orientador de manobras terapêuticas. Estudos clínicos mostram que a tonometria gastrointestinal tem bom valor preditivo de mortalidade quando os resultados mostram acidose gástrica intramucosa persistente, mas não serve como método orientador de manobras terapêuticas^{29,30}. A capnometria sublingual é uma técnica recente e aparentemente promissora, mas ainda necessita de maiores estudos clínicos que dêem suporte à sua utilização rotineira.

Grau B1 para capnometria gástrica

Grau B2 para capnometria sublingual

Racional: O princípio da tonometria gástrica e da capnometria gasosa sublingual baseia-se no conhecimento de que quando há hipoperfusão local, a isquemia causa um aumento na produção de íons H^+ , aumento da formação de lactato e acúmulo de CO_2 . O CO_2 difunde-se livremente do tecido gástrico ou sublingual para o tonômetro, permitindo sua medida direta ($PgCO_2$ ou $PsICO_2$) e o cálculo do pH intramucoso (pHi) e do hiato (*gap*) de CO_2 ($PgCO_2 - PaCO_2$). Dessa forma, o $PgCO_2$ e o hiato de CO_2 aumentam e o pHi diminui nas situações de hipóxia local, sendo essas alterações mais intensas em situações de hipofluxo. O hiato de CO_2 é mais representativo da hipoperfusão local³¹. A sua obtenção anula a participação do bicarbonato e compensa as variações ventilatórias que se encontram refletidas na $PaCO_2$. No entanto, há necessidade de coleta concomitante de uma amostra de sangue arterial³².

Vantagens da tonometria gástrica: Trata-se de uma técnica minimamente invasiva, que permite a detecção precoce de alterações perfusionais locais. É útil também como indicador precoce de risco durante a monitorização no peri e pós-operatório de diversas condições cirúrgicas e em outras condições clínicas, como no uso de fármacos vasoativos no choque³³. Mostra boa correlação com a gravidade do choque.

Desvantagens da tonometria gástrica: é uma técnica relativamente dispendiosa e dependente do operador. Sofre influência da alimentação gástrica, é dependente do uso de bloqueadores H_2 e não reflete a perfusão esplâncnica global, mas apenas aquela relacionada ao

estômago.

Vantagens da capnometria sublingual: técnica não-invasiva, simples, de fácil operação e com boa correlação com a tonometria gastrointestinal, com os níveis séricos de lactato e SvO_2 ³⁴⁻³⁷.

Desvantagens da capnometria sublingual: técnica recente, de alto custo, pouca experiência clínica com o método, risco de infecção (contaminação da solução do capnoprobe) e não avalia a oxigenação. A $PsICO_2$ só pode ser corretamente interpretada como indicador de hipoperfusão à luz da $PaCO_2$.

QUESTÃO: O GRADIENTE VENO-ARTERIAL DE CO_2 TEM UTILIDADE NA PRÁTICA CLÍNICA?

Recomendação: Sim. Permite uma distinção entre estados de choque de baixo e normo ou alto fluxo, avaliação de gravidade e pode ser usado como orientador de manobras terapêuticas durante a RCR. A variável é de fácil obtenção, caso utilize-se uma amostra venosa central ou o $P_{ET}CO_2$. É um indicador qualitativo e semi-quantitativo da gravidade do hipofluxo, servindo para orientar manobras terapêuticas na RCR.

Grau B2

Racional: O princípio da utilização do gradiente sistêmico veno-arterial de CO_2 baseia-se no conhecimento de que, em situações de baixo fluxo sanguíneo, há um aumento da relação VA/Q , fazendo com que o CO_2 seja "lavado" do capilar pulmonar, com diminuição relativamente acentuada da $PaCO_2$ em relação à $PvCO_2$. Essa diferença é expressiva apenas nas situações de hipóxia estagnante (baixo fluxo), em contraste com os estados de hipóxia hipóxica ou "citotóxica"³⁸⁻⁴⁰.

Vantagens: facilidade de obtenção (gasometria arterial e venosa central/mista); bom indicador de baixo fluxo sistêmico; permite avaliação da eficácia de manobras que aumentem o débito cardíaco, como na RCR.

Desvantagens: método invasivo e que pode ser influenciado por alterações respiratórias e fármacos vasoativos, altera-se de modo significativo apenas em estados de choque com baixo fluxo acentuado, sendo um indicador relativamente tardio.

QUESTÃO: A IMAGEM ORTHOGONAL POLARIZATION SPECTRAL IMAGING (OPS) TEM UTILIDADE NA PRÁTICA CLÍNICA?

Recomendação: No momento, não existem evidências que possam recomendar a aplicação desta técnica. Há necessidade de se definir parâmetros para a utilização,

avaliar a representatividade da terapêutica na microcirculação regional e sua implicação com a microcirculação sistêmica, assim como com o prognóstico e melhora de desfecho final.

Grau D

Racional: A OPS é uma técnica não-invasiva, simples, que permite visualizar a microcirculação regional de órgãos, à beira do leito, com avaliação semiquantitativa, que consiste em iluminar a área de estudo com uma fonte de luz polarizada que é refletida pelos tecidos e absorvida pela hemoglobina, o que permite conhecer a proporção e o fluxo de pequenos vasos (< 20 µm); filtros específicos eliminam a luz refletida pela superfície dos tecidos e produzem uma imagem de alto contraste através da luz refletida da microcirculação. Desta forma, as hemácias aparecem escuras e os glóbulos brancos e plaquetas são visíveis, algumas vezes, como corpos refringentes. A parede dos vasos não é visualizada. OPS é particularmente útil para estudar tecidos que possuem uma fina camada epitelial como as superfícies mucosas^{41,42}.

Há necessidade de validação clínica; existem erros de técnica, tais como pressão excessiva do cateter, presença de saliva e secreções, movimentos voluntários do paciente e do examinador. Considerar o custo do equipamento. Não avalia a oxigenação. Há necessidade de sedação para diminuir os movimentos do paciente. Existe variabilidade de interpretação dos dados entre os observadores. Ainda com pouca perspectiva de utilidade prática para uso clínico diário, no entanto, alterações microvasculares do fluxo sanguíneo são freqüentemente observadas em pacientes com falência cardíaca e sepse graves, alterações essas mais pronunciadas e persistentes nos pacientes que não sobrevivem e estão relacionadas ao desenvolvimento de falência de múltiplos órgãos. OPS pode vir a ser útil para identificar pacientes com choque séptico com alterações persistentes da microcirculação, nos quais “recrutamento microvascular” possa ser um objetivo terapêutico.

Um trabalho demonstrou que em sepse e choque séptico a diminuição da microcirculação avaliada pelo OPS se correlaciona com gravidade, APACHE II, SOFA e desfecho final⁴³.

PAINEL DE ESPECIALISTAS DO CONSENSO BRASILEIRO DE MONITORIZAÇÃO E SUPORTE HEMODINÂMICO

Comitê Consultivo: Álvaro Réa-Neto, Professor do Departamento de Clínica Médica da UFPR, Chefe da

UTI adulto do Hospital de Clínicas da UFPR, Diretor do CEPETI – Centro de Estudos e Pesquisa em Terapia Intensiva (Curitiba-PR); Ederlon Rezende, Diretor do Serviço de Terapia Intensiva do Hospital do Servidor Público Estadual (São Paulo-SP); Ciro Leite Mendes, Coordenador da UTI Adulto do Hospital de Emergência e Trauma Senador Humberto Lucena e Hospital Santa Paula, Médico da Rotina da UTI adulto do Hospital Universitário – UFPB (João Pessoa, PB); Cid Marcos David, Presidente do Fundo de Educação e Pesquisa da Associação de Medicina Intensiva Brasileira, Doutor em Ciências Médicas, Professor Adjunto da UFRJ (Rio de Janeiro, RJ). Fernando Suparregui Dias, Professor da Faculdade de Medicina da PUC de Porto Alegre, Chefe da UTI geral do Hospital São Lucas da PUC de Porto Alegre (Porto Alegre, RS); Guilherme Schettino, Doutor em Medicina pela Faculdade de Medicina da USP, Médico Assistente da UTI Respiratória do HC da FMUSP, Médico Coordenador da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo-SP); Suzana Margareth Ajeje Lobo, Doutora de Medicina pela Universidade de São Paulo, Professora de clínica médica da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, Coordenadora do Serviço de Terapia Intensiva do Hospital de Base – FAMERP (São José do Rio Preto-SP).

Painel de Especialistas: Alberto Barros, Médico Coordenador da UTI do Hospital Português de Recife (Recife, PE); Eliézer Silva, Doutor em Medicina, Médico Supervisor CTI Hospital Israelita Albert Einstein (São Paulo, SP); Gilberto Friedman, Editor Chefe da Revista Brasileira de Terapia Intensiva; Médico do Hospital de Clínicas de Porto Alegre FAMED-UFRGS (Porto Alegre, RS); José Luiz Gomes do Amaral, Doutor em Medicina, Chefe da Disciplina de Anestesiologia, Dor e Terapia Intensiva da UNIFESP (São Paulo, SP); Marcelo Park, Médico Assistente da Unidade de Terapia Intensiva - Disciplina de Emergências Clínicas – HC-FMUSP (São Paulo, SP); Maristela Monachini, Doutora em Medicina, Médica Assistente da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo, SP); Mirella Cristine de Oliveira, Médica Coordenadora do Hospital do Trabalhador (Curitiba, PR); Murillo Santucci César Assunção, Médico Assistente da Disciplina de Anestesiologia, Dor e Terapia Intensiva da UNIFESP (São Paulo, SP); Nelson Akamine, Médico Supervisor CTI Hospital Israelita Albert Einstein (São Paulo, SP); Patrícia Veiga C Mello, Médica Coordenadora da Disciplina de Emergência da Universidade Estadual do Piauí, Coordenadora da UTI do Hospital de Terapia Intensiva (Terezina, PI); Renata Andréa Pietro Pereira, Enfermeira Chefe do Serviço de Terapia In-

tensiva do Hospital do Servidor Público Estadual (São Paulo, SP); Rubens Costa Filho, Médico Coordenador CTI do PROCARDÍACO (Rio de Janeiro, RJ); Sebastião Araújo, Médico, Professor Doutor Assistente Departamento de Cirurgia da FCM-UNICAMP (Campinas, SP); Sérgio Félix Pinto, Médico Chefe da UTI do Hospital Universitário da UFMS (Campo Grande-MS); Sérgio Ferreira, Médico Chefe da UTI do Hospital Universitário Getúlio Vargas da UFAM (Manaus, AM); Simone Mattoso Mitushima, Enfermeira da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo, SP); Sydney Agareno, Médico Vice-Coordenador da UTI Geral do Hospital Português de Salvador (Salvador, BA); e Yuzeth Nóbrega de Assis Brilhante, Médica Coordenadora da UTI do Hospital da UNIMED João Pessoa (João Pessoa, PB).

REFERÊNCIAS

- Deakin CD, Low JL - Accuracy of the advanced trauma life support guidelines for predicting systolic blood pressure using carotid, femoral, and radial pulses: observational study. *BMJ*, 2000;321(7262):673-674.
- Rady MY, Rivers EP, Nowak RM - Resuscitation of the critically ill in the ED: responses of blood pressure, heart rate, shock index, central venous oxygen saturation, and lactate. *Am J Emerg Med*, 1996;14:218-225.
- Webb AR - Recognizing hypovolaemia. *Minerva Anesthesiol*, 2001;67:185-189.
- Gogos CA, Lekkou A, Papageorgiou O et al - Clinical prognostic markers in patients with severe sepsis: a prospective analysis of 139 consecutive cases. *J Infect*, 2003;47:300-306.
- Levy MM, Fink MP, Marshall JC et al - 2001 SCCM/ESICM/ACCP/ATS/SIS International Sepsis Definitions Conference. *Intensive Care Med*, 2003;29:530-538.
- Boldt J - Clinical review: hemodynamic monitoring in the intensive care unit. *Crit Care*, 2002;6:52-59.
- Kaplan LJ, McPartland K, Santora TA et al - Start with a subjective assessment of skin temperature to identify hypoperfusion in intensive care unit patients. *J Trauma*, 2001;50:620-628.
- Bailey JM, Levy JH, Kopel MA et al - Relationship between clinical evaluation of peripheral perfusion and global hemodynamics in adults after cardiac surgery. *Crit Care Med*, 1990;18:1353-1356.
- Vincent JL, Moraine JJ, van der Linden P - Toe temperature versus transcutaneous oxygen tension monitoring during acute circulatory failure. *Intensive Care Med*, 1988;14:64-68.
- Joly HR, Weil MH - Temperature of the great toe as an indication of the severity of shock. *Circulation*, 1969;39:131-138.
- Brock L, Skinner JM, Manders JT - Observations on peripheral and central temperatures with particular reference to the occurrence of vasoconstriction. *Br J Surg*, 1975;62:589-595.
- Kholoussy AM, Sufian S, Pavlides C et al - Central peripheral temperature gradient. Its value and limitations in the management of critically ill surgical patients. *Am J Surg*, 1980;140:609-612.
- Tremper KK, Barker SJ - Transcutaneous oxygen measurement: experimental studies and adult applications. *Int Anesthesiol Clin*, 1987;25:67-96.
- Tatevossian RG, Wo CC, Velmahos GC et al - Transcutaneous oxygen and CO₂ as early warning of tissue hypoxia and hemodynamic shock in critically ill emergency patients. *Crit Care Med*, 2000;28:2248-2253.
- Gottrup F, Gelleff S, Kirkegaard L et al - Continuous monitoring of tissue oxygen tension during hyperoxia and hypoxia: relation of subcutaneous, transcutaneous, and conjunctival oxygen tension to hemodynamic variables. *Crit Care Med*, 1988;16:1229-1234.
- Friedman G, Berlot G, Kahn RJ et al - Combined measurements of blood lactate concentrations and gastric intramucosal pH in patients with severe sepsis. *Crit Care Med*, 1995;23:1184-1193.
- Nguyen HB, Rivers EP, Knoblich BP et al - Early lactate clearance is associated with improved outcome in severe sepsis and septic shock. *Crit Care Med*, 2004;32:1637-1642.
- Bakker J, Gris P, Coffernils M et al - Serial blood lactate levels can predict the development of multiple organ failure following septic shock. *Am J Surg*, 1996;171:221-226.
- Meregalli A, Oliveira RP, Friedman G - Occult hypoperfusion is associated with increased mortality in hemodynamically stable, high-risk, surgical patients. *Crit Care*, 2004;8:R60-R65.
- Blow O, Magliore L, Claridge JA et al - The golden hour and the silver day: detection and correction of occult hypoperfusion within 24 hours improves outcome from major trauma. *J Trauma*, 1999;47:964-969.
- Polonen P, Ruokonen E, Hippelainen M et al - A prospective, randomized study of goal-oriented hemodynamic therapy in cardiac surgical patients. *Anesth Analg*, 2000;90:1052-1059.
- Smith I, Kumar P, Molloy S et al - Base excess and lactate as prognostic indicators for patients admitted to intensive care. *Intensive Care Med*, 2001;27:74-83.
- Husain FA, Martin MJ, Mullenix PS et al - Serum lactate and base deficit as predictors of mortality and morbidity. *Am J Surg*, 2003;185:485-491.
- Jeng JC, Jablonski K, Bridgeman A et al - Serum lactate, not base deficit, rapidly predicts survival after major burns. *Burns*, 2002;28:161-166.
- Rivers E, Nguyen B, Havstad S et al - Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med*, 2001;345:1368-1377.
- Rivers EP, Ander DS, Powell D - Central venous oxygen saturation monitoring in the critically ill patient. *Curr Opin Crit Care*, 2001;7:204-211.
- Reinhart K, Kuhn HJ, Hartog C et al - Continuous central venous and pulmonary artery oxygen saturation monitoring in the critically ill. *Intensive Care Med*, 2004;30:1572-1578.
- Ladakis C, Myrianthefs P, Karabinis A et al - Central venous and mixed venous oxygen saturation in critically ill patients. *Respiration*, 2001;68:279-285.
- Gutierrez G, Palizas F, Doglio G et al - Gastric intramucosal pH as a therapeutic index of tissue oxygenation in critically ill patients. *Lancet*, 1992;339(8787):195-199.
- Gomersall CD, Joynt GM, Freebairn RC et al - Resuscitation of critically ill patients based on the results of gastric tonometry: a prospective, randomized, controlled trial. *Crit Care Med*, 2000;28:607-614.
- Neviere R, Chagnon JL, Teboul JL et al - Small intestine intramucosal PCO₂ and microvascular blood flow during hypoxic and ischemic hypoxia. *Crit Care Med*, 2002;30:379-384.
- Maynard N, Bihari D, Beale R et al - Assessment of splanchnic oxygenation by gastric tonometry in patients with acute circulatory failure. *JAMA*, 1993;270:1203-1210.
- Doglio GF, Pusajo JF, Egurrola MA et al - Gastric mucosal pH as a prognostic index of mortality in critically ill patients. *Crit Care Med*, 1991;19:1037-1040.
- Marik PE - Sublingual capnography: a clinical validation study. *Chest*, 2001;120:923-927.
- Marik PE, Bankov A - Sublingual capnometry versus traditional markers of tissue oxygenation in critically ill patients. *Crit Care Med*, 2003;31:818-822.
- Rackow EC, O'Neil P, Astiz ME et al - Sublingual capnometry and indexes of tissue perfusion in patients with circulatory failure. *Chest*, 2001;120:1633-1638.
- Weil MH, Nakagawa Y, Tang W et al - Sublingual capnometry: a new noninvasive measurement for diagnosis and quantitation of severity of circulatory shock. *Crit Care Med*, 1999;27:1225-1229.
- Bowles SA, Schlichtig R, Kramer DJ et al - Arteriovenous pH and partial pressure of carbon dioxide detect critical oxygen delivery during progressive hemorrhage in dogs. *J Crit Care*, 1992;7:95-105.
- Bakker J, Vincent JL, Gris P et al - Venous-arterial carbon dioxide gradient in human septic shock. *Chest*, 1992;101:509-515.
- Jin X, Weil MH, Tang W et al - End-tidal carbon dioxide as a noninvasive indicator of cardiac index during circulatory shock. *Crit Care Med*, 2000;28:2415-2419.
- Mathura KR, Vollebregt KC, Boer K et al - Comparison of OPS imaging and conventional capillary microscopy to study the human microcirculation. *J App Physiol*, 2001;91:74-78.
- Ince C - The microcirculation unveiled. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002;166:1-2.
- De Backer D, Creteur J, Preiser JC et al - Microvascular blood flow is altered in patients with sepsis. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002;166:98-104.

Consenso Brasileiro de Monitorização e Suporte Hemodinâmico - Parte V: Suporte Hemodinâmico

Brazilian Consensus of Monitoring and Hemodynamic Support – Part V: Hemodynamic Support

*Suzana Margareth Ajeje Lobo, Ederlon Rezende, Ciro Leite Mendes,
Álvaro Rea-Neto, Cid Marcos David, Fernando Suparregui Dias, Guilherme Schettino pelo
Painel de Especialistas do Consenso Brasileiro de Monitorização e Suporte Hemodinâmico.*

RESUMO

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS: O choque ocorre quando o sistema circulatório não consegue manter a perfusão celular adequada. Caso ele não seja revertido a lesão celular irreversível instala-se. A terapia do choque tem como prioridade inicial à rápida recuperação da pressão arterial média e do débito cardíaco, e vigorosa para manter a vida e evitar ou diminuir as disfunções orgânicas. A reposição de fluídos, freqüentemente associada a fármacos vasoativas, é necessária para garantir adequada perfusão tecidual e a manutenção da função dos diferentes órgãos e sistemas, sempre guiados por monitorização cardiovascular. As recomendações listadas visam orientar o suporte hemodinâmico necessário para manter uma adequada perfusão celular.

MÉTODO: O processo de desenvolvimento de recomendações utilizou o método Delphi modificado para criar e quantificar o consenso entre os participantes. A AMIB determinou um coordenador para o Consenso, o qual escolheu seis especialistas para comporem o Comitê Consultivo. Outros 18 peritos de diferentes regiões do país foram selecionados para completar o painel de 25 especialistas, médicos e enfermeiros. Um levantamento bibliográfico na MedLine de artigos na língua inglesa foi realizado no período de 1966 a 2004.

RESULTADOS: Foram apresentadas recomendações referentes a 17 questões sobre suporte hemodinâmico, com ênfase em reposição volêmica, transfusão de concentrados de hemácias, fármacos vasoativos e terapia de otimização hemodinâmica.

CONCLUSÕES: A monitorização hemodinâmica *per se* não é capaz de reduzir a mortalidade de pacientes graves. Os possíveis benefícios serão consequência da correta interpretação dos dados obtidos e do uso de protocolos de tratamento que permitam obtenção de metas hemodinâmicas adequadas.

Unitermos: Consenso, Monitorização Hemodinâmica, Recomendação, Suporte Hemodinâmico

SUMMARY

BACKGROUND AND OBJECTIVES: Shock occurs when the circulatory system cannot maintain adequate cellular perfusion. If this condition is not reverted irreversible cellular injury establishes. Shock treatment has as its initial priority the fast and vigorous correction of mean arterial pressure and cardiac output to maintain life and avoid or lessen organic dysfunctions. Fluid challenge and vasoactive drugs are necessary to warrant an adequate tissue perfusion and maintenance of function of different organs and systems, always guided by cardiovascular monitorization. The recommendations built in this consensus are aimed to guide hemodynamic support needed to maintain adequate tisular perfusion.

METHODS: Modified Delphi methodology was used to create and quantify the consensus between the participants. AMIB indicated a coordinator who invited more six experts in the area of monitoring and hemodynamic support to constitute the Consensus Advisory Board. Twenty five physician and two nurses selected from different regions of the country completed the expert panel, which reviewed the pertinent bibliography listed at the MEDLINE in the period from 1966 to 2004.

RESULTS: Recommendations were made answering 17 questions about hemodynamic support with focus on fluid challenge, red blood cell transfusions, vasoactive drugs and perioperative hemodynamic optimization.

CONCLUSIONS: Hemodynamic monitoring by itself does not reduce the mortality of critically ill patients,

however, we believe that the correct interpretation of the data obtained by the hemodynamic monitoring and the use of hemodynamic support protocols based on well defined tissue perfusion goals can improve the outcome of these patients.

Key Words: Consensus, Hemodynamic Monitoring, Hemodynamic Support, Recommendation.

INTRODUÇÃO

O choque ocorre quando o sistema circulatório não consegue manter perfusão celular adequada. Apesar de diferentes etiologias, a progressão dessa síndrome é acompanhada de um padrão comum de sinais, sintomas e anormalidades laboratoriais. Caso o choque não seja revertido, a lesão celular irreversível instala-se. A terapia do choque tem como prioridade inicial garantir a pressão arterial média e o débito cardíaco suficientes para manter o paciente vivo. A reposição de fluidos, freqüentemente associada a fármacos vasoativos, é necessária para garantir adequada perfusão tecidual e a manutenção da função dos diferentes órgãos e sistemas, sempre guiados por monitorização cardiovascular. As recomendações a seguir visam orientar o suporte hemodinâmico necessário para manter adequada perfusão celular e de diferentes órgãos e sistemas.

QUESTÃO: DEVE-SE UTILIZAR CRISTALÓIDES OU COLÓIDES NA REPOSIÇÃO VOLÊMICA DO PACIENTE GRAVEMENTE ENFERMO?

Recomendações:

1. A restauração da volemia deve ser obtida o mais precocemente possível e parece que o tempo influencia mais do que o tipo de solução cristalóide ou colóide administrado.

Grau B1

2. Considerando aspectos relativos ao seu baixo custo e poucos efeitos colaterais diretos, as soluções cristalóides são consideradas como primeira escolha na reposição volêmica inicial.

Grau D

3. Não existem benefícios claros com o uso de um colóide em relação ao outro.

Grau A2

4. Até o presente momento não existe recomendação para o uso sistemático de albumina na reposição volêmica.

Grau A1

Racionais

Cristalóide

As soluções cristalóides mais comumente utilizadas para reposição volêmica são as soluções fisiológicas a 0,9% e de Ringer com lactato. Estas soluções atravessam facilmente a barreira endotelial e tendem a se acumular em maior quantidade no interstício, de tal forma que, ao final de uma hora, apenas 20% do volume infundido permanece no espaço intravascular, o que obriga uma reposição três a quatro vezes maior que a perda estimada¹. Embora não existam estudos clínicos bem desenhados apontando para seu benefício incontestado, as taxas de morbidade e mortalidade parecem não diferir significativamente, quando se compara cristalóides com colóides durante o suporte hemodinâmico em pacientes gravemente enfermos²⁻⁴. Considerando seu baixo custo e efeitos colaterais menos expressivos, as soluções cristalóides podem ser utilizadas como primeira escolha para a maioria dos pacientes graves que necessitem reposição volêmica, como, por exemplo, na reanimação inicial da sepse grave/choque séptico, no trauma grave e no período peri-operatório.

A reposição volêmica agressiva com solução fisiológica a 0,9% é mais eficaz do que o Ringer com lactato, no entanto, pode levar à maior incidência de acidose metabólica hiperclorêmica e hipernatremia^{5,6}. Podem ocorrer alterações da coagulação após grandes infusões de NaCl. A acidose metabólica hiperclorêmica não está relacionada à infusão de Ringer com lactato. Quando grandes volumes de cristalóides são necessários, o uso do Ringer com lactato é preferencial.

Solução Hipertônica

As soluções hipertônicas expandem o volume intravascular, elevam a pressão arterial e o débito cardíaco com pequenos volumes e favorecem o fluxo de água do interstício para o intravascular, principalmente através de rápida mobilização de líquido intracelular para o intravascular, podendo expandir a volemia em até 10 vezes mais do que a solução de Ringer com lactato^{7,8}. Considerando seus efeitos de rápida expansão volêmica com baixo volume e melhora da função cardiovascular (aumento da pré-carga e redução da pós-carga), seu uso tem sido sugerido para reposição inicial no choque hemorrágico, principalmente em situações de atendimento pré-hospitalar com sangramento controlado e em politraumatizados com trauma cranioencefálico, por reduzir a pressão intracraniana e melhorar o fluxo sanguíneo encefálico⁸⁻¹⁴. Efeitos imunomoduladores e benefícios na reanima-

ção de queimados também têm sido sugeridos^{8,9}. Em pacientes com sepse grave, ela determina melhora no desempenho cardiovascular, avaliada pela POAP e pelo DC¹⁵. Contudo, seus efeitos são temporários e apresentam riscos de efeitos colaterais como hipernatremia, hiperclôremia e hiperosmolaridade que podem provocar mielinólise pontina e convulsões, o que limita o seu uso⁷. Os efeitos benéficos observados com o uso da solução hipertônica são temporários. Outras soluções com maior permanência intravascular têm sido adicionadas à solução hipertônica com o objetivo de prolongar sua eficácia¹¹⁻¹⁴. Apesar dos possíveis benefícios sugeridos para algumas situações, ainda não há definição clara de recomendações para o seu uso^{10,11}.

Amido

Devido à sua característica de produzir expansão plasmática rápida e duradoura, pode ser considerado como alternativa à reposição volêmica em pacientes graves, sobretudo naqueles com permeabilidade capilar alterada nos quais se deseja restabelecer mais rapidamente o volume circulante ou que apresentam baixa resposta inicial ao uso do cristalóide^{2,4,16}. Os amidos são caracterizados pelas suas diferentes concentrações (3%, 6% e 10%), diferentes pesos moleculares (70.000, 130.000, 200.000 e 450.000) e diferentes graus de substituição (0,4, 0,5, 0,62 e 0,7). Estas diferenças são particularmente importantes para se determinar os efeitos de expansão plasmática e pressão oncótica, meia-vida no espaço intravascular e efeitos sobre o sistema de coagulação e anafilaxia¹⁶⁻²².

A maior evidência na literatura com o uso de amido é oriunda de estudos envolvendo pacientes instáveis do ponto de vista hemodinâmico e no período pós-operatório de cirurgias de grande porte (200/0,5 - 20 a 35 mL/kg/dia e 130/0,4 - 50 mL/kg/dia). O uso de amido como expansor plasmático foi associado como fator de risco independente para insuficiência renal em pacientes sépticos²¹. Lesões histológicas do tipo "osmose induzidas" foram observadas nos rins após transplante renal, quando amidos foram usados no doador²³. A deposição dos amidos em diversos tecidos tem sido associada com prurido e, reação anafilática pode ocorrer raramente. Distúrbios na coagulação são caracterizados por alteração na função plaquetária e na formação do coágulo por interferência no fator VIII e complexo de Von Willebrand^{18,19}. Caso se opte pelo uso dos amidos, devem-se adotar precauções como a monitorização diária da função renal e da coagulação, observar a dose máxima recomendada, não os utili-

zando por mais do que 5 dias consecutivos e evitar seu uso em pacientes com risco de sangramento.

Embora não existam grandes estudos comparando os diferentes tipos de HES às novas soluções (200/0,5 e 130/0,4), estas parecem ser mais seguras, sobretudo em relação à função renal e alterações sobre a coagulação. Embora os novos amidos apresentem propriedades farmacológicas favoráveis, ainda não existem evidências de que uma solução colóide seja superior à outra²².

Gelatina

As gelatinas são oriundas de colágeno hidrolizado de bovinos, disponíveis em soluções a 3,5% e a 5,5% em diferentes preparações e com diferentes concentrações eletrolíticas. Podem ser consideradas como alternativa, quando se deseja uma expansão mais rápida. Como todo colóide, apresenta maior custo que os cristalóides.

Em comparação com outros colóides, de maneira geral, apresentam menos efeitos colaterais, principalmente em relação às alterações da coagulação e da função renal, são de baixo custo e não têm limitação de doses. Entretanto, promovem menor expansão plasmática e têm permanência mais curta no espaço intravascular. A incidência de reação anafilática é maior devido à liberação de histamina^{2,4,17,22,24}.

Cabe ressaltar que a gelatina fluida modificada apresenta uma molécula mais estável e com maior duração do efeito de expansão plasmática sendo, portanto, mais adequada para reposição nos pacientes graves.

Dextran

Os dextrans são polímeros de glicose produzidos a partir de bactérias cultivadas em meio de sacarose. São descritos pelos seus pesos moleculares como Dextran 40 (40.000Da) e Dextran 70 (70.000Da) e estão disponíveis associados às soluções fisiológicas hipertônicas, isotônicas e de glicose¹⁷. O benefício teórico do uso do Dextran, assim como outros colóides, seria na necessidade de urgência da expansão plasmática ou quando se desejasse aumentar a pressão oncótica. Entretanto, o uso de Dextran está diminuindo gradativamente em todo mundo, principalmente devido aos seus efeitos colaterais e menor tempo de permanência no espaço intravascular, em comparação com outros colóides^{2,4,17,25}.

Devido ao risco de reações anafiláticas, disfunção da coagulação, insuficiência renal aguda, volume possível limitado de infusão, bem como a falta de estudos

demonstrando efeitos benéficos em comparação à reanimação volêmica com soluções cristalóides, não se justifica sua recomendação, principalmente quando outros colóides estão disponíveis.

Albumina

Durante o suporte hemodinâmico, o uso de albumina em pacientes com hipoalbuminemia, hipovolemia ou grandes queimaduras não pode ser recomendado com base em seus níveis séricos²⁶. Um estudo aleatório utilizando albumina em solução a 5% e comparando-a ao cristalóide, mostrou não haver benefício de uma solução em relação à outra, no que se refere à mortalidade²⁷. Seu uso pode ser considerado em pacientes que necessitem de reposição de colóides para aumentar a pressão oncótica e por motivos de intolerância a colóides sintéticos. Seu alto custo deve ser considerado.

A co-administração de albumina melhora a resposta diurética obtida com furosemida em pacientes cirróticos com ascite²⁸. Contudo, em pacientes com cirrose e peritonite bacteriana espontânea, o uso de albumina diminuiu significativamente a morbidade e a mortalidade²⁹. O emprego de albumina também é justificado nas paracenteses volumosas e no manuseio de plasmáfereze³⁰.

Alguns estudos têm sugerido segurança e efeito benéfico no uso de albumina (efeito antioxidante e hemodinâmico) acompanhada de diuréticos em casos de lesão pulmonar aguda e menor mortalidade em pacientes com o uso de albumina no pós-operatório de cirurgia cardíaca³¹⁻³⁴.

QUESTÃO: QUANDO E COMO USAR CONCENTRADO DE HEMÁCIAS?

Recomendações:

1. O concentrado de hemácias deve ser utilizado como parte do algoritmo de reanimação inicial da sepse grave e do choque séptico, quando não foram atingidas as metas terapêuticas após a reposição volêmica e a infusão de dobutamina. O valor alvo é um nível de hemoglobina maior ou igual a 10 g%.

Grau B1.

2. Quando a hemoglobina for menor que 10 g%, ou na presença de sinais de deficiência na oxigenação que não responderam a outras medidas em cardiopatas, coronarianos e naqueles com hemorragia aguda. Os valores alvo são Hb \geq 10 g% ou até que sejam revertidos os sinais de deficiência na oxigenação.

Grau B3

3. Quando inferior a 7 g%, na presença de sinais de deficiência de oxigenação não responsiva a outras medidas em qualquer grupo de pacientes. Os valores alvo de Hb variam entre 7 e 9 g%.

Grau B3

4. Nos sangramentos agudos volumosos, a medida instantânea da hemoglobina não reflete as perdas. Nestes casos, recomenda-se a reposição guiada pela observação clínica. Nos pacientes politraumatizados que apresentem grande predisposição a sangramentos volumosos, é indicada para manter os níveis de Hb num patamar acima do limite considerado crítico para sua condição clínica.

Grau C

5. As medidas ou protocolos para reduzir a perda sanguínea e aumento da hematopoiese devem ser incentivados.

Grau D

6. Recomenda-se que o concentrado de glóbulos seja "lavado" e com pouca concentração de leucócitos.

Grau D

Racional: A oferta global de oxigênio é determinada apenas pelo débito cardíaco e pelo conteúdo sanguíneo de oxigênio. O principal determinante deste último é a saturação da hemoglobina. A hemoglobina é a única forma natural de transportar oxigênio em quantidades significativas. Desta forma, existe base racional para administração de concentrado de hemácias como forma de melhorar a oxigenação tecidual. Apesar dos argumentos, a administração de concentrado de hemácias não produz melhora no consumo de oxigênio em pacientes gravemente enfermos, fora do período de reanimação inicial do choque³⁵. Essa incapacidade em aumentar o consumo de oxigênio é observada mesmo quando são empregadas hemácias frescas, com pouco tempo de estocagem³⁶. Nas primeiras seis horas do atendimento da sepse grave ou choque séptico, a manutenção da Hb \geq 10 g% dentro de um algoritmo de reposição volêmica e infusão de dobutamina guiado pela ScvO₂, demonstrou melhora na sobrevivência³⁷.

A anemia é muito comum nas UTI, como decorrência de perdas, diluição e redução na hematopoiese³⁸. Concentrações de hemoglobina abaixo de 10 g% são bem toleradas na maioria dos cenários clínicos³⁹. Em pacientes com infarto agudo do miocárdio, angina instável, acidente vascular encefálico isquêmico, hemorragia aguda e SDRA existem evidências de benefício em manter níveis mais elevados de hemoglobina⁴⁰⁻⁴².

Existe risco significativo de transmissão de agentes

infecciosos, de propiciar infecções nosocomiais e de piora no perfil imunológico^{43,44}. A maior parte dos efeitos danosos das transfusões é produzida através da transferência de leucócitos e plaquetas⁴⁵. A administração de concentrado de hemácias é fator independente para discriminar morbidade e mortalidade em pacientes internados nas UTI⁴⁷. As medidas para poupar a perda de sangue e aumentar a hematopoiese são eficazes na prevenção de transfusões⁴⁶.

QUESTÃO: QUANDO E COMO USAR DOPEXAMINA?

Recomendações:

1. Quando existe refratariedade ao uso prolongado de dobutamina ou dopamina, atribuída a dessensibilização de receptores adrenérgicos.

Grau D

2. Quando se objetiva privilegiar os fluxos sangüíneos renal, hepático ou esplâncnico nos pacientes em que a vasodilatação não seja proibitiva.

Grau B3

Racional: A dopexamina é uma catecolamina sintética, derivada da dopamina, com efeito inotrópico e vasodilatador. Sua ação é intermediada por uma pequena atuação sobre receptores β_1 adrenérgicos e dopaminérgicos dos tipos 1 e 2, associada à grande manifestação sobre receptores β_2 . O seu efeito predominante é a vasodilatação e a taquicardia. O aumento do débito cardíaco observado é secundário à taquicardia e a diminuição na resistência vascular sistêmica, somados a um inotropismo discreto. A ação sobre receptores β_2 promove ação calorígenica e antiinflamatória, sobretudo quando empregada em altas doses e por tempo prolongado⁴⁷. A dopexamina já foi estudada no choque séptico, em pacientes gravemente enfermos, no pós-operatório de cirurgias cardíacas e durante cirurgias abdominais de grande porte⁴⁸⁻⁵³. Em diversos grupos de pacientes, a dopexamina produziu aumento do fluxo sangüíneo esplâncnico, hepático e renal, superior à elevação no débito cardíaco.

QUESTÃO: QUANDO E COMO USAR FENILEFRINA?

Recomendações:

1. Assim como a noradrenalina, pode ser utilizada para elevação da pressão arterial em pacientes neurológicos nos quais se pretende melhorar a pressão de perfusão encefálica.

Grau B3

2. Como segunda escolha na elevação da pressão arterial em pacientes sépticos refratários a outras catecolaminas ou na hipotensão associada à vasodilatação de outras origens. Esta indicação é mais consistente quando se quer evitar taquicardia e quando não se objetiva um efeito inotrópico positivo.

Grau D

Racional: A fenilefrina é uma catecolamina sintética que possui ação intensa e exclusiva sobre receptores α_1 adrenérgicos. O seu efeito mais observado é a vasoconstrução generalizada sem indução concomitante de taquicardia. Por não ter efeito seletivo, pode induzir vasoconstrições pulmonar e esplâncnica que são potencialmente prejudiciais em vários pacientes. Pode ocorrer redução no débito cardíaco secundário à elevação da resistência vascular sistêmica, sobretudo em cardiopatas. A sua depuração rápida lhe confere uma ação muito fugaz, obrigando a uma grande vigilância na infusão contínua. A ação α_1 prolongada pode produzir uma mudança no perfil metabólico, que propicia o aparecimento de inflamação.

O uso mais freqüente e conhecido da fenilefrina é nos pacientes neurológicos, quando o objetivo é melhorar a pressão de perfusão encefálica através do aumento da pressão arterial sistêmica^{54,55}. Nesta indicação, a fenilefrina é consagrada e comparável à noradrenalina. Além dos pacientes neurológicos, a fenilefrina foi verificada basicamente em pacientes sépticos e quadros de vasodilatação intensa ou refratária, como observada em choque anafilático, no uso de circulação extracorpórea e na hipotensão induzida por anestesia⁵⁶⁻⁵⁹. Em todos estes cenários exerceu um significativo efeito vasoconstritor capaz de reverter a hipotensão arterial ou choque.

QUESTÃO: QUANDO E COMO USAR A VASOPRESSINA?

Recomendações:

1. Como fármaco de primeira linha na parada cardíaca, de acordo com o algoritmo do ACLS.

Grau B1

2. No choque séptico, quando houver hipotensão arterial secundária ao choque refratário aos agentes adrenérgicos.

Grau D

3. Na manutenção do potencial doador com morte encefálica.

Grau B3

Racional: A vasopressina é um hormônio com efeitos

importantes no equilíbrio osmótico e vasomotor. A sua ação vasoconstritora é mediada por receptores de vasopressina do tipo 1, pela modulação de canais de K_{ATP} , modulação do óxido nítrico e por potencialização da ação de agentes adrenérgicos.

O uso mais comum e documentado da vasopressina é na parada cardíaca. O algoritmo atual do ACLS preconiza a utilização de dose única, em *bolus*, de vasopressina no atendimento inicial da fibrilação ventricular. No entanto, existem dados que evidenciam um grande poder da vasopressina na reanimação, comparável ou mesmo superior ao da adrenalina, nos casos de assistolia, fibrilação ventricular e atividade elétrica sem pulso^{60,61}. O nível sérico de vasopressina encontra-se baixo em algumas doenças com vasodilatação persistente, como o choque séptico e naquele do potencial doador com morte encefálica^{62,63}. Nestas condições, a infusão por via venosa adicional de vasopressina corrige inclusive a hipotensão ou vasodilatação refratária ao uso isolado de catecolaminas⁶⁴.

A resposta vasoconstritora à vasopressina é muito variável órgão a órgão e mostra-se também muito heterogênea, de acordo com características genéticas dos pacientes. Em diversos grupos de pacientes, ficou evidenciada a redução do fluxo sangüíneo esplâncnico com o seu emprego⁶⁵. A margem de dose terapêutica da vasopressina é bastante estreita, surgindo vasoconstrição deletéria com doses ligeiramente superiores à dose mínima preconizada de 0,04 a 0,10 U/min.

QUESTÃO: QUANDO E COMO USAR ADRENALINA?

Recomendações:

1. Devido ao seu potencial em causar vasoconstrição grave, isquemia esplâncnica, aumento do consumo de oxigênio pelo miocárdio e disritmias cardíacas, a adrenalina deve ser usada com cautela e tem indicações bastante restritas na terapêutica do choque.

Grau B3

Racional: A adrenalina tem predominantemente efeitos alfa-adrenérgicos levando à importante vasoconstrição e aumento na pressão arterial⁶⁶⁻⁶⁸. Pode ser usada em pacientes com choque refratário e que não respondem a outros vasopressores. No choque séptico refratário que não responde ao uso de dopamina, a adrenalina restaura, de forma adequada e comparável à associação de noradrenalina com dose fixa de dobutamina (5 mg/kg/min), os parâmetros hemodinâmicos globais,

mas leva a importante aumento no consumo de oxigênio no trato gastrointestinal e nos níveis séricos de lactato^{68,69}.

A adrenalina aparece como primeira opção na reanimação cardiopulmonar pós-parada cardíaca e no choque anafilático. Também pode ser usada no broncoespasmo grave e em caso de choque refratário.

A dose inicial preconizada é de 0,05 a 0,1 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$, podendo ser aumentada a cada 10 minutos e não ultrapassando 2 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$. Na RCP, a dose é 1 mg em *bolus*, por via venosa, ou diluído em 20 mL de água destilada ou solução fisiológica via tubo traqueal cada 3 a 5 minutos, de acordo com a resposta.

QUESTÃO: QUANDO E COMO USAR DOBUTAMINA?

Recomendações:

1. É o agente inotrópico de escolha no paciente gravemente enfermo.

Grau B3

2. É o agente de primeira linha nos pacientes com choque séptico.

Grau B1

Racional: Seu uso é indicado especialmente quando a disfunção do miocárdio é um componente importante do quadro clínico⁷⁰. No choque cardiogênico ou na insuficiência cardíaca congestiva grave, a dobutamina eleva de forma consistente o débito cardíaco. No choque séptico, o uso de dobutamina, dirigido pela SvO_2 , deve ser precoce, isto é, nas primeiras seis horas de atendimento, visando à melhora da perfusão tecidual³⁷. Na fase mais tardia da sepse, a dobutamina deve ser indicada na presença de sinais de hipoperfusão ou quando houver resposta positiva à sua infusão, com aumento do consumo de oxigênio^{69,71}.

A dobutamina, por seus efeitos beta-adrenérgicos, pode desencadear hipotensão. Nesses casos, um teste de volume deve ser realizado, pois a ocorrência de hipovolemia é muito provável. Por seus efeitos benéficos favorecendo a circulação esplâncnica, seu uso deve ser considerado em associação à noradrenalina durante o choque séptico^{72,73}. A dobutamina pode causar disritmias cardíacas. As doses preconizadas variam de 2 a 20 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$.

QUESTÃO: QUANDO E COMO USAR DOPAMINA?

Recomendações:

1. Como vasopressor na presença de bradicardia ou quando se deseja um efeito inotrópico associado, pode

ser o fármaco de primeira escolha.

Grau D

Racional: A dopamina apresenta efeito inotrópico, vasopressor, vasodilatador renal e diurético⁷⁴⁻⁷⁷. Poderia ser utilizada em pacientes com evidências de disfunção miocárdica e vasodilatação com hipotensão de grau moderado. Entretanto, deve-se considerar que os diuréticos de alça são mais potentes e seguros quando se deseja um efeito diurético, dobutamina seria uma opção mais segura para os pacientes com necessidade de inotrópicos e noradrenalina seria melhor opção como vasopressor. Ainda, devem-se considerar dois fatos: primeiro, o efeito taquicárdico da dopamina; e segundo, que a indução de diurese não é interessante para a perfusão tecidual na sepse. Baixas doses de dopamina aumentam o fluxo esplâncnico, mas podem desviar o fluxo da mucosa do trato gastrointestinal⁷⁸. Há indícios de pior resposta à dopamina do que à noradrenalina em pacientes gravemente vasoplégicos⁷⁹. A dose varia de 3 a 20 µg/kg/min.

QUESTÃO: DOPAMINA EM DOSE “DOPAMINÉRGICA” PARA “PROTEÇÃO RENAL” DEVE SER UTILIZADA?

Recomendação: Não

Grau A2

Racional: Nenhum estudo clínico evidenciou efeito de proteção renal com o uso de dopamina em doses “dopaminérgicas”. Apesar de seu efeito natriurético, o uso de dopamina, em recente metá-análise, não evidenciou redução na incidência de insuficiência renal aguda, necessidade de diálise ou redução de mortalidade. Apresenta ainda inúmeros outros efeitos indesejáveis, como aumento da atividade da renina plasmática, taquicardia, disritmia cardíaca, isquemia miocárdica, infarto agudo do miocárdio, depressão do centro respiratório, necrose digital, isquemia do trato gastrointestinal e efeitos endócrinos e imunológicos indesejáveis^{80,81}.

QUESTÃO: QUANDO E COMO USAR NORADRENALINA?

Recomendação:

1. É o fármaco de primeira escolha para pacientes hipotensos que não responderam à infusão de líquidos, especialmente quando a etiologia da hipotensão é o choque séptico.

Grau B2

Racional: A noradrenalina estimula os receptores alfa e

beta-adrenérgicos, com efeito beta menos pronunciados. É mais efetiva em aumentar a PAM do que a dopamina em pacientes com choque séptico⁸⁰. Deve-se evitar no choque hemorrágico ou hipovolêmico, pelo risco de lesão renal. Evidências estão se acumulando no sentido de indicar que a noradrenalina pode melhorar a perfusão renal e esplâncnica em pacientes em choque séptico^{68,69,78,79,82-87}. Também pode ser utilizada em outros tipos de choque, nos quais as pressões de perfusão coronariana ou encefálica estejam ameaçadas. Utiliza-se inicialmente em doses de 0,05 a 0,1 µg/kg/min, que podem ser aumentadas progressivamente, de acordo com o efeito hemodinâmico desejado e com o surgimento de efeitos colaterais importantes.

QUESTÃO: QUANDO E COMO USAR INIBIDORES DA FOSFODIESTERASE?

Recomendações:

1. Como terapêutica inotrópica adjuvante nos casos de insuficiência cardíaca congestiva (ICC) onde o uso isolado da dobutamina não é satisfatório, devendo ser usados por curto período.

Grau D

2. Não estão indicados no choque séptico.

Grau D

Racional: Os inibidores da fosfodiesterase são agentes vasodilatadores indicados no choque cardiogênico para aumentar a contratilidade miocárdica, porém, podem agravar a hipotensão se houver componente vasoplégico⁸⁸⁻⁹². Eles melhoram a propriedade de lusitropia do músculo cardíaco, ou seja, sua capacidade de relaxamento⁸⁸⁻⁹³. Estes medicamentos não dependem da integridade dos receptores beta-adrenérgicos. Parecem ser mais eficazes em pacientes com ICC de origem não-isquêmica. No entanto, um grande estudo clínico, aleatório, em pacientes com ICC descompensada não mostrou, em longo prazo, melhora na sobrevida. Do ponto de vista hemodinâmico, a milrinona restaura o débito cardíaco e reduz pressões de enchimento⁸⁸. Há um estudo que sugere efeito anti-inflamatório, propondo que seu uso poderia ser interessante no pós-operatório de cirurgia cardíaca⁹³. A dose é 0,75 µg/kg em *bolus*, seguido de infusão contínua de 0,5 µg/kg/min.

QUESTÃO: QUANDO E COMO USAR LEVOSIMENDAN?

Recomendação:

1. Em pacientes com insuficiência cardíaca congestiva

(ICC) crônica agudizada e grave disfunção ventricular esquerda.

Grau B1

Racional: O levosimendan é um agente sensibilizador do cálcio utilizado para tratamento de ICC. Tem efeito inotrópico positivo baseado na ligação do fármaco à troponina cardíaca C mediada pelo cálcio⁹⁴. Atua também abrindo os canais de potássio dependentes de ATP na musculatura lisa dos vasos, induzindo assim vasodilatação e reduzindo as pressões de enchimento. Aumenta o volume sistólico, a frequência cardíaca e reduz a pressão de oclusão da artéria pulmonar. Ao contrário do emprego de dobutamina, tem sido demonstrada eficácia na redução de mortalidade em longo prazo⁹⁴. Pequenos estudos e casos clínicos sugerem benefícios em pacientes com falência aguda, pós-operatório de cirurgias (inclusive cardíaca), disfunção aguda de VD, miocardiopatia periparto e sepse. Alguns estudos mostraram benefício e segurança do fármaco também em infusões contínuas por sete dias em pacientes com ICC grave⁹⁴. Resultados preliminares mostraram benefício de sobrevida em pacientes com insuficiência cardíaca de baixo débito e insuficiência cardíaca de instalação recente após infarto agudo do miocárdio. Apresenta a vantagem de aumentar o inotropismo, causando efeitos mínimos na demanda energética do miocárdio, além de ser menos disritmogênico. Estudo importante demonstrou menor mortalidade com o seu uso, quando comparado ao uso da dobutamina, em pacientes com insuficiência cardíaca grave de baixo débito⁹⁵. Há um pequeno estudo mostrando que o levosimendan pode ser usado e com sucesso em pacientes com choque cardiogênico. Não deve ser administrada em pacientes com insuficiência hepática ou renal.

QUESTÃO: QUANDO E COMO USAR CORTICÓIDES EM BAIXAS DOSES?

Recomendações:

1. Na hipotensão arterial associada à insuficiência adrenal documentada.

Grau B1

2. No choque séptico com hipotensão arterial só controlada com altas doses de catecolaminas.

Grau B1

Racional: O cortisol é um hormônio com importante função sobre o metabolismo e a hemodinâmica. Um fator de grande relevância é a sua modulação na resposta às catecolaminas e outras substâncias com ati-

vidade vasomotora. A deficiência absoluta ou relativa de cortisol resulta em hipotensão arterial e choque. Outro efeito significativo do cortisol é sua ação anti-inflamatória através da produção de *heat shock proteins*, menor produção de citocinas, redução na cascata do ácido araquidônico, menor atividade da ciclooxigenase-2 e redução da forma induzível do óxido nítrico sintetase. Na presença de hipotensão arterial, já foi comprovada a existência de níveis baixos de cortisol ou resposta insuficiente ao teste de estímulo com ACTH em algumas doenças: choque séptico, AIDS, meningite bacteriana e hipotireoidismo⁹⁶. Este resultado correlaciona-se com maior mortalidade, independentemente da etiologia.

A administração de corticosteróides em doses elevadas mostrou efeito deletério sobre a mortalidade de pacientes em choque séptico⁹⁷⁻⁹⁹. Por outro lado, a reposição em doses fisiológicas ou doses de estresse produz impacto positivo na taxa de reversão do choque e na mortalidade de pacientes hipotensos com insuficiência adrenal documentada ou naqueles com hipotensão que demandam doses elevadas de catecolaminas¹⁰⁰⁻¹⁰². A dose recomendada de hidrocortisona é de 200 a 300 mg/dia, divididas em três doses, durante sete dias. A retirada deve ser feita de forma gradual após sete dias ou diante da possibilidade de se reduzir mais precocemente o uso dos fármacos vasoativos¹⁰³.

QUESTÃO: A META DE OTIMIZAÇÃO HEMODINÂMICA COM VALORES SUPRANORMAIS EM PACIENTES CIRÚRGICOS DE ALTO RISCO E SEM DISFUNÇÃO ORGÂNICA ESTABELECIDADA ESTÁ INDICADA?

Recomendação: Sim.

Racional: A utilização da estratégia de otimização peri-operatória deve ser indicada precocemente, em pacientes de alto risco e baseada em um protocolo terapêutico que consiga promover melhora da oferta de oxigênio.

Grau A2

Racional: A observação dos padrões hemodinâmicos em falências circulatórias agudas demonstrou que, após diminuição inicial nas variáveis de fluxo sanguíneo e no consumo de oxigênio (VO₂), ocorre recuperação das variáveis com aumento desses índices e que os sobreviventes têm maior capacidade de recuperação do que não sobreviventes. Estes dados são consistentes com a hipótese de que as alterações no

transporte de oxigênio que estiveram relacionadas com melhor evolução e sobrevida representam os efeitos de lesão associadas a compensações fisiológicas adequadas, o que leva à melhora da perfusão e da oxigenação tecidual. Desta maneira, esses índices de transporte de oxigênio, obtidos com o uso do cateter de artéria pulmonar (CAP), deveriam ser usados como metas terapêuticas, em pacientes com risco de evolução complicada¹⁰⁴.

Shoemaker e col. demonstraram que a terapêutica de otimização peri-operatória (TOP) com a dobutamina, dirigida para metas supranormais em pacientes com alto risco cirúrgico, levou à redução significativa da morbimortalidade¹⁰⁴. Outros estudos demonstraram resultados semelhantes com metas terapêuticas supranormais, com o uso de dobutamina ou de dopexamina¹⁰⁵⁻¹¹⁰.

Estes resultados bastante favoráveis, no entanto, não foram demonstrados em alguns estudos realizados em pacientes cujas metas foram dirigidas para valores normais¹¹⁰⁻¹¹³. A TOP dirigida para valores supranormais de IC realizada tardiamente, isto é, após a admissão do pacientes cirúrgicos gravemente enfermos na UTI, não demonstrou melhora na sobrevida¹¹⁴. Da mesma forma, a TOP com dopexamina falhou em demonstrar benefícios em pacientes de baixo risco cirúrgico^{53,113,114}.

Os resultados de metanálises, por sua vez, têm sido, em sua maioria, favoráveis a TOP de pacientes cirúrgicos. Ivanov e col. avaliaram 16 estudos controlados e aleatórios, realizados em diferentes populações de pacientes graves e concluíram que havia uma tendência à diminuição de 19% no risco de morte, com efeitos favoráveis, na sua maioria, em grupos de pacientes cirúrgicos¹¹⁵. Heyland e col. relataram que a otimização das variáveis de transporte de oxigênio para metas supranormais não alterou a mortalidade em grupos heterogêneos de pacientes gravemente enfermos, mas sugeriram benefícios em grupos de pacientes cirúrgicos nos quais a otimização era iniciada no pré-operatório¹¹⁶.

Numa recente metanálise, foram avaliados os resultados de 21 estudos clínicos aleatórios¹¹⁷. Avaliando-se a mortalidade em pacientes de alto risco (mortalidade do grupo controle > 20%), sete estudos demonstraram redução de 23% na mortalidade com a otimização precoce. Em seis estudos, nos quais a otimização foi realizada após o desenvolvimento de disfunções orgânicas, não foi demonstrada diminuição na mortalidade. A evolução também não melhorou significativamente nos grupos de pacientes menos graves (grupos com

mortalidade no grupo controle < 15%) e em pacientes cuja abordagem teve como metas terapêuticas níveis normais de DO₂.

A abordagem de otimização, quando realizada tardiamente, não é efetiva, uma vez que falências orgânicas e lesão celular irreversível já estão presentes. Não são observados benefícios com a TOP quando não há diferenças significativas nas terapêuticas oferecidas para os grupos controle e protocolo, assim como em populações de pacientes de menor risco de morte. Todavia, estes dados em conjunto demonstram que a intervenção precoce, isto é, antes do aparecimento de disfunções orgânicas, com a TOP dirigida pelo CAP para metas terapêuticas ótimas (índices supranormais de IC e DO₂) levam a redução significativa na mortalidade e na prevalência de falências orgânicas em pacientes cirúrgicos de alto risco.

QUESTÃO: A META DE OTIMIZAÇÃO HEMODINÂMICA COM VALORES SUPRANORMAIS EM PACIENTES COM CHOQUE SÉPTICO ESTÁ INDICADA?

Recomendação: Não, a utilização de valores supranormais de IC e DO₂ dirigidos pelo CAP na fase não precoce do choque séptico (após admissão na UTI), não mostrou redução na morbidade e mortalidade. As variáveis cardiorrespiratórias obtidas com o CAP devem ser dirigidas de forma individualizada.

Grau A1

Racional: No choque séptico, as alterações fisiológicas complexas compreendem a presença de hipovolemia relativa e absoluta, vasodilatação, disfunção miocárdica e alterações do metabolismo e função celular resultando em hipóxia tecidual e demanda aumentada de O₂. Estudos experimentais com sepse, a presença de maior DO₂ espontânea associa-se a melhor sobrevida em animais com choque endotóxico¹¹⁸. Os sobreviventes de doenças graves apresentavam níveis elevados de transporte de O₂¹⁰⁴. Vários investigadores avaliaram o papel da elevação do índice cardíaco e DO₂ em pacientes criticamente enfermos. Estudos iniciais sugeriam efeito benéfico dessa estratégia^{104,119,120}. No entanto, estudos maiores e metanálise dos estudos realizados não demonstraram diminuição de morbidade nem mortalidade desses pacientes^{114,117,121}. Estudo prospectivo, controlado e aleatório que utilizou dobutamina sugere que a busca, a qualquer custo, de valores supranormais, sem respeitar a reserva fisiológica dos pacientes, aumenta a mortalidade¹²¹.

QUESTÃO: A MONITORIZAÇÃO HEMODINÂMICA É BENÉFICA NA FASE INICIAL DO CHOQUE SÉPTICO?

Recomendação: Sim, a monitorização precoce é fundamental para diagnosticar hipoperfusão e guiar medidas terapêuticas nesses pacientes na tentativa de prevenir disfunções orgânicas.

Grau B1

Racional: Em pacientes com choque séptico, investigações realizadas em amostras heterogêneas que avaliaram a monitorização hemodinâmica e o uso de protocolos de suporte hemodinâmico, iniciados depois da instalação de falências orgânicas, têm contribuído para dúvidas sobre a eficácia do método. A terapia de otimização hemodinâmica guiada por metas pré-estabelecidas, quando iniciada precocemente, reduz a mortalidade de pacientes com sepse grave/choque séptico. O uso de um protocolo guiado por PVC, PAM e SvO₂ reduziu significativamente a mortalidade. Rivers e col. relataram, em estudo prospectivo, controlado e aleatório, significativa diminuição da mortalidade (30,5%) com a otimização precoce nas primeiras seis horas, utilizando como meta terapêutica uma saturação venosa central > 70%, comparado ao grupo não otimizado (46,5%)³⁷. Pacientes otimizados receberam maior volume de fluidos e mais suporte inotrópico (principalmente dobutamina).

QUESTÃO: PACIENTES COM BAIXO RISCO DE MORTE SE BENEFICIAM DA MONITORIZAÇÃO COM CAP?

Recomendação: Não. Pacientes com baixo risco de morte não se beneficiam da monitorização invasiva com CAP.

Grau A1

Racional: Deve-se avaliar a relação risco-benefício de toda intervenção diagnóstica. A monitorização invasiva com CAP, embora considerado um método seguro quando utilizado em pacientes graves, devido à baixa incidência de complicações, deve ser evitado em pacientes estáveis com baixo risco de mortalidade, nos quais a terapia empírica não implique em maiores riscos. Neste caso, os riscos do método podem superar os eventuais benefícios. Uma metanálise investigou os resultados de 21 estudos com o uso do CAP e metas terapêuticas normais e supranormais. Não foi demonstrado efeito na sobrevivência, com a abordagem de otimização hemodinâmica para valores normais ou

supranormais, nos grupos com pacientes cirúrgicos de baixo risco^{53,113,117}.

CONCLUSÃO

Todos os participantes do Consenso concordaram plenamente com a afirmação de que “A monitorização hemodinâmica por si só não é capaz de reduzir a mortalidade de pacientes graves. Os possíveis benefícios serão consequência da correta interpretação dos dados obtidos e do uso de protocolos de tratamento que permitam obtenção de metas hemodinâmicas adequadas”.

PAINEL DE ESPECIALISTAS DO CONSENSO BRASILEIRO DE MONITORIZAÇÃO E SUPORTE HEMODINÂMICO

Coordenador: Ederlon Rezende, Diretor do Serviço de Terapia Intensiva do Hospital do Servidor Público Estadual (São Paulo-SP);

Comitê Consultivo: Álvaro Réa-Neto, Professor do Departamento de Clínica Médica da UFPR, Chefe da UTI adulto do Hospital de Clínicas da UFPR, Diretor do CEPETI – Centro de Estudos e Pesquisa em Terapia Intensiva (Curitiba-PR); Ciro Leite Mendes, Coordenador da UTI adulto do Hospital de Emergência e Trauma Senador Humberto Lucena e Hospital Santa Paula, Médico da Rotina da UTI adulto do Hospital Universitário – UFPB (João Pessoa-PB); Fernando Suparregui Dias, Professor da Faculdade de Medicina da PUC de Porto Alegre, Chefe da UTI geral do Hospital São Lucas da PUC de Porto Alegre (Porto Alegre-RS); Guilherme Schettino, Doutor em Medicina pela Faculdade de Medicina da USP, Médico Assistente da UTI Respiratória do HC da FMUSP, Médico Coordenador da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo-SP); Suzana Margareth Ajeje Lobo, Doutora de Medicina pela Universidade de São Paulo, Professora de clínica médica da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, Coordenadora do Serviço de Terapia Intensiva do Hospital de Base – FAMERP (São José do Rio Preto-SP); Cid Marcos David, Presidente do Fundo de Educação e Pesquisa da Associação de Medicina Intensiva Brasileira, Doutor em Ciências Médicas, Professor Adjunto da UFRJ (Rio de Janeiro-RJ).

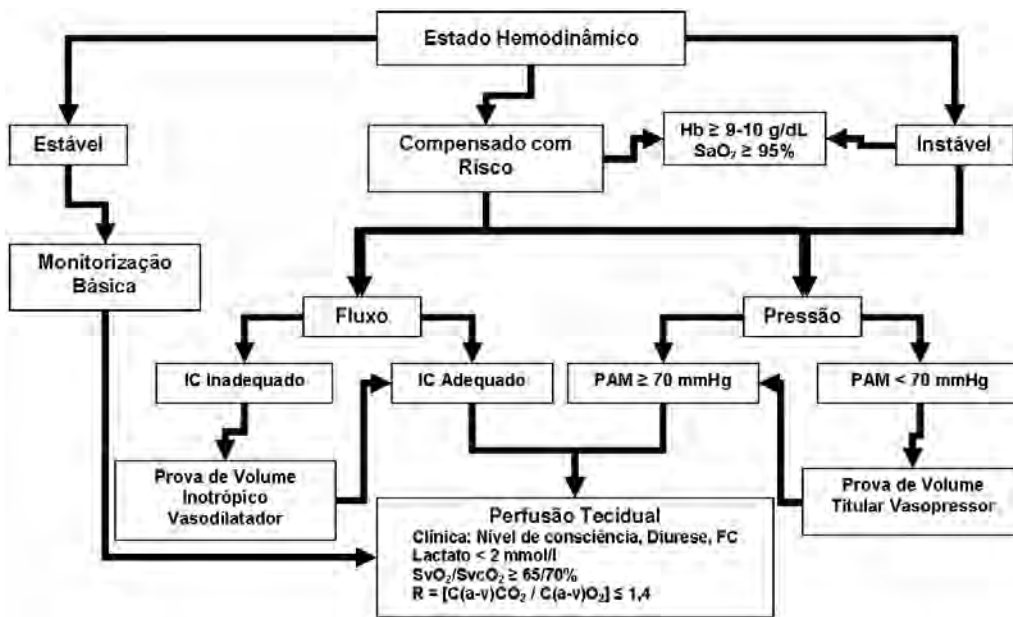
Painel de Especialistas: Alberto Barros, Médico Coordenador da UTI do Hospital Português de Recife (Recife-PE); Eliézer Silva, Doutor em Medicina, Médico

Supervisor CTI Hospital Israelita Albert Einstein (São Paulo-SP); Gilberto Friedman, Editor Chefe da Revista Brasileira de Terapia Intensiva; Médico do Hospital de Clínicas de Porto Alegre FAMED-UFRGS (Porto Alegre-RS); José Luiz Gomes do Amaral, Doutor em Medicina, Chefe da Disciplina de Anestesiologia, Dor e Terapia Intensiva da UNIFESP (São Paulo-SP); Marcelo Park, Médico Assistente da Unidade de Terapia Intensiva - Disciplina de Emergências Clínicas – HC-FMUSP (São Paulo-SP); Maristela Monachini, Doutora em Medicina, Médica Assistente da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo-SP); Mirella Cristine de Oliveira, Médica Coordenadora do Hospital do Trabalhador (Curitiba-PR); Murillo Santucci César Assunção, Médico Coordenador Serviço de Terapia Intensiva do Hospital do Servidor Público Estadual (São Paulo-SP); Nelson Akamine, Médico Supervisor CTI Hospital Israelita Albert Einstein (São Paulo-SP); Patrícia Veiga C Mello, Médica Coordenadora da Disciplina de Emer-

gência da Universidade Estadual do Piauí, Coordenadora da UTI do Hospital de Terapia Intensiva (Terezina-PI); Renata Andréa Pietro Pereira, Enfermeira Chefe do Serviço de Terapia Intensiva do Hospital do Servidor Público Estadual (São Paulo-SP); Rubens Costa Filho, Médico Coordenador CTI do PROCARDÍACO (Rio de Janeiro-RJ); Sebastião Araújo, Médico, Professor Doutor Assistente Departamento de Cirurgia da FCM-UNICAMP (Campinas-SP); Sérgio Félix Pinto, Médico Chefe da UTI do Hospital Universitário da UFMS (Campo Grande-MS); Sérgio Ferreira, Médico Chefe da UTI do Hospital Universitário Getúlio Vargas da UFAM (Mauas-AM); Simone Mattoso Mitushima, Enfermeira da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo-SP); Sydney Agareno, Médico Vice-Coordenador da UTI Geral do Hospital Português de Salvador (Salvador-BA); e Yuzeth Nóbrega de Assis Brilhante, Médica Coordenadora da UTI do Hospital da UNIMED João Pessoa (João Pessoa-PB).

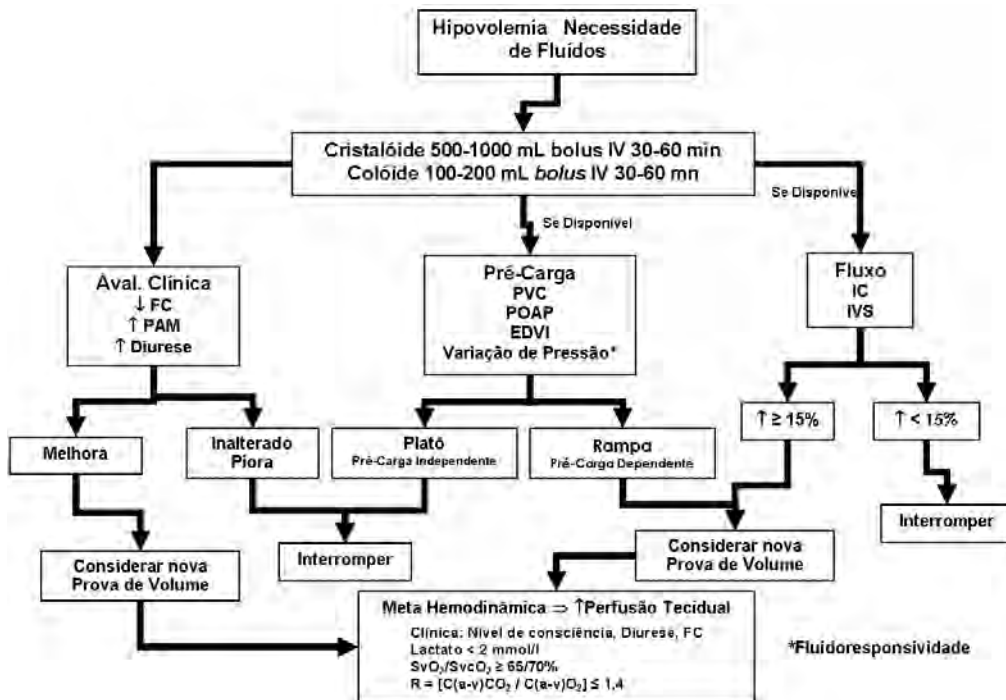
APÊNDICE – ALGORITMOS

A- Suporte Hemodinâmico



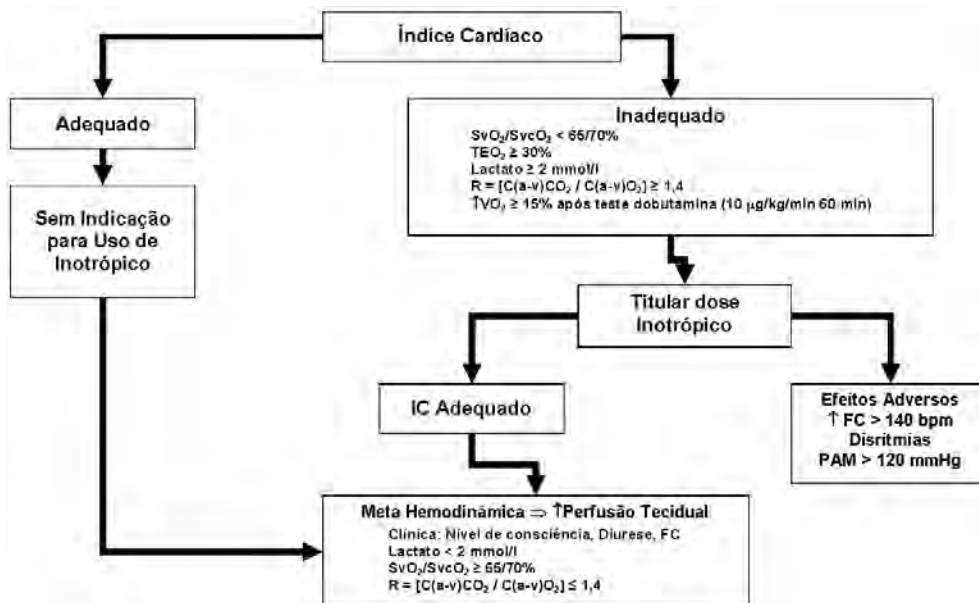
A - Suporte Hemodinâmico: Os pacientes estáveis podem ser monitorizados apenas com métodos básicos, mantendo-se vigilância quanto à manutenção de parâmetros adequados de perfusão tecidual. Entretanto, os pacientes instáveis, ou compensados com risco, além da garantia de uma oxigenação e níveis de hemoglobina adequados, deve-se utilizar métodos de monitorização que permitam a avaliação de pressão e fluxo. A observação dos níveis de fluxo e pressão permite a tomada de decisões para atingir a meta final de garantir adequada perfusão tecidual.

B- Prova de Volume



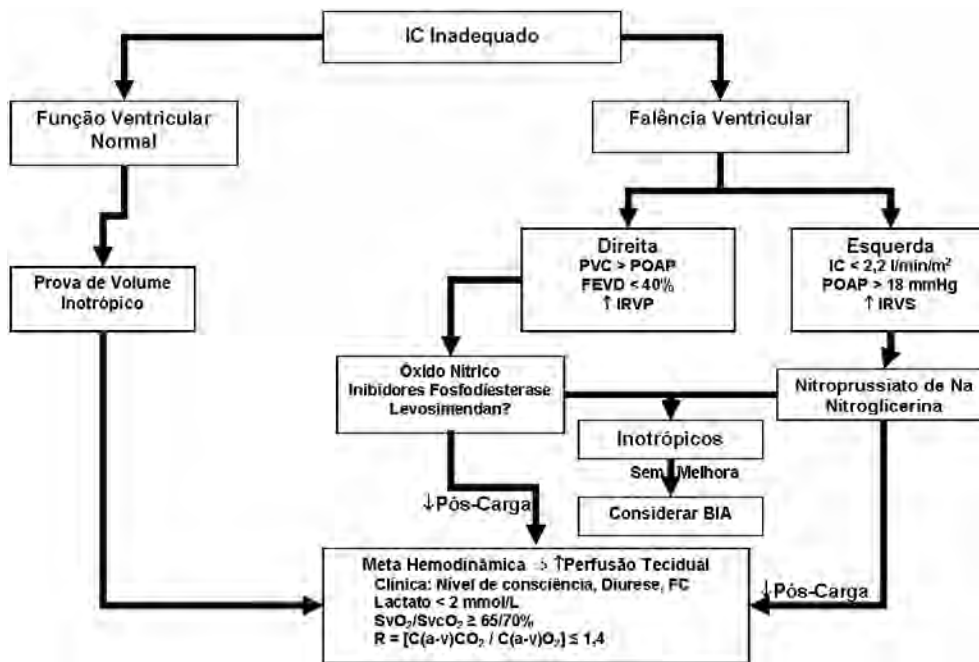
B – Prova de Volume: Pode ser realizada tanto com cristalóides (500 a 1000 mL) quanto colóides (100 a 200 mL) infundidos em 30 a 60 minutos. Caso se disponha apenas de monitorização básica, as provas serão repetidas de acordo com a melhora, ou intolerância à administração de fluidos. Se estiverem disponíveis métodos de avaliação da pré-carga ou fluioresponsividade é possível identificar o comportamento fisiológico de acordo com o princípio de Frank-Starling. Pacientes na rampa da curva de fluxo/volume são pré-carga dependentes e costumam responder positivamente à prova de volume. A avaliação funcional através da prova de volume através da curva de Frank-Starling é mais completa se métodos de monitorização de fluxo estiverem disponíveis. São considerados respondedores os pacientes que aumentam o fluxo em mais de 15% após prova de volume.

C- Uso de Inotrópicos



C - Uso de Inotrópicos: Débito cardíaco adequado é aquele que permite perfusão tecidual adequada independente de seu valor absoluto. Inotrópicos serão utilizados apenas quando o débito não for adequado para as necessidades do paciente, após reposição volêmica satisfatória.

D- Uso de Vasodilatadores



D - Uso de Vasodilatadores: Na presença de débito cardíaco inadequado com função ventricular preservada, a resposta à provas de volume ou inotrópicos costuma ser boa. Entretanto, na presença de falência ventricular, a redução da pós-carga com o uso de vasodilatadores, está indicada. A escolha do vasodilatador deve considerar a ação preferencial do fármaco na circulação pulmonar (falência direita), ou sistêmica (falência esquerda).

PAINEL DE ESPECIALISTAS DO CONSENSO BRASILEIRO DE MONITORIZAÇÃO E SUPORTE HEMODINÂMICO

Comitê Consultivo: Suzana Margareth Ajeje Lobo, Doutora de Medicina pela Universidade de São Paulo, Professora de Clínica Médica da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, Coordenadora do Serviço de Terapia Intensiva do Hospital de Base – FAMERP (São José do Rio Preto, SP); Ederlon Rezende, Diretor do Serviço de Terapia Intensiva do Hospital do Servidor Público Estadual (São Paulo, SP); Ciro Leite Mendes, Coordenador da UTI Adulto do Hospital de Emergência e Trauma Senador Humberto Lucena e Hospital Santa Paula, Médico da Rotina da UTI Adulto do Hospital Universitário – UFPB (João Pessoa, PB); Álvaro Réa-Neto, Professor do Departamento de Clínica Médica da UFPR, Chefe da UTI adulto do Hospital de Clínicas da UFPR, Diretor do CEPETI – Centro de Estudos e Pesquisa em Terapia Intensiva (Curitiba, PR); Cid Marcos David, Presidente do Fundo de Educação e Pesquisa da Associação de Medicina Intensiva Brasileira, Doutor em Ciências Médicas, Professor Adjunto da UFRJ (Rio de Janeiro-RJ). Fernando Suparregui Dias, Professor

da Faculdade de Medicina da PUC de Porto Alegre, Chefe da UTI Geral do Hospital São Lucas da PUC de Porto Alegre (Porto Alegre, RS); Guilherme Schettino, Doutor em Medicina pela Faculdade de Medicina da USP, Médico Assistente da UTI Respiratória do HC da FMUSP, Médico Coordenador da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo, SP)

Painel de Especialistas: Alberto Barros, Médico Coordenador da UTI do Hospital Português de Recife (Recife, PE); Eliézer Silva, Doutor em Medicina, Médico Supervisor CTI Hospital Israelita Albert Einstein (São Paulo, SP); Gilberto Friedman, Editor Chefe da Revista Brasileira de Terapia Intensiva; Médico do Hospital de Clínicas de Porto Alegre FAMED-UFRGS (Porto Alegre, RS); José Luiz Gomes do Amaral, Doutor em Medicina, Chefe da Disciplina de Anestesiologia, Dor e Terapia Intensiva da UNIFESP (São Paulo, SP); Marcelo Park, Médico Assistente da Unidade de Terapia Intensiva - Disciplina de Emergências Clínicas – HC-FMUSP (São Paulo, SP); Maristela Monachini, Doutora em Medicina, Médica Assistente da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo-SP); Mirella Cristine de Oliveira, Médica Coordenadora do Hospital do Trabalhador (Curitiba, PR); Murillo Santucci César Assunção, Médico Assistente

da Disciplina de Anestesiologia, Dor e Terapia Intensiva da UNIFESP (São Paulo, SP); Nelson Akamine, Médico Supervisor CTI Hospital Israelita Albert Einstein (São Paulo, SP); Patrícia Veiga C Mello, Médica Coordenadora da Disciplina de Emergência da Universidade Estadual do Piauí, Coordenadora da UTI do Hospital de Terapia Intensiva (Terezina, PI); Renata Andréa Pietro Pereira, Enfermeira Chefe do Serviço de Terapia Intensiva do Hospital do Servidor Público Estadual (São Paulo, SP); Rubens Costa Filho, Médico Coordenador CTI do PROCARDÍACO (Rio de Janeiro, RJ); Sebastião Araújo, Médico, Professor Doutor Assistente Departamento de Cirurgia da FCM-UNICAMP (Campinas, SP); Sérgio Félix Pinto, Médico Chefe da UTI do Hospital Universitário da UFMS (Campo Grande, MS); Sérgio Ferreira, Médico Chefe da UTI do Hospital Universitário Getúlio Vargas da UFAM (Manaus, AM); Simone Mattoso Mitushima, Enfermeira da UTI do Hospital Sírio Libanês (São Paulo, SP); Sydney Agareno, Médico Vice-Coordenador da UTI Geral do Hospital Português de Salvador (Salvador, BA); Yuzeth Nóbrega de Assis Brilhante, Médica Coordenadora da UTI do Hospital da UNIMED João Pessoa (João Pessoa, PB).

REFERÊNCIAS

01. Rackow EC, Falk JL, Fein IA et al - Fluid resuscitation in circulatory shock: a comparison of the cardiorespiratory effects of albumin, hetastarch, and saline solutions in patients with hypovolemic and septic shock. *Crit Care Med*, 1983;11:839-850.
02. Choi PT, Yip G, Quinonez LG et al - Crystalloids vs. colloids in fluid resuscitation: a systematic review. *Crit Care Med*, 1999;27:200-210.
03. Roberts I, Alderson P, Bunn F et al - Colloids versus crystalloids for fluid resuscitation in critically ill patients. *Cochrane Database Syst Rev*, 2004;18:CD000567.
04. Schierhout G, Roberts I - Fluid resuscitation with colloid or crystalloid solutions in critically ill patients: a systematic review of randomised trials. *BMJ*, 1998;316:961-964.
05. Stephens R, Mythen M - Optimizing intraoperative fluid therapy. *Curr Opin Anaesth*, 2003;16:385-392.
06. Scheingraber S, Rehm M, Sehmisch C et al - Rapid saline infusion produces hyperchloremic acidosis in patients undergoing gynecologic surgery. *Anesthesiology*, 1999;90:1265-1270.
07. Oliveira RP, Velasco I, Soriano F et al - Clinical review: Hypertonic saline resuscitation in sepsis. *Crit Care*, 2002;6:418-423.
08. Kramer GC - Hypertonic resuscitation: physiologic mechanisms and recommendations for trauma care. *J Trauma*, 2003;54:(Suppl5):S89-S99.
09. Brown MD - Evidence-based emergency medicine. Hypertonic versus isotonic crystalloid for fluid resuscitation in critically ill patients. *Ann Emerg Med*, 2002;40:113-114.
10. Mattox KL, Maningas PA, Moore EE et al - Prehospital hypertonic saline/dextran infusion for post-traumatic hypotension. The U.S.A. Multicenter Trial. *Ann Surg*, 1991;213:482-491.
11. Vassar MJ, Fischer RP, O'Brien PE et al - A multicenter trial for resuscitation of injured patients with 7.5% sodium chloride. The effect of added dextran 70. The Multicenter Group for the Study of Hypertonic Saline in Trauma Patients. *Arch Surg*, 1993;128:1003-1013.
12. Berger S, Schurer L, Hartl R et al - Reduction of post-traumatic intracranial hypertension by hypertonic/hyperoncotic saline/dextran and mannitol. *Neurosurgery*, 1985;37:98-107.
13. Bentsen G, Breivik H, Lundar T et al - Predictable reduction of intracranial hypertension with hypertonic saline hydroxyethyl starch: a prospective clinical trial in critically ill patients with subarachnoid haemorrhage. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2004;48:1089-1095.
14. Wade CE, Kramer GC, Grady JJ et al - Efficacy of hypertonic 7.5% saline and 6% dextran-70 in treating trauma: a meta-analysis of controlled clinical studies. *Surgery*, 1997;122:609-616.
15. Friedman G, Berlot G, Kahn RJ et al - Combined measurements of blood lactate concentrations and gastric intramucosal pH in patients with severe sepsis. *Crit Care Med*, 1995;23:1184-1193.
16. Marx G - Fluid therapy in sepsis with capillary leakage. *Eur J Anaesthesiol*, 2003;20:429-442.
17. Boldt J - Fluid choice for resuscitation of the trauma patient: a review of the physiological, pharmacological, and clinical evidence. *Can J Anaesth*, 2004;51:500-513.
18. Entholzner EK, Mielke LL, Calatzis AN et al - Coagulation effects of a recently developed hydroxyethyl starch (HES 130/0.4) compared to hydroxyethyl starches with higher molecular weight. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2000;44:1116-1121.
19. Franz A, Braunlich P, Gamsjager T et al - The effects of hydroxyethyl starches of varying molecular weights on platelet function. *Anesth Analg*, 2001;92:1402-1407.
20. Bunn F, Roberts I, Tasker R et al - Hypertonic versus isotonic crystalloid for fluid resuscitation in critically ill patients. *Cochrane Database Syst Rev*, 2002;1:CD002045.
21. Schortgen F, Lacherade JC, Bruneel F et al - Effects of hydroxyethylstarch and gelatin on renal function in severe sepsis: a multicentre randomised study. *Lancet*, 2001;357:(9260):911-916.
22. Barron ME, Wilkes MM, Navickis RJ - A systematic review of the comparative safety of colloids. *Arch Surg*, 2004;139:552-563.
23. Legendre C, Thervet E, Page B et al - Hydroxyethylstarch and osmotic-nephrosis-like lesions in kidney transplantation. *Lancet*, 1993;342:(8865):248-249.
24. Parker MJ, Griffiths R, Boyle A - Preoperative saline versus gelatin for hip fracture patients; a randomized trial of 396 patients. *Br J Anaesth*, 2004;92:67-70.
25. Miller CL, Lim RC - Dextran as a modulator of immune and coagulation activities in trauma patients. *J Surg Res*, 1985;39:183-191.
26. Wilkes MM, Navickis RJ - Patient survival after human albumin administration. A meta-analysis of randomized, controlled trials. *Ann Intern Med*, 2001;135:149-164.
27. Finfer S, Bellomo R, Boyce N et al - A comparison of albumin and saline for fluid resuscitation in the intensive care unit. *N Engl J Med*, 2004;350:2247-2256.
28. Gentilini P, Casini-Raggi V, Di Fiore G et al - Albumin improves the response to diuretics in patients with cirrhosis and ascites: results of a randomized, controlled trial. *J Hepatol*, 1999;30:639-645.
29. Gines P, Arroyo V, Quintero E et al - Comparison of paracentesis and diuretics in the treatment of cirrhotics with tense ascites. Results of a randomized study. *Gastroenterology*, 1987;93:234-241.
30. Salerno F, Badalamenti S, Incerti P et al - Repeated paracentesis and i.v. albumin infusion to treat 'tense' ascites in cirrhotic patients. A safe alternative therapy. *J Hepatol*, 1987;5:102-108.
31. Quinlan GJ, Mumby S, Martin GS et al - Albumin influences total plasma antioxidant capacity favorably in patients with acute lung injury. *Crit Care Med*, 2004;32:755-759.
32. Martin GS, Mangialardi RJ, Wheeler AP et al - Albumin and furosemide therapy in hypoproteinemic patients with acute lung injury. *Crit Care Med*, 2002;30:2175-2182.
33. Martin GS - Fluid balance and colloid osmotic pressure in acute respiratory failure: emerging clinical evidence. *Crit Care*, 2000;4:(Suppl2):S21-S25.
34. Sedrakyan A, Gondek K, Paltiel D et al - Volume expansion with albumin decreases mortality after coronary artery bypass graft surgery. *Chest*, 2003;123:1853-1857.
35. Fernandes CJ Jr, Akamine N, de Marco FV et al - Red blood cell transfusion does not increase oxygen consumption in critically ill septic patients. *Crit Care*, 2001;5:362-367.
36. Walsh TS, McArdle F, McLellan SA et al - Does the storage time of transfused red blood cells influence regional or global indexes of tissue oxygenation in anemic critically ill patients? *Crit Care Med*, 2004;32:364-371.

37. Rivers E, Nguyen B, Havstad S et al - Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med*, 2001;345:1368-1377.
38. Nguyen BV, Bota DP, Melot C et al - Time course of hemoglobin concentrations in nonbleeding intensive care unit patients. *Crit Care Med*, 2003;31:406-410.
39. Weil MH - Blood transfusions. *Crit Care Med*, 2003;31:2397-2398.
40. Borum ML, Lynn J, Zhong Z - Blood transfusion administration in seriously ill patients: an evaluation of SUPPORT data. Study to Understand Prognoses and Preferences for Outcomes and Risks of Treatments. *J Am Geriatr Soc*, 2000;48:(Suppl5):S39-S43.
41. Hebert PC, Wells G, Tweeddale M et al - Does transfusion practice affect mortality in critically ill patients? Transfusion Requirements in Critical Care (TRICC) Investigators and the Canadian Critical Care Trials Group. *Am J Respir Crit Care Med*, 1997;155:1618-1623.
42. Whitten CS, Chia Z, Gresceck AH et al - An analysis of survival in patients with traumatic injuries who received transfusions of forty units or more. *Anesthesiology*, 1995;83:A218.
43. Taylor RW, Manganaro L, O'Brien J et al - Impact of allogenic packed red blood cell transfusion on nosocomial infection rates in the critically ill patient. *Crit Care Med*, 2002;30:2249-2254.
44. Shorr AF, Duh M-S, Kelly KM et al - Red blood cell transfusion and ventilator-associated pneumonia: a potential link? *Crit Care Med*, 2004;32:666-674.
45. Vincent JL, Baron JF, Reinhart K et al - Anemia and blood transfusion in critically ill patients. *JAMA*, 2002;288:1499-1507.
46. Corwin HL, Surgenor SD, Gettinger A - Transfusion practice in the critically ill. *Crit Care Med*, 2003;31:(Suppl12):S668-S671.
47. Baguneid MS, Welch M, Bukhari M et al - A randomized study to evaluate the effect of a perioperative infusion of dopexamine on colonic mucosal ischemia after aortic surgery. *J Vasc Surg*, 2001;33:758-763.
48. Hannemann L, Reinhart K, Meier-Hellmann A et al - Dopexamine hydrochloride in septic shock. *Chest*, 1996;109:756-760.
49. Lund N, de Asla RJ, Cladis F et al - Dopexamine hydrochloride in septic shock: effects on oxygen delivery and oxygenation of gut, liver, and muscle. *J Trauma*, 1995;38:767-775.
50. Colardyn FC, Vandenbogaerde JF, Vogelaers DP et al - Use of dopexamine hydrochloride in patients with septic shock. *Crit Care Med*, 1989;17:999-1003.
51. Ralph CJ, Tanser SJ, Macnaughton PD et al - A randomised controlled trial investigating the effects of dopexamine on gastrointestinal function and organ dysfunction in the critically ill. *Intensive Care Med*, 2002;28:884-890.
52. Thoren A, Elam M, Ricksten SE - Differential effects of dopamine, dopexamine, and dobutamine on jejunal mucosal perfusion early after cardiac surgery. *Crit Care Med*, 2000;28:2338-2343.
53. Takala J, Meier-Hellmann A, Eddleston J et al - Effect of dopexamine on outcome after major abdominal surgery: a prospective, randomized, controlled multicenter study. European Multicenter Study Group on Dopexamine in Major Abdominal Surgery. *Crit Care Med*, 2000;28:3417-3423.
54. Rosner MJ, Rosner SD, Johnson AH - Cerebral perfusion pressure: management protocol and clinical results. *J Neurosurg*, 1995;83:949-962.
55. Oertel M, Kelly DF, Lee JH et al - Efficacy of hyperventilation, blood pressure elevation, and metabolic suppression therapy in controlling intracranial pressure after head injury. *J Neurosurg*, 2002;97:1045-1053.
56. Takala J - Non-conventional vasopressors in septic shock: effects on hepato-splanchnic blood flow. *Schweiz Med Wochenschr*, 2000;130:1937-1941.
57. Gregory JS, Bonfiglio MF, Dasta JF et al - Experience with phenylephrine as a component of the pharmacologic support of septic shock. *Crit Care Med*, 1991;19:1395-1400.
58. Bellissant E, Annane D - Effect of hydrocortisone on phenylephrine--mean arterial pressure dose-response relationship in septic shock. *Clin Pharmacol Ther*, 2000;68:293-303.
59. Cooper DW, Mowbray P - Ephedrine or phenylephrine to prevent or treat hypotension during spinal anaesthesia for caesarean section. *Int J Obstet Anesth*, 2004;13:197-198.
60. Wenzel V, Krismer AC, Arntz HR et al - A comparison of vasopressin and epinephrine for out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation. *N Engl J Med*, 2004;350:105-113.
61. Stiell IG, Hebert PC, Wells GA et al - Vasopressin versus epinephrine for in-hospital cardiac arrest: a randomised controlled trial. *Lancet*, 2001;358:(9276):105-109.
62. Holmes CL, Patel BM, Russell JA et al - Physiology of vasopressin relevant to management of septic shock. *Chest*, 2001;120:989-1002.
63. Kinoshita Y, Yahata K, Yoshioka T et al - Long-term renal preservation after brain death maintained with vasopressin and epinephrine. *Transpl Int*, 1990;3:15-18.
64. van Haren FM, Rozendaal FW, van der Hoeven JG - The effect of vasopressin on gastric perfusion in catecholamine-dependent patients in septic shock. *Chest*, 2003;124:2256-2260.
65. Dunser MW, Mayr AJ, Ulmer H et al - Arginine vasopressin in advanced vasodilatory shock: a prospective, randomized, controlled study. *Circulation*, 2003;107:2313-2319.
66. Lipman J, Roux A, Kraus P - Vasoconstrictor effects of adrenaline in human septic shock. *Anaesth Intensive Care*, 1991;19:61-65.
67. Wilson W, Lipman J, Scribante J et al - Septic shock: does adrenaline have a role as a first-line inotropic agent? *Anaesth Intensive Care*, 1992;20:470-474.
68. Levy B, Bollaert PE, Charpentier C et al - Comparison of norepinephrine and dobutamine to epinephrine for hemodynamics, lactate metabolism, and gastric tonometric variables in septic shock: a prospective, randomized study. *Intensive Care Med*, 1997;23:282-287.
69. De Backer D, Creteur J, Silva E et al - Effects of dopamine, norepinephrine, and epinephrine on the splanchnic circulation in septic shock: which is best? *Crit Care Med*, 2003;31:1659-1667.
70. Jardin F, Sportiche M, Bazin M et al - Dobutamine: a hemodynamic evaluation in human septic shock. *Crit Care Med*, 1981;9:329-332.
71. Ronco JJ, Fenwick JC, Wiggs BR et al - Oxygen consumption is independent of increases in oxygen delivery by dobutamine in septic patients who have normal or increased plasma lactate. *Am Rev Respir Dis*, 1993;147:25-31.
72. Gutierrez G, Clark C, Brown SD et al - Effect of dobutamine on oxygen consumption and gastric mucosal pH in septic patients. *Am J Respir Crit Care Med*, 1994;150:324-329.
73. Sun Q, Tu Z, Lobo S et al - Optimal adrenergic support in septic shock due to peritonitis. *Anesthesiology*, 2003;98:888-896.
74. Hoogenberg K, Smit AJ, Girbes AR - Effects of low-dose dopamine on renal and systemic hemodynamics during incremental norepinephrine infusion in healthy volunteers. *Crit Care Med*, 1998;26:260-265.
75. Lherm T, Troche G, Rossignol M et al - Renal effects of low-dose dopamine in patients with sepsis syndrome or septic shock treated with catecholamines. *Intensive Care Med*, 1996;22:213-219.
76. Schreuder WO, Schneider AJ, Groeneveld AB et al - Effect of dopamine vs norepinephrine on hemodynamics in septic shock. Emphasis on right ventricular performance. *Chest*, 1989;95:1282-1288.
77. Ruokonen E, Takala J, Kari A et al - Regional blood flow and oxygen transport in septic shock. *Crit Care Med*, 1993;21:1296-1303.
78. Marik PE, Mohedin M - The contrasting effects of dopamine and norepinephrine on systemic and splanchnic oxygen utilization in hyperdynamic sepsis. *JAMA*, 1994;272:1354-1357.
79. Martin C, Papazian L, Perrin G et al - Norepinephrine or dopamine for the treatment of hyperdynamic septic shock? *Chest*, 1993;103:1826-1831.
80. Bellomo R, Chapman M, Finfer S et al - Low-dose dopamine in patients with early renal dysfunction: a placebo-controlled randomised trial. Australian and New Zealand Intensive Care Society (ANZICS) Clinical Trials Group. *Lancet*, 2000;356(9248):2139-2143.
81. Kellum JA, M Decker J - Use of dopamine in acute renal failure: a meta-analysis. *Crit Care Med*, 2001;29:1526-1531.
82. Desjars P, Pinaud M, Bugnon D et al - Norepinephrine therapy has no deleterious renal effects in human septic shock. *Crit Care Med*, 1989;17:426-429.
83. Martin C, Viviand X, Leone M et al - Effect of norepinephrine on the outcome of septic shock. *Crit Care Med*, 2000;28:2758-2765.
84. Meadows D, Edwards JD, Wilkins RG et al - Reversal of intractable septic shock with norepinephrine therapy. *Crit Care Med*, 1988;16:663-666.
85. Dasta JF - Norepinephrine in septic shock: renewed interest in an old drug. *DICP*, 1990;24:153-156.
86. Redl-Wenzl EM, Armbruster C, Edelmann G et al - The effects of norepinephrine on hemodynamics and renal function in severe septic shock states. *Intensive Care Med*, 1993;19:151-154.
87. Task Force of the American College of Critical Care Medicine SCCM. Practice parameters for hemodynamic support of sepsis in adult patients in sepsis. *Crit Care Med*, 1999;27:639-660.

88. Anderson JL - Hemodynamic and clinical benefits with intravenous milrinone in severe chronic heart failure: results of a multicenter study in the United States. *Am Heart J*, 1991;121:1956-1964.
89. Felker GM, Benza RL, Chandler AB et al - Heart failure etiology and response to milrinone in decompensated heart failure: results from the OPTIME-CHF study. *J Am Coll Cardiol*, 2003;41:997-1003.
90. Aranda JM Jr, Schofield RS, Pauly DF et al - Comparison of dobutamine versus milrinone therapy in hospitalized patients awaiting cardiac transplantation: a prospective, randomized trial. *Am Heart J*, 2003;145:324-329.
91. Cuffe MS, Califf RM, Adams KF Jr et al - Short-term intravenous milrinone for acute exacerbation of chronic heart failure: a randomized controlled trial. *JAMA*, 2002;287:1541-1547.
92. Heinz G, Geppert A, Delle Karth G et al - IV milrinone for cardiac output increase and maintenance: comparison in nonhyperdynamic SIRS/sepsis and congestive heart failure. *Intensive Care Med*, 1999;25:620-624.
93. Boldt J, Brosch C, Suttner S et al - Prophylactic use of the phosphodiesterase III inhibitor enoximone in elderly cardiac surgery patients: effect on hemodynamics, inflammation, and markers of organ function. *Intensive Care Med*, 2002;28:1462-1469.
94. Kivikko M, Antila S, Eha J et al - Pharmacodynamics and safety of a new calcium sensitizer, levosimendan, and its metabolites during an extended infusion in patients with severe heart failure. *J Clin Pharmacol*, 2002;42:43-51.
95. Follath F, Cleland JG, Just H et al - Efficacy and safety of intravenous levosimendan compared with dobutamine in severe low-output heart failure (the LIDO study): a randomised double-blind trial. *Lancet*, 2002;360(9328):196-202.
96. Jenkins RC, Ross RJM - The endocrinology of the critically ill: current opinion. *Curr Opin Endocrinol Diab*, 1996;3:138-145.
97. Sprung CL, Caralis PV, Marcial EH et al - The effects of high-dose corticosteroids in patients with septic shock. A prospective, controlled study. *N Engl J Med*, 1984;311:1137-1143.
98. The Veterans Administration Systemic Sepsis Cooperative Study Group. Effect of high-dose glucocorticoid therapy on mortality in patients with clinical signs of systemic sepsis. *N Engl J Med*, 1987;317:659-665.
99. Bone RC, Fisher CJ Jr, Clemmer TP et al - A controlled clinical trial of high-dose methylprednisolone in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med*, 1987;317:653-658.
100. Annane D, Sebille V, Charpentier C et al - Effect of treatment with low doses of hydrocortisone and fludrocortisone on mortality in patients with septic shock. *JAMA*, 2002;288:862-871.
101. Briegel J, Forst H, Haller M et al - Stress doses of hydrocortisone reverse hyperdynamic septic shock: a prospective, randomized, double-blind, single-center study. *Crit Care Med*, 1999; 27:723-732.
102. Bollaert PE, Charpentier C, Levy B et al - Reversal of late septic shock with supraphysiologic doses of hydrocortisone. *Crit Care Med*, 1998;26:645-650.
103. Dellinger RP, Carlet JM, Masur H et al - Surviving sepsis campaign guidelines for management of severe sepsis and septic shock. *Crit Care Med*, 2004;32:858-873.
104. Shoemaker WC, Appel PL, Kram HB et al - Prospective trial of supranormal values of survivors as therapeutic goals in high-risk surgical patients. *Chest*, 1988;94:1176-1186.
105. Schultz RJ, Whitfield GF, LaMura JJ et al - The role of physiologic monitoring in patients with fractures of the hip. *J Trauma*, 1985;25:309-316.
106. Boyd O, Grounds RM, Bennett ED - A randomized clinical trial of the effect of deliberate perioperative increase of oxygen delivery on mortality in high-risk surgical patients. *JAMA*, 1993;270:2699-2707.
107. Yu M, Takahashi D, Myers SA et al - Frequency of mortality and myocardial infarction during maximizing oxygen delivery: a prospective, randomized trial. *Crit Care Med*, 1995;23:1025-1032.
108. Lobo SM, Salgado PF, Castillo VG et al - Effects of maximizing oxygen delivery on morbidity and mortality in high-risk surgical patients. *Crit Care Med*, 2000;28:3396-3404.
109. Wilson J, Woods I, Fawcett J et al - Reducing the risk of major elective surgery: randomised controlled trial of preoperative optimisation of oxygen delivery. *BMJ*, 1999;318(7191):1099-1103.
110. Berlaak JF, Abrams JH, Gilmour IJ et al - Preoperative optimization of cardiovascular hemodynamics improves outcome in peripheral vascular surgery. A prospective, randomized clinical trial. *Ann Surg*, 1991;214:289-299.
111. Ziegler DW, Wright JG, Choban PS et al - A prospective randomized trial of preoperative "optimization" of cardiac function in patients undergoing elective peripheral vascular surgery. *Surgery*, 1997;122:584-592.
112. Valentine RJ, Duke ML, Inman MH et al - Effectiveness of pulmonary artery catheters in aortic surgery: a randomized trial. *J Vasc Surg*, 1998;27:203-211.
113. Sandham JD, Hull RD, Brant RF et al - A randomized, controlled trial of the use of pulmonary-artery catheters in high-risk surgical patients. *N Engl J Med*, 2003;348:5-14.
114. Gattinoni L, Brazzi L, Pelosi P et al - A trial of goal-oriented hemodynamic therapy in critically ill patients. SvO2 Collaborative Group. *N Engl J Med*, 1995;333:1025-1032.
115. Ivanov R, Allen J, Calvin JE - The incidence of major morbidity in critically ill patients managed with pulmonary artery catheters: a meta-analysis. *Crit Care Med*, 2000;28:615-619.
116. Heyland DK, Cook DJ, King D et al - Maximizing oxygen delivery in critically ill patients: a methodologic appraisal of the evidence. *Crit Care Med*, 1996;24:517-524.
117. Kern JW, Shoemaker WC - Meta-analysis of hemodynamic optimization in high-risk patients. *Crit Care Med*, 2002;30:1686-1692.
118. Pittet JF, Pastor CM, Morel DR - Spontaneous high systemic oxygen delivery increases survival rate in awake sheep during sustained endotoxemia. *Crit Care Med*, 2000;28:496-503.
119. Tuchschnid J, Fried J, Astiz M et al - Elevation of cardiac output and oxygen delivery improves outcome in septic shock. *Chest*, 1992;102:216-220.
120. Yu M, Levy MM, Smith P et al - Effect of maximizing oxygen delivery on morbidity and mortality rates in critically ill patients: a prospective, randomized, controlled study. *Crit Care Med*, 1993;21:830-838.
121. Hayes MA, Timmins AC, Yau EH et al - Elevation of systemic oxygen delivery in the treatment of critically ill patients. *N Engl J Med*, 1994;330:1717-1722.