

A ECOCARDIOGRAFIA TRANSESOFÁGICA NOS CUIDADOS INTENSIVOS POLIVALENTES. A Sua Utilidade no Doente Crítico Ventilado

Hugo CÔRTE-REAL, Carlos FRANÇA

RESUMO

O uso da Ecocardiografia transesofágica (ETE) no doente crítico internado na unidade de cuidados intensivos polivalente começa a revelar-se muito importante mas ainda está pouco difundido. A implementação plena da ecocardiografia nos cuidados intensivos polivalentes está condicionada pela janela acústica. Porém, a ETE consegue ultrapassar todas estas dificuldades adicionando às vantagens amplamente descritas do ecocardiograma transtorácico (ETT) outras mais valias¹. A ETE consegue fazer a avaliação dinâmica da necessidade de fluidos, distinguir o tipo de choque, fazer uma avaliação da função sistólica e diastólica de ambos os ventrículos, das restantes estruturas do coração e conseqüentemente ser guia de terapêutica. A eficácia do uso da ecocardiografia no doente crítico ventilado, não cardíaco, internado na unidade de cuidados intensivos polivalente ainda carece de alguma definição. Este comentário clínico foi realizado com o intuito de rever a literatura mais pertinente que avalia o uso e eficácia da ETE no doente crítico ventilado de modo a esclarecer a sua utilização e conseqüentemente ajudar na implementação da ETE na prática clínica. Assim, conseguiu-se definir a aplicação da ETE no doente crítico ventilado em diversas situações clínicas, o doente hemodinamicamente instável, o doente em insuficiência respiratória global, o doente com hipoxémia.

H.C-R, C.F.: Serviço de Medicina Intensiva. Hospital de Santa Maria/Faculdade de Medicina de Lisboa. Lisboa. Portugal

SUMMARY

THE TRANSESOPHAGEAL ECHOCARDIOGRAPHY IN THE GENERAL INTENSIVE CARE. ITS UTILITY IN THE VENTILATED CRITICALLY ILL PATIENT

The use of the transoesophageal echocardiography (TEE) in the critically ill patient admitted to the general intensive care unit begins to turn out to be very important but it is still little spread. The full implementation of the echocardiography in the general intensive care is compromised by the acoustic window. However, TEE can flyover this difficulty adding to the advantages widely described of the transthoracic echocardiography (TTE) other high values¹. The TEE manages to do the dynamic evaluation of the necessity of fluids, able to discriminate fluid responders, able to distinguish types of shock, assess systolic and diastolic function of both ventricles, able to evaluate other structures of the heart and be a guide to therapy. The use of the echocardiography in the ventilated patient admitted to the general intensive care unit still lack for some definition. This clinical commentary was carried out by the intention of revising the most relevant literature that values the use and efficiency of the TEE in the ventilated critically ill patient in order to explain its use and consequently helping to implement the TEE in clinical practice. So, one managed to define the application of the TEE in the critically ill patient in several clinical scenarios, the haemodynamically unstable patient, the patient with global respiratory insufficiency, the patient with hypoxemia.

INTRODUÇÃO

A eficácia do uso da Ecocardiografia transeofágica (ETE) em diferentes populações de doentes críticos tem sido avaliada em muitos estudos mas o seu uso no doente crítico ventilado, não cardíaco, internado na unidade de cuidados intensivos polivalente ainda carece de alguma definição e consequentemente implementação e difusão na prática clínica.

A ecocardiografia apesar de ser, até ao presente momento, o único método que consegue produzir imagens em tempo real do coração à cabeceira do doente, o uso de outros métodos invasivos na prática clínica corrente ainda se mantém. Talvez porque a ecocardiografia apresenta algumas dificuldades que impedem a sua aceitação plena. As maiores dificuldades prendem-se com a janela acústica que está comprometida no doente crítico ventilado com pressão tele-expiratória positiva (PEEP) elevada, e que muitas vezes também tem pensos cirúrgicos, drenos torácicos, enfisema ou doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC). Porém, A ETE consegue ultrapassar todas estas dificuldades adicionando às vantagens amplamente descritas do ecocardiograma transtorácico (ETT) outros benefícios nomeadamente imagens de grande qualidade, melhor discriminação e precisão de alterações estruturais e a avaliação da aorta ¹. Durante muito tempo a avaliação do perfil hemodinâmico do doente crítico instável foi baseado na cateterização da artéria pulmonar. Apesar de não aumentar a mortalidade ², têm surgido, contudo, preocupações acerca desta técnica relacionadas com a adequada interpretação dos dados obtidos, nomeadamente no doente ventilado, com as complicações inerentes aos métodos invasivos em geral e em particular às complicações descritas na literatura ao seu uso. A abordagem do doente hemodinamicamente instável (hipotenso com ou sem hipoxémia) com a ETE é muito melhor do que com os outros métodos invasivos conhecidos. A ETE demora cerca de 19 minutos a ser realizada e obter apreciação clínica enquanto o cateterismo da artéria pulmonar demora cerca de 63 minutos ³. A ETE consegue fazer a avaliação dinâmica da necessidade de fluidos e adicionalmente, fazer uma avaliação da função sistólica e diastólica dos ventrículos esquerdo (VE) e direito (VD), das restantes estruturas do coração e consequentemente determinar a necessidade de suporte com terapêutica vasoactiva apropriada, vasopressores ou vasodilatadores, de acordo com o perfil hemodinâmico obtido ⁴.

Este comentário clínico foi realizado com o intuito de rever a literatura mais pertinente que avalia o uso e eficácia da ecocardiografia transeofágica no doente crítico ventilado internado na unidade de cuidados intensivos polivalente de modo a esclarecer a utilização da ETE e consequentemente ajudar á sua implementação na prática clínica.

Assim, conseguiu-se definir a aplicação da ETE no doente ventilado hemodinamicamente instável (hipotenso com ou sem hipoxémia), o doente em insuficiência respiratória global, o doente com hipoxémia.

MATERIAL E MÉTODO

De modo a se poder facilmente generalizar e aplicar na prática clínica os resultados e conclusões obtidos, seleccionou-se apenas estudos realizados no ambiente de cuidados intensivos polivalentes, com doentes adultos críticos, ventilados, e estudos de revisão, prospectivos ou de superior qualidade de evidência. Avaliou-se a qualidade dos estudos para poderem ser escolhidos pelos seguintes critérios preferenciais: apropriada selecção e caracterização da população em estudo, tipo de simultaneidade da realização do estudo ecocardiográfico e do estudo “gold-standard” em comparação, estudos cegos e avaliação da variabilidade inter e intra-observador.

Realizou-se uma procura compreensiva da literatura publicada usando a Pubmed durante os últimos 10 anos, estudos em humanos, adultos maiores que 19 anos. Procurou-se também nos livros de texto de ecocardiografia mais recentes, de autores conceituados, os temas sobre o uso da ecocardiografia nas unidades de cuidados intensivos. Entre mais de 150 artigos publicados sobre o tema citado e livros editados de ecocardiografia e cuidados intensivos foram analisados 24, considerados os mais relevantes, com um total de mais de 300 doentes críticos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ecocardiografia apresenta um papel fundamental nos cuidados intensivos médicos e cirúrgicos. O seu papel de diagnóstico e como guia de terapêutica em diversas patologias é notório e aceite indiscutivelmente, nomeadamente na abordagem do doente com choque, hipoxémia, febre, na realização de técnicas invasivas tais como a pericardiocentese. A utilização em forma de rotina da segunda harmónica, do contraste endovenoso, quando indicado, e do ETE são justificados no sentido de ultrapassar as dificuldades na obtenção de imagens de qualidade por ETT principalmente quando o doente está ventilado. No ambiente de cuidados intensivos e principalmente em doentes ventilados, a ETE ultrapassa a ETT em termos de eficácia O uso da ecocardiografia transeofágica veio trazer uma grande melhoria quer na abordagem, permitindo ultrapassar dificuldades de janelas ecocardiográficas, quer nos papeis acima referidos de diagnóstico e guia de terapêutica. Pelo contrario, no caso do ETE, o uso da segunda harmónica é prejudicial porque a abordagem é muito directa e com muito pouco tecido

de estruturas não cardíacas interpostas entre a sonda e o coração.

COMPLICAÇÕES DO USO DA ETE

O total de complicações com o ETE em 21 estudos realizados em doentes de cuidados intensivos ³, 2508 exames, foram de 2,6% (ex: pequenas lacerações da mucosa da hipofaringe, hematomas das cordas vocais, arritmias, hipoxémia), com mortalidade de 0%. A frequência de bacteriemia associado ao ETE nos cuidados intensivos é de cerca de 1,6% de bacteriemia ³. A realização de antibioterapia profiláctica apenas está indicada nos doentes de alto risco nomeadamente possuidores de próteses mecânicas. Contudo, mesmo esta indicação é motivo de alguma discordância entre os vários autores ³.

1-APLICAÇÃO DA ETE NO DOENTE CRÍTICO VENTILADO

Muitas vezes o papel da ETE é de excluir doença cardíaca e permitir direccionar as atenções para outra patologia não cardiológica. Por outro lado, muitos doentes internados em cuidados intensivos polivalentes com o diagnóstico de patologia não cardiológica apresentam patologia cardíaca que podem contribuir para o agravamento clínico (ver Fig. 1- Uso da ecocardiografia nos cuidados intensivos).

A avaliação hemodinâmica do doente crítico pela ETE parece ser muito mais vantajosa do que por qualquer outra técnica invasiva nomeadamente pelo cateterismo da artéria pulmonar uma vez que a ecocardiografia não sofre das complicações dos métodos invasivos. Permite ainda uma avaliação não só de fluxos como também da estrutura do coração ⁵ descobrindo patologias, nomeadamente patologia valvular, pericárdica, disfunção diastólica, que contribuem para a situação clínica do doente e que especificamente abordadas podem fazer a diferença no resultado final.

1.1-APLICAÇÃO DA ETE NO DOENTE CRÍTICO VENTILADO HEMODINAMICAMENTE INSTÁVEL

Subramaniam and Talmor (2007) ⁶, no seu estudo de revisão, referem que o exame ecocardiográfico está indicado

Uso da Ecocardiografia nos Cuidados Intensivos Polivalentes

1-Confirmar ou excluir doença cardíaca

2-Avaliação hemodinâmica do doente crítico instável (hipotensão com ou sem hipoxémia)

3-Avaliação do doente com hipoxémia

4-Avaliação do doente com febre

5-Monitorização de pericardiocente

Fig 1: Uso da ecocardiografia nos cuidados intensivos

como classe I no doente crítico hemodinamicamente instável, no doente com suspeita de dissecação da aorta, e no politraumatizado hemodinamicamente instável. A ETE é considerada superior á ETT nas unidades de cuidados intensivos pela frequente dificuldade em obter boas janelas ecocardiograficas, como já foi referido. A avaliação hemodinâmica é fundamental no doente hipotenso, em choque, associado ou não a insuficiência respiratória. No doente em choque pretende-se saber se o doente está bem preenchido, se a função dos ventrículos é adequada ao doente e á situação clínica, se existe causas cardíacas primárias ou secundárias que justifiquem a síndrome de choque de modo a que no final se implemente uma ressuscitação rápida e eficaz que como se provou melhora a sobrevivência dos doentes ⁷. Nas primeiras horas é muito importante uma apropriada utilização de fluidos e vasopressores (se inadequadamente prescritos podem causar isquémia tecidual) mas após uma conveniente ressuscitação o uso descabido de fluidos levará ao agravamento da insuficiência respiratória por edema intersticial pulmonar ⁸.

1.1.1-Avaliação do estado da volémia

Na avaliação do preenchimento vascular o índice de colapsabilidade da veia cava superior (VCS) > 36% tem sido considerado o mais preciso. Num estudo prospectivo com doentes graves e ventilados teve uma sensibilidade de 90% e especificidade de 100% ⁹. Do mesmo modo, a variação com a respiração da veia cava inferior (VCI) > 12%, o índice de distensibilidade da VCI > 18% e a variação de pulso > 12% ^{8,10} também conseguem definir os que respondem a fluidos. Contudo, são menos precisos no doente ventilado se houver disfunção do VD, aumento das pressões pulmonares ou aumento das pressões intra-abdominais. Outros, nomeadamente a obliteração telesistólica da cavidade do VE (*kissing papillary muscles*) ou a área telediastólica do VE no plano transgástrico, curto eixo, <6,3 cm²/m² (mulheres) e <7,5 cm²/m² (homens) ¹ devem ser usados em conjunto com os primeiros, como corroborantes do diagnóstico de mau preenchimento vascular. Finalmente, deve-se reavaliar após fluidos e ver a variação do VTI do fluxo transaortico no tracto de saída do VE ⁶.

1.1.2-Avaliação da disfunção sistólica e diastólica dos ventrículos esquerdo (VE) e direito (VD)

Nem sempre se exige uma avaliação hemodinâmica quantitativa, que é sempre mais morosa que a qualitativa. Um estudo prospectivo em 30 doentes ventilados com choque séptico ¹¹, mostrou que era possível avaliar por ETE de forma qualitativa a resposta a fluidos, a disfunção sistólica moderada a grave do VE e do VD e a dilatação moderada do VD, todos de forma estatisticamente significativa (p<0,05), conseguindo-se guiar a terapêutica.

No doente ventilado o uso da ETE é muito fácil de tal modo que a avaliação hemodinâmica feita por esta técnica poderá substituir por completo a cateterização da artéria pulmonar permitindo distinguir os vários tipos de choque, cardiogénico, hipovolémico e vasoplégico. Deve-se salientar que muitas vezes o papel da ecocardiografia na avaliação hemodinâmica ainda se valoriza mais não só no diagnóstico como também na terapêutica^{12,13}. A ventilação do doente crítico só por si não parece alterar os volumes do VE. Contudo, os volumes medidos no VE por ETE podem ser subvalorizados porque se perde facilmente a avaliação apical.

Um dos parâmetros que avaliam de forma quantitativa a função sistólica do VE é o cálculo da fracção de ejeção (FEJ) determinada pelo método de Simpson biplanar modificado ou pelo cálculo da fracção da área modificada (FAC) para ambos os ventrículos. Os valores da FEJ e da FAC para o VE mantêm-se muito paralelos¹⁴, principalmente se não existem alterações segmentares da contractilidade. Valores para FEJ >55% para o VE e FAC > 35% para ambos os ventrículos são considerados normais. Deve-se salientar que a FEJ depende do preenchimento vascular e da pós-carga. A medição do volume telediastólico do VE e concomitantemente da FEJ faz-se na janela de quadro câmaras mesoesofágica, tal como a FAC do VD e áreas do VD e VE. A janela transgástrica em curto eixo permite a determinação FAC do VE e as alterações da cinética do septo IV e da contractilidade segmentar. A determinação do débito cardíaco do VE faz-se com o Doppler pulsátil no tracto de saída do VE na janela transgástrica longo eixo e medindo o diâmetro do tracto de saída na janela mesoesofágica e do VD na janela esofágica alta, entre os 70 a 90°, na artéria pulmonar principal. Existe uma excelente correlação do débito cardíaco medido no VE e no VD⁴ nos locais indicados. A avaliação por doppler tecidual do anel da mitral nos 6 planos determina a FEJ pela fórmula $8,2 \times$ (média do doppler tecidual nos 6 planos-septal, lateral, inferior, anterior, posterior, e anteroseptal-) +3% pode substituir a FEJ por Simpson biplanar modificado quando existe má definição do bordo da parede do VE⁶.

Frequentemente o diagnóstico previamente ignorado de disfunção diastólica isolada, trouxe esclarecimento da causa de edema agudo do pulmão, intolerância ao preenchimento, ou mais frequentemente à espoliação excessiva de líquidos, e de dificuldade de desmame ventilatório⁶. Estes doentes são tipicamente idosos, hipertensos, e o ecocardiograma revela função sistólica do VE normal. Porém, no doente ventilado nem todos os parâmetros de disfunção diastólica normalmente medidos na avaliação tecidual do anel mitral e dos fluxos transmital e veia pulmonar são precisos^{15,16}. Num estudo prospectivo em 8 doentes ventilados graves¹⁶ com insuficiência renal aguda, nos quais se realizou hemofiltração e se provocou depleção volumétrica acentuada, o E' medido no anel

mitral na posição lateral foi relativamente insensível à marcada diminuição da pré-carga ($8,9 \pm 3,1$ cm/s versus $8,3 \pm 2,6$ cm/s; $P = 0,37$), ao contrario do E' septal ($7,1 \pm 2,5$ cm/s versus $5,9 \pm 1,7$ cm/s; $P = 0,0003$), e velocidade de propagação (Vp) (45 ± 11 cm/s versus 41 ± 13 cm/s; $P = 0,04$) que foram sensíveis. Assim o uso destes últimos para o diagnóstico de disfunção diastólica quer isolada quer concomitante com disfunção sistólica em doentes com grande variação de volume, pré-carga e pós-carga, como o doente hemodinamicamente instável pode ter um valor limitado.

O doente com doença pulmonar obstrutiva crónica apresenta também dificuldade no desmame ventilatório não só por doença pulmonar mas também por presença de disfunção diastólica do tipo I do VE, de relaxamento, quer apresentem hipertensão pulmonar ligeira ou grave¹⁷.

A disfunção sistólica e diastólica do VD deve ser avaliada quer na determinação das dimensões da cavidade em relação com o VE (área telediastólica do VD/ área telediastólica do VE >0,6 é anormal), na observação da cinética e espessura da parede livre do VD e do septo interventricular (a forma em D do septo), quer na determinação quantitativa da função sistólica pela FAC¹. O sinal do "W" no fluxo transpulmonar avaliado por Doppler é sinónimo de hipertensão pulmonar grave¹⁸.

No doente com a síndrome da dificuldade respiratória do adulto (ARDS)/lesão pulmonar aguda (ALI), normalmente ventilado de modo agressivo com PEEP elevada, o VD torna-se disfuncionante por aumento das resistências vasculares pulmonares. O VD dilata e, numa fase mais avançada, impede uma resposta adequada aos fluidos dificultando a apreciação correcta do adequado preenchimento vascular. Neste caso pretende-se uma avaliação precisa da pressão de oclusão da artéria pulmonar (POAP) para por um lado excluir disfunção sistólica do VE que contribua para a hipoxémia e por outro lado estabelecer os diagnósticos de ARDS/ALI nos quais a POAP é <18mmHg. Consequentemente, pretende-se uma optimização da terapêutica com fluidos de modo a poder manter o doente bem preenchido, com segurança, sem agravamento da hipoxémia. A disfunção sistólica do VD veio explicar porque não se consegue melhorar o débito cardíaco com o aumento da volémia sendo necessário usar inotrópicos para este fim⁴. A disfunção do VD esta relacionada não só com a depressão intrínseca, com múltiplos factores, mas também com o cor pulmonale agudo resultante do aumento das pressões das vias aéreas. Nestes doentes que requerem uma ventilação muito agressiva a avaliação pela ETE pode ser muito vantajosa na optimização da estratégia ventilatória, permitindo estabelecer parâmetros no ventilador de acordo com a maior ou menor dilatação e acinesia do VD⁵.

1.1.3-Avaliação da POAP

Como referido acima, a estimativa da pressão de oclusão da artéria pulmonar (POAP) é necessária não como um predictor preciso do estado da volémia e resposta a fluidos mas é factor de diagnóstico do ARDS/ALI em que esta pressão tem que ser ≤ 18 mmHg usualmente medida por cateterismo da artéria pulmonar. Porém, através da ETE esta avaliação é possível e precisa em ambos os tipos de doentes, ventilados e não ventilados. Um estudo prospectivo em 88 doentes ventilados¹⁹, graves em choque séptico, determinou que, em comparação com o cateterismo da artéria pulmonar, E/A mitral ≤ 1.4 , S/D da veia pulmonar > 0.65 e a sua fracção sistólica $> 44\%$ foram os parâmetros que melhor estimaram a POAP invasiva ≤ 18 mmHg. E/E' Lateral ≤ 8.0 ou E/Vp ≤ 1.7 estimaram POAP ≤ 18 mmHg com sensibilidade de 83% e 80%, e especificidade de 88% e 100%, respectivamente. Todos estes parâmetros foram melhores no subgrupo de doentes com FAC $< 25\%$. A vantagem destes parâmetros simples é a facilidade de realização o que parece ser mais adaptável aos cuidados intensivos.

O facto de que os parâmetros identificados terem sido melhores para o subgrupo de doentes com FAC $< 25\%$ permitem distinguir com confiança os doentes com edema pulmonar de etiologia cardiogénica quando estes parâmetros são mais elevados uma vez que a disfunção sistólica está muitas vezes presente.

Provavelmente a determinação de múltiplos parâmetros com a combinação dos derivados do fluxo transmitral conjuntamente com os do fluxo da veia pulmonar e do Doppler tecidual permitem com maior certeza distinguir o valor da POAP $>$ ou $<$ que 18mmHg. Com a determinação precisa da POAP através da ecocardiografia a necessidade de cateterização da artéria pulmonar continuará a ser cada vez menor.

1.1.4-Avaliação da pressão da artéria pulmonar

No doente ventilado com hipertensão pulmonar, e ao contrário do doente em ventilação espontânea, todos os índices determinados pela avaliação Doppler do fluxo transpulmonar para quantificar a PAP média e consequentemente a resistência vascular pulmonar, nomeadamente a velocidade máxima de pico, o integral da velocidade de tempo, o tempo de pré-ejecção e os tempos de aceleração e de ejeção, parecem não serem precisos²⁰. Pelo contrário, e á semelhança com os doentes em ventilação espontânea, a determinação da regurgitação tricúspide tem sido muito consistente na determinação da PAP sistólica nestes doentes²⁰.

1.2-AVALIAÇÃO DO DOENTE COM INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA PARCIAL E GLOBAL

Na avaliação com a ETE do doente com hipoxémia sem ARDS/ALI vários diagnósticos têm que ser excluídos

para se poder dirigir a terapêutica apenas para o diagnóstico de patologia pulmonar. O tromboembolismo pulmonar agudo é uma causa frequente de hipoxémia mas a presença de shunt intra e extra-cardíaco também são diagnosticados, nomeadamente na síndrome hepatopulmonar^{6, 21, 22}.

A presença de um foramen ovale patente só por si não justifica a hipoxémia se não houver uma razão que aumente as pressões no VD para manter um shunt direito-esquerdo, nomeadamente uma hipertensão pulmonar ou disfunção sistólica do VD. A determinação da presença de foramen ovale patente pode ser realizada no doente ventilado realizando uma pausa do fluxo no final da inspiração, criando uma simulação da manobra de valsalva, aumentando assim a sensibilidade da prova com soro agitado²³. A presença de mais de vinte bolhas indica que o shunt intracardíaco é significativo²². Por outro lado, a presença de malformações artério-venosas raramente são responsáveis por hipoxémia clinicamente significativa excepto quando estas são múltiplas ou com shunt considerável²¹. O exame Ecocardiográfico revela nestes casos um atraso na passagem do contraste para o lado esquerdo de 3 a 6 ciclos cardíacos, dependendo do débito cardíaco, e posteriormente um desaparecimento do contraste no VD associado á permanência de contraste no VE.

CONCLUSÃO

A ecocardiografia, em geral, é até ao presente momento o único método que pode fornecer á cabeceira do doente de forma não invasiva ou minimamente invasiva (ETE) uma avaliação imagiológica do coração. Se juntarmos a avaliação com Doppler obtém-se uma informação completa da hemodinâmica do doente quer da função sistólica quer da diastólica²⁴. Conseguiu-se definir a aplicação da ETE no doente crítico não cardíaco ventilado em diversas situações clínicas, o doente hemodinamicamente instável, o doente em insuficiência respiratória global, o doente com hipoxémia. Á semelhança da saturação venosa da veia cava superior no protocolo de Rivers et al (2001)⁷, a ecocardiografia e nomeadamente a ETE pelas vantagens que tem sobre a ETT, deveria estar na primeira linha da ressuscitação do doente crítico numa unidade de cuidados intensivos polivalente. No futuro poderão surgir pequenos ETE, em tudo semelhantes aos convencionais, capazes de permanecer no esófago por muitas horas o que permitiria ter uma avaliação contínua durante a fase mais crítica da instabilidade hemodinâmica, suplantando então todas as outras técnicas invasivas em favor do doente.

Conflito de interesses:

Os autores declaram não ter nenhum conflito de interesses relativamente ao presente artigo.

Fontes de financiamento:

Não existiram fontes externas de financiamento para a realização deste artigo.

REFERÊNCIAS

1. HUTTEMANN E, SCHELENZ C, KARA F, CHATZINIKOLAOU K, REINHART K. The use and safety of transoesophageal echocardiography in the general ICU - a minireview. *Acta Anaesthesiol Scand* 2004;48(7):827-836.
2. 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(20):2713-2720.
3. HUTTEMANN E. Transoesophageal echocardiography in critical care. *Minerva Anesthesiol* 2006;72(11):891-913.
4. VIEILLARD-BARON A, PRIN S, CHERGUI K, DUBOURG O, JARDIN F. Hemodynamic instability in sepsis: bedside assessment by Doppler echocardiography. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;168(11):1270-1276.
5. VIGNON P. Hemodynamic assessment of critically ill patients using echocardiography Doppler. *Curr Opin Crit Care* 2005;11(3):227-234.
6. SUBRAMANIAM B, TALMOR D. Echocardiography for management of hypotension in the intensive care unit. *Crit Care Med* 2007;35(8 Suppl):S401-S407.
7. 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(19):1368-1377.
8. CHARRON C, CAILLE V, JARDIN F, VIEILLARD-BARON A. Echocardiographic measurement of fluid responsiveness. *Curr Opin Crit Care* 2006;12(3):249-254.
9. 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(9):1734-1739.
10. CANNESON M, SLIEKER J, DESEBBE O, FARHAT F, BASTIEN O, LEHOT JJ. Prediction of fluid responsiveness using respiratory variations in left ventricular stroke area by transoesophageal echocardiographic automated border detection in mechanically ventilated patients. *Crit Care* 2006;10(6):R171.
11. VIEILLARD-BARON A, CHARRON C, CHERGUI K, PEYROUSET O, JARDIN F. Bedside echocardiographic evaluation of hemodynamics in sepsis: is a qualitative evaluation sufficient? *Intensive Care Med* 2006;32(10):1547-1552.
12. ETCHECOPAR-CHEVREUIL C, FRANCOIS B, CLAVEL M, PICHON N, GASTINNE H, VIGNON P. Cardiac morphological and functional changes during early septic shock: a transoesophageal echocardiographic study. *Intensive Care Med* 2008;34(2):250-256.
13. POREMBKA DT. Importance of transoesophageal echocardiography in the critically ill and injured patient. *Crit Care Med* 2007;35(8 Suppl):S414-S430.
14. VIEILLARD BA, SCHMITT JM, BEAUCHET A. et al. Early preload adaptation in septic shock? A transoesophageal echocardiographic study. *Anesthesiology* 2001;94(3):400-406.
15. POELAERT J, ROOSENS C. Is tissue Doppler echocardiography the Holy Grail for the intensivist? *Crit Care* 2007;11(3):135.
16. VIGNON P, ALLOT V, LESAGE J. et al. Diagnosis of left ventricular diastolic dysfunction in the setting of acute changes in loading conditions. *Crit Care* 2007;11(2):R43.
17. FUNK GC, LANG I, SCHENK P, VALIPOUR A, HARTL S, BURGHUBER OC. Left ventricular diastolic dysfunction in patients with COPD in the presence and absence of elevated pulmonary arterial pressure. *Chest* 2008;133(6):1354-1359.
18. AHMED SN, SYED FM, POREMBKA DT. Echocardiographic evaluation of hemodynamic parameters. *Crit Care Med* 2007;35(8 Suppl):S323-S329.
19. VIGNON P, AITHSSAINA, FRANCOIS B. et al. Echocardiographic assessment of pulmonary artery occlusion pressure in ventilated patients: a transoesophageal study. *Crit Care* 2008;12(1):R18.
20. BOUHEMAD B, FERRARI F, LELEU K, ARBELOT C, LU Q, ROUBY JJ. Echocardiographic Doppler estimation of pulmonary artery pressure in critically ill patients with severe hypoxemia. *Anesthesiology* 2008;108(1):55-62.
21. HEIDENREICH PA. Transoesophageal echocardiography (TEE) in the critical care patient. *Cardiol Clin* 2000;18(4):789-805, ix.
22. HOOLE SP, FALTER F. Evaluation of hypoxemic patients with transoesophageal echocardiography. *Crit Care Med* 2007;35(8 Suppl):S408-S413.
23. KORONEOS A, POLITIS P, MALACHIAS S, MANOLIS AS, VASSILAKOPOULOS T. End-inspiratory occlusion maneuver during transoesophageal echocardiography for patent foramen ovale detection in intensive care unit patients. *Intensive Care Med* 2007;33(8):1458-1462.
24. JENSEN MB, SLOTH E. Echocardiography for cardiopulmonary optimization in the intensive care unit: should we expand its use? *Acta Anaesthesiol Scand* 2004;48(9):1069-1070.