

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA DE LISBOA



**CONTRIBUTO DA UTILIZAÇÃO SISTEMÁTICA DA
ECOCARDIOGRAFIA EM CUIDADOS INTENSIVOS
POLIVALENTES**

PAULO ALEXANDRE ROSÁRIO MARCELINO

Orientador:
Professor Doutor Mário G. Lopes

LISBOA, 2008

**A impressão desta dissertação foi aprovada pela
Comissão Coordenadora do Conselho Científico
em Reunião de 17 de Julho de 2008.**

Dissertação de candidatura ao grau de Doutor apresentada à
Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa.

Orientador: Professor Doutor Mário G. Lopes

As opiniões expressas nesta publicação são da exclusiva
responsabilidade do seu autor.

**À memória de meu pai
À minha mãe**

**À Claudia,
Ao Miguel,
Ao João**

Índice

| | |
|--|----|
| Agradecimentos | 9 |
| Resumo | 13 |
| Summary | 19 |
| I. Prefácio | 23 |
| II. Introdução e Objectivos | 27 |
| II.1. Os Cuidados Intensivos | 27 |
| II.2. A hemodinâmica invasiva | 28 |
| II.3. O papel da ecocardiografia | 29 |
| II.4. A Unidade de Cuidados Intensivos do Hospital de Curry Cabral | 31 |
| II.5. Objectivos | 32 |
| III. Material e Métodos | 35 |
| III.1. Local | 35 |
| III.2. Material | 37 |
| III.3. Métodos | 38 |
| III.4. Avaliação por ecocardiografia transtorácica | 44 |
| III.5. Avaliação por ecocardiografia transesofágica | 50 |
| III.6. Análise dos dados | 54 |
| III.6.1. Geral | 54 |
| III.6.2. Análise estatística | 54 |
| IV. Estudo de doentes admitidos numa Unidade de Cuidados Intensivos por ecocardiografia | 61 |
| IV.1. Estudo comparativo entre dados obtidos de forma invasiva e por ecocardiografia | 63 |

| | |
|---|-----|
| IV.1.1. Introdução | 63 |
| IV.1.2. Material | 64 |
| IV.1.3. Métodos | 65 |
| IV.1.4. Resultados | 66 |
| IV.1.5. Discussão | 68 |
| IV.1.6. Limitações do estudo | 76 |
| IV.1.7. Conclusão | 77 |
| IV.2. Avaliação não invasiva da pressão venosa central por ecocardiografia em Cuidados Intensivos | 93 |
| IV.2.1. Introdução | 93 |
| IV.2.2. Material | 94 |
| IV.2.3. Métodos | 95 |
| IV.2.4. Resultados | 96 |
| IV.2.5. Discussão | 100 |
| IV.2.6. Limitações do estudo | 105 |
| IV.2.7. Conclusão | 106 |
| IV.3. A ecocardiografia transtorácica na avaliação da hipotensão em Cuidados Intensivos Polivalentes | 123 |
| IV.3.1. Introdução | 123 |
| IV.3.2. Material | 124 |
| IV.3.3. Métodos | 124 |
| IV.3.4. Resultados | 125 |
| IV.3.5. Discussão | 128 |
| IV.3.6. Limitações do estudo | 133 |
| IV.3.7. Conclusão | 133 |
| IV.4. Estudo do doente com insuficiência respiratória crónica por ecocardiografia | 143 |
| IV.4.1. Introdução | 143 |
| IV.4.2. Material | 144 |
| IV.4.3. Métodos | 144 |
| IV.4.4. Resultados | 145 |

| | |
|---|-----|
| IV.4.5. Discussão | 147 |
| IV.4.6. Limitações do estudo | 151 |
| IV.4.7. Conclusão | 151 |
| IV.5. A ecocardiografia transesofágica numa Unidade de Cuidados Intensivos Polivalente | 157 |
| IV.5.1. Introdução | 157 |
| IV.5.2. Material | 158 |
| IV.5.3. Métodos | 158 |
| IV.5.4. Resultados | 159 |
| IV.5.5. Discussão | 166 |
| IV.5.6. Limitações do estudo | 170 |
| IV.5.7. Conclusões | 171 |
| IV.6. Avaliação sistemática e de rotina de doentes admitidos numa Unidade de Cuidados Intensivos | 175 |
| IV.6.1. Introdução | 175 |
| IV.6.2. Material | 176 |
| IV.6.3. Métodos | 177 |
| IV.6.4. Resultados | 178 |
| IV.6.5. Discussão | 183 |
| IV.6.6. Limitações do estudo | 192 |
| IV.6.7. Conclusões | 192 |
| V. Discussão | 207 |
| V.1. Introdução | 207 |
| V.2. Interface com a hemodinâmica invasiva | 208 |
| V.3. Os doentes em sépsis | 216 |
| V.4. A informação ecocardiográfica | 221 |
| V.5. Parâmetros ecocardiográficos com valor preditivo | 229 |
| V.6. O exame ecocardiográfico de rotina em Cuidados Intensivos Polivalentes | 232 |

| | |
|---|-----|
| V.7. Comparação de modelos de avaliação ecocardiográfica | 238 |
| V.8. A ecocardiografia e os restantes métodos de avaliação hemodinâmica | 241 |
| V.9. Direcções futuras de investigação | 246 |
| VI. Conclusões Gerais | 257 |
| VII. Índice de abreviaturas | 259 |
| VIII. Bibliografia | 261 |
| IX. Anexos | 279 |

Agradecimentos

Todo o trabalho realizado no âmbito desta tese não seria possível sem a colaboração de um conjunto importante de pessoas que a tornaram possível. Redijo estes agradecimentos, evitando não ser injusto para com ninguém e tentando não omitir pessoas que me ajudaram a concretizar este trabalho.

Em primeiro lugar, o meu agradecimento vai para o Professor Doutor Mário Lopes, orientador da tese, que sempre soube encontrar disponibilidade para corrigir o essencial e orientar as diversas fases do trabalho. Sem ele seguramente este trabalho não seria completado. Agradeço ainda ter aceite a proposta que lhe dirigi para ser orientador da tese, vinda de uma pessoa que na altura mal conhecia, e que acolheu com o seu entusiasmo típico e contagiante. Em termos científicos, foi um Mestre na orientação da tese.

Ainda dentro da Faculdade de Medicina, será justo reconhecer a colaboração do Departamento de Biomatemática e da Professora Doutora Helena Bacelar Nicolau, cujos comentários sobre a parte estatística do trabalho foram preciosos e contribuíram sobremaneira para o produto final. Destacamos ainda o precioso contributo da Professora Doutora Antónia Turkman da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, pela leitura e revisão da tese em especial do tratamento estatístico dos dados. Não tendo formação na área da estatística, sem este tipo de ajuda e

orientação, o resultado final seria seguramente mais pobre e menos rigoroso. Dentro da UCI destaco a postura e o trabalho de vários colegas, por vezes colaboradores, que contribuíram substancialmente para a concretização de todo este trabalho. Ajudaram nos comentários, nas críticas, colaboraram na realização de eventos dentro desta área, enfim, foram parte essencial do trabalho. Destaco o nome do Dr. Palmeiro Ribeiro, Director da UCI até Dezembro de 2004, peça importante de toda a estratégia da UCI e força impulsionadora da implementação das ideias no terreno. Sem ele, a tese não teria sido possível. Os Assistentes Hospitalares Dras Susan Marum (actualmente na UCI do Instituto Português de Oncologia, Lisboa) e Ana Paula Fernandes (actualmente a trabalhar no Hospital Amadora-Sintra), que auxiliaram e participaram em praticamente todas as fases do trabalho. Ao Dr. Nuno Germano, actualmente a trabalhar no Hospital de São Bernardo, Setúbal, uma palavra de amizade, pois participou em muitas tarefas relacionadas com o trabalho e ainda hoje continua a trabalhar connosco. Sem a participação directa ou indirecta destes colegas, estou seguro que seria difícil terminar este trabalho.

À Dona Celeste, nossa secretária da UCI, que sempre se manifestou disponível para ajudar no que fosse preciso. Aos enfermeiros e restante pessoal da UCI, pela compreensão, amizade e carinho sempre demonstrados.

Aos colegas internos que estagiaram na UCI nestes anos, cujas questões colocadas e dúvidas levantadas foram sempre um estímulo para continuar a procurar respostas e argumentos.

Por fim, à minha esposa e filhos, a quem gostaria de dedicar este trabalho, pela paciência que mostraram ter neste período, e pelo carinho que sempre souberam transmitir.

RESUMO

O presente trabalho avaliou a potencialidade da ecocardiografia na avaliação de rotina de doentes admitidos numa Unidade de Cuidados Intensivos Polivalente. A hipótese original foi de que a ecocardiografia é uma técnica que, utilizada por rotina, traz informação nova e útil, não disponível a outras técnicas. Os dados foram colhidos ao longo de 40 meses, durante os quais foram realizados 704 ecocardiogramas transtorácicos aos doentes admitidos na UCI nas primeiras 24 horas de internamento.

Para o efeito o trabalho foi dividido em duas partes. Inicialmente avaliou-se a correspondência da informação ecocardiográfica com outros parâmetros de avaliação hemodinâmica invasivos, de forma a aferir a possibilidade de utilização de ambas na obtenção de informação hemodinâmica quantificada. Estudaram-se ainda grupos específicos de doentes, de forma a aferir, quer a possibilidade de obtenção de informação ecocardiográfica, quer a utilidade da mesma. Foi ainda estudada a utilização da ecocardiografia tranesofágica e no fim fez-se uma avaliação global de todos os doentes envolvidos no estudo. A informação ecocardiográfica foi valorizada de duas formas principais: na detecção de qualquer alteração das estruturas cardíacas analisadas (fundamentalmente alterações das dimensões das cavidades e da função sistólica do ventrículo esquerdo) e na detecção de novos diagnósticos ecocardiográficos.

No estudo comparativo de obtenção de parâmetros invasivos e não invasivos por ecocardiografia numa Unidade de Cuidados Intensivos, verificámos que a possibilidade de obtenção de dados por ecocardiografia transtorácica foi determinante. Dos 74 doentes admitidos, o débito cardíaco e a pressão de encravamento foi determinada em 59 doentes, e a pressão sistólica da artéria pulmonar e pressão venosa central em 41. O débito cardíaco, avaliado pelo Doppler pulsado do tracto de saída do ventrículo esquerdo, apresentou uma boa correlação clínica com as determinações invasivas ($r=0,95$, $p<0,001$). Os restantes parâmetros não mostraram uma relação semelhante.

Ainda no campo da avaliação de parâmetros invasivos, foi dada especial atenção à determinação não invasiva da pressão venosa central por ecocardiografia, através da análise da veia cava inferior. Do total de doentes elegíveis ($n=560$), foram estudados 477 doentes nos quais a veia cava inferior foi visualizada e analisada por ecocardiografia (85,2% dos doentes). Na ausência de correlações lineares clinicamente relevantes entre parâmetros ecocardiográficos (dimensão máxima da veia cava inferior e índice da veia cava inferior) e a pressão venosa central, a adopção de intervalos de ambas as variáveis mostrou ser um método qualitativo de avaliação com boas correlações estatísticas. Na presença de um ventrículo direito dilatado, as correlações entre o índice da veia cava inferior e a pressão venosa central foram alteradas para valores baixos de pressão venosa central.

Dois grupos de doentes com condições clínicas definidas foram estudados: os doentes com hipotensão e os doentes admitidos por

exacerbação de doença respiratória crónica.

Nos doentes em hipotensão, a ecocardiografia transtorácica foi possível realizar em 95% e detectou 44,4% de alterações, das quais 14% graves a necessitar de intervenção terapêutica urgente ou consulta especializada. Verificámos que a presença de um índice cardíaco normal ou elevado, os doentes em hipotensão por nós estudados apresentaram sempre resistências vasculares sistémicas baixas.

No conjunto de doentes avaliados, certos parâmetros ecocardiográficos, tais como o índice da veia cava inferior, revelaram valor prognóstico.

Em doentes admitidos numa UCI para ventilação mecânica por exacerbação de insuficiência respiratória crónica, o tempo de ventilação associou-se de forma significativa e independente com as dimensões do ventrículo direito, com a relação E/A mitral e gradiente de regurgitação tricuspíde. A dilatação do ventrículo direito associou-se de forma estatisticamente significativa e independente com a mortalidade. Assim, a ecocardiografia pode ser utilizada como método não invasivo de identificação de doentes em risco de maior tempo de ventilação ou de morte.

Na nossa Unidade de Cuidados Intensivos, ecocardiografia transesofágica foi utilizada de forma muito seleccionada, para responder a perguntas concretas, que na sua maioria se prenderam com a avaliação dos aparelhos valvulares e despiste de fonte embolígena de origem cardíaca. Num total de 704 doentes, só 21 foram estudados por ecocardiografia transesofágica. Em alguns casos, a informação da ecocardiografia transesofágica foi bastante útil permitindo o diagnóstico

de situações graves e não possível por outros meios, em especial em situações com suspeita de envolvimento valvular significativo. A consultadoria por especialista treinado pode ser igualmente útil na avaliação de patologia cardíaca mais complexa.

A análise global dos 704 doentes admitidos a estudo permitiu descrever as possibilidades de obtenção de informação ecocardiográfica à cabeceira do doente. As dimensões das cavidades cardíacas foi possível obter em 689 doentes (97,8%), a fracção de encurtamento do ventrículo esquerdo em 670 (95,2%), o tempo de relaxamento isovolumétrico em 569 (80,9%), a relação E/A mitral em 399 (85,9% dos doentes em ritmo sinusal), a regurgitação tricúspide em 291 (41,3%) e o débito cardíaco em 610 (86,7%). Em 77 doentes (10,9%) foi detectada uma patologia cardíaca grave. Por análise de regressão logística observou-se uma associação estatisticamente significativa entre a regurgitação tricúspide e a mortalidade ($p=0,016$, intervalo de confiança 1,007-1,067)

A ecocardiografia pode ser utilizada de forma sistemática nos doentes admitidos numa Unidade de Cuidados Intensivos Polivalente. A maioria dos dados com interesse diagnóstico pode ser obtidos numa grande maioria de doentes. A ecocardiografia pode igualmente fornecer alguns dados de interesse prognóstico, mas este tipo de conclusão tem de ser tomada com cautela dada a natureza do estudo, realizado numa Unidade de Cuidados Intensivos, o que levanta seguramente problemas de generalização.

A possibilidade de obtenção de dados é um dado importante na definição de programas de treino em ecocardiografia em Cuidados Intensivos.

A integração dos achados do presente estudo ajuda a elucidar a importância da informação ecocardiográfica no doente de Cuidados Intensivos, estabelecendo o treino exigido para a execução da mesma neste tipo de serviços.

SUMMARY

The contribution of the systemic evaluation of critically ill patients using echocardiography

The present work evaluated the information obtained by echocardiography for routine evaluation of patients admitted in an Intensive care Unit. It was hypothesized that echocardiography could be useful in this setting and the general goal of this work was to explore its possibilities and advantages, if performed at the bedside. Data was collected during a 40-month period, in which 704 transthoracic echocardiograms were performed to patients admitted in the Intensive Care Unit within the first 24 hours. A comparison between invasive and non-invasive data was performed in order to study the correlation between using a quantified hemodynamic approach. Specific patient groups were studied in order to establish the possible information acquisition at bedside, and its utility. The application and utility of transesophageal echocardiography was also evaluated.

Echocardiographic information was valued in two ways: detection of any echocardiographic alteration (cardiac chamber dimensions and left ventricular function) and any new echocardiographic diagnosis.

In the comparative study between invasive and non invasive means, we

found that data acquisition was important. From the 74 patients admitted in the study, non invasive determination of cardiac output and pulmonary capillary wedge pressure was possible in 59. Pulmonary artery systolic pressure and central venous pressure were measured in 41 patients.

Invasive and non-invasive evaluation of cardiac output showed a good linear correlation, but the remaining parameters didn't. Central venous pressure was then determined by means of inferior vena cava analysis (maximum and minimum dimensions and index), performed in 477 patients, 344 of whom under mechanical ventilation. In the absence of clinically relevant linear correlation, between echocardiographic parameters and central venous pressure, the option was to establish a significant correlation between several intervals of these parameters. In the presence of a dilated right ventricle, the correlation between inferior vena cava parameters and low values of central venous pressure was not significant.

Two patients groups were analyzed: patients admitted with arterial hypotension and patients admitted with exacerbated chronic respiratory failure.

In patients with hypotension, transthoracic echocardiography was possible in 95%, and in 44.4% at least one echocardiographic alteration was present, 14% of them represented serious conditions, demanding prompt intervention. In patients with hypotension, the presence of a high or normal cardiac output indicated a low systemic vascular resistance. Considering all patients, the maximum dimension of inferior vena cava presented a prognostic value in the logistic regression analysis.

In patients admitted with exacerbated chronic respiratory failure, the ventilation time was independently associated with right ventricle dimensions, mitral E/A and tricuspid regurgitation. In these patients, right ventricle dimension was independently associated with mortality.

Transthoracic echocardiography can be used for risk stratification in patients admitted with exacerbated chronic respiratory failure.

Transesophageal echocardiography was used in a more selected manner, to answer specific questions, mainly related to study heart valve anatomy or cardiac embolic source. Twenty one out of 704 patients were studied using transesophageal echocardiography. In some cases we could obtain new diagnosis.

The analysis of all 704 patients allowed the description of information acquisition with transthoracic echocardiography in the Intensive Care setting, at the bedside. In this regard, cardiac chambers dimensions were measured in 689 (97.8%) patients; left ventricular shortening fraction in 670 (95.2%) patients; isovolumetric relaxation time in 569 (80.9%) patients; mitral E/A in 399 (85.9% of patients in sinus rhythm); tricuspid regurgitation in 291 (41.3%) patients; cardiac output in 610 (86.7%) patients. In 77 (10.9%) patients a severe cardiac condition was detected. By logistic regression analysis we observed an association between tricuspid regurgitation and mortality ($p=0.016$, confidence interval 1.007-1.067).

Echocardiography can be systematically used in patients admitted to an Intensive Care Unit. Echocardiographic parameters can be obtained in

the majority of patients, and some can have prognostic value. However, critical information can vary amongst Intensive Care Units, due to different patients or diseases. This fact may also have some impact on the type of echocardiographic study performed, and on the eligible technique: transthoracic or transesophageal.

The integration of echocardiographic and clinical information is critical to establish the training in echocardiography needed for intensive care physicians.

I. PREFÁCIO

O interesse pela ecocardiografia desenvolveu-se ainda em estudante, onde participava regularmente num núcleo estudantil dedicado a esse tema em horário pós académico.

Com o decorrer do percurso profissional, a oportunidade de realizar uma formação específica e estruturada nesta técnica veio no início do Internato Complementar de Medicina Interna. Após a realização deste estágio, no Serviço de Medicina IV do Hospital de Santa Maria nos primeiros meses de 1994, trabalhou no laboratório de ecocardiografia do Hospital de origem (Curry Cabral), e ainda nesse ano fez o estágio de Cuidados Intensivos.

Foi precisamente aqui que o interesse dos Assistentes mais velhos e do Director foi decisivo para afirmar o percurso profissional e científico nesta área. Realizámos os primeiros estudos de abordagem da técnica em Cuidados Intensivos e as ideias genéricas começaram a formar um todo com sentido que veio a confluir num plano de estudos mais concreto, resultando no trabalho apresentado nesta tese.

Nos primórdios da utilização da ecocardiografia na Unidade de Cuidados Intensivos do Hospital de Curry Cabral, em 1994 e 1995, as críticas eram por vezes arrasadoras. A técnica era na altura uma curiosidade e dificilmente aceite como técnica a aplicar ao doente crítico. Foi necessário um trabalho de insistência e de fundamentação para ultrapassar estes

obstáculos. Os trabalhos inicialmente publicados foram realizados neste ambiente pouco favorável¹.

Com o decorrer do tempo, por circunstâncias várias, a ecocardiografia foi-se afirmando nos Cuidados Intensivos como técnica de abordagem do doente.

O percurso então iniciado levou-nos a explorar vários caminhos, entretanto abandonados, e a formular uma linha de pensamento da ecocardiografia em Cuidados Intensivos que resultou no contexto da tese apresentada.

Pelo caminho experimentámos a ecocardiografia transesofágica² como exame de rotina, experimentámos a quantificação de parâmetros invasivos por ecocardiografia^{3,4}, estudámos o pormenor do desmame ventilatório⁵.

Chegámos à conclusão de que a implementação da ecocardiografia tinha de ter outro rumo, substancialmente diverso dos já tentados. Fundamentalmente, tinha de nascer uma técnica dentro dos Cuidados Intensivos, com uma nova filosofia de abordagem a tratar temas reais e que criasse respostas reais.

Os modelos entretanto criados deram as respostas que procurámos e a literatura internacional, em devido tempo, iniciou também levou essa direcção.

Chegados a este ponto, julgamos que ainda temos muita margem para estudo do doente crítico por ecocardiografia, que chegou a hora de avançar com o ensino da técnica a outros colegas. Este último deve ser levado com os colegas de cardiologia, a quem compete o ensino dos rudimentos da técnica e o respectivo controlo de qualidade.

Os documentos estão a ser preparados em conjunto com a Sociedade Portuguesa de Cardiologia, e podem brevemente ver a luz.

Com a nossa ajuda e estímulo, com as iniciativas entretanto realizadas em Portugal, demos a conhecer a ecocardiografia à comunidade de Intensivistas e julgamos ter contribuído para que se afirme neste meio.

O trabalho, científico e de divulgação, não está terminado. Chegámos a um ponto de nova reflexão que deve ser capaz de responder aos desafios que o futuro nos coloca, agora muito claramente em fase de crescimento.

II. INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS

II.1. Os Cuidados Intensivos

Quatro vectores contribuíram para a diferenciação dos Cuidados Intensivos em disciplina com autonomia de sub-especialidade, tal como é reconhecida em Portugal. Nos anos 50 do século XX descobre-se que a mortalidade na fase aguda do enfarte agudo do miocárdio se deve a arritmias fatais. Estas puderam então ser eficazmente combatidas com a massagem cardíaca externa⁶ e o recente desfibrilhador⁷, implicando para tal uma *monitorização contínua de parâmetros vitais* dos doentes. Sensivelmente na mesma altura, durante a epidemia de poliomielite na Dinamarca, surgem novos *ventiladores*, diferentes dos originais de pressão negativa⁸ e capazes de substituir a função respiratória. A junção destes dois factos permite a abertura de um novo sector nos hospitais: a Unidade de Cuidados Intensivos⁹. Mais tarde, a partir de meados dos anos 70 do século XX, deu-se a possibilidade de obtenção de *parâmetros hemodinâmicos à cabeceira do doente*, ajudando a caracterizar os perfis hemodinâmicos dos doentes fora do laboratório de hemodinâmica, e em 1971 foram descritas as técnicas *de substituição da função renal*, adaptadas ao doente crítico (técnicas dialíticas contínuas).

Resumem-se assim as capacidades de substituição de funções vitais, que permitem suportar a vida do doente, mesmo na presença de disfunções

orgânicas muito graves.

Nos hospitais modernos a quantidade de leitos dedicados ao tratamento de doentes críticos cresce e a própria sub-especialidade diferencia-se em novos ramos de conhecimento específico.

II.2. A Hemodinâmica Invasiva

A abordagem da hemodinâmica dos doentes críticos baseia-se na enorme informação disponibilizada pela introdução do cateterismo da artéria pulmonar, que conseguiu iluminar aspectos da fisiologia e fisiopatologia das situações associadas ao doente crítico.

O entusiasmo na aplicação destes novos conhecimentos, foi apoiado em diversos ensaios clínicos surgidos da a partir de 1976, data da aprovação do cateter da artéria pulmonar como dispositivo diagnóstico não essencial para a vida, pela FDA¹⁰⁻²¹. A técnica popularizou-se, contribuindo para a diferenciação técnica da sub-especialidade, e a sua presença tornou-se habitual em Cuidados Intensivos.

No entanto, cedo surgiram dúvidas sobre a mortalidade e morbidade atribuída à utilização deste dispositivo, em especial desde 1996²², revelando uma iatroepidemia até então oculta²³. A comunidade científica foi abalada^{22,24-45}, revelando ainda falhas de médicos e enfermeiros na obtenção e interpretação de dados do cateterismo da artéria pulmonar^{31,34,35}. As conferências de consenso, decorridas em 1998, não conseguiram esvanecer a polémica repercutiu-se em numerosos artigos de opinião

disponíveis na literatura internacional⁴⁶⁻⁵⁰. Podemos afirmar que ficou aberta uma crise de conceitos em torno dos pilares da hemodinâmica clássica estabelecida nos primórdios dos Cuidados Intensivos. Esta crise colocou em causa as pressões de enchimento intracardíacas (pressão venosa central, PVC, e pressão de encravamento da artéria pulmonar ou capilar pulmonar, PCP^{18,19,21}), e a utilização de variáveis de optimização do transporte de oxigénio^{18,19,21}. Só o tempo ajudou a consolidar estes resultados e um amadurecimento destas ideias está inteiramente presente nas conclusões da Conferência de Paris⁵¹ (ver anexos), decorrida em Setembro de 2006. Este conjunto de motivos estimulou e, acima de tudo, legitimou a procura de métodos alternativos de avaliação do doente crítico. Muitos novos dispositivos foram introduzidos, e a ecocardiografia ganhou um novo protagonismo.

II.3. O Papel da Ecocardiografia

A percepção do potencial e utilidade da ecocardiografia no doente crítico forneceu um forte argumento para a exploração da sua aplicação a este meio especial, de peso crescente nos hospitais modernos. Numerosas publicações em revistas científicas abordam aspectos mais ou menos particulares, mas o envolvimento dos intensivistas tem sido lento, apesar de crescente. Os atractivos oferecidos por esta técnica são o seu carácter não invasivo (semi-invasivo no caso da ecocardiografia transesofágica), a realização de exames em tempo real, e o não envolvimento de outros

profissionais de saúde nos exames (auxiliares de acção médica, enfermeiros, pelo menos no caso da ecocardiografia transtorácica). Das dificuldades habitualmente enunciadas, são referidos o custo dos equipamentos (em mudança rápida) e o treino exigido.

Mesmo assim, a ecocardiografia é consensualmente uma técnica de futuro para os Cuidados Intensivos⁵².

Apesar desta percepção, a ecocardiografia encontrou algumas dificuldades na sua utilização e implementação fora de unidades dedicadas aos doentes coronários. Num inquérito levado a cabo pelo Grupo de Estudos de Ecocardiografia da Sociedade Portuguesa de Cuidados Intensivos, em 2001/2002, sobre a utilização da ecocardiografia em Cuidados Intensivos Polivalentes, de um total de 17 Unidades que responderam, apenas 7 consideraram que a técnica tem algum interesse e em apenas uma se realizavam ecocardiogramas de forma autónoma.

Muitas das hesitações derivam da aplicação original ao doente crítico, na “sombra” do cateter da artéria pulmonar, tentando os investigadores obter a informação que o dispositivo lhes fornecia de modo não invasivo.

Em conformidade com o papel habitualmente atribuído à técnica em publicações internacionais⁵³⁻⁵⁷, uma publicação nacional recente⁵⁸ reflecte ainda o modo como a ecocardiografia é tida em conta na área dos Cuidados Intensivos e departamentos de Urgência: suspeita de patologia cardíaca, utilização preferencial da abordagem transesofágica, e determinação quase exclusiva do débito cardíaco.

Se condensarmos a informação da literatura sobre a aplicação da ecocardiografia em Cuidados Intensivos, podemos distinguir três

perspectivas, cronologicamente sequenciais e bem distintas entre si: a execução de exames a pedido do intensivista, com vista à detecção e exclusão de patologia cardíaca suspeita; a utilização da ecocardiografia como dispositivo de obtenção de dados habitualmente obtidos de forma invasiva (“Swan-Ganz não invasivo”). Já durante a elaboração deste trabalho a elaboração de protocolos específicos para abordagem do doente crítico, feitos pelos próprios intensivistas, tornou-se uma realidade. Estes assuntos são por nós abordados de forma mais pormenorizada em publicações nossas⁵⁹.

Sublinhe-se que, no nosso país, assistimos ao longo da realização deste trabalho a uma mudança sensível de opinião relativamente à ecocardiografia em Cuidados Intensivos. Esta mudança nota-se da parte dos Intensivistas, hoje em dia muito mais receptiva e, nalguns casos, entusiasta. Nos eventos que fomos organizando a receptividade foi claramente aumentando, o número de inscritos crescendo e a procura de informação aumentando. Mas também notamos uma mudança na atitude dos próprios colegas Cardiologistas, mais sensíveis às questões e problemas por nós colocados.

II.4. A Unidade de Cuidados Intensivos do Hospital de Curry Cabral

A Unidade de Cuidados Intensivos do Hospital de Curry Cabral distingue-se, no panorama nacional, pela utilização da ecocardiografia como instrumento de avaliação sistemática dos doentes admitidos. Esta

utilização encontrou no entusiasmo do antigo Director, Dr. Palmeiro Ribeiro, um estímulo forte para a aprendizagem da técnica por todos os médicos da UCI.

Desde 1999, como parte do quadro médico da UCI, o autor deste trabalho iniciou de forma organizada um trabalho de criação de estudos clínicos de ecocardiografia, adaptados ao doente crítico.

Desde cedo que a formação e divulgação da técnica foram parte integrante do esforço colectivo, acabando por ser criado o grupo de estudos de ecocardiografia da Sociedade Portuguesa de Cuidados Intensivos que, nos últimos anos, organiza cursos de formação e divulgação da técnica.

II.5. Objectivos

O presente trabalho tem o objectivo de contribuir para estabelecer a ecocardiografia como técnica de utilização sistemática em Cuidados Intensivos e contribuir para transformar o treino do Intensivista na técnica de facultativo a obrigatório. Embora não se esgote neste trabalho, é uma tarefa muito mais vasta, que reflecte o nosso esforço para alcançar o objectivo proposto.

Mais especificamente, pretendemos estabelecer as possíveis relações entre a hemodinâmica invasiva e não invasiva por ecocardiografia e definir as suas vantagens e limitações, na perspectiva da ecocardiografia; determinar que parâmetros ecocardiográficos devem ser pesquisados no doente crítico; determinar a possibilidade de realização desse método de

exame ecocardiográfico numa Unidade de Cuidados Intensivos, de forma a aferir o seu potencial prático; por ultimo, desenvolver um método de análise do doente crítico em situações especiais, tal como em hipotensão, aplicável em larga escala, e não em exclusivo em Cuidados Intensivos, nomeadamente nos serviços de urgência/salas de observação.

III. MATERIAL E MÉTODOS

(GERAL)

III.1. Local

A colheita de dados teve lugar na Unidade de Cuidados Intensivos do Hospital de Curry Cabral desde 2 de Agosto de 2002 até 15 de Dezembro de 2005.

Esta Unidade localiza-se num edifício recentemente construído e utilizado desde 21 de Novembro de 2002.

A Unidade de Cuidados Intensivos do Hospital de Curry Cabral tem, desde Maio de 2005, 16 camas distribuídas por 2 salas (uma médica, e outra cirúrgica) e 4 quartos individuais, 2 equipados com ventilação com pressão negativa e 2 dedicados a doentes em pós-operatório de transplante hepático.

No início da recolha de dados dispunha de 11 camas, o que justifica uma diferença de número de doentes admitidos ao longo deste tempo.

Todos os leitos estão equipados com monitores AGILENT 2001 com possibilidade de receber em simultâneo diversos módulos de pressões invasivas e não invasivas.

Existem 11 ventiladores SERVOi, 5 ventiladores SERVO 900 B, 1 ventilador SERVO 300 A, todos de origem SIEMENS. Estão igualmente disponíveis 2 ventiladores de transporte e 2 ventiladores para ventilação não-invasiva DP-90.

Existiam na altura da colheita de dados 2 monitores de hemodiálise, 1 GAMBRO AK-100 e 1 GAMBRO AK-200 e uma estação móvel de tratamento de água (RO, *reverse osmosis*, osmose inversa). Está disponível desde o início de 2004 um monitor de técnicas contínuas PRISMA (GAMBRO), partilhado com o serviço de nefrologia. Está actualmente em curso a transição para equipamentos FRESenius (adquiridos 2 monitores de hemodiálise FRESenius 5008).

Do restante equipamento, destacam-se um intensificador de imagem e 3 broncofibroscópios (2 da marca PENTAX e 1 da marca OLYMPUS) com 2 fontes de luz. O mini-laboratório de gasimetria está equipado com um aparelho de gasimetria, ionograma e determinação de lactato sérico ABL System 625 (Radiometer, Copenhaga, Lda).

Dispõe de um electrocardiógrafo da marca CARDIOSUNNY 500 AX.

Existem no serviço dois **aparelhos de ecocardiografia**. O mais antigo é um ecocardiógrafo ALOKA SSD-2200 equipado com sonda transtorácica de 2,5 MHz, abdominal de 3,5 MHz, sonda “cega” de Doppler contínuo e transesofágica multiplanar, ao serviço desde 1995. Desde Outubro de 2005 existe ainda um ecocardiógrafo PHILIPS EnVisor HDI, equipado com sonda transtorácica de 2,5 MHz, abdominal de 3,5 MHz. A maior parte dos dados foram obtidos no ecocardiógrafo ALOKA. Ambos os

aparelhos têm a possibilidade de realização de exames em modo-M, bidimensional, e Doppler contínuo, pulsado e codificado em côr. Para registo de exames ou imagens, ambos dispõem de impressora fotográfica a preto e branco e cores, o aparelho ALOKA tem acoplado um gravador de vídeo VHS e o aparelho PHILIPS permite gravação digital dos exames, transferíveis para CD posteriormente.

Os dois ecocardiógrafos mencionados podem ser visualizados na figura III.1.

III.2. Material

No período correspondente à colheita de dados deram entrada na UCI 1555 doentes, e destes foram incluídos neste estudo 704.

Como se verifica, a quantidade de doentes estudados não corresponde ao total de doentes admitidos no período mencionado, pois foi entrecortada por períodos de ausência, que incluíram férias, folgas, fins-de-semana. Entre Abril de 2004 e Julho de 2004 (total de doentes estudados na altura: 350) houve um período de paragem de colheita de dados para reflexão, avaliação sumária de resultados e introduzir as correcções necessárias.

Ao longo deste período de tempo a vivência da Unidade e as características dos doentes variaram, e isso reflectiu-se necessariamente nas características dos doentes estudados. O número de leitos disponíveis também aumentou. Isto significa que se passou de cerca de 290 doentes admitidos em 2002 para 474 em 2004 e 575 em 2005. Contudo,

aumentou fundamentalmente o número de doentes em pós-operatório de cirurgia electiva e transplante hepático, reflectindo-se no número de doentes com internamento curto (em muitos casos inferior a 24 horas) e no número de doentes não ventilados. Ou seja, a Unidade de Cuidados Intensivos modificou ao longo do tempo as suas características, que se reflectem em indicadores diversos.

III.3. Métodos

Aos doentes admitidos na UCI foi realizado um **estudo ecocardiográfico transtorácico nas primeiras 24 horas de internamento**, se efectuado de rotina. Outros exames realizados em circunstâncias específicas (avaliação de doentes em hipotensão) não respeitaram necessariamente o período das primeiras 24 horas de admissão na UCI.

Os exames ecocardiográficos foram realizados de forma consecutiva, sem selecção prévia de doentes.

Todos os exames foram executados pelo autor deste trabalho.

Os dados foram lançados numa base de dados EXCEL (em programas Windows 98 e XP), que serviu para a análise posterior.

Os doentes foram caracterizados em termos demográficos, clínicos e ecocardiográficos.

Para a **caracterização demográfica** foram colhidos os seguintes dados: idade, sexo, área corporal, calculada através da fórmula descrita por Jacobson: peso (kg) + altura (m) – 60⁶⁰.

O peso e a altura dos doentes foram determinados por inquérito ao próprio doente ou familiares. Contudo, existem 4 camas na Unidade de Cuidados intensivos equipadas com balança.

A **caracterização clínica** consistiu na avaliação do tempo de internamento, tempo de ventilação mecânica e resultado (transferidos da UCI ou falecidos na UCI).

Ainda neste capítulo foram obtidos os índices de gravidade utilizados na Unidade de Cuidados Intensivos nos doentes com tempo de internamento superior a 24 horas: Acute Physiology and Chronic Health Evaluation, APACHE II⁶¹, Simplified Acute Physiology Score, SAPS II⁶². Se considerado necessário, foram igualmente calculados o Sequential Organ Failure Assessment, SOFA⁶³ e o Multi Organ Dysfunction evaluation Score, MODS⁶⁴. Todos os índices referidos basearam-se nos parâmetros obtidos no primeiro dia de internamento, altura da realização do ecocardiograma. Outras situações, a verificarem-se, são assinaladas.

Ainda na caracterização clínica dos doentes foram analisados parâmetros de avaliação hemodinâmica global: pressão arterial sistólica, diastólica e média (fornecida pelo monitor se monitorizada de forma invasiva, ou calculada da seguinte maneira: $\text{pressão arterial sistólica} + (\text{pressão arterial sistólica} - \text{pressão arterial diastólica} / 3)$), a frequência cardíaca, e a pressão venosa central. A maioria dos doentes tem um registo invasivo de pressão arterial, incluindo todos os doentes em hipotensão e todos os doentes submetidos a transplante hepático. Nos restantes, foi considerada a média de 3 medições não invasivas por manga, obtida no momento da realização do exame e em intervalos de 3 minutos, utilizando para o

efeito o monitor do respectivo leito. Todos estes dados foram igualmente colhidos no momento da realização do exame ecocardiográfico.

A medição da **pressão venosa central** nos doentes sem cateter da artéria pulmonar foi obtida através de cateter venoso central, colocado nas veias jugulares ou subclávias, cujo posicionamento foi previamente aferido por radiografia do tórax. Os doentes foram depois colocados em decúbito dorsal com o transdutor ao nível da linha medioclavicular. Após se ter aferido a referência zero atmosférica, procedeu-se à medição com um transdutor de pressões e no mesmo monitor acima referido.

A pressão arterial foi obtida num cateter arterial (radial ou femural, não são habitualmente utilizadas outras vias para estes cateteres na UCI), no mesmo monitor, após o procedimento de aferição da pressão zero atmosférica mencionado atrás.

No caso em que os registos hemodinâmicos invasivos, em que se utilizou um **cateter da artéria pulmonar**, foram realizados através de um cateter de 5 lúmenes, 7,5 – Fr, com 110 cm (Arrow, AH – 05050G), colocado pelas veias jugulares ou subclávias, conectado ao monitor hemodinâmico AGILENT – CMF 2001. A posição correcta do cateter, com a ponta ao nível da zona pulmonar 3 foi confirmada pela radiografia do tórax.

Previamente, o sistema foi calibrado, considerando a pressão atmosférica como a referência zero.

Para medição do débito cardíaco utilizou-se a técnica de termodiluição. Colocaram-se os doentes em decúbito dorsal num plano horizontal com a aurícula direita ao nível do transdutor. Após 15 minutos procedeu-se às medições, considerando-se a média de 3 determinações obtidas pela

injecção de 10 ml de uma solução salina (0,9%) fria no final da expiração nos doentes com ventilação mecânica e no final da inspiração nos doentes em ventilação espontânea. Todas as medições foram feitas pelo mesmo observador, a injecção da solução salina durou entre 2 a 4 segundos e as medições com uma variação superior a 10% foram eliminadas.

A medição da pressão venosa central, da pressão sistólica da artéria pulmonar e da pressão de encravamento da artéria pulmonar foram realizados utilizando o mesmo cateter e o mesmo monitor hemodinâmico, com o doente posicionado conforme descrito para o débito cardíaco.

As resistências vasculares sistémicas foram calculadas sempre que considerado relevante e de acordo com a fórmula:

$$RVP = (PAM-PVC) \times 80/IC \text{ (valores de referência: 1600-2400 dynes.seg.m}^2\text{/cm}^5\text{).}$$

Os valores de referência das variáveis hemodinâmicas invasivas estudadas podem ser consultados no quadro III.1.

Ainda no capítulo da caracterização clínica foram definidos diversos **grupos nosológicos**, sempre de acordo com o diagnóstico principal de entrada.

O doente médico foi definido como doente com patologia não operatória diversa. O doente cirúrgico como doente com patologia operatória. Sempre que considerado necessário os doentes transplantados (hepáticos) foram destacados dos restantes doentes.

Os doentes médicos foram separados em grupos de diagnóstico por

patologias dos sistemas de órgãos:

- Patologia do tracto respiratório
- Patologia do foro cardiovascular
- Patologia do foro gastrointestinal
- Patologia infecciosa ou sépsis não classificada
- Patologia do tracto urinário
- Patologia neurológica
- Patologia oncológica
- Outras patologias não classificáveis nos pontos anteriores (constituídas na sua maioria por intoxicações diversas ou grupos de patologias mais raras).

Os doentes com exacerbação de **insuficiência respiratória crónica**, foram definidos como doentes admitidos para suporte ventilatório em acidose de causa respiratória, e história pregressa de doença respiratória crónica. Foram excluídos deste grupo doentes com outras causas conhecidas de insuficiência respiratória, em particular doentes com fibrose pulmonar ou doença pulmonar vascular. Os doentes com doença pulmonar crónica admitidos por outras condições clínicas (pneumonias, doença cardiovascular, etc.) não foram aqui considerados.

A **sépsis** foi definida de acordo com os critérios internacionalmente aceites^{65,66}:

Presença de infecção documentada e pelo menos 2 dos seguintes sinais:

- Temperatura corporal >38 ou <36.

- Frequência cardíaca > 90 batimentos por minuto.
- Polipneia com frequência respiratória > 20 ciclos por minuto ou PaCO₂ <32mmHg.
- Leucocitose >12000/cc ou <4000/cc ou presença de uma percentagem de formas imaturas > 10%.

A sépsis foi considerada severa quando associada a evidência de hipoperfusão sistémica (por avaliação clínica em conjugação com a elevação do lactato sérico acima dos 2mEq/l) ou disfunção específica de órgão. O lactato sérico foi determinado no aparelho de gasimetria.

O choque séptico é definido como hipotensão induzida pela sépsis que persiste após ressuscitação com fluidos e evidência de hipoperfusão de órgão, incluindo mas não restringida a oligúria (débito urinário <400cc/dia ou 15cc/hora), acidose láctica (lactato sérico >4mmol/l), e estado mental alterado.

De notar que os doentes em sépsis não estão exclusivamente representados no grupo de doenças infecciosas ou sépsis. Os doentes com pneumonias graves ou infecções do tracto urinário podem estar representados nos respectivos grupos nosológicos e apresentarem critérios de sépsis. Trata-se pois de uma classificação transversal a vários grupos nosológicos.

Foi considerada **hipotensão** sempre que a pressão arterial sistólica foi inferior a 90 mmHg ou a média inferior a 60 mmHg (ou 40 mmHg inferior aos valores habituais no caso dos doentes com hipertensão arterial) que não respondeu à administração de soros no espaço de 30 minutos ou antes, se a condição clínica se agravou progressivamente. A administração de soros referida corresponde à noção de *fluid challenge*,

10 a 30 ml por quilograma de peso de soro cristalóide ou equivalente colóide (geralmente, 6 a 8 ml por quilograma de peso de hidroxietilamido a 6%).

III.4. Avaliação por Ecocardiografia Transtorácica

Os exames ecocardiográficos, metodologia e medições, foram realizados de acordo com os manuais de referência⁶⁷⁻⁶⁹, base de estudo, e seguindo as recomendações das Sociedades Norte-Americana e Europeia de Ecocardiografia⁷⁰⁻⁷³.

Todos os exames transtorácicos obedeceram à sequência seguinte: determinação das dimensões das cavidades, determinação da fracção de encurtamento do ventrículo esquerdo, avaliação por Doppler e determinação do débito cardíaco, avaliação da veia cava inferior.

As imagens morfológicas, dimensões das cavidades do ventrículo esquerdo, da espessura da parede septal e posterior do ventrículo esquerdo, da aurícula esquerda e do ventrículo direito, foram obtidas em incidência paraesternal eixo longo e curto. Em todos os exames ecocardiográficos realizados, o traçado electrocardiográfico foi continuamente registado, recorrendo ao dispositivo do ecocardiógrafo.

No primeiro registo obteve-se a dimensão do ventrículo esquerdo e direito, com o cursor ao nível da ponta dos folhetos da válvula mitral, considerando o eco mais posterior da parede do ventrículo direito até ao eco mais anterior da parede septal para medição do ventrículo direito, e o

eco mais posterior da parede septal da face ventricular esquerda até ao eco mais anterior da parede posterior, para medição do ventrículo esquerdo. Consideraram-se as dimensões telediastólica e telesistólica, com o auxílio do registo electrocardiográfico contínuo do aparelho de ecocardiografia.

A espessura da parede do ventrículo esquerdo (anterior, septal e posterior) foi medida na mesma incidência, em telediástole, com o cursor na posição descrita para a determinação da sua dimensão interna.

De seguida, a aurícula esquerda foi medida com o cursor ao nível das cúspides aórticas, desde o eco mais posterior da raiz da aorta até ao eco mais posterior da parede livre da aurícula esquerda, medição realizada durante a sístole ventricular esquerda. O diâmetro da raiz da aorta foi obtido nesta incidência, medindo a distância entre o eco mais anterior e mais posterior da raiz da aorta, imediatamente antes da abertura das cúspides, em imagem bidimensional.

A aurícula direita foi medida em incidência apical 4 câmaras considerando a medição durante a sístole ventricular, desde os folhetos da válvula tricúspide até ao eco mais posterior da parede da aurícula.

Em todas as medições foi incluído o eco mais anterior e excluído o eco mais posterior.

A função sistólica foi avaliada de acordo com a fracção de encurtamento do ventrículo esquerdo, em incidência paraesternal eixo longo, ao nível das pontas da valvula mitral, utilizando o modo M.

A distância E-septo foi medida em incidência paraesternal eixo longo, com o cursor do modo M ao nível do folheto mitral anterior, registando a

cinética diastólica e considerando a onda E a porção mais próxima do septo na abertura precoce da válvula. Mediu-se a distância entre o eco mais anterior do dito folheto e o eco mais posterior da parede do septo interventricular.

Foi utilizada técnica **Doppler** pulsado, contínuo e em cor. No Doppler pulsado e contínuo foi feito o registo do perfil do espectro de velocidades, ajustando sistematicamente os ganhos do aparelho de forma a utilizar o menor filtro possível. Para identificação da melhor janela acústica foram feitas pequenas angulações e rotações do transdutor. Foram sempre tentados planos que permitissem um alinhamento ideal do feixe ultrassónico com o eixo longitudinal do fluxo sanguíneo a estudar, o que por vezes obrigou a procura de planos de estudo diferentes dos utilizados habitualmente. A optimização do sinal Doppler foi ainda auxiliada pelo sinal áudio na procura do alinhamento ideal.

Em incidência apical 4 câmaras, com o Doppler pulsado, registou-se o fluxo transvalvular mitral ao nível da abertura dos folhetos, com determinação da relação E/A, do tempo de aceleração e desaceleração da onda E, da duração da onda A; o tempo de relaxamento isovolumétrico foi obtido em incidência apical 5 câmaras, ao nível da câmara de saída do ventrículo esquerdo e na proximidade do folheto mitral anterior, a partir do registo em simultâneo do fluxo aórtico e mitral, considerando-se o tempo entre o fim do fluxo aórtico e início do fluxo mitral; registo do fluxo aórtico ao nível do trato de saída do ventrículo esquerdo, com determinação da velocidade pico, aceleração e desaceleração do fluxo aórtico. Registo do fluxo transvalvular tricúspide ao nível da abertura dos

folhetos, com análise da relação E/A, e da desaceleração da onda E; registo da regurgitação tricuspíde (parâmetro avaliado com o Doppler contínuo). Os tempos de desaceleração foram definidos como o tempo entre a velocidade pico da onda E e o seu fim, determinado pela linha de base ou sua extrapolação até à linha de base a partir do declive inicial da onda de enchimento protodistólico, nos casos em que se verificou fusão de ondas.

Foram avaliadas as regurgitações e estenoses valvulares, recorrendo ao Doppler codificado em cor e contínuo:

A regurgitação mitral foi avaliada com o Doppler codificado em cor em incidência apical 4 câmaras, determinando a área do fluxo regurgitante, indexada à área total da aurícula esquerda, considerando ligeira se a razão obtida era inferior a 20%, moderada se a razão era entre 21% e 50% e grave se a razão era superior a 50%.

A regurgitação aórtica foi avaliada em incidência apical 4 câmaras e paraesternal eixo longo. Por Doppler codificado em cor considerou-se regurgitação grave quando o jacto regurgitante ultrapassou os 3cm dentro da cavidade do ventrículo esquerdo, medidos desde a sua origem no encerramento valvular, e ocupou uma área superior a 50% da raiz da aorta, avaliada em incidência paraesternal eixo longo em *M-color mode*, com o cursor ao nível das cúspides aórticas. Foi classificada de ligeira sempre que a dimensão do jacto dentro do ventrículo esquerdo foi inferior a 1 cm ou a área da raiz da aorta ocupada foi inferior a 25% e moderada nas situações intermédias.

A regurgitação tricuspíde foi avaliada em incidência apical 4 câmaras,

recorrendo ao Doppler codificado em cor e, sempre que possível, quantificando o gradiente pico pela equação modificada de Bernoulli, determinado pelo jacto de regurgitação detectado por Doppler contínuo.

O fluxo transvalvular aórtico foi pesquisado com Doppler contínuo e pulsado para determinação da área valvular e diagnóstico de estenose valvular aórtica. Para o efeito foi previamente medido o diâmetro da raiz da aorta, que se multiplicou pelo valor de π (pi , 3,1416) elevado ao quadrado. Este valor foi depois multiplicado pela velocidade pico do fluxo aórtico obtido por Doppler pulsado e dividido pela velocidade pico do fluxo aórtico obtido por Doppler contínuo.

A velocidade de propagação do fluxo mitral precoce (*Flow Propagation Velocity*, FPV) foi obtida em incidência apical 4 câmaras, com o cursor do modo M ao nível do folheto mitral anterior e accionando o M-color mode. O registo assim obtido foi analisado, medindo-se a velocidade pela zona de *aliasing* do espectro de cor, entre o registo do eco do folheto mitral anterior em diástole e até uma distância de 4 centímetros dentro do ventrículo esquerdo.

O **débito cardíaco** foi obtido pelo integral fluxo/tempo. Para este último fez-se primeiro a determinação do diâmetro da raiz da aorta em incidência paraexternal eixo longo, imediatamente antes da abertura das cúspides aórticas, sendo a respectiva área assumida como circular. De seguida obteve-se o registo de Doppler do fluxo da câmara de saída do ventrículo esquerdo, para determinação do integral fluxo/tempo de fluxo, sendo o débito cardíaco obtido pela fórmula: (área da raiz da aorta) x (integral fluxo/tempo de fluxo aórtico) x (frequência cardíaca por

minuto) / 1000.

O registo da **veia cava inferior** foi feito em incidência subcostal. Avaliou-se a veia cava inferior, a 2 cm da AD, com análise da dimensão máxima e dimensão mínima. O índice da VCI foi calculado segundo a fórmula: (dimensão máxima – dimensão mínima) x 100 / dimensão máxima. Todas as medições foram efectuadas no final da expiração e, sempre que possível, com os doentes posicionados em semidecúbito lateral esquerdo, ou em decúbito ventral, considerando-se sempre a média de 3 medições. Nos casos de fibrilhação auricular, para os registos Doppler, foi considerada a média de 5 medições.

Considerou-se dilatação das cavidades nos seguintes casos⁷⁴:

Sempre que a dimensão do ventrículo esquerdo dividida pela área corporal ultrapassasse os 32 milímetros.

Sempre que a dimensão da aurícula esquerda dividida pela área corporal ultrapassasse os 22 milímetros.

Sempre que a dimensão do ventrículo direito dividida pela área corporal ultrapassasse os 14 milímetros.

Considerou-se compromisso da função sistólica do ventrículo esquerdo sempre que a fracção de encurtamento foi inferior a 28%.

O débito cardíaco foi sempre indexado à área corporal e é registado como índice cardíaco.

A determinação não invasiva por ecocardiografia de pressões de enchimento foi igualmente efectuada, de acordo com fórmulas descritas na literatura.

A **pressão de encravamento** foi calculada pela fórmula descrita por Gonzalez-Vilches⁷⁵: $[(1000/2 \times \text{tempo de relaxamento isovolumétrico} + \text{flow propagation velocity}) \times 4,5] - 9$.

A **pressão venosa central** por uma fórmula descrita por nós³: $(VD/AD \times 0,14) + (\text{tempo de desaceleração da onda E tricúspide} \times 0,11) - (\text{dimensão máxima da VCI} - \text{dimensão mínima da VCI})$. Através de uma análise de regressão linear, verificou-se que os parâmetros que melhor se correlacionavam com a pressão venosa central eram a desaceleração da onda E do fluxo transvalvular tricúspide, o gradiente entre o ventrículo direito e a aurícula direita e o índice da veia cava inferior.

A **pressão sistólica da artéria pulmonar**, calculada pela fórmula de Yock⁷⁶: $\text{gradiente da regurgitação tricúspide} + 14$ (se evidência de PVC $>15\text{cmH}_2\text{O}$) ou $+ 20$ (se evidência de PVC $<15\text{cmH}_2\text{O}$).

III.5. O Exame por Ecocardiografia Transesofágica

Os exames por **ecocardiografia transesofágica** foram realizados na UCI em doentes em decúbito dorsal, cuja metodologia que seguiu as recomendações da Sociedade Europeia de Ecocardiografia^{77,78}.

No caso de doentes não sedados, procedeu-se a sedação com midazolam, em doses múltiplas de 2 mg no caso de doentes não ventilados e de 5 mg no caso de doentes ventilados, até atingir o efeito sedativo pretendido,

que consistiu na melhor colaboração para a realização do exame.

Respeitou-se um jejum de pelo menos 4 horas e, no caso de doentes com entubação naso-gástrica e alimentação entérica, colocou-se também a sonda em drenagem passiva. Se o exame pretendido foi considerado urgente, de forma a não poder ser respeitado o jejum, colocou-se a sonda naso-gástrica em drenagem passiva e aspirou-se previamente o conteúdo gástrico.

Todos os doentes encontravam-se monitorizados com electrocardiograma do equipamento e estavam conectados aos respectivos monitores. A concentração de oxigénio do ventilador foi aumentada durante todo o procedimento.

Colocou-se um bocal próprio e introduziu-se a sonda transesofágica até se obter as imagens pretendidas. Antes de cada exame foi revista a possível presença de próteses dentárias, embora por rotina a todos os doentes estas sejam removidas durante a admissão. A sonda transesofágica foi lubrificada com gel de lidocaína antes de ser introduzida.

Em caso de dificuldade de progressão e em doentes bem sedados e/ou pouco reactivos a sonda foi introduzida com a ajuda do laringoscópio.

A primeira imagem a obter foi a incidência de 4 câmaras (a 0 graus), com avaliação da aurícula esquerda, aparelho valvular mitral, detecção e quantificação de fluxos regurgitantes mitraes. Ainda nesta incidência foi avaliada subjectivamente a função sistólica ventricular esquerda e o tracto de saída do ventrículo esquerdo, verificando a existência de fluxos regurgitantes. Partindo desta posição e com ligeira anteflexão da sonda, obteve-se a imagem das cúspides aórticas em eixo curto, avaliando a

presença de vegetações e de regurgitação valvular. Rodando ligeiramente a sonda em sentido horário avaliaram-se as cavidades direitas e o grau de regurgitação tricúspide. Partindo desta posição e com uma rotação de sensivelmente 45 graus, e retirando ligeiramente a sonda transesofágica e rodando manualmente a mesma em sentido anti-horário, obteve-se a visualização do apêndice auricular esquerdo, complementado com avaliação em plano mais vertical com rotação da sonda em 90 a 120 graus, avaliando uma eventual presença de trombos. Seguidamente, e partindo de novo da incidência 4 câmaras acima descrita, retirando ligeiramente a sonda transesofágica, avaliaram-se o tronco comum da artéria pulmonar e respectivos ramos direito e esquerdo.

A avaliação nesta incidência foi complementada em incidência 4 câmaras transversa rodando a sonda multiplanar cerca de 90 graus. As avaliações efectuadas foram semelhantes, mas permitindo uma melhor visualização do tracto de saída do ventrículo direito. Nesta posição, rodando a sonda ligeiramente em sentido horário visualizou-se a aurícula direita e veias cavas.

Partindo da incidência 4 câmaras, procedeu-se à progressão da sonda transesofágica para o estômago obtendo-se a incidência transgástrica eixo curto. Nesta incidência quantificou-se a função sistólica ventricular esquerda e avaliou-se a relação entre o ventrículo direito e esquerdo. Partindo desta posição e rodando a sonda cerca de 110 graus, obteve-se a incidência transgástrica eixo longo e, progredindo um pouco mais a sonda transesofágica tentou-se obter uma imagem do tracto de saída do ventrículo esquerdo adequada ao cálculo do débito cardíaco, admitindo

uma angulação máxima de 15 graus com o cursor do Doppler pulsado. De seguida, rodou-se manualmente a sonda transesofágica até à obtenção da imagem da aorta e introduziu-se a sonda até não ser possível visualizar este vaso. A sonda foi retirada lentamente para permitir uma visualização adequada da aorta torácica. Na zona da crossa, fez-se uma rotação da sonda em 90 graus para melhor visualizar esta estrutura. De seguida removeu-se a sonda.

Como **objectivo para os exames ecocardiográficos transtorácicos** colocou-se em primeiro lugar, a verificação da normalidade das estruturas cardíacas, assinalando-se sempre que se detectou uma alteração das dimensões das cavidades ou da fracção de encurtamento do ventrículo esquerdo. Em segundo lugar valorizaram-se diagnósticos clínicos específicos, traduzindo alterações graves. Estas alterações cardíacas foram consideradas graves quando obrigaram a intervenções terapêuticas imediatas ou à consulta de especialistas para revisão do exame ecocardiográfico. No quadro III.2. resumem-se os objectivos dos exames colocados de forma prospectiva.

Outras alterações, caso tenham acontecido, são assinaladas ao longo do trabalho, de forma prospectiva.

III.6. Análise dos Dados

III.6.1. Geral

De uma forma genérica certos critérios foram seguidos em todos os capítulos, no que respeita à divisão dos doentes em patologias e grupos de análise separada. Contudo, dada a especificidade de alguns temas, as particularidades de divisão dos doentes são abordadas na secção de material e métodos de cada sub-capítulo.

As publicações entretanto efectuadas abordam por vezes os assuntos apresentados na tese de forma parcelar. Contudo, o material recolhido foi sendo utilizado para esse fim.

Os doentes foram analisados de acordo com seguintes grupos de patologia ou condição clínica:

- Doentes com patologia médica
- Doentes com patologia cirúrgica
- Doentes em pós-operatório de transplante hepático
- Doentes em sépsis (médicos e/ou cirúrgicos)
- Doentes submetidos a ventilação mecânica e em ventilação espontânea (no momento da realização do exame ecocardiográfico)

III.6.2. Análise estatística

A análise descritiva consiste na obtenção de médias, limites e desvios padrão das variáveis estudadas.

As correlações entre variáveis numéricas foram estabelecidas recorrendo

à análise de correlação linear, considerando significativo um valor de $p < 0,05$.

Para comparação de variáveis numéricas, entendeu-se que existe uma correlação clinicamente significativa quando o grau de correlação fosse superior a 85% (valor de $r > 0,85$).

As diferenças de variáveis entre dois grupos de doentes foram estudadas recorrendo à análise de comparação de médias (comparação entre grupos de variáveis com tamanhos diferentes), através do teste de t de *Student*, recorrendo ao teste de Mann-Whitney sempre que a distribuição normal das variáveis não pôde ser encontrada.

Sempre que necessário as variáveis numéricas foram transformadas em variáveis categóricas.

Sempre que se compararam variáveis categóricas recorreram-se aos testes estatísticos não paramétricos, criando tabelas de contingência simples ou múltiplas e realizando de seguida o teste de qui-quadrado.

Quando se compararam médias entre 3 ou mais grupos, foi realizado o teste paramétrico *one-way* ANOVA (teste F).

Para estabelecer a dependência de variáveis entre si utilizou-se a análise estatística multivariada, com análises de regressão, linear para variáveis dependentes numéricas (tipo *stepwise backward*) e de regressão logística (tipo *backward LR*) para variáveis categóricas.

Para aferir a adequação do modelo nas análises de regressão logística (*goodness of fit*) recorreu-se ao teste de Hosmer-Lemeshow.

Nas análises de regressão as variáveis dependentes consideradas foram a mortalidade e os dias de internamento e/ou ventilação. No caso de serem

utilizadas outras variáveis como variáveis dependentes, estas são assinaladas. As variáveis categóricas admitidas de início são as dimensões das cavidades cardíacas, definidas como dilatadas ou não dilatadas e a função sistólica do ventrículo esquerdo, definida como normal ou diminuída. Estes valores de referência estão descritos atrás.

A transformação de restantes variáveis numéricas em categóricas é assinalada na secção específica de material e métodos de cada sub-capítulo.

Para as análises de correlação, foram consideradas variáveis independentes os parâmetros ecocardiográficos estudados:

- Dimensão do ventrículo esquerdo
- Dimensão da aurícula esquerda
- Dimensão do ventrículo direito
- Dimensão da aurícula direita
- Dimensão máxima e mínima da veia cava inferior e respectivo índice
- Índice cardíaco
- Relação E/A do fluxo transvalvular mitral
- Tempo de relaxamento isovolumétrico
- Gradiente de regurgitação tricúspide
- Fração de encurtamento do ventrículo esquerdo
- Distância E-septo

No caso de avaliação de outro parâmetro na análise de correlação como variável independente, é referido no respectivo capítulo.

O programa estatístico utilizado foi o SPSS versão 13 (Chicago, Illinois Inc). Certos gráficos foram elaborados no programa Excel.

Quadro III.1. Valores de referência das variáveis hemodinâmicas invasivas estudadas

| Parâmetro | Valor normal | Unidades |
|-----------|--------------|---|
| PVC | 0-6 | mmHg |
| PSAP | 15-30 | mmHg |
| PMAP | 10-18 | mmHg |
| Pw | 6-12 | mmHg |
| IC | 2,4-4 | l/min/m ² |
| IRVS | 1600-2400 | Dynes.sec/cm ⁵ /m ² |

Legenda: PVC, pressão venosa central; PSAP, pressão sistólica da artéria pulmonar; PMAP, pressão média da artéria pulmonar; Pw, pressão de encravamento da artéria pulmonar; IC, índice cardíaco; IRVS, índice das resistências vasculares periféricas.

Quadro III.2. Valorização dos dados ecocardiográficos

| Caso | Exemplo |
|---|--|
| Detecção de outras alterações ecocardiográficas | Alteração das dimensões das cavidades cardíacas, da função sistólica do VE, presença de hipertrofia ventricular esquerda, derrames pericardíacos |
| Detecção de alterações ecocardiográficas traduzindo patologia grave | Presença de tamponamento pericárdico, vegetações, ou cardiopatia estrutural grave a requerer intervenção terapêutica imediata ou consultadoria da especialidade de cardiologia |



Figura III.1. Ecocardiógrafos ALOKA SSD 2200 (à esquerda) e PHILIPS EnVisor HDI (à direita).



Figura III.2. O exame ecocardiográfico à cabeceira do doente.

**IV. ESTUDO CLÍNICO DE DOENTES DE
CUIDADOS INTENSIVOS À CABECEIRA POR
ECOCARDIOGRAFIA**

IV.1. Estudo Comparativo entre Dados Obtidos de Forma Invasiva e por Ecocardiografia^a

IV.1.1. Introdução

Os dados obtidos por cateterismo da artéria pulmonar foram fundamentais no passado para a caracterização dos distúrbios hemodinâmicos em Cuidados Intensivos. Trata-se de um método que pela primeira vez permitiu avaliar importantes parâmetros à cabeceira do doente.

Sendo uma técnica promissora em Cuidados Intensivos, muitos autores, ao avaliarem as potencialidades da ecocardiografia, debruçaram-se sobre a obtenção não invasiva de parâmetros habitualmente aferidos por meios invasivos. Praticamente os dados de pressões invasivas encontram descrições de obtenção não invasiva por ecocardiografia. A estes acresce ainda a determinação não invasiva do débito cardíaco.

Contudo, a literatura disponível avaliou preferencialmente doentes do foro cardíaco ou internados em unidades vocacionadas para o tratamento de doentes cardíacos. Assim, muitos estudos avaliaram a obtenção não invasiva de determinados parâmetros e pressões intracardíacas, em diversos subgrupos de doentes, em especial com cardiopatias diversas.

^a Parcialmente publicado em: Marcelino P, Nuno Germano, Ana Paula Fernandes, Susan Marum, Palmeiro Ribeiro, M. G. Lopes. "Hemodynamic parameters obtained by transthoracic echocardiography and Swan-Ganz catheter. A comparative study in liver transplant patients". *Acta Med Port*, 2006;19:197-206.

Poucos doentes de Cuidados Intensivos foram avaliados neste campo, em especial submetidos a ventilação mecânica. Na literatura não existe nenhum estudo realizado em doentes submetidos a transplante hepático. Julgamos assim pertinente desenvolver este tipo de trabalho na Unidade onde se desenvolveu a tese.

Deste modo, no capítulo seguinte vamos analisar a comparação de quatro parâmetros hemodinâmicos obtidos por ecocardiografia transtorácica e cateterismo invasivo da artéria pulmonar: a pressão de encravamento da artéria pulmonar, a pressão sistólica da artéria pulmonar, a pressão venosa central e o débito cardíaco. Estes parâmetros de avaliação serão avaliados simultaneamente no mesmo doente.

O objectivo deste capítulo é estabelecer as possibilidades de aquisição desta informação numa Unidade de Cuidados Intensivos, à cabeceira do doente e em ambiente clínico. Caso a hipótese colocada seja confirmada, será legítimo utilizar em Cuidados Intensivos a ecocardiografia como um Swan-Ganz não invasivo.

IV.1.2. Material

Desde o primeiro estudo efectuado (Agosto de 2002) até ao final da colheita de dados (Dezembro de 2004) foram admitidos na Unidade de Cuidados Intensivos 168 doentes com dispositivos invasivos de monitorização, na sua grande maioria em doentes submetidos a transplante hepático. Apenas 5 dispositivos foram colocados em doentes não transplantados, dois com pancreatite, e três em doentes com doença pulmonar hipoxemiante no ano de 2002. Estes correspondem aos últimos

cateteres de artéria pulmonar colocados na Unidade de Cuidados Intensivos, até ao final de 2007.

Dos 168 doentes admitidos com dispositivos invasivos, só foi possível eleger 71 doentes para o estudo. Destes, em 59 foi possível obter simultaneamente o débito cardíaco e o cálculo da pressão de encravamento, e foram selecionados para o estudo. Os parâmetros ecocardiográficos estudados podem ser consultados no quadro IV.1.1.

Na distribuição nosológica verifica-se que a maioria dos doentes submetidos a transplante hepático são doentes com cirrose hepática pós necrótica (pós viral, n=32, 54,2%) e que 22 (37,2%) eram doentes com polineuropatia amiloidótica familiar (quadro IV.1.2).

Apenas 5 doentes não são doentes de transplante hepático e são os doentes mais antigos em termos de colheita de dados.

Três doentes faleceram (1 com pancreatite, 1 com doença pulmonar hipoxemiante e 1 transplantado hepático).

As características gerais dos doentes (IV.1.3) mostram que estes doentes pertencem a um grupo etário relativamente jovem e apresentam índices de gravidade não muito elevados.

IV.1.3. Métodos

Foram incluídos doentes monitorizados invasivamente com catéter da artéria pulmonar (catéter de Swan-Ganz).

Nestes doentes foram realizadas uma avaliação invasiva e uma avaliação por ecocardiografia transtorácica (quadro IV.1.1). O intervalo entre ambas as avaliações nunca foi superior a 15 minutos, não tendo sido possível o

registo simultâneo. As avaliações foram feitas por observadores diferentes, presentes na Unidade de Cuidados Intensivos no momento da colheita de dados^b. As fórmulas e métodos de cálculo utilizados, quer por ecocardiografia, quer utilizando o catéter da artéria pulmonar, são descritos em Material e Métodos. Seleccionados para estudo os doentes em que era possível em simultâneo obter o débito cardíaco e o cálculo não invasivo da pressão de encravamento da artéria pulmonar.

O período de colheita de dados decorreu entre Agosto de 2002 e Dezembro de 2004.

Foi efectuada a análise estatística descritiva e de correlação, confrontando as variáveis hemodinâmicas obtidas de forma invasiva e não invasiva, parâmetros hemodinâmicos invasivos e variáveis ecocardiográficas individuais e variáveis ecocardiográficas entre si.

IV.1.4. Resultados

O sucesso da obtenção não invasiva de parâmetros hemodinâmicos por ecocardiografia dependeu fortemente da possibilidade de obtenção das variáveis ecocardiográficas. O débito cardíaco e a pressão de encravamento foi possível obter em 59 doentes. Dos 71 doentes admitidos, em 3 a ecocardiografia transtorácica não foi possível, o fluxo do tracto de saída do ventrículo esquerdo não foi obtido em 3 e o fluxo transvalvular aórtico em 8 doentes. Dos 59 doentes seleccionados para estudo, a pressão venosa central e a pressão sistólica da artéria pulmonar foi

^b Ecocardiografia: Dr. Paulo Marcelino; avaliação invasiva: Dra. Susan Marum, Dra. Ana Paula Fernandes.

obtida em 41 doentes, dependendo da possibilidade de estudo das diferentes variáveis necessárias (quadro IV.1.4). As maiores dificuldades foram a presença de pensos abdominais e a dificuldade em posicionar correctamente os doentes.

O conjunto dos doentes estudados não apresentou desvios significativos dos parâmetros hemodinâmicos (quadros IV.1.5) ou ecocardiográficos (quadro IV.1.6). Nenhum doente apresentou dilatação das cavidades cardíacas, e apenas 2 doentes apresentavam uma fracção de encurtamento inferior a 28%. Este facto pode dever-se à selecção a que os doentes propostos para transplante estão sujeitos.

Os resultados de correlação entre variáveis hemodinâmicas obtidas de forma invasiva e por ecocardiografia e observados na amostra de doentes estudados, mostraram uma boa correlação para o débito cardíaco ($r=0,95$, $p<0,001$), mas fraca para os restantes parâmetros, embora todos com correlações estatisticamente significativas (quadro IV.1.7). Dos restantes três parâmetros, a pressão venosa central mostrou uma correlação mais forte, mas a pressão sistólica da artéria pulmonar e a pressão de encravamento também não mostraram correlações clinicamente aceitáveis. Observámos ainda algumas correlações com significado estatístico entre algumas variáveis ecocardiográficas e parâmetros hemodinâmicos e entre variáveis ecocardiográficas entre si. Os dados gerais podem ser consultados no quadro IV.1.8, encontrando-se igualmente representados de forma gráfica nas figuras IV.1.1 a IV.1.14. Os resultados são complementados em anexos (anexo 1, suplemento de resultados).

IV.1.5. Discussão

Nos doentes estudados, verificámos que o sucesso da ecocardiografia na obtenção de parâmetros tradicionalmente obtidos por meios invasivos, dependeu do sucesso do próprio exame ecocardiográfico em obter as variáveis necessárias. Algumas dificuldades experimentadas no exame ecocardiográfico à cabeceira do doente podem ser determinantes na definição do tipo de exame que se pretende nestes doentes. Contudo, o maior sucesso observou-se na determinação do débito cardíaco e na pressão de encravamento. Recorde-se que não estudámos doentes em fibrilhação auricular, pelo que os dados relativamente à pressão de encravamento podem ser substancialmente modificados.

No respeitante à **pressão venosa central**, a metodologia utilizada privilegiou a determinação exacta do valor de pressão venosa central por ecocardiografia. Esta metodologia é semelhante àquelas que foram utilizadas para os restantes parâmetros.

A determinação não invasiva, quantificada, por ecocardiografia da pressão venosa central foi por nós descrita³, e as associações entre variáveis já descritas mantiveram-se significativas. O presente trabalho pode servir como validação posterior da fórmula de cálculo não invasivo da pressão venosa central descrita. Tanto quanto sabemos, é a única fórmula de cálculo quantificado deste parâmetro descrita até hoje na literatura.

Pensamos contudo que os achados descritos neste trabalho apenas permitem aferir a possibilidade de determinar a pressão venosa central num grupo de doentes semelhante aos estudados. Conseguimos confirmar os achados anteriormente verificados numa população relativamente

homogénea, na mesma Unidade de Cuidados Intensivos e com os mesmos observadores. Será difícil extrapolar os dados para uma população heterogénea de Cuidados Intensivos. Este facto prende-se com a utilização de fórmulas de cálculo que utilizam diversas variáveis ecocardiográficas, o que pode levantar problemas semelhantes às restantes fórmulas de cálculo não invasivo de outras variáveis hemodinâmicas.

A determinação não invasiva da pressão venosa central não se esgota na tentativa da sua quantificação exacta. Outros trabalhos de outros investigadores, mostram que será talvez possível um cálculo não invasivo qualitativo em vez de quantitativo através da análise da veia cava inferior. Contudo este tipo de aferição fica fora do âmbito e objectivos do presente capítulo.

A quantificação da **pressão sistólica da artéria pulmonar** por ecocardiografia nos doentes por nós estudados não se revelou clinicamente correlacionável com a determinação invasiva, observando-se uma tendência para a sobre-avaliação do seu valor quando se utilizou a ecocardiografia.

Para a discussão deste facto será necessário analisar os trabalhos originais. Yock e col⁷⁶, em 1984, descrevem a obtenção da pressão sistólica da artéria pulmonar em 62 doentes (35 homens e 27 mulheres) idade média de 50 anos (limites: 16-90) com suspeita de elevação da pressão nas cavidades cardíacas direitas e submetidos a cateterismo cardíaco. Esta suspeita foi fundamentada pelo exame físico, pela radiografia do tórax e por ecocardiografia bidimensional. Em 15 dos doentes o médico assistente suspeitava da existência de regurgitação

tricúspide. Os diagnósticos dos doentes eram: 29 doentes com cardiomiopatia, 15 doentes com valvulopatia reumática, 5 doentes com enfarte agudo do miocárdio, 3 doentes com regurgitação mitral não reumática, 2 doentes com cor pulmonale e 6 doentes com outras patologias diversas. Em 41 o ritmo era sinusal, em 3 havia ritmo de marca passo cardíaco, os restantes apresentavam fibrilhação auricular. Calculou a pressão venosa da aurícula direita através da pressão jugular (com o doente a 45°) à qual adicionou 5 para estimativa da pressão da aurícula direita (pressão venosa central). O cateterismo não foi simultâneo mas sim efectuado com um intervalo médio de 24 horas. Encontrou uma forte correlação entre a regurgitação tricúspide e a pressão venosa central ($r=0,93$). A regurgitação tricúspide foi identificada em 90% ($n=56$) dos doentes.

Seis anos mais tarde, Currie e col⁷⁹ publicam outro estudo, no qual incluíram 127 doentes, tentando estabelecer a correlação entre a regurgitação tricúspide e a pressão sistólica da artéria pulmonar. Destes, 63 eram homens e 64 mulheres com idade média de 42 anos, mas limites entre as 2 semanas e os 88 anos. Dezas seis doentes tinham menos de 2 anos. Todos os doentes apresentavam indicação para cateterismo cardíaco, e 50 tinham cardiopatia congénita, 35 doença valvular, 31 hipertensão pulmonar, 8 doença obstrutiva do ventrículo direito, 11 cardiomiopatia dilatada, 8 pericardite constrictiva, 5 comunicação inter auricular e 7 com outras doenças. Nos doentes avaliados testou 3 fórmulas de cálculo da PSAP: a primeira consistiu em adicionar a pressão jugular (tal como descrito por Braunwald), a segunda gerou uma equação por análise de

regressão múltipla, e a terceira adicionando 10 (valor fixo) ao gradiente de pressão da regurgitação tricúspide. A melhor correspondência encontrou com a análise de regressão, que concluiu que se podia estimar a pressão sistólica da artéria pulmonar acrescentando 15 ao valor de regurgitação obtido se a pressão venosa central fosse inferior a 15, ou 20 se a pressão venosa central fosse superior a 20. Apesar de tudo, a correlação entre a pressão sistólica da artéria pulmonar e a terceira fórmula (adicionando um valor fixo de 10,) revelou uma correlação clinicamente aceitável ($r=0,89$).

Para além das patologias de base existem 2 diferenças fundamentais entre estes estudos e o estudo aqui apresentado: os nossos doentes não tinham doença cardíaca estrutural; os nossos doentes não tinham hipertensão pulmonar.

A nosso ver, a conjugação destas características tornou a correlação encontrada baixa, apesar de ter valor estatístico significativo. Este argumento é reforçado por um estudo recente realizado em doentes com hipertensão pulmonar a aguardar transplante pulmonar, no qual os investigadores não conseguiam reproduzir fidedignamente a pressão sistólica da artéria pulmonar por ecocardiografia⁸⁰.

Conseguimos neste estudo uma detecção do fluxo regurgitante tricúspide em cerca de 60%, muito semelhante ao descrito para populações de indivíduos normais, isto é, sem hipertensão pulmonar⁸¹. Este aspecto merece toda a relevância, pois pensamos que a fraca correlação encontrada, embora com significado estatístico aceitável, pode ser também em parte explicada por este facto. Em Cuidados Intensivos, a

utilização de contraste pode melhorar significativamente o nível de detecção do fluxo regurgitante classificado como trivial^{81,82}, como o observado na maioria dos doentes por nós estudados.

A determinação não invasiva por ecocardiografia da **pressão de encravamento da artéria pulmonar** foi talvez a variável mais estudada por ecocardiografia nos Cuidados Intensivos. Muito do esforço de investigação neste campo específico de conhecimento foi dedicado a estabelecer esta correlação. Algumas publicações por nós já realizadas chamam a atenção para este facto^{59,83}, e nelas aborda-se de forma mais exaustiva o tema.

No estudo por nós conduzido, verificámos uma fraca correlação clínica entre o cálculo não invasivo e invasivo da pressão de encravamento da artéria pulmonar. Este aspecto, coloca, a nosso ver, questões muito relevantes. Tivemos um cuidado especial de aplicar uma fórmula parcialmente obtida em doentes sem patologia cardíaca como diagnóstico principal. Os autores descreveram a sua fórmula num conjunto de 54 doentes (43 e 11 mulheres) com idade média de 69 anos. Os doentes foram divididos em 2 grupos: um inicial constituído por 20 doentes para gerar a fórmula que foi testada nos restantes 34. Sete doentes encontravam-se em fibrilhação auricular e 26 encontravam-se ventilados. Dos diagnósticos não cardiológicos destacamos: 3 doentes em sépsis, 7 traumatizados, 4 em síndrome de dificuldade respiratória do adulto, num total de 14 doentes. Apesar das evidentes diferenças, em termos de características de doentes foi o estudo que mais se aproximou às características da nossa Unidade de Cuidados Intensivos.

A grande maioria dos estudos que avaliaram a relação da pressão de encravamento e diversos parâmetros ecocardiográficos foi realizada em laboratórios de hemodinâmica, em doentes propostos para cateterismo electivo (direito ou esquerdo)^{75,84-102}, com doença coronária ou cardiomiopatia dilatada. Neste ponto, uma vez mais, realçamos a diferença fundamental existente entre este estudo e os estudos referenciados no que concerne às características dos doentes. Permanece por esclarecer se o perfil ecocardiográfico dos restantes doentes críticos, admitidos na mesma Unidade de Cuidados Intensivos, se a prevalência de alterações ecocardiográficas mais graves é relevante.

Nos doentes com insuficiência cardíaca sistólica, o parâmetro de ecocardiografia-Doppler que mais frequentemente é relacionado com a pressão de encravamento da artéria pulmonar é a desaceleração da onda E mitral (relação inversa)^{90,95,98-100,103}, embora seja por vezes referida como fraca^{75,86,87,89,91,92,96,104}. De notar ainda uma boa relação entre o valor absoluto do tempo de desaceleração da onda E mitral (tempo de desaceleração curto como indicador de padrão restritivo) e o prognóstico da doença coronária^{86,88,97,102,103,105}.

Correlações estatisticamente significativas são estabelecidas com o tempo de relaxamento isovolumétrico (relação inversa)^{75,86,90,92,104,106,107}, com a relação E/A do fluxo transvalvular mitral^{86,90,91,103,107}, com a velocidade pico da onda E mitral^{92,98,104,108}, e com a desaceleração da onda A mitral⁹⁹.

As correlações entre a pressão de encravamento e as diversas variáveis ecocardiográficas por nós descritas neste trabalho, são perfeitamente

consensuais com o descrito. Assim, obtivemos uma relação estatisticamente significativa entre a pressão de encravamento da artéria pulmonar e o tempo de relaxamento isovolumétrico ($p=0,002$), entre a relação E/A e a pressão de encravamento da artéria pulmonar ($p=0,007$, quanto maior a relação E/A maior o valor de pressão de encravamento da artéria pulmonar), e entre a dimensão da veia cava inferior e a pressão de encravamento da artéria pulmonar ($p=0,02$, quanto maior a dimensão da veia cava inferior maior o valor de pressão de encravamento da artéria pulmonar).

Pelos dados do nosso trabalho e pela análise da literatura disponível, não é possível utilizar uma única fórmula de cálculo da pressão de encravamento da artéria pulmonar para todos os doentes de Cuidados Intensivos. Neste contexto, não nos pareceu útil gerarmos a nossa própria fórmula, uma vez que nos seria impossível estudar todos os grupos de doentes admitidos na Unidade de Cuidados Intensivos separadamente (não a conseguíamos validar). Caso seguissemos este caminho, duvidamos que a técnica se tornasse de utilização sistemática.

A determinação ecocardiográfica da variável **débito cardíaco** foi a que melhor se correlacionou com a determinação invasiva por termodiluição. Entre as diversas descrições sobre a obtenção do débito cardíaco, em Cuidados Intensivos são fundamentalmente utilizados dois métodos: a determinação de volumes e a análise do Doppler pulsado do tracto de saída do ventrículo esquerdo, à semelhança do que foi utilizado neste capítulo. Contudo, para a técnica de volumes é necessária uma boa visualização do endocárdio, muitas vezes não conseguida e que podia colocar em risco a aplicação sistemática da técnica ecocardiográfica. Por

ecocardiografia transesofágica, o cálculo dos volumes (telediastólico e telesistólico) em incidência transgástrica eixo curto faz derivar o volume sistólico. Alguns autores mostram, no entanto, preferência pela técnica de volumes como método de aferição da pré-carga do ventrículo esquerdo¹⁰⁹ ou direito¹¹⁰, prescindindo de uma determinação do débito cardíaco mais aproximada à termodiluição. Em modelos animais, Slama e col verificaram que o Doppler pulsado do tracto de saída se correlacionou melhor com a termodiluição em diferentes estados de volémia¹¹¹. Esta melhor correlação foi igualmente verificada em investigação clínica à cabeceira do doente^{112,113}.

O débito cardíaco obtido por nós e as correlações encontradas são muito semelhantes às descritas na literatura¹¹⁴.

À parte do trabalho por nós realizado, o estudo que mais aproximou as técnicas entre si é descrito por Perrino e col, que encontraram uma diferença média de 100cc e um erro médio padrão de 560cc¹¹⁵. Como refere Vignon a maioria de estudos de validação da técnica ecocardiográfica perante a termodiluição (no qual podemos englobar o presente estudo), encontram limites de concordância de ± 1 litro¹¹⁴. No nosso estudo, a diferença média entre a medição invasiva e a ecocardiografia foi de 412cc \pm 750cc, com limites de erro mínimo e máximo de entre -1470 e +1970 respectivamente.

Nota-se que na presença de um débito cardíaco mais elevado as medições invasivas e não invasivas afastam-se mais, com a determinação por Doppler a subestimar o DC. Este aspecto é conhecido e pode ser explicado pelo limite de velocidade do Doppler pulsado. Se este limite é

difícilmente ultrapassado em indivíduos normais, em condições de circulação hiperdinâmica a técnica de Doppler pulsado pode não captar a velocidade máxima do fluxo, subestimando assim o débito cardíaco^{116,117}. Este aspecto parece fundamental no grupo de doentes estudado neste capítulo, constituído na sua maioria por doentes em pós-operatório de cirurgia hepática, com circulação hiperdinâmica.

IV.1.6. Limitações do estudo

A principal limitação deste estudo prende-se com as características dos doentes, pois a maioria encontrava-se em pós-operatório de transplante hepático, dos quais a maioria (32 de 59, 54,2%) muitos com cirrose hepática. Ou seja, estudámos muitos doentes que caracteristicamente apresentam um padrão circulatório hiperdinâmico.

Por outro lado, as alterações estruturais cardíacas eram mínimas, uma vez que não foi possível incluir doentes com este tipo de patologias.

Como se verifica na descrição demográfica da população estudada, os doentes pertencem na sua maioria a um grupo etário mais jovem. O doente mais idoso incluído no estudo tinha 66 anos.

Outras questões metodológicas, tais como a impossibilidade de registo simultâneo das variáveis ecocardiográficas e invasivas, podem ser de certa forma relevante, embora o período entre colheitas não seja, a nosso ver, muito significativo.

IV.1.7. Conclusão

No estudo comparativo de obtenção de parâmetros invasivos e não invasivos por ecocardiografia numa Unidade de Cuidados Intensivos, verificámos que a possibilidade de obtenção de dados por ecocardiografia transtorácica foi determinante. Dos 74 doentes admitidos, o débito cardíaco e a pressão de encravamento foi determinada em 59 doentes, e a pressão sistólica da artéria pulmonar e pressão venosa central em 41. O débito cardíaco, avaliado pelo Doppler pulsado do tracto de saída do ventrículo esquerdo, apresentou uma boa correlação clínica com as determinações invasivas ($r=0,95$, $p<0,001$). Os restantes parâmetros não mostraram uma relação semelhante.

Quadro IV.1.1. Dados colhidos aos doentes estudados.

| Parâmetros invasivos | Parâmetros ecocardiográficos |
|---------------------------------------|--|
| Pressão venosa central | Relação E/A mitral |
| Pressão sistólica da artéria pulmonar | Tempo de aceleração da onda E mitral |
| Pressão de encravamento | Tempo de desaceleração da onda E mitral |
| Débito cardíaco | Duração da onda A mitral |
| | Tempo de relaxamento isovolumétrico |
| | Velocidade de propagação do fluxo mitral precoce |
| | Relação E/A tricuspide |
| | Tempo de desaceleração da onda E tricuspide |
| | Gradiente de regurgitação tricuspide |
| | Dimensão máxima da veia cava inferior |
| | Índex da veia cava inferior |

Quadro IV.1.2 Apresentação da distribuição nosológica dos doentes

| Grupo nosológico | N e % |
|--|--------------|
| Total | 59 |
| Transplante hepático por PAF | 22 (37,2%) |
| Transplante hepático por cirrose hepática pós viral ou etanólica | 27 (45,7%) |
| Transplante hepático por cirrose hepática de outra etiologia | 5 (10,1%) |
| Pancreatite | 3 (5%) |
| Outros | 2 (3,4%) |

Quadro IV.1.3. Características demográficas e clínicas dos doentes estudados.

| Parâmetro | Valor (média e dp) | Limites (mínimo e máximo) |
|-------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| Idade (anos) | 46,1 ± 13,2 | 22-66 |
| Sexo masculino (n) | 37 (62,7%) | |
| Tempo de internamento na UCI (dias) | 3,7 ± 2,8 | 1,2-7,7 |
| Tempo de ventilação (dias) | 1,1 ± 0,9 | 0,2-2,1 |
| APACHE II | 19,2 ± 9,2 | 12-27 |
| SAPS II | 29,2 ± 10,87 | 17-42 |
| Falecidos | 3 (4,2%) | |

Quadro IV.1.4.A. Possibilidade de obtenção de variáveis hemodinâmicas por ecocardiografia e de parâmetros ecocardiográficos.

| Parâmetro | Sucesso da ecocardiografia |
|--|-----------------------------------|
| Total de doentes admissíveis (n) | 71 |
| Ecocardiografia transtorácica impossível (n e %) | 3 (4,2%) |
| Obtenção conjunta do fluxo transvalvular aórtico e mitral (doentes seleccionados, n e %) | 59 (83%) |
| Análise do fluxo transvalvular mitral | |
| Análise do fluxo aórtico | 65 (91,5%) |
| Análise do fluxo transvalvular mitral (n e %) | 60 (84%) |

B. Restantes parâmetros obtidos nos doentes seleccionados (n=59).

| | |
|--|------------|
| Fluxo transvalvular tricuspide (n e %) | 41 (69,5%) |
| Regurgitação tricuspide (n e %) | 41 (69,5%) |
| Análise da veia cava inferior (n e %) | 46 (7,9%) |

Quadro IV.1.5. Parâmetros hemodinâmicos invasivos da população estudada.

| Parâmetro | Valor (média e dp) | Limites |
|--|---------------------------|----------------|
| Pressão arterial média (mmHg) | 88,6 ± 19,1 | 84-122 |
| Frequência cardíaca (bpm) | 98,7 ± 16,3 | 62-134 |
| Pressão média da artéria pulmonar (mmHg) | 20,7 ± 3 | 16-23 |
| Pressão sistólica da artéria pulmonar (mmHg) | 30,28 ± 7,8 | 17-47 |
| Débito cardíaco (l/min) | 7,65 ± 2,37 | 3,6-14,04 |
| Pressão de encravamento (mmHg) | 10,88 ± 4,49 | 3-20 |
| Pressão venosa central (mmHg) | 10,1 ± 4,07 | 2-17 |
| Resistência vascular periférica indexada (dynes.sec.m ² /cm ⁵ /m ²) | 1517 ± 190 | 1352-1832 |
| Resistência vascular pulmonar indexada(dynes.sec.m ² /cm ⁵) | 195 ± 21 | 166-209 |
| Índice de trabalho do ventrículo esquerdo (g.m/m ²) | 57,8 ± 5,5 | 50,1-66,4 |
| Índice de trabalho do ventrículo direito (g.m/m ²) | 8,1 ± 1,7 | 6-12,2 |

Quadro IV.1.6. Características ecocardiográficas dos doentes estudados.

| Parâmetro | Valor (média e dp) | Limites |
|---|---------------------------|----------------|
| Dimensão telediastólica do ventrículo esquerdo (mm) | 42,2 ± 3,9 | 36-54 |
| Dimensão da aurícula esquerda (mm) | 32,1 ± 4,03 | 27-38 |
| Fracção de encurtamento do ventrículo esquerdo (%) | 33,6 ± 3,8 | 27-39 |
| E/A mitral | 0,98 ± 0,33 | 0,54-1,71 |
| Aceleração da onda E mitral (ms) | 69,17 ± 18,5 | 45-108 |
| Desaceleração da onda E mitral (ms) | 116,24 ± 42,29 | 66-192 |
| Duração da onda A mitral (ms) | 107,79 ± 28,3 | 30-138 |
| E/A tricúspide | 0,98 ± 0,28 | 0,48-1,77 |
| Desaceleração da onda E tricúspide (ms) | 104,2 ± 30,84 | 36-198 |
| Dimensão máxima da veia cava inferior (mm) | 11,8 ± 3,5 | 6-27 |
| Índex da VCI (%) | 42,1 ± 27,8 | 0-83,3 |
| Gradiente máximo da regurgitação tricúspide (mmHg) | 25 ± 10,2 | 11,2-36 |

Quadro IV.1.7. Resumo das correlações univariadas com significado estatístico para as variáveis estudadas.

| | parâmetro | r | p | figura |
|---|--|------|--------|---------|
| 1. Correlações entre parâmetros obtidos de forma invasiva e por ecocardiografia | PVC | 0,57 | <0,001 | IV.1.1 |
| | PSAP | 0,44 | 0,002 | IV.1.2 |
| | Pw | 0,39 | 0,09 | IV.1.3 |
| | DC | 0,95 | <0,001 | IV.1.4 |
| 2. Correlações com significados estatístico entre parâmetros invasivos e parâmetros ecocardiográficos | Desaceleração da onda E mitral e Pw | 0,32 | 0,012 | IV.1.5 |
| | TRIV e Pw | 0,39 | 0,002 | IV.1.6 |
| | E/A mitral e Pw | 0,37 | 0,007 | IV.1.7 |
| | VCI _{max} e PVC | 0,34 | 0,02 | IV.1.8 |
| | Índex da VCI e PVC | 0,35 | 0,017 | IV.1.9 |
| | TRIV e PVC | 0,35 | 0,007 | IV.1.10 |
| | Pw e índex da VCI | 0,57 | 0,02 | IV.1.11 |
| | PSAP e VCI _i | 0,50 | 0,03 | IV.1.12 |
| 3. Correlações entre parâmetros ecocardiográficos | Desaceleração E mitral e TRIV | 0,26 | 0,042 | IV.1.13 |
| | Desaceleração E mitral e onda A mitral | 0,66 | <0,001 | IV.1.14 |
| | TRIV e duração da onda A mitral | 0,32 | 0,013 | IV.1.15 |

Legendas: PVC, pressão venosa central; PSAP, pressão sistólica da artéria pulmonar; Pw, pressão de encravamento da artéria pulmonar; DC, débito cardíaco; TRIV, tempo de relaxamento isovolumétrico; VCI_{max}, dimensão máxima da veia cava inferior; índex VCI, índex da veia cava inferior.

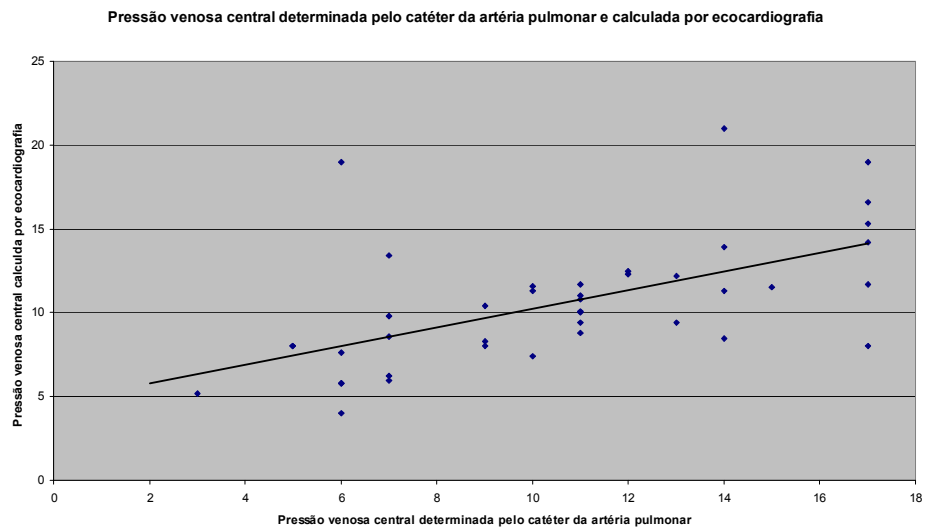


Figura IV.1.1. O coeficiente de correlação para a pressão venosa central obtido foi de 0,75 sendo o valor de $p < 0,001$.

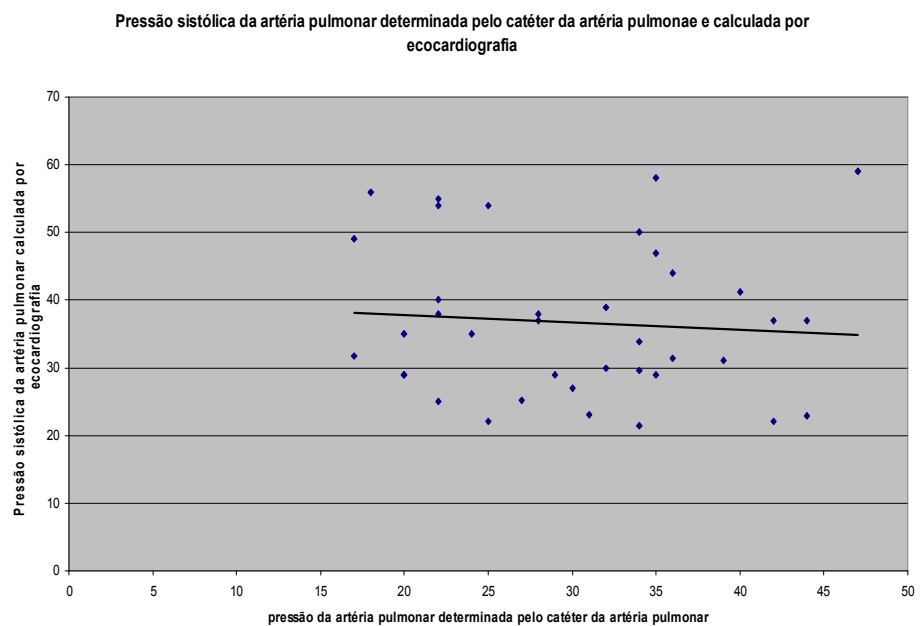


Figura IV.1.2. O coeficiente de correlação para a pressão sistólica da artéria pulmonar foi de -0,66 sendo o valor de $p = 0,002$.

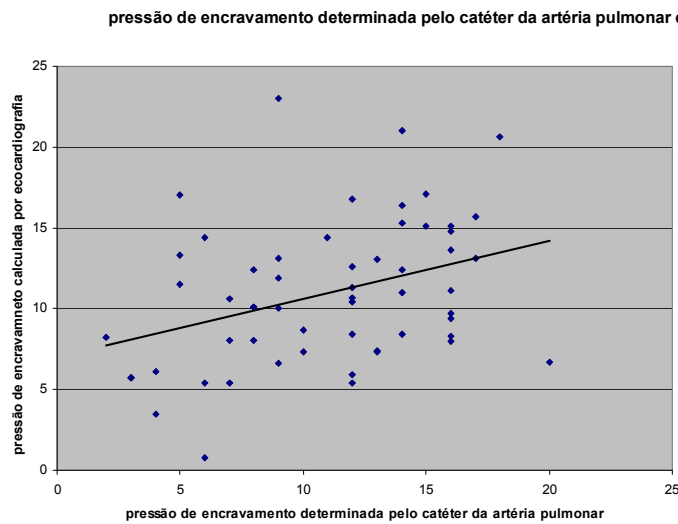


Figura IV.1.3. O coeficiente de correlação obtido para a pressão de encravamento da artéria pulmonar foi de 0,62 sendo o valor de $p=0,09$.

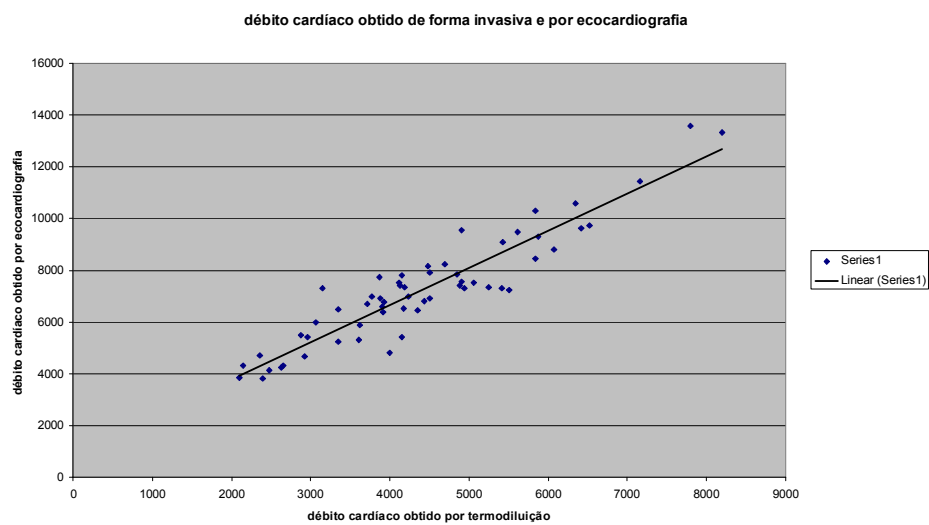


Figura IV.1.4. O coeficiente de correlação obtido para o débito cardíaco foi de 0,95 sendo o valor de $p < 0,001$.

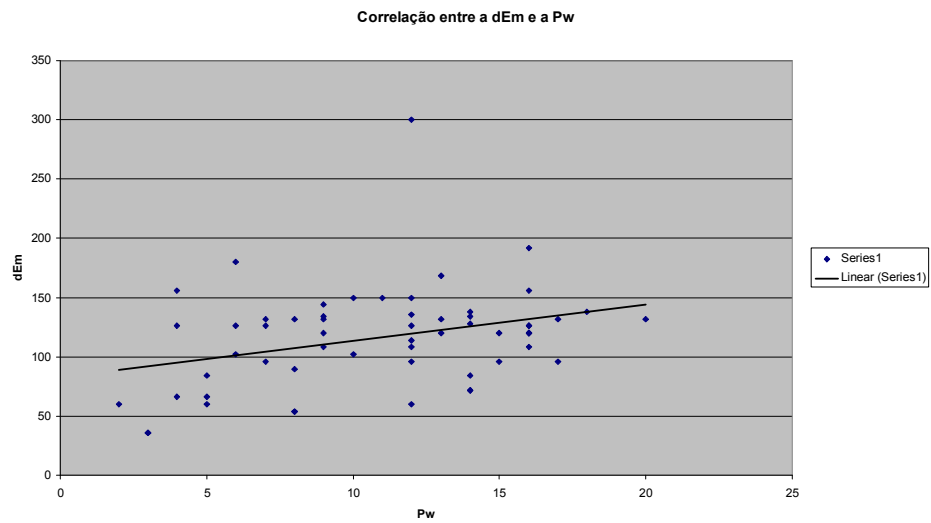


Figura IV.1.5. Correlação entre a desaceleração da onda e mitral e a Pw ($r=0,56$, $p=0,012$).

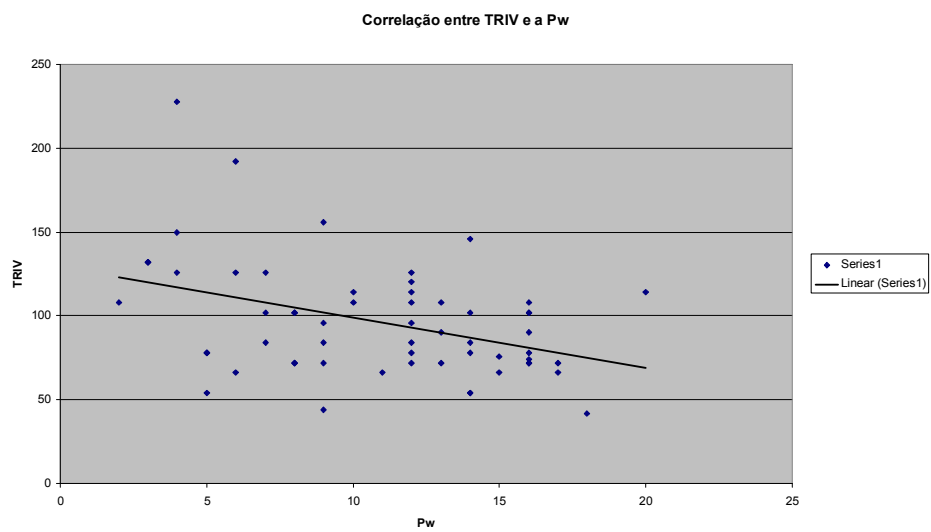


Figura IV.1.6. Correlação entre o tempo de relaxamento isovolumétrico e a Pw ($r= -0,62$, $p=0,002$).

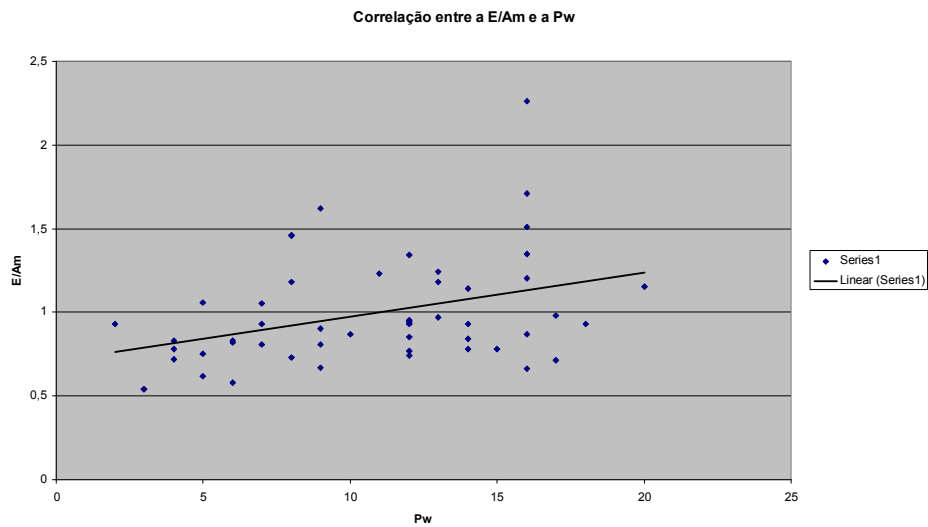


Figura IV.1.7. Correlação entre a relação E/A mitral e a Pw ($r=0,61$, $p=0,007$).

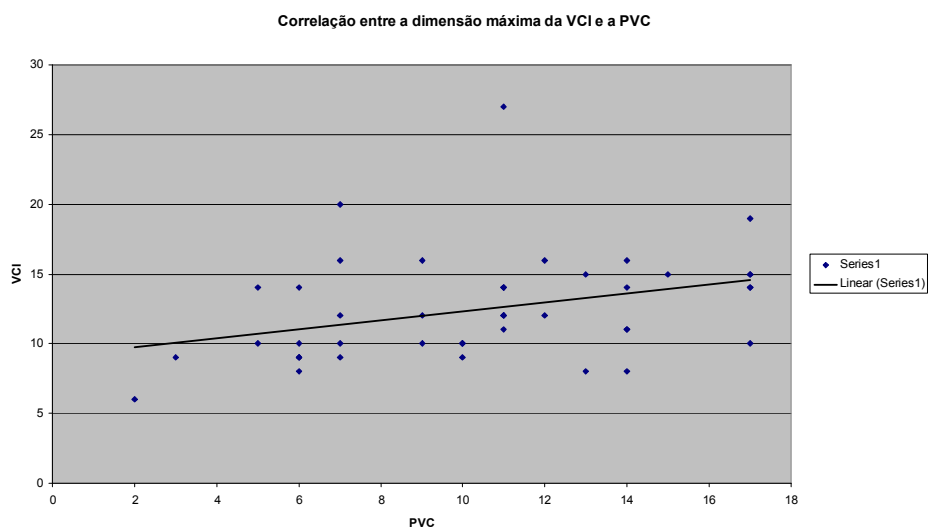


Figura IV.1.8. Correlação entre a dimensão máxima da veia cava inferior e a PVC ($r=0,58$, $p=0,02$).

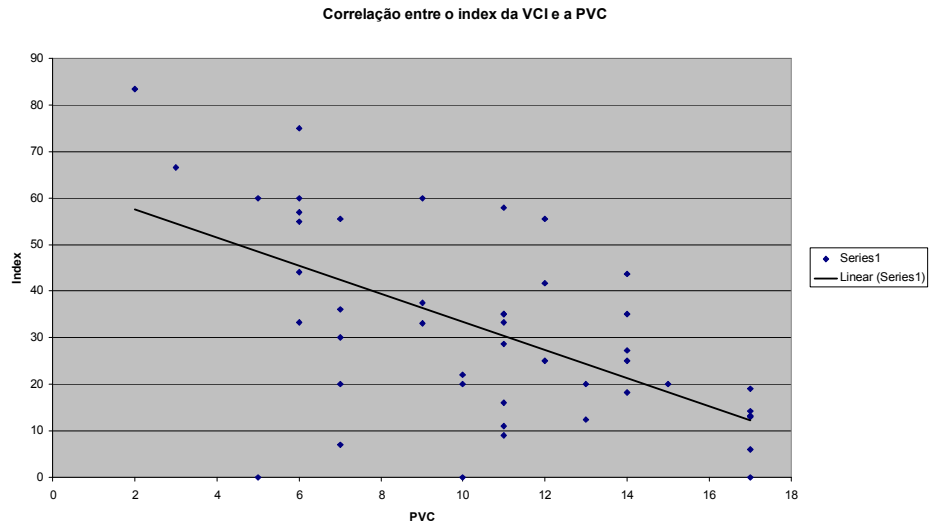


Figura IV.1.9. Correlação entre o índice da veia cava inferior e a PVC ($r=0,59$, $p=0,017$).

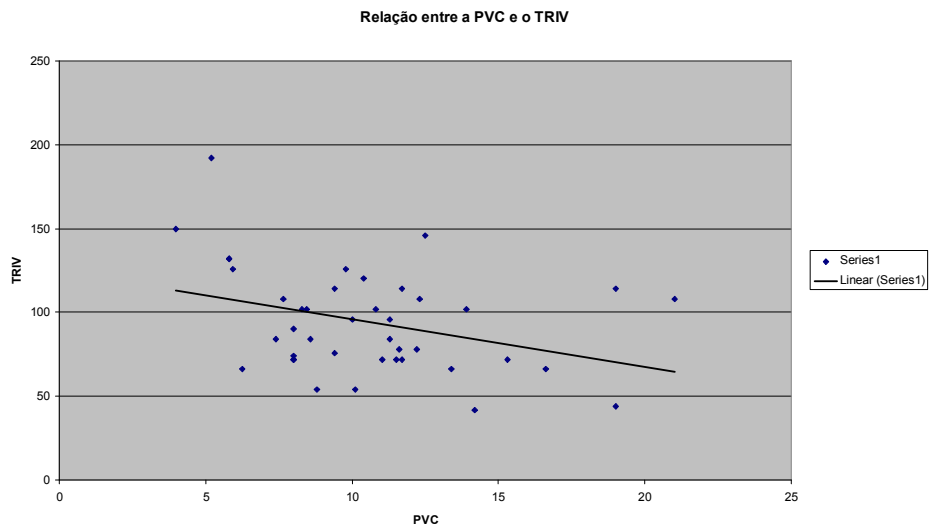


Figura IV.1.10. Correlação entre a PVC e o TRIV ($r=0,59$, $p=0,007$).

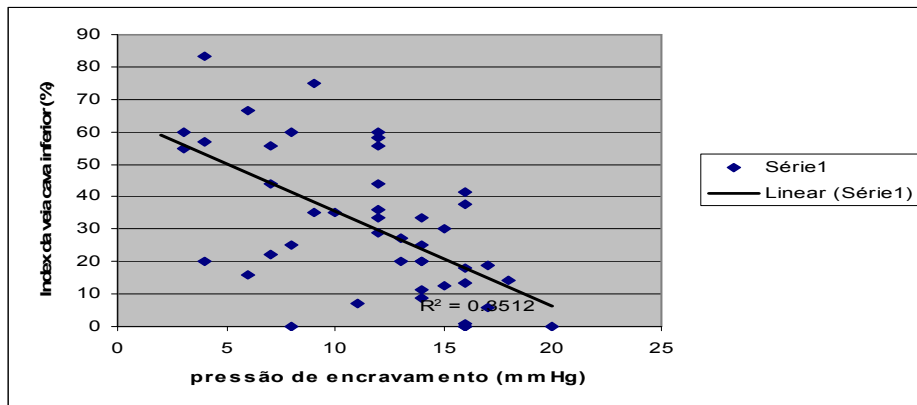


Figura IV.1.11. Correlação entre a pressão de encravamento e o índice da veia cava inferior.

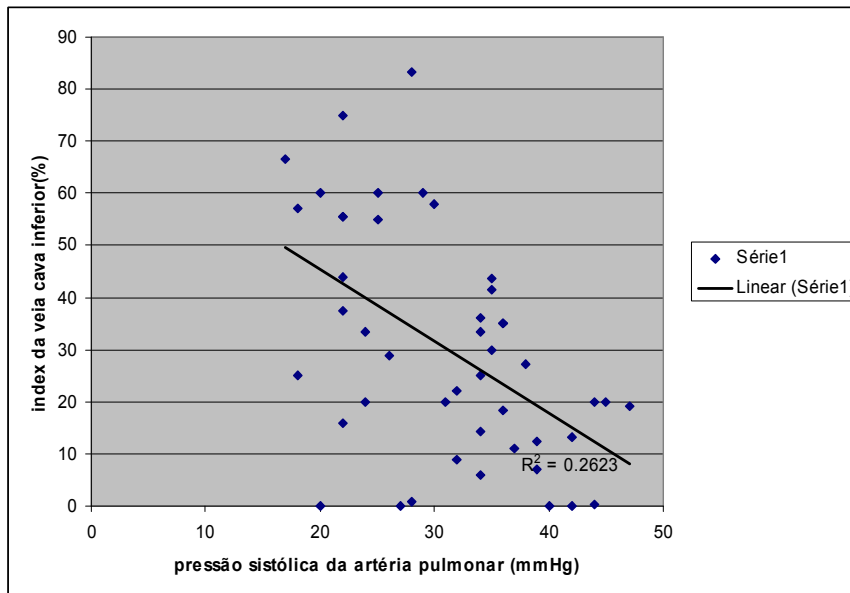


Figura IV.1.12. Gráfico de dispersão da correlação entre a pressão sistólica da artéria pulmonar e o índice da veia cava inferior.

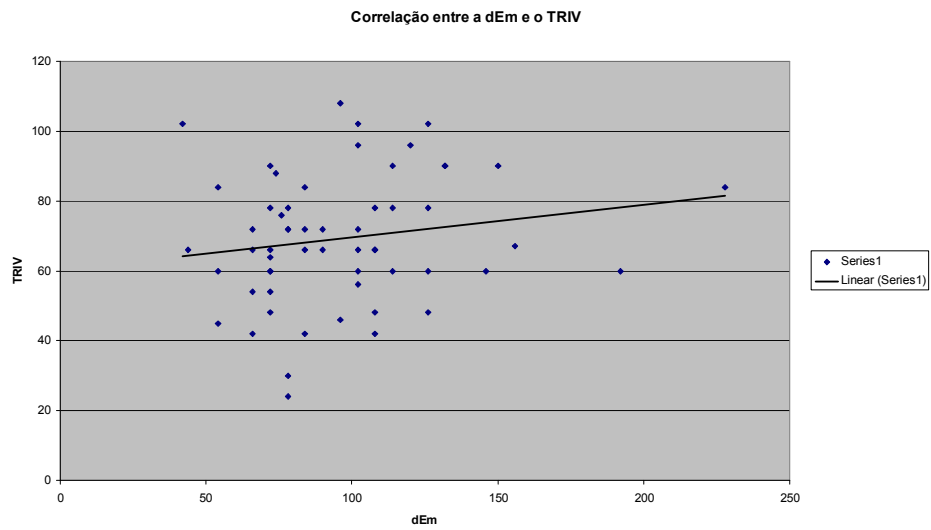


Figura IV.1.13. Correlação entre a desaceleração da onda E mitral e o TRIV ($r=0,51$, $p=0,042$).

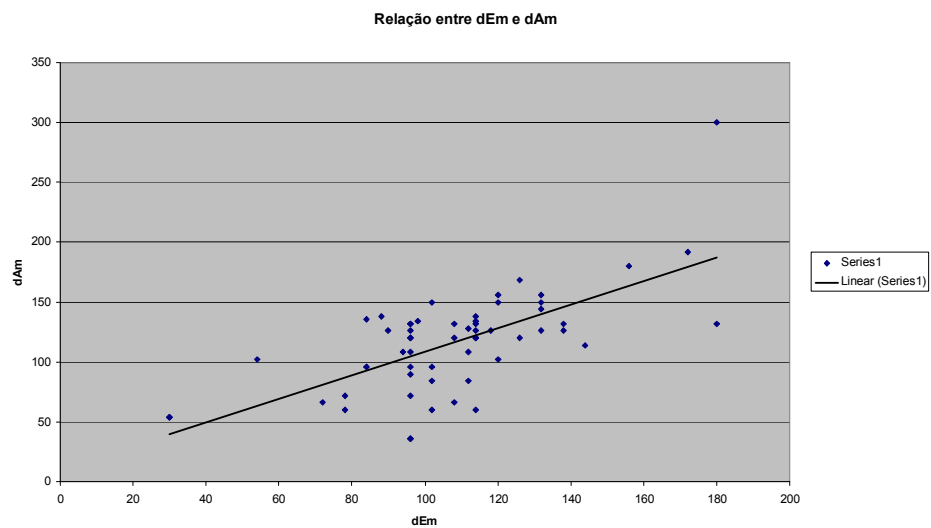


Figura IV.1.14. Correlação entre a desaceleração da onda E mitral e a duração da onda A mitral ($r=0,81$, $p< 0,001$).

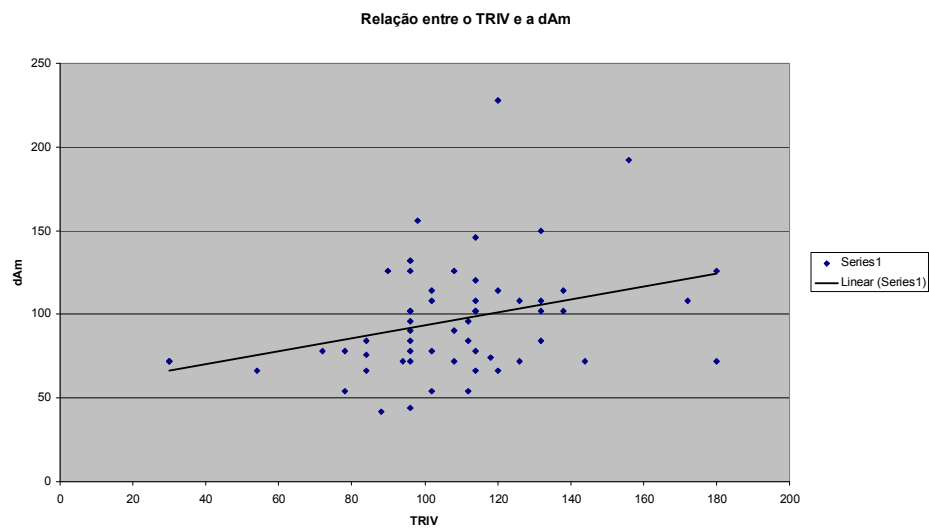


Figura IV.1.15. Correlação entre o TRIV e a Duração da onda A mitral ($r=0,56$, $p=0,013$).

IV.2. Avaliação Não Invasiva da Pressão Venosa Central por Ecocardiografia em Cuidados Intensivos^c

IV.2.1. Introdução

A aferição do estado de volémia é um passo importante na avaliação de qualquer doente. De entre os parâmetros habitualmente utilizados destaca-se a pressão venosa central, pela frequência com que é utilizada, quer em Cuidados Intensivos quer noutros locais. Durante algum tempo este parâmetro foi preterido face à utilização da pressão de encravamento da artéria pulmonar^{118,119}, mas nos últimos anos tem sido recuperado e afirmado como indicador de volémia¹¹⁹. Os ensaios clínicos mais recentes atribuem-lhe mesmo valores-alvo durante a fluidoterapia^{120,121}, ou documentam mesmo valor prognóstico relativamente a outros parâmetros invasivos¹²².

O exame ecocardiográfico pode ser utilizado como técnica não invasiva de aferição do estado de volémia, principalmente por aproximação à pressão venosa central³. A relação das características da veia cava inferior e a pressão venosa central foram estabelecidas há vários anos^{123,124}.

A análise da cinética respiratória da veia cava inferior permite uma análise aproximada do retorno venoso e da resistência encontrada pelo

^c Parcialmente publicado em: Marcelino P., Germano N, Fernandes AP, Marum S, Mário Lopes. "Avaliação não invasiva da pressão venosa central por ecocardiografia. As particularidades dos doentes com dilatação das cavidades direitas". Rev Port Pneumol, 2006;XII(6):637-658.

sangue ao entrar na aurícula direita, havendo mesmo alguns autores que lhe chamam de “*Starling resistor*”¹²⁵.

Baseados nestas descrições, colocámos como hipótese neste trabalho a possibilidade de aferir a pressão venosa central de forma não invasiva por ecocardiografia transtorácica numa Unidade de Cuidados Intensivos, através da análise da veia cava inferior. Pretendeu-se analisar a influência de outros parâmetros ecocardiográficos e clínicos na pressão venosa central, de forma a avaliar o impacto da ecocardiografia no contexto da avaliação hemodinâmica do doente crítico.

IV.2.2. Material

Foram incluídos os doentes com medições da pressão venosa central, medida por cateterização venosa central em locais adequados (cateteres venosos centrais jugulares ou subclávios, n=560) e sujeitos a exames ecocardiográficos nas primeiras 24 horas de admissão. O estudo iniciou-se em Agosto de 2002 e terminou em Dezembro de 2005.

Do total de doentes admissíveis (n= 560) foram incluídos no estudo 477, em que a veia cava inferior foi visualizada (impossibilidade de visualização de 14,8%). Os doentes incluídos apresentaram uma idade média de 62,2 anos, 11,9 dias de internamento, índice APACHE II de 23,6, SAPS II 55,9 de e mortalidade de 30,1% (quadro IV.2.1).

O principal grupo diagnóstico está representado pelos doentes com infecção ou sépsis, seguido dos doentes com patologia respiratória, em particular os doentes admitidos por exacerbação de doença pulmonar crónica (quadro IV.2.2), situação clínica por nós definida previamente^{126,127}.

Cento e trinta e três doentes encontravam-se em ventilação espontânea e 344 encontravam-se mecanicamente ventilados no momento da obtenção das variáveis.

IV.2.3. Métodos

Os doentes incluídos foram caracterizados demográfica, clínica e ecocardiograficamente conforme referido em Material e Métodos.

A análise estatística foi realizada com recurso aos testes descritos em Material e Métodos. Estabeleceu-se a influência das variáveis ecocardiográficas no valor de pressão venosa central.

O método utilizado foi realizado em diversos passos: em primeiro lugar detectaram-se os parâmetros ecocardiográficos com relação com a pressão venosa central por análise de regressão linear; os parâmetros ecocardiográficos assim definidos foram de seguida analisados. As variáveis ecocardiográficas analisadas foram: dimensões das cavidades, fracção de encurtamento do ventrículo esquerdo, relação E/A mitral, tempo de relaxamento isovolumétrico, regurgitação tricuspide e débito cardíaco. Para efeitos de análise comparativa, a variável pressão venosa central foi categorizada em 3 variáveis: inferior a 7mmHg, entre 8 e 12mmHg e superior a 13mmHg; o índice da veia cava inferior foi dividido em 3 variáveis categóricas: de 0% a 25%, de 26% a 50% e superior a 51%. A veia cava inferior considerou-se dilatada se a sua dimensão máxima fosse superior a 20mm.

IV.2.4. Resultados

Nos 83 doentes (14,8%) em que a veia cava inferior não foi visualizada, 69 eram do foro cirúrgico, 29 dos quais em pós-operatório de transplante hepático, e 24 do foro médico. Observaram-se duas dificuldades principais: presença de pensos abdominais nos doentes cirúrgicos, que constituíram aliás a maioria dos doentes em que a veia cava inferior não se visualizou; presença de líquido intrabdominal de natureza diversa (inflamatória ou não) e interposição de ansas intestinais, em especial em doentes com distensão abdominal.

A análise de regressão linear, na amostra total de doentes, com as variáveis ecocardiográficas estudadas, admitindo a pressão venosa central como variável dependente, revelou uma relação com significado estatístico com a dimensão máxima da veia cava inferior ($p=0,013$) e respectivo índice ($p=0,001$). A análise de correlação linear entre o índice da veia cava inferior e respectiva dimensão máxima e a pressão venosa central revelou valores de r de $-0,66$ e $0,58$, respectivamente (figuras IV.2.1 e IV.2.2) (nota: os dados detalhados das correlações das variáveis ecocardiográficas com a pressão venosa central podem ser consultados em anexos).

De acordo com a categorização da variável **índice da veia cava inferior**, a análise do conjunto dos doentes mostrou que 111 doentes (23,2%) apresentavam um índice inferior a 25%, 139 (29,1%) um índice entre 26 e 50% e 225 (47,2%) um índice superior a 51%. No quadro 3 mostra-se esta análise de frequência e os respectivos valores médios de pressão venosa central. Esta relação é ainda ilustrada nas figuras IV.2.3 a IV.2.5.

O cruzamento das duas variáveis categóricas (pressão venosa central e índice da veia cava inferior) foi feito correspondendo os valores da seguinte forma: para índice da veia cava inferior superior a 51%, pressão venosa central inferior a 7mmHg; para índice da veia cava inferior entre 26% e 50%, pressão venosa central entre 8 e 12mmHg; para índice da veia cava inferior inferior a 25%, pressão venosa central superior a 13mmHg. De acordo com o teste de qui-quadrado obteve-se um valor de $p < 0,001$. Esta relação é apresentada de forma de gráfico de dispersão na figura IV.2.6A e em forma de *error bar* na figura IV.2.6B, para o total dos doentes.

Do total de doentes avaliados, em 375 (78%) observou-se uma correspondência entre os intervalos de pressão venosa central e os intervalos de índice da veia cava inferior. Por análise de regressão logística binária, tendo a correspondência entre intervalos de pressão venosa central e intervalos de índice da veia cava inferior como variável dependente, verificámos que apenas o valor de pressão venosa central se relacionou com estes intervalos: quanto maior o valor de pressão venosa central, maior a possibilidade de correspondência entre as variáveis ($p = 0,024$, intervalo de confiança de 1,010 e 1,173, teste de Hosmer-Lemeshow de 0,14). Outras variáveis assumidas como independentes (dimensões das cavidades cardíacas, presença de ventilação mecânica, função ventricular esquerda) não influenciaram esta relação.

Por teste não paramétrico de qui-quadrado, observou-se uma associação estatisticamente significativa entre uma veia cava inferior dilatada e valores de pressão venosa central > 13 mmHg, e uma veia cava inferior

com dimensão inferior a 10mm e pressão venosa central $<7\text{mmHg}$ (quadro IV.2.4).

Do total de doentes, registou-se pelo menos uma **alteração cardíaca** em 209 (44,1%): 157 com depressão da função sistólica do ventrículo esquerdo, 67 com dilatação do ventrículo esquerdo, 106 com dilatação da aurícula esquerda, 78 com dilatação do ventrículo direito. De notar que muitos doentes apresentavam mais do que uma alteração ecocardiográfica, pelo que a soma dos doentes com alterações é superior ao total de doentes com alterações.

As características comparativas entre doentes com e sem alterações ecocardiográficas podem ser consultadas no quadro IV.2.5. No quadro IV.2.6 apresentam-se as diferenças clínicas e demográficas de acordo com a presença de alterações ecocardiográficas específicas.

De acordo com a **presença de alterações ecocardiográficas**, as associações entre o índice da veia cava inferior e a pressão venosa central modificou-se, sendo que se nota que os doentes com dilatação do ventrículo direito são os doentes em que as associações são mais fracas (quadro IV.2.7). As diferenças entre estes doentes são apresentadas nas figuras IV.2.7 a IV.2.10 sob forma de gráficos de dispersão e *error bar*, respectivamente. Pelas figuras acima mencionadas observa-se igualmente uma diferença de frequência de valores de índice da veia cava inferior, sendo que apenas 5 doentes com dilatação do ventrículo direito apresentaram índice da veia cava inferior $> 51\%$.

A **relação E/A** do fluxo transvalvular mitral foi obtida em 313 doentes, apresentando um valor médio de $0,95 \pm 0,38$; o tempo de relaxamento

isovolumétrico foi obtido em 393 doentes com um valor médio de $85,5 \pm 28,3$ ms. Não se encontrou qualquer relação entre estas variáveis e a pressão venosa central ou os parâmetros da veia cava inferior.

Em 189 doentes foi registado **fluxo transvalvular tricúspide**, cujo valor médio do gradiente máximo foi de $29,1 \text{ mmHg} \pm 10,4$. Em 20 destes doentes registou-se um gradiente superior a 40 mmHg . Não se obteve qualquer correlação estatisticamente significativa entre este parâmetro e os parâmetros de análise da veia cava inferior. Os doentes com gradiente de regurgitação tricúspide superior a 40 mmHg apresentaram valores de pressão venosa central ligeiramente mais elevados ($12,4 \pm 4,2$ vs $12,1 \pm 4,4$, p não significativo).

Por análise de correlação linear, a **presença de ventilação mecânica** influenciou a pressão venosa central ($p=0,002$). Notou-se uma diferença sensível entre as médias das variáveis categorizadas pressão venosa central e índice da veia cava inferior obtidas nos doentes ventilados e não ventilados (quadro IV.2.8 e figuras IV.2.11 e IV.2.12). De notar que a maioria dos doentes com alterações cardíacas se encontrava ventilado, ao contrário dos doentes sem alterações cardíacas, cuja maioria se encontrava em ventilação espontânea.

Por análise de regressão linear com o índice da veia cava inferior e a respectiva dimensão máxima como variáveis dependentes, verificou-se que a dimensão máxima se correlacionou com a dilatação do ventrículo direito e com o índice da veia cava inferior ($p < 0,001$ e $p = 0,03$ respectivamente), mas não se verificou qualquer relação entre o índice da veia cava inferior e os parâmetros ecocardiográficos referidos.

IV.2.5. Discussão

No presente estudo obtivemos uma visualização da veia cava inferior em 85,2% de doentes de Cuidados Intensivos, 72,1% dos quais (n=344) sob ventilação mecânica. O índice da veia cava inferior revelou ser o melhor parâmetro para a análise qualitativa da pressão venosa central, admitindo três padrões de variação respiratória. A utilização destes padrões é justificada pela fraca correlação linear entre as variáveis ecocardiográficas e a pressão venosa central.

Este tipo de correlação linear entre estas variáveis, é, de resto, já conhecido na literatura¹²⁸.

A veia cava inferior é uma estrutura de fácil acesso ao ecocardiografista e já despertou anteriormente o interesse de alguns investigadores. O primeiro estudo sobre a avaliação da pressão venosa central por análise da veia cava inferior por ecocardiografia foi efectuado por Mintz e col em 1981¹²⁹, num estudo conduzido em 50 doentes e utilizando apenas o modo M. Estes autores descrevem que uma pressão venosa central <10mmHg se correlaciona com um diâmetro máximo da veia cava inferior >10mm. Mas os trabalhos de referência na avaliação da pressão da aurícula direita por ecocardiografia, através da análise da cinética da veia cava inferior pertencem a Moreno e col¹²⁴ e a Kircher e col¹²³. Para estes autores foi de que o diâmetro e a distensibilidade da veia cava inferior podem ser utilizados para determinação não invasiva da pressão venosa central: um índice da veia cava inferior >50% indica uma pressão venosa central <10mmHg e um índice da veia cava inferior <50% indica uma pressão venosa central >10mmHg.

Em 14,8% dos doentes não foi possível a visualização desta estrutura vascular, estando estes doentes excluídos de uma possível avaliação. No entanto, o sucesso na visualização da veia cava inferior parece-nos ser de valorizar, na perspectiva de uma possível utilização sistemática da avaliação da veia cava inferior neste grupo particular de doentes.

A correspondência absoluta de valores de pressão venosa central e índice da veia cava inferior, nos intervalos admitidos, foi conseguida em 375 (78%) doentes. Este conflito não comprometeu a correlação geral, mas é necessário observar algum cuidado na avaliação individual do doente. Em alguns doentes verificámos um conflito assinalável entre os dados da pressão venosa central e da veia cava inferior, uma vez que obtivemos valores baixos de pressão venosa central e valores elevados de índice da veia cava inferior. Várias fontes de erro podem ser enunciadas. Apesar do cuidado observado com a visualização do posicionamento dos cateteres centrais utilizados para determinação da pressão venosa central e do cuidado tido na medição deste parâmetro, não é possível aferir o local exacto da medição, ao contrário do que é possível por ecocardiografia. Na determinação das características da veia cava inferior, sendo um vaso distensível, participam não só a volémia do doente, mas também a pressão da circulação pulmonar. Se em condições normais esta é uma circulação de baixa pressão, em condições patológicas ou no doente sujeito a ventilação mecânica, esta relação pode alterar-se e a veia cava inferior nestes casos reflecte mais a sobrecarga de pressão do que a volémia. Estas características são partilhadas com a pressão venosa central, que, em determinadas circunstâncias, podem representar pressão e não volémia⁴.

Observámos que, quer a pressão venosa central quer os parâmetros de análise da veia cava inferior, se modificaram no mesmo sentido (ou seja, a uma maior pressão venosa central corresponde um menor índice da veia cava inferior) nos doentes com maior probabilidade de apresentar alterações da pressão da circulação pulmonar (doentes ventilados ou com dilatação do ventrículo direito). De qualquer das formas, a presença de uma pressão aumentada na circulação pulmonar (ventilação mecânica) afectou a qualidade da correlação entre estes 2 parâmetros.

A influência de alterações das estruturas cardíacas na veia cava inferior foi por nós observada. Verificou-se que os doentes com dilatação do ventrículo direito mostraram uma relação mais fraca na apreciação qualitativa da pressão venosa central através da dimensão máxima da veia cava inferior. Este dado vem de encontro às descrições da literatura e podemos inferir que nestas condições a análise da veia cava inferior reflecte preferencialmente a condição de sobrecarga crónica das cavidades direitas. Uma população de doentes em que estes dados podem interessar são doentes com exacerbação de doença pulmonar crónica, nos quais a incidência de dilatação do ventrículo direito pode ser mais elevada (54% no nosso estudo).

Chama-se a atenção de que apenas 5,1% (4 de 78 doentes) com dilatação do ventrículo direito apresentaram valores de pressão venosa central inferiores a 7mmHg. Este facto pode sugerir que estes 2 parâmetros, entre si correlacionados, são pouco úteis para detectar situações de baixa pressão, sugestivas de hipovolémia, neste grupo de doentes.

A este respeito, uma situação de sobrecarga crónica fisiológica da

circulação pulmonar foi verificada em atletas de alta competição. Num estudo feito em atletas e nadadores de competição alguns autores descreveram uma dimensão máxima da veia cava inferior aumentada mas com valores do respectivo índice superiores a 50%, próximo dos valores normais descritos para indivíduos normais^{130,131}. Sugere-se assim, que a sobrecarga crónica altera fundamentalmente a dimensão máxima da veia cava inferior, e o respectivo índice reflecte melhor o estado actual de volémia, com uma melhor aproximação por análise de correlação ao valor de pressão venosa central. Esta afirmação é bem fundamentada no estudo presente, onde se verificou uma correlação entre a dimensão máxima da veia cava inferior e a dilatação das cavidades direitas, o mesmo não se verificando para o respectivo índice.

Mas convém destacar que, a análise da veia cava inferior mantém o seu valor para identificar valores elevados de pressão venosa central nestes doentes. Este facto parece-nos importante, uma vez que a detecção de situações de hipervolemia (sobrecarga de volume) é importante, para diagnósticos diferenciais ou para preparar os doentes durante o desmame ventilatório.

A presença de ventilação mecânica altera a fisiologia respiratória, modificando a correlação de pressões intratorácicas. No conjunto de doentes não ventilados, verificámos que as dimensões da veia cava inferior foram idênticas às dos doentes ventilados, mas o seu índice foi maior e a pressão venosa central mais baixa (em média 20%). O grau de correlação entre valores categóricos de pressão venosa central e do índice da veia cava inferior foi superior nos doentes não ventilados. Para

analisar estes dados temos de ter em conta que muitos dos doentes ventilados apresentavam mais frequentemente alterações cardíacas. As correlações entre os parâmetros da veia cava inferior e a pressão venosa central nos doentes ventilados e com alterações ecocardiográficas, à excepção dos doentes com dilatação do ventrículo direito, são bastante semelhantes. Verifica-se igualmente que apenas 9 destes doentes apresentaram valores de pressão venosa central inferiores a 7mmHg, pelo que se pode aplicar o raciocínio atrás exposto sobre a possibilidade de diagnosticar situações típicas de baixa pressão nestes doentes com estes métodos (invasivo e não invasivo). A presença concomitante de ventilação mecânica e dilatação do ventrículo direito não foi explorada, mas pode revelar-se uma associação na qual estes dados podem ser ainda mais exacerbados. Os doentes ventilados com exacerbação de insuficiência respiratória crónica podem ser especialmente visados.

Um estudo de Jue e col¹³² não conseguiu correlacionar as variáveis da veia cava inferior com a pressão venosa central num conjunto de 49 doentes ventilados, lançando legítima dúvida sobre esta avaliação neste contexto particular. Dada a dimensão e natureza do trabalho por nós realizado, estes dados devem ser ainda mais realçados.

Não encontramos na literatura estudo semelhante, realizado numa Unidade de Cuidados Intensivos e com um número semelhante de doentes. Mesmo o estudo de Jue e col incluiu apenas 49 doentes ventilados, nos quais não foram avaliadas a influência de determinados parâmetros ecocardiográficos, em particular a dilatação do ventrículo direito ou a presença de doença pulmonar crónica.

Os dados de Doppler podem ser correlacionados com diversos parâmetros de preenchimento intravascular. No nosso estudo a relação E/A mitral e o tempo de relaxamento isovolumétrico não foram parâmetros correlacionáveis com a pressão venosa central. Convém assinalar que estes parâmetros são obtidos ao nível do ventrículo esquerdo e a pressão venosa central é um parâmetro de enchimento do ventrículo direito. A utilidade prática destes parâmetros pode ser questionada, pois alterações de ritmo e frequência cardíaca podem modificá-los de forma significativa ou inviabilizar a sua determinação.

IV.2.6. Limitações do estudo

A correlação de parâmetros da veia cava inferior apenas permite uma avaliação qualitativa da pressão venosa central. Para alguns investigadores esta pode ser uma limitação importante. A determinação não invasiva da pressão venosa central nos intervalos estudados parece não limitativa. Estes são representativos de estados classicamente assinalados de hipovolémia ou hipervolémia.

Dado que estudámos a pressão venosa central como parâmetro invasivo comparativo, não aferimos a pré carga do ventrículo esquerdo, tal como é feito por determinação da pressão de encravamento da artéria pulmonar. O estudo deste parâmetro ainda é considerado modelo de avaliação de volémia por alguns investigadores.

IV.2.7. Conclusão

No presente estudo foi possível a análise da veia cava inferior por ecocardiografia (índice da veia cava inferior e dimensão máxima) em 85,2% dos doentes. Na ausência de correlações lineares clinicamente relevantes entre parâmetros ecocardiográficos e a pressão venosa central, a adopção de intervalos de ambas as variáveis mostrou ser um método qualitativo de avaliação com boas correlações estatísticas.

Na presença de um ventrículo direito dilatado, as correlações entre o índice da veia cava inferior e a pressão venosa central foram alteradas para valores baixos de pressão venosa central.

Quadro IV.2.1. Características globais dos doentes estudados (n=477).

| Parâmetro | Valor |
|--|-----------------------|
| Sexo masculino, n (%) | 299 (62,7%) |
| Idade, anos, média, dp (limites) | 62,6 ± 17,3 (16-92) |
| PAM, mmHg, média, dp (limites) | 77,8 ± 21,6 (55-107) |
| FC bpm, média, dp (limites) | 100,2 ± 20,1 (66-132) |
| Dias de internamento, média, dp (limites) | 11,9 ± 18,7 (0,7-210) |
| Mortalidade, n (%) | 144 (30,1%) |
| APACHE II, média, dp (limites)) | 23,9 ± 8,9 (9-47) |
| SAPS II, média, dp (limites) | 55,7 ± 20,4 (16-115) |
| PVC, mmHg, média, dp (limites) | 10,8 ± 5 (0-24) |
| VCI _{max} , mm, média, dp (limites) | 16,5 ± 4,9 (7-30) |
| VCI _i , %, média, dp (limites) | 28,4 ± 24,2 (0-100) |

Legenda: PAM, pressão arterial média; FC, frequência cardíaca; PVC, pressão venosa central; VCI_{max}, dimensão máxima da veia cava inferior; VCI_i, índice da veia cava inferior; bpm, batimentos por minuto; dp, desvio padrão

Quadro IV.2.2. Distribuição de acordo com os principais grupos diagnósticos.

| Grupo diagnóstico | N e % |
|---|-------------|
| Doença do tracto respiratório | 119 (24,9%) |
| Exacerbação de insuficiência respiratória crónica | 63 (13,2%) |
| Doença cardiovascular | 62 (12,9%) |
| Doença do tracto urinário | 15 (3,1%) |
| Doença gastrointestinal | 37 (7,7%) |
| Doença neurológica | 12 (2,5%) |
| Doenças infecciosas ou sépsis | 71 (14,9%) |
| Doenças cirúrgicas | 82 (17,2%) |
| Transplante hepático | 51 (10,7%) |
| Outros | 38 (7,9%) |
| Total | 477 (100%) |

Quadro IV.2.3. Valores médios da pressão venosa central e dimensão máxima da veia cava inferior, de acordo com o índice da veia cava inferior.

| | Índice da VCI | | | Valor de p |
|--------------------------|-----------------|----------------------|-----------------|------------|
| | <25% (n=225) | 26% e 50% (n=139) | >51% (n=111) | |
| VCI max (mm, média e dp) | 19,1 ± 4 | 15,3 ± 4,1 | 12,7 ± 4,4 | <0,001 |
| PVC (mmHg, média e dp) | 13,9 ± 4 | 9,8 ± 3,6 | 6 ± 4 | <0,001 |

Legenda: VCI, veia cava inferior; VCI_{max}, dimensão máxima da veia cava inferior; PVC, pressão venosa central; mmHg, milímetros de mercúrio.

Quadro IV.2.4. Comparação entre os valores de pressão venosa central e dimensão máxima da veia cava inferior na globalidade dos doentes.

| | n | Índex da VCI (%, média e dp) | PVC (média e dp) |
|---|----------|---|-----------------------------|
| VCI >20mm | 131 | 13,8 ± 17,9 (0%-56%) | 14,1 ± 4,5 (0-26) |
| VCI entre 11 e 19mm | 304 | 37,2 ± 18,7 (0-100%) | 10,9 ± 4,2 |
| VCI <10mm | 42 | 60,2 ± 21,5 (10-80) | 5,3 ± 3,3 (0-12) |
| Valor de p por teste de qui quadrado | | < 0,001 | < 0,001 |

Legenda: VCI, veia cava inferior; PVC, pressão venosa central; dp, desvio padrão.

Quadro IV.2.5. Dados comparativos entre os doentes com e sem alterações ecocardiográficas.

| Parâmetro | Doentes sem alterações ecocardiográficas (n=268) | Doentes com alterações ecocardiográficas (n=209) | Valor de p |
|-------------------------|--|--|------------|
| Idade (anos) | 62,6 ± 17,3 (16-88) | 69,3 ± 14,1 (34-92) | <0,001 |
| PAM (mmHg) | 77,8 ± 21,6 (61-107) | 72,2 ± 22,4 (55-103) | 0,01 |
| FC (bpm) | 100,2 ± 20,1 (66-132) | 100,7 ± 21,9 (68-131) | Ns |
| Dias de internamento | 11,9 ± 18,7 (0,4-210) | 11,8 ± 17,2 (1-99) | Ns |
| APACHE II | 23,9 ± 8,9 (9-45) | 27,4 ± 17,6 (11-47) | 0,01 |
| SAPS II | 55,7 ± 20,4 (16-115) | 61,1 ± 17,8 (19-107) | 0,01 |
| PVC (mmHg) | 10,8 ± 5 (0-22) | 12,6 ± 4,4 (4-24) | 0,01 |
| VCI _{max} (mm) | 16,5 ± 4,9 (7-24) | 18 ± 5,7 (9-30) | |
| VCI _i (%) | 28,4 ± 24,2 (0-100) | 24,6 ± 26,1 (0-100) | 0,001 |

Legendas: PAM, pressão arterial média; FC, frequência cardíaca; PVC, pressão venosa central; VCI_{max}, veia cava inferior; VCI_i, índice da veia cava inferior.

Quadro IV.2.6. Comparação entre os doentes com diversas alterações ecocardiográficas (n=209).

| parâmetro | Doentes com dilatação do VE (n=67) | Doentes com dilatação da AE (n=106) | Doentes com dilatação do VD (n=78) | Doentes com FE diminuída (n=146) |
|----------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Idade (anos) | 70,5 ± 12,7 (34-90) | 71,7 ± 13,8 (44-92) | 65,5 ± 16,6 (42-88) | 68,4 ± 15,3 (34-87) |
| PAM (mmHg) | 71 ± 22,6 (55-102) | 73,6 ± 24 (58-105) | 74,3 ± 20,9 (61-107) | 71,6 ± 21,5 (61-105) |
| FC (bpm) | 99,3 ± 22,6 (69-128) | 99,9 ± 23 (67-100) | 101 ± 22,6 (66-122) | 103,5 ± 22,1 (65-132) |
| Dias de internamento | 9,9 ± 9,8 (0,4-99) | 12,1 ± 19,8 (0,4-77) | 13,8 ± 21,5 (0,7-73) | 12,2 ± 19,9 (0,8-72) |
| Mortalidade (n e %) | 28 (41,8%) | 39 (36,8%) | 20 (25,6%) | 39 (26,7%) |
| APACHE II | 28,3 ± 11,3 (13-38) | 26,2 ± 8,7 (10-42) | 25,9 ± 8 (9-44) | 26,6 ± 8,2 (9-47) |
| SAPS II | 57,4 ± 19,9 (27-105) | 62,6 ± 18,5 (16-102) | 62,9 ± 17 (24-103) | 60,8 ± 17,2 (21-115) |
| PVC (mmHg) | 12,7 ± 4,8 (4-24) | 12,1 ± 3,8 (5-24) | 12,6 ± 4,3 (4-24) | 12,5 ± 4,9 (0-22) |
| VCImax (mm) | 19,1 ± 4,2 (9-26) | 15,4 ± 6,5 (7-27) | 16,9 ± 6 (9-26) | 18,8 ± 4,5 (11-30) |
| VCIi (%) | 28,4 ± 25,2 (0-100) | 27,9 ± 24,3 (0-100) | 10,1 ± 36,5 (0-100) | 22 ± 22,6 (22-100) |

Legenda: PAM, pressão arterial média; FC, frequência cardíaca; bpm, batimentos por minuto; PVC, pressão venosa central; VCImax, dimensão máxima da veia cava inferior; VCIi, index da veia cava inferior.

Nota: alguns doentes apresentavam mais de uma alteração ecocardiográfica

Quadro IV.2.7. Comparação entre as variáveis de análise da veia cava inferior e a pressão venosa central nos diferentes grupos de doentes estudados.

| Grupos de doentes | n | Correlação de Spearman (χ^2) | Valor de p (qui quadrado) |
|---|-----|-------------------------------------|---------------------------|
| Doentes com dilatação do VE | 106 | 0,46 | <0,001 |
| Doentes com dilatação do VE | 67 | 0,57 | <0,001 |
| Doentes com dilatação do VD | 78 | 0,38 | 0,003 |
| Doentes com depressão da função sistólica | 146 | 0,45 | <0,001 |

Legenda: VE, ventrículo esquerdo; VD ventrículo direito.

Quadro IV.2.8. Comparação entre as variáveis de análise da veia cava inferior e a pressão venosa central nos diferentes grupos de doentes estudados.

| Grupos de doentes | n | Correlação de Spearman (χ^2) | Valor de p (qui quadrado) |
|------------------------|-----|-------------------------------------|---------------------------|
| Doentes ventilados | 344 | 0,52 | <0,001 |
| Doentes não ventilados | 133 | 0,72 | <0,001 |

Legenda: VCI_{max}, dimensão máxima da veia cava inferior; VCI_i, índice da veia cava inferior; a correlação de Spearman é a correlação entre as variáveis, o valor de p refere-se ao teste de qui quadrado.

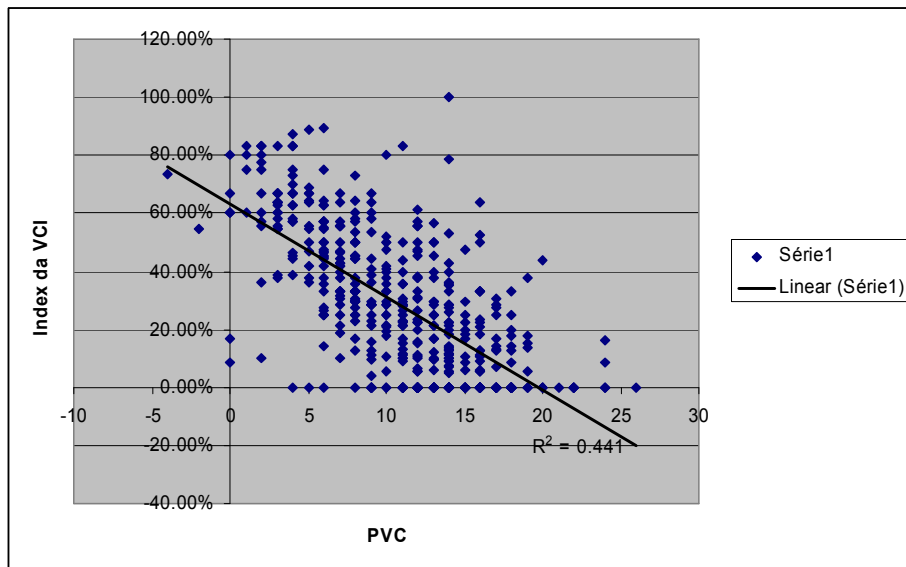


Figura IV.2.1. Gráfico de dispersão da correlação entre o índice da VCI e a PVC.

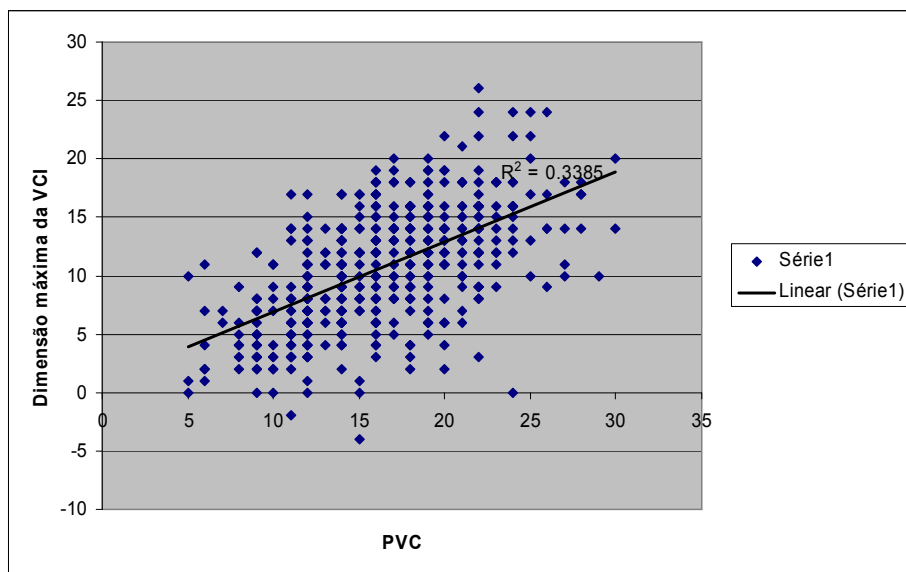


Figura IV.2.2. Gráfico de dispersão da correlação entre a dimensão máxima da VCI e a PVC.

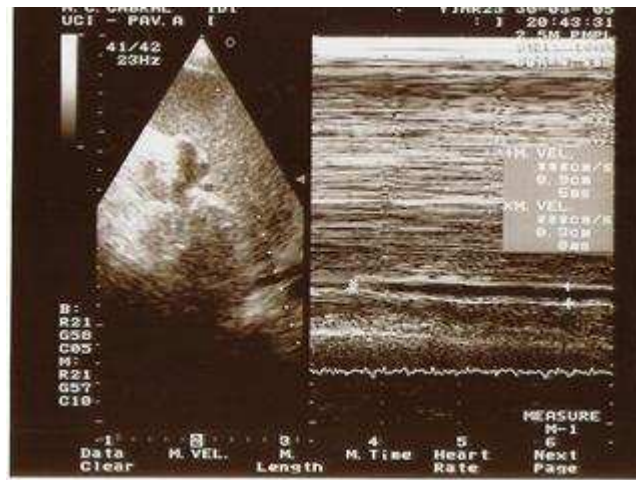


Figura IV.2.3. Veia cava inferior de reduzidas dimensões e colapso significativo (>50%).

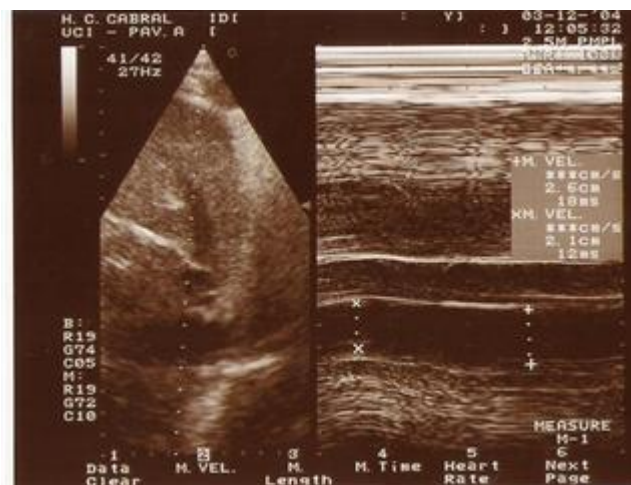


Figura IV.2.4. Veia cava inferior dilatada e cinética respiratória diminuída.

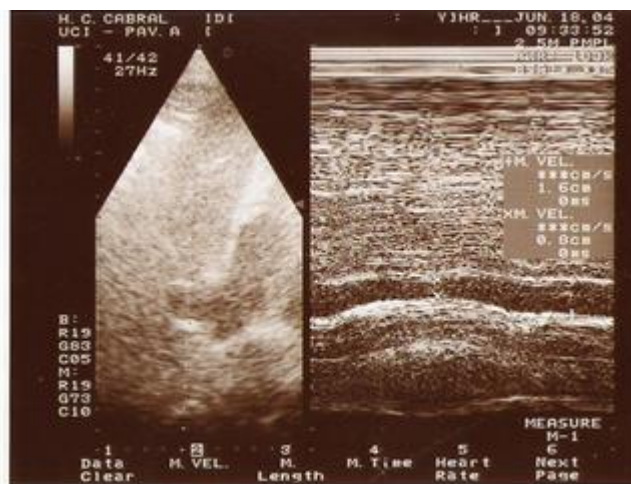


Figura IV.2.5. Veia cava inferior de dimensões e cinética normais e índice entre 50% e 25%.

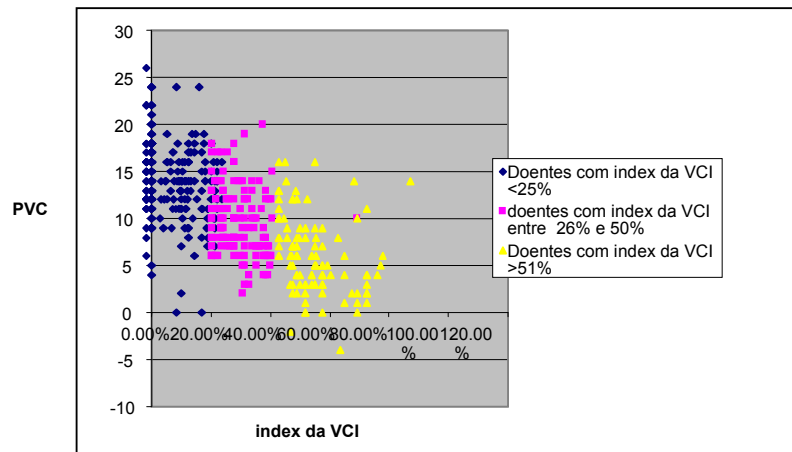


Figura IV.2.6.A Gráfico de dispersão da PVC relativamente ao índice da VCI na totalidade dos doentes estudados.

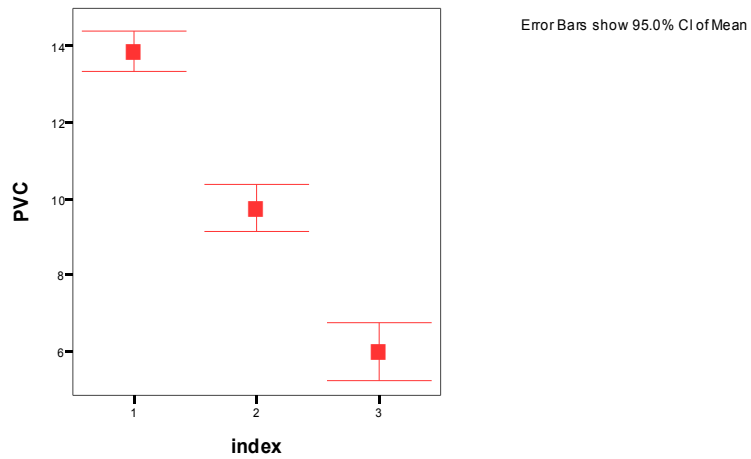


Figura IV.2.6.B. Gráfico tipo *error bar* de relação entre a PVC e índices da VCI para a totalidade dos doentes.

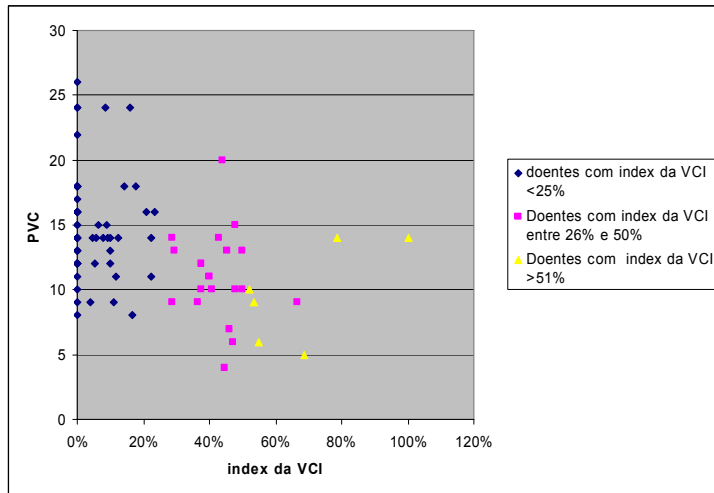


Figura IV.2.7.A. Gráfico de dispersão entre o índice da VCI e a PVC nos doentes com dilatação do ventrículo direito.

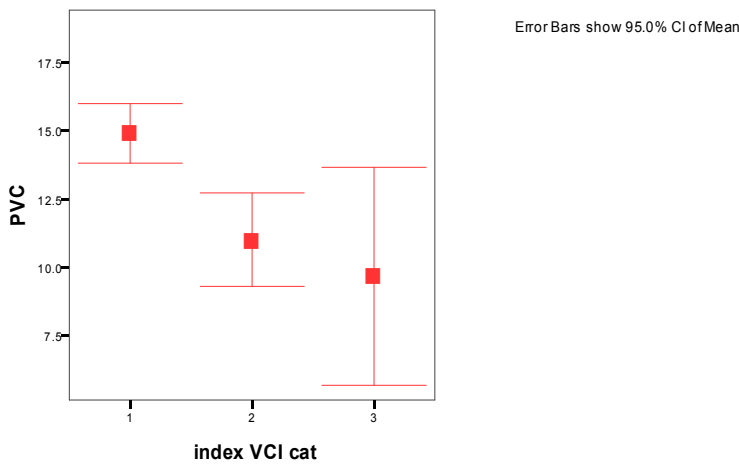


Figura IV.2.7.B. Gráfico tipo error bar da relação entre o índice da VCI e a PVC nos doentes com dilatação do ventrículo direito.

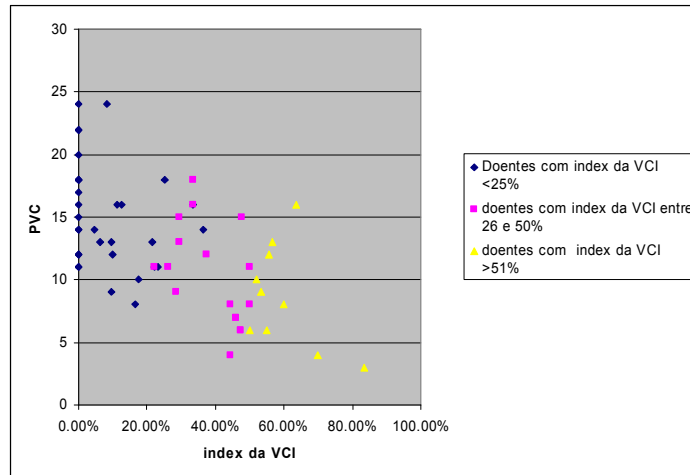


Figura IV.2.8.A. Gráfico de dispersão entre o índice da VCI e a PVC nos doentes com dilatação do ventrículo esquerdo.

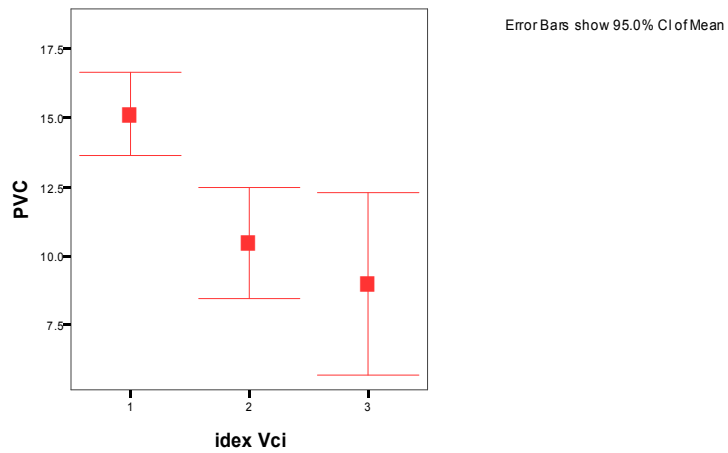


Figura IV.2.8.B. Gráfico tipo *error bar* da relação entre o índice da VCI e a PVC nos doentes com dilatação do ventrículo esquerdo.

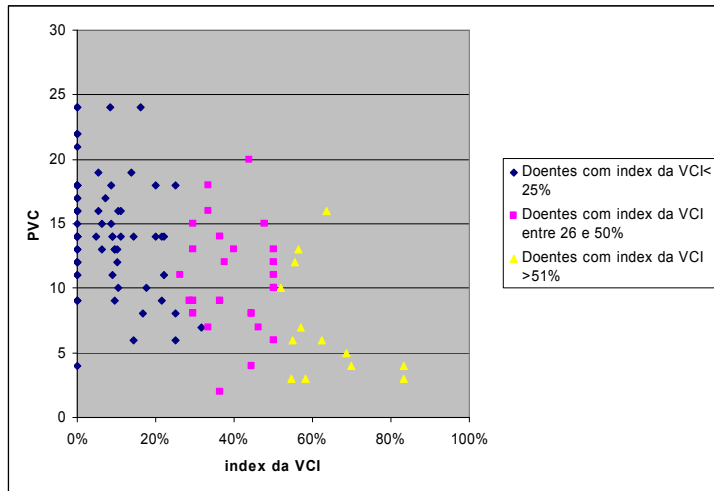


Figura IV.2.9.A. Gráfico de dispersão entre o índice da VCI e a PVC nos doentes com dilatação da aurícula esquerda.

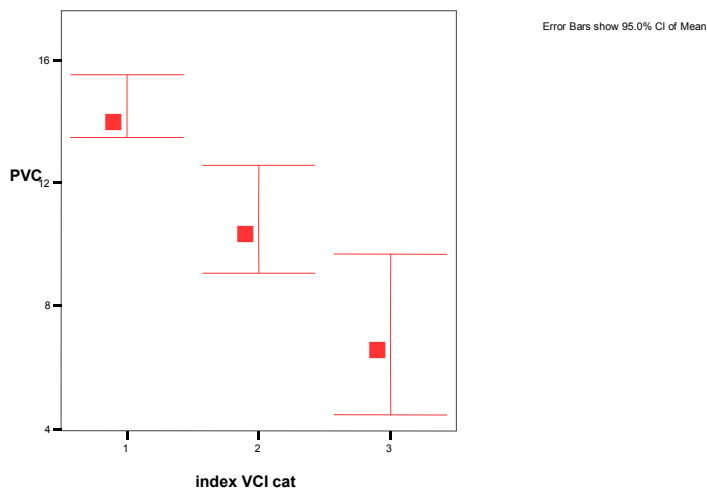


Figura IV.2.9.B. Gráfico tipo *error bar* da relação entre o índice da VCI e a PVC nos doentes com dilatação da aurícula esquerda.

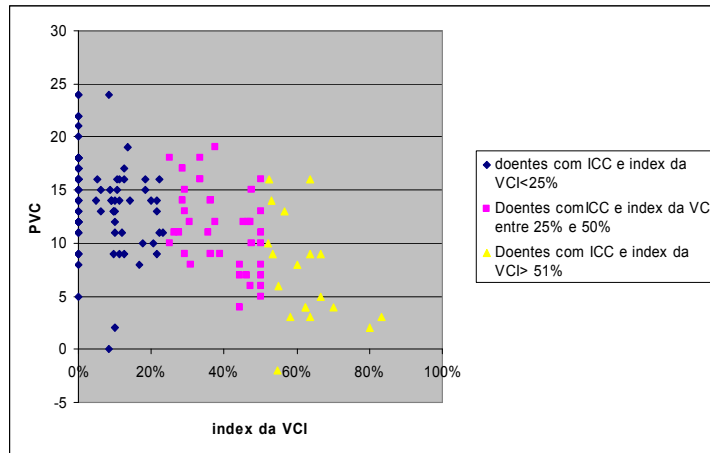


Figura IV.2.10.A. Gráfico de dispersão entre o índice da VCI e a PVC nos doentes com depressão da função sistólica.

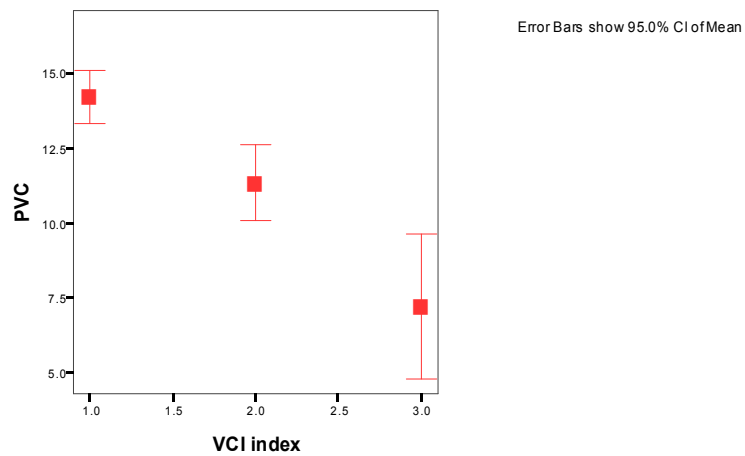


Figura IV.2.10.B. Gráfico tipo *error bar* de relação entre o índice da VCI e a PVC nos doentes com depressão da função sistólica.

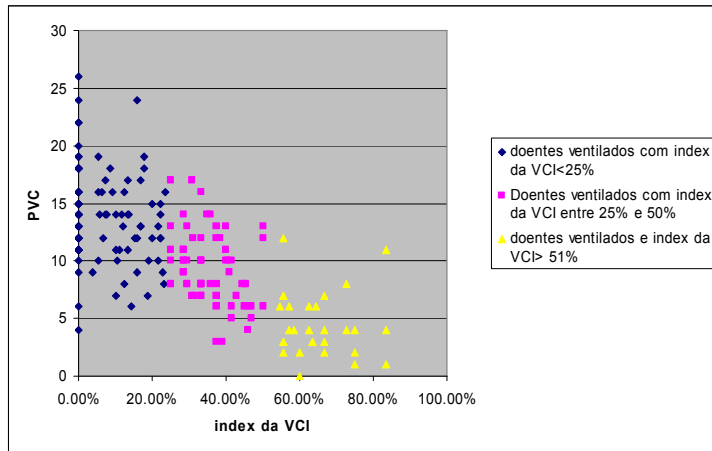
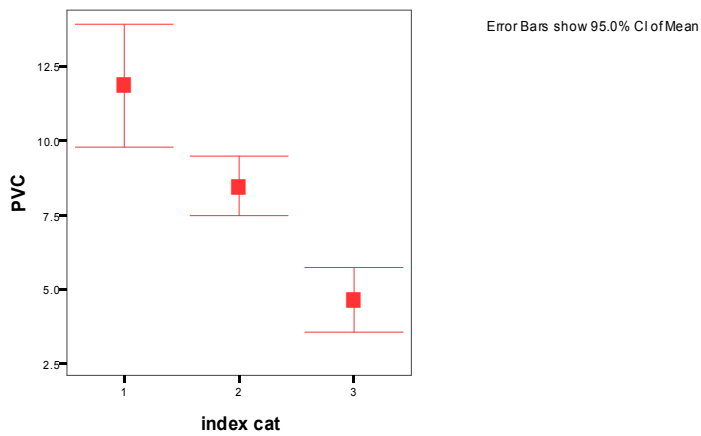


Figura IV.2.11.A. Gráfico de dispersão entre o índice da VCI e a PVC nos doentes ventilados.



Legenda: 1, doentes com index da VCI < 25%; 2, doentes com index da VCI entre 26% e 50%; 3, doentes com index da VCI > 51%; PVC, pressão venosa central.

Figura IV.2.11.B. Gráfico de tipo *error bar* da relação entre o índice da VCI e a PVC para os doentes ventilados.

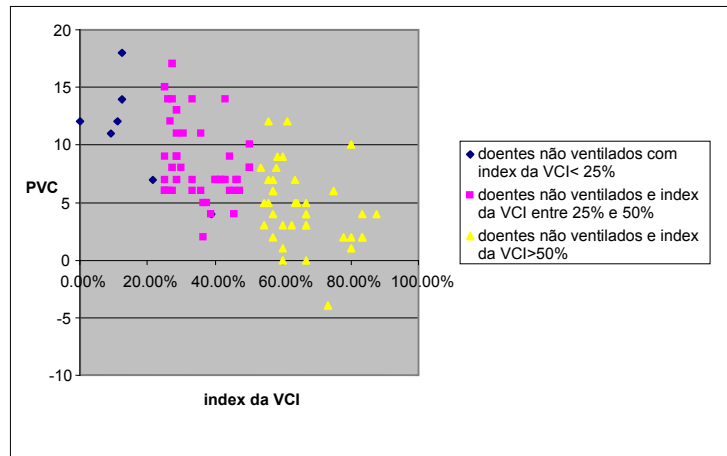
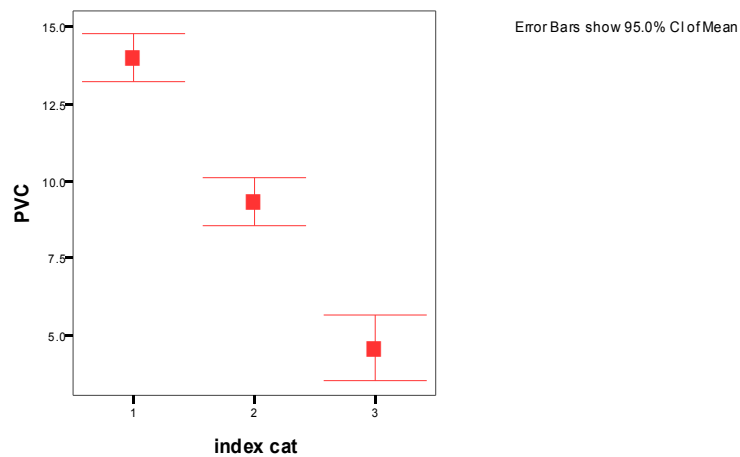


Figura IV.2.12.A. Gráfico de dispersão entre o índice da VCI e a PVC nos doentes não ventilados.



Legenda: 1, doentes com índice da VCI < 25%; 2, doentes com índice da VCI entre 26% e 50%; 3, doentes com índice da VCI > 51%; PVC, pressão venosa central.

Figura IV.2.12.B. Gráfico de tipo *error bar* da relação entre o índice da VCI e a PVC nos doentes não ventilados.

IV.3. A Ecocardiografia Transtorácica na Avaliação da Hipotensão em Cuidados Intensivos Polivalentes^d

IV.3.1. Introdução

A hipotensão arterial é a forma mais comum de instabilidade hemodinâmica nas Unidades de Cuidados Intensivos polivalentes, interferindo negativamente com o prognóstico dos doentes^{133,134}. A introdução de dispositivos de avaliação hemodinâmica invasivos (em particular o cateterismo da artéria pulmonar) permitiu caracterizar os perfis típicos de cada situação, com identificação de padrões funcionais diferentes que fundamentam a abordagem terapêutica¹³⁵⁻¹³⁷. Tradicionalmente, com recurso a estes dispositivos, esta caracterização baseia-se em diversos parâmetros tais como o débito cardíaco e índice cardíaco, pressões intracardíacas (parâmetros de preenchimento intravascular: pressão de encravamento da artéria pulmonar e/ou pressão venosa central) e o cálculo das resistências vasculares sistémicas¹³⁴. Cada padrão funcional de hipotensão pode ser definido com a ajuda destes parâmetros.

No presente trabalho, realizado em doentes em hipotensão numa Unidade de Cuidados Intensivos, analisámos os doentes sob a perspectiva da ecocardiografia, avaliando a prevalência de alterações anátomo-funcionais,

^d Parcialmente publicado em: Marcelino P., Marum S., Fernandes AP, Mário G. Lopes. “A ecocardiografia transtorácica na avaliação da hipotensão em Cuidados Intensivos Polivalentes”. *Acta Medica Port*, 2006;19:363-371.

condicionando terapêutica urgente ou não, e o seu significado (valor acrescido) relativamente ao tempo de internamento e mortalidade. Verificámos ainda a possibilidade de obtenção dos diversos parâmetros ecocardiográficos.

IV.3.2. Material

De um total de 208 doentes em hipotensão foram incluídos no estudo 198 com a média etária de $63,1 \pm 16,5$ anos, 129 do sexo masculino, com índice APACHE II de $30,3 \pm 8,1$, SAPS II $69,2 \pm 20,3$, SOFA $12,6 \pm 4$ MODS $11,1 \pm 4,1$ (quadro IV.3.1.). Cento e quarenta e um doentes foram avaliados no momento da admissão na Unidade, os restantes (57) foram avaliados durante o internamento. A mortalidade observada neste grupo de doentes foi de 101 (51%) e 168 doentes (85,2%) encontravam-se sob suporte ventilatório mecânico no momento da realização do exame.

Foram excluídos 10 doentes (4,8%) pelas seguintes razões: 5 doentes sem possibilidade de avaliação da função sistólica ou dimensão das cavidades; 5 doentes com ecocardiogramas tecnicamente impossíveis. Do total de doentes, 97 apresentavam patologia operatória (doentes cirúrgicos) e 101 não tinham patologia operatória (doentes médicos). Quarenta e cinco doentes médicos e 51 doentes cirúrgicos apresentaram critérios de sépsis.

IV.3.3. Métodos

Foram incluídos no estudo doentes com hipotensão mantida, internados ou admitidos na UCI com indicação para tratamento e eventual suporte

circulatório. Os doentes foram incluídos de forma consecutiva, sem pré selecção, de acordo com a possibilidade de obtenção dos dados necessários, que dependeram da presença de ecocardiografista na Unidade de Cuidados Intensivos no momento da ocorrência da hipotensão.

Os doentes foram caracterizados demográfica e clinicamente. As resistências vasculares sistémicas foram igualmente calculadas. Os grupos diagnósticos foram definidos de forma prospectiva, valorizando o atingimento de órgãos ou sistemas de órgãos e aspectos funcionais relevantes.

O ecocardiograma transtorácico constou na obtenção das dimensões das cavidades, fracção de encurtamento do ventrículo esquerdo, análise da veia cava inferior e determinação do índice cardíaco.

O ecocardiograma teve como objectivo identificar e situações de alteração grave da estrutura e função cardíaca que necessitassem de terapia urgente e outras alterações cardíacas.

Feita a análise estatística descrita em material e métodos.

IV.3.4. Resultados

O resultado geral dos exames ecocardiográficos a estes doentes está apresentado no quadro IV.3.2. Dos doentes admitidos a estudo, em 12 (6%) não foi possível obter o débito cardíaco e em 8 (4,4%) não foi possível visualizar a veia cava inferior.

Durante a realização do exame ecocardiográfico foram detectadas **alterações ecocardiográficas** em 88 (44,4%) doentes. Em 28 doentes (14%) estava presente uma alteração classificada como cardiopatia grave

(quadro IV.3.3). A condição mais frequente foi a dilatação do ventrículo esquerdo (em 73 casos, 39,8%), seguida pela função sistólica do ventrículo esquerdo diminuída (63 casos, 31,8%).

À parte das situações de enfarte agudo do miocárdio (n=6), os restantes doentes com alterações cardíacas graves apresentaram quadros insuspeitos do ponto de vista clínico. Para além das situações de tamponamento e endocardite, destacamos 3 casos de miocardiopatia dilatada: uma doente com cardiomiopatia dilatada pós parto, uma doente com antecedentes de quimioterapia por neoplasia da mama e outro doente jovem de raça negra, idiopática. Dos restantes doentes que apresentaram fundamentalmente alterações das dimensões das cavidades ou disfunção sistólica do ventrículo esquerdo, salientamos 2 casos de confirmação de suspeita de tromboembolismo pulmonar.

A comparação dos doentes com e sem alterações cardíacas, revela que estes últimos pertencem a um grupo etário mais avançado ($p<0,001$), apresentaram maior mortalidade e índice de gravidade APACHE II maior ($p<0,001$). O índice cardíaco é também menor ($p<0,001$), a dimensão máxima da veia cava inferior maior e o índice da veia cava inferior menor (quadro IV.3.4).

A comparação entre doentes sobreviventes e falecidos revelou que estes últimos pertenciam a um grupo etário mais elevado, tinham índices de gravidade mais elevados e apresentaram um índice da veia cava inferior menor (quadro IV.3.5). No que respeita a parâmetros do exame ecocardiográfico, observaram-se diferenças significativas no índice cardíaco (menor nos doentes com alterações) e na dimensão máxima da

veia cava inferior (maior nos doentes com alterações ecocardiográficas). Na comparação de doentes com e sem sépsis, as principais diferenças observaram-se no valor dos índices de gravidade (e mortalidade), mais elevados nos doentes em sépsis. Do ponto de vista do exame ecocardiográfico verifica-se que o índice da veia cava inferior foi menor nos doentes com sépsis (quadro IV.3.6).

No que respeita ao **índice cardíaco**, 158 doentes (79,7%) apresentaram um valor normal/elevado de índice cardíaco e todos estes doentes apresentaram um valor calculado de resistências vasculares sistémicas abaixo do valor de referência. Ainda no que respeita a este parâmetro nos doentes com índice cardíaco abaixo do valor de referência (n=40), 14 apresentaram valores de resistências vasculares sistémicas acima da referência mínima (quadro IV.3.6). Os doentes com índice cardíaco baixo apresentaram uma pressão venosa central e diâmetro máximo da veia cava inferior maiores (p=0,032 e 0,004 respectivamente), resistências vasculares sistémicas maiores (p<0,001), embora o índice SAPS II e os dias de internamento fossem maiores. Ainda neste grupo de doentes, observou-se um ventrículo esquerdo maior e uma fracção de encurtamento menor. Na análise de correlação linear obteve-se um valor estatisticamente significativo entre a fracção de encurtamento e o índice cardíaco (p<0,001), mas um coeficiente de correlação (r) de 0,53 (figura IV.3.1). Verificou-se que dos 63 doentes com fracção de encurtamento <28%, 31 tinham um índice cardíaco abaixo do limite admitido, enquanto 33 dos 40 doentes com índice cardíaco baixo tinham uma depressão da função sistólica.

A análise de **regressão linear** dos parâmetros ecocardiográficos avaliados com os dias de ventilação revelou significado estatístico com a dimensão do ventrículo esquerdo ($p=0,042$, intervalo de confiança $-0,482$ a $-0,009$).

Por análise de **regressão logística** no conjunto dos doentes, observou-se que o índice cardíaco ($p=0,016$, Intervalo de Confiança 1 a 1,001) e a fracção de encurtamento do ventrículo esquerdo ($p=0,007$, intervalo de confiança 0,007 a 0,974) influenciaram a mortalidade.

IV.3.5. Discussão

No presente estudo efectuado em 198 doentes em hipotensão numa Unidade de Cuidados Intensivos, a ecocardiografia permitiu recolher informação relevante. Foi possível na maioria dos doentes obter informação hemodinâmica relevante, que pode conduzir quer ao esclarecimento do perfil hemodinâmico do doente hipotenso (permitindo estabelecer a terapêutica mais adequada), que identificar precocemente patologia cardíaca relevante. Os achados sobre alterações ecocardiográficas podem variar de acordo com as características das Unidades, mas o nosso estudo permitiu identificar 88 doentes (44,4%) com pelo menos uma alteração ecocardiográfica e 28 doentes (14%) com cardiopatia considerada grave.

As qualidades inerentes à ecocardiografia levaram diversos autores a avaliar a importância deste exame na avaliação do doente em instabilidade hemodinâmica^{56,57,138-143}. As metodologias de abordagem e as questões colocadas foram sempre diversas e estas assumem particular relevo na

definição do treino de médicos intensivistas. Está pois largamente por definir que informação é necessária para o Intensivista e que informação pode ser obtida no doente crítico por ecocardiografia¹⁴⁴.

Na literatura encontrámos apenas um estudo de características semelhantes, conduzido por Bossone e col, com utilização da ecocardiografia transtorácica. Estes autores estudaram um total de 457 doentes consecutivos e encontraram anomalias definidas prospectivamente por ecocardiografia em 36% dos doentes (44,4% no nosso estudo). Embora este estudo tenha decorrido numa Unidade de Cuidados Intensivos, os objectivos dos autores não foi avaliar os doentes em hipotensão, mas sim avaliar os novos diagnósticos obtidos por ecocardiografia transtorácica, realizada de rotina aos doentes admitidos.

O elevado sucesso na **obtenção dos dados ecocardiográficos** em Cuidados Intensivos é semelhante ao descrito por outros autores¹⁴⁵⁻¹⁴⁷ e ao estudo de Bossone e col. Estes dados contrariam outras perspectivas menos recentes^{148,149}, que apresentavam resultados bem diversos. A evolução dos equipamentos, o treino de aprendizagem dirigida e a utilização de protocolos de informação restrita podem relacionar-se com o sucesso do exame^{150,151}.

A utilização da ecocardiografia transtorácica permitiu diagnosticar patologias para as quais este exame é particularmente sensível, que não teriam sido identificados noutras circunstâncias. Neste aspecto salientam-se os diagnósticos de cardiopatia grave detectada por ecocardiografia.

Contudo as alterações ecocardiográficas e a utilidade da informação obtida não se limitaram a estes doentes. De entre estas, destacamos a

detecção de disfunção sistólica nos doentes em sépsis, que constituem a grande causa de hipotensão nos doentes estudados (n=96, 52,7%, 33 dos quais, 33,7%, com depressão da função sistólica). Estes doentes representam, pelo menos em parte, a miocardiodepressão associada à sépsis, que, segundo alguns autores, pode estar presente em 40% dos doentes com sépsis¹⁵². Este assunto foi exemplarmente estudado por Parker e col¹⁵³⁻¹⁵⁶ e por Jardin e col¹⁵⁷⁻¹⁵⁹, estes últimos com recurso à ecocardiografia transtorácica. A identificação da disfunção sistólica na sépsis tem implicações práticas importantes, pois estes doentes devem ser sujeitos a uma fluidoterapia mais cautelosa. Salientamos a possibilidade de detecção precoce destas situações por visualização directa do ventrículo esquerdo, ao contrário dos métodos invasivos convencionais, que fazem uma avaliação indirecta.

Notámos que mesmo nos doentes em hipotensão o **índice cardíaco** permanece normal ou elevado em 79% dos doentes, situação que coloca ênfase na metodologia a adoptar relativamente ao exame ecocardiográfico em Cuidados Intensivos. Verificámos também que nos doentes avaliados existe uma relação independente entre o índice cardíaco e a fracção de encurtamento do ventrículo esquerdo, mas cuja correlação linear é fraca (r=0,29). Pelos dados apresentados parece-nos que a determinação do índice cardíaco é importante, pois este não pode ser inferido com rigor pelas características funcionais do ventrículo esquerdo.

Outro dado relevante foi a observação de que todos os doentes com índice cardíaco normal apresentavam um distúrbio das **resistências vasculares periféricas**. Este facto é facilmente explicado pela fórmula de cálculo

deste parâmetro, mas podemos afirmar que nos doentes em hipotensão por nós avaliados, a presença de um valor normal de débito cardíaco identificou os doentes com resistências vasculares periféricas diminuídas. Assim, a determinação do débito cardíaco nos doentes em hipotensão pode ter uma relevância maior.

A maioria dos doentes com índice cardíaco baixo apresentou disfunção sistólica (33 de 40), mas apenas 31 de 63 doentes com depressão da função sistólica apresentou um índice cardíaco baixo. Do total de doentes 6 tinham enfarte agudo do miocárdio, todos com hipotensão e depressão do débito cardíaco.

Dos doentes em que o índice cardíaco estava preservado, 69% tinham critérios de **sépsis**. Este dado parece-nos importante, pois a análise do índice cardíaco nos doentes por nós estudados permitiu distinguir doentes com distúrbio das resistências vasculares sistémicas. E a condição de sépsis cursa tipicamente com redução das resistências vasculares sistémicas.

O facto do distúrbio das resistências vasculares sistémicas não ser causado em exclusivo por sépsis já foi observado por Melo e col¹⁶⁰, os quais verificaram retrospectivamente que 25% dos doentes com resistências vasculares sistémicas baixas não tinham critérios de sépsis. Os dados de análise da **veia cava inferior** parecem-nos igualmente úteis, em particular nos doentes com depressão do índice cardíaco. Nestes casos, a presença de hipervolemia (congestão vascular, sugestiva de distúrbio cardiogénico) ou hipovolemia pode ser indicada pelas características da veia cava inferior. A importância destes dados é a possibilidade de uma

aproximação metodológica ao modelo de avaliação invasivo através de um método não invasivo.

O índice cardíaco foi por nós calculado por análise do Doppler do tracto de saída do ventrículo esquerdo. Esta metodologia é universalmente aceite como a que melhor se correlaciona com a técnica de termodiluição^{113,116,161-164}, superando as técnicas baseadas na aferição de volume¹¹², e por nós igualmente validada anteriormente, embora em doentes sem hipotensão.

As **correlações** independentes do tempo de ventilação com as dimensões do ventrículo esquerdo e a mortalidade com um índice cardíaco mais elevado merecem um comentário adicional. A generalização destes achados pode ser problemática, dada a heterogeneidade das Unidades de Cuidados Intensivos, e teria de ser comprovada com outra metodologia (ensaios multicêntricos). A dilatação do ventrículo esquerdo no doente em sépsis é um fenómeno há muito tempo descrito. Parker e col. referem que a dilatação é um fenómeno adaptativo e reversível. O índice cardíaco mais elevado pode traduzir uma diminuição mais significativa das resistências vasculares sistémicas (funcionando como marcador de gravidade de doença), uma vez que estes 2 parâmetros estão entre si ligados. Assim, doentes admitidos com índice cardíaco mais elevado podem encontrar-se em maior risco de mortalidade.

Outros autores encontraram valor prognóstico em parâmetros da veia cava inferior, descrito numa população geral¹⁶⁵. No nosso estudo, o índice cardíaco e a disfunção sistólica do ventrículo esquerdo foram os achados mais relevantes. Estes dados sugere que a ecocardiografia deve ser alvo

de maior atenção no futuro, confirmando ou não a sua importância, pois pode ser decisivo para objectivos nobres como são a mortalidade e tempo de ventilação.

IV.3.6. Limitações do estudo

No presente estudo avaliou-se apenas a ecocardiografia. O posicionamento relativamente a outros métodos, em particular invasivos, não foi avaliado. Em geral, e pelas evidências hoje disponíveis, a presença de dispositivos invasivos não modifica a mortalidade dos doentes de cuidados intensivos (neutralidade face ao *outcome*). Contudo, a ecocardiografia pode ter um posicionamento diverso: ser um exame de substituição ou ser um exame complementar.

IV.3.7. Conclusão

No presente estudo, envolvendo uma população de doentes em hipotensão numa Unidade de Cuidados Intensivos, a ecocardiografia transtorácica foi possível realizar em 95% dos doentes, e detectou 44,4% de alterações, das quais 14% graves a necessitar de intervenção terapêutica urgente ou consulta especializada.

Verificámos que a presença de um índice cardíaco normal ou elevado, os doentes em hipotensão por nós estudados apresentaram sempre resistências vasculares sistémicas baixas.

No conjunto de doentes avaliados, encontrámos uma associação entre uma fracção de encurtamento menor e maior tempo de ventilação e entre

a mortalidade e um maior índice cardíaco e uma menor fracção de encurtamento. Estes dados devem ser abordados com cuidado devido à heterogeneidade das Unidades de Cuidados Intensivos, e à natureza (metodológica) do presente estudo.

Quadro IV.3.1. Características demográficas dos doentes em estudo.

| Parâmetro | Valor |
|---|------------------------|
| Total (n) | 198 |
| Sexo masculino (n) | 108 |
| Idade, anos, média, dp (limites) | 63,1 ± 16,5 (31-90) |
| Dias de internamento, média, dp (limites) | 14,3 ± 15,4 (1,1-77,9) |
| APACHE II, média, dp (limites) | 30,3 ± 8,1 (21-47) |
| SAPS II, média, dp (limites) | 69,2 ± 20,3 (36-115) |
| SOFA, média, dp (limites) | 12,6 ± 4 (5-22) |
| MODS, média, dp (limites) | 11,1 ± 4,1 (4-22) |
| Mortalidade (n, %) | 101 (51%) |

Quadro IV.3.2. Características ecocardiográficas dos doentes estudados.

| Parâmetro | Valor |
|---|-------------------------|
| Ventrículo esquerdo, mm, média, dp (limites) | 47,5 ± 7,5 (32-72) |
| Aurícula esquerda, mm, média, dp (limites) | 35,6 ± 6,8 (24-60) |
| Ventrículo direito, mm, média, dp (limites) | 19,9 ± 6,1 (10-32) |
| Aurícula direita, mm, média, dp (limites) | 41,5 ± 8,9 (35-67) |
| Dilatação do ventrículo esquerdo (n, %) | 40 (20,2%) |
| Dilatação da aurícula esquerda (n, %) | 46 (23,2%) |
| Dilatação do ventrículo direito (n, %) | 24 (12,1%) |
| Fracção de encurtamento, %, média, dp (limites) | 29,4 ± 6,3 (12-41) |
| Índex cardíaco, l/min/m ² , média dp (limites) | 3,56 ± 1,21 (1,42-7,72) |
| VCI _{max} , mm, média dp (limites) | 16,6 ± 5,1 (5-28) |
| VCI _i , %, média, dp (limites) | 28 ± 27 (0-100) |

Legendas: IC, índex cardíaco; VCI_{max}, dimensão máxima da veia cava inferior; VCI_i, índex da veia cava inferior; dp, desvio padrão.

Quadro IV.3.3. Alterações ecocardiográficas presentes nos doentes estudados.

| | | |
|---|---|----|
| 1. Doentes com cardiopatia estrutural grave | 1. Tamponamento cardíaco | 2 |
| | 2. Endocardite | 4 |
| | 3. Enfarte agudo do miocárdio | 6 |
| | 4. Alterações da cinética segmentar não relacionadas com o ponto anterior | 4 |
| | 5. Miocardiopatia dilatada | 9 |
| | 6. Valvulopatia significativa | 3 |
| Outras alterações ecocardiográficas | Dilatação das cavidades cardíacas e disfunção sistólica do VE | 60 |
| Total | | 88 |

Quadro IV.3.4. Dados comparativos relativos aos doentes com e sem alterações dos parâmetros ecocardiográficos.

| parâmetro | Doentes sem alterações ecocardiográficas | Doentes com alterações ecocardiográficas | Valor de p |
|--|--|--|------------|
| n | 110 | 88 | |
| Sexo masculino (n) | 59 | 40 | |
| Mortalidade (n e %) | 47 (46) | 38 (60,3%) | <0,001 |
| Idade (anos, média, dp, limites) | 60 ± 15,7 (24-88) | 68,7 ± 15,6 (40-91) | <0,001 |
| Dias de internamento (média, dp, limites) | 13,5 ± 15,9 (1,1-55,9) | 14,5 ± 15,4 (1,4-77,9) | ns |
| PVC (mmHg, média do, limites) | 9,5 ± 5,2 (5-26) | 13,7 ± 4,7 (5-26) | 0,001 |
| Frequência cardíaca (bpm média, dp, limites) | 110 ± 20,9 (73-134) | 109,1 ± 22,5 (70-138) | ns |
| APACHE II (média, dp, limites) | 29,7 ± 8,5 (17-46) | 31,2 ± 7,3 (20-44) | 0,01 |
| SAPS II (média, dp, limites) | 69,4 ± 13,9 (22-103) | 69,7 ± 19,6 (40-103) | ns |
| SOFÁ (média, dp, limites) | 11,1 ± 4,3 (5-22) | 12,1 ± 3,4 (5-18) | ns |
| MODS (média, dp, limites) | 10,4 ± 4 (4-22) | 10,6 ± 3,6 (4-18) | ns |
| VCI (mm, média, dp, limites) | 15,3 ± 4,3 (5-25) | 18,9 ± 5,4 (5-26) | <0,001 |
| Índex da VCI (% ,média, dp, limites) | 17 ± 64 (0-100) | 19,9 ± 25,7 (0-82) | ns |

Legendas: PVC, pressão venosa central; bpm, batimentos por minuto; VCI, veia cava inferior; mm, milímetros; ns, não significativo.

Quadro IV.3.5. Diferenças entre doentes transferidos e falecidos.

| Parâmetro | Transferidos | Falecidos | Valor de p |
|--|------------------------------|------------------------------|------------|
| N | 97 | 101 | |
| Sexo masculino (n) | 57 | 51 | |
| Idade (anos) | 60,3 ± 15,4 (31-84) | 65,9 ± 17,2 (44-90) | 0,028 |
| Dias de internamento | 16,2 ± 15,9 (1,8-58,9) | 12,7 ± 15,3 (1,1-77,9) | Ns |
| PVC (mmHg) | 10,4 ± 5,6 (0-22) | 12,7 ± 4,8 (1-26) | ns |
| FC (bpm) | 109,3 ± 19,9 (73-135) | 108,3 ± 23,1 (70-138) | ss |
| APACHE II | 27,6 ± 8,3 (21-46) | 33,1 ± 6,8 (21-47) | <0,001 |
| SAPS II | 61,4 ± 20,2 (36-101) | 76,8 ± 17,2 (47-115) | <0,001 |
| SOFA | 11,2 ± 4,1 (5-22) | 13,8 ± 3,6 (8-22) | <0,001 |
| MODS | 9,9 ± 3,9 (4-20) | 12,3 ± 3,8 (5-22) | <0,001 |
| IC (l/min/m ²) | 3,499 ± 1,116 (1,42-5,95) | 3,639 ± 1,316 (1,94-7,72) | ns |
| Ventrículo esquerdo, mm, média, dp (limites) | 46,9 ± 7,7 (32-66) | 47,7 ± 7,3 (36-72) | ns |
| Fracção de encurtamento, %, média, dp (limites) | 29,2 ± 5,5 (12-41) | 28,1 ± 6,2 (12-38) | ns |
| Aurícula esquerda, mm, média, dp (limites) | 36,1 ± 6,9 (26-56) | 35,4 ± 6,3 (24-60) | ns |
| Ventrículo direito, mm, média, dp (limites) | 18,3 ± 6,3 (10-32) | 20,2 ± 5,8 (16-28) | ns |
| VCI (mm) | 16 ± 5,4 (5-28) | 17,2 ± 4,8 (7-25) | Ns |
| Índex da VCI (%) | 31,9 ± 28,5 (0-100) | 26,5 ± 26,5 (0-100) | 0,002 |

Legendas: PVC, pressão venosa central; bpm, batimentos por minuto; VCI, veia cava inferior; mm, milímetros; ns, não significativo; IC, índice cardíaco; VCI_{max}, dimensão máxima da veia cava inferior; VCI_i, índice da veia cava inferior; dp, desvio padrão. Todos os valores em média, dp e limites.

Quadro IV.3.6. Diferenças entre doentes com e sem sépsis.

| Parâmetro | Com sépsis | Sem sépsis | Valor de p |
|--|-----------------------------|---------------------------|------------|
| N | 96 | 102 | |
| Sexo masculino (n) | 52 | 46 | |
| Idade (anos) | 63,1 ± 16,1 (40-88) | 62,9 ± 17,1 (24-92) | ns |
| Dias de internamento | 16,5 ± 17,5 (1,1-77,9) | 11,8 ± 12,9 (1,8-55,9) | Ns |
| PVC (mmHg) | 11,4 ± 5,4 (3-26) | 10,4 ± 5,1 (4-26) | Ns |
| FC (bpm) | 107,7 ± 22,2 (70-139) | 109,7 ± 21,1 (73-135) | Ns |
| APACHE II | 31,9 ± 7,9 (20-46) | 28,8 ± 8,1 (17-44) | <0,001 |
| SAPS II | 73,3 ± 20,1 (22-115) | 64,7 ± 19,6 (24-103) | <0,001 |
| SOFA | 13,6 ± 4,1 (5-22) | 11,5 ± 3,8 (5-20) | <0,001 |
| MODS | 12,1 ± 4,1 (4-22) | 10 ± 3,6 (4-21) | <0,001 |
| Mortalidade (n e %) | 55 (57%) | 46 (45%) | 0,01 |
| | | | |
| Ventrículo esquerdo, mm, média, dp (limites) | 47,2 ± 7,4 (38-72) | 48,2 ± 7,9 (32-66) | ns |
| Aurícula esquerda, mm, média, do, (limites) | 34,2 ± 7,2 (29-60) | 36,1 ± 8,2 (24-54) | ns |
| Ventrículo direito, mm, média, dp (limites) | 18,8 ± 5,5 (10-27) | 20,4 ± 6,4 (14-32) | ns |
| FE (%) | 29,5 ± 6,5 (12-40) | 26,7 ± 8,9 (11-38) | ns |
| IC (l/min/m ²) | 3,819 ± 1,003 (1,336-6,201) | 3,260 ± 1,396 (1,22-7,72) | ns |
| VCI (mm) | 16,7 ± 4,7 (5-26) | 16,4 ± 5,7 (5-25) | ns |
| Índex da VCI (%) | 23,4 ± 28,1 (0-100) | 28,6 ± 28,8 (0-100) | 0,002 |

Legendas: PVC, pressão venosa central; bpm, batimentos por minuto; VCI, veia cava inferior; mm, milímetros; ns, não significativo; IC, index cardíaco; VCI_{max}, dimensão máxima da veia cava inferior; VCI_i, index da veia cava inferior; dp, desvio padrão.

Quadro IV.3.6. Dados comparativos entre doentes com índice cardíaco elevado e baixo.

| Parâmetro | Doentes com índice cardíaco normal ou elevado | Doentes com índice cardíaco baixo | Valor de p |
|---|---|-----------------------------------|------------|
| n | 158 | 40 | ns |
| Sexo masculino (n) | 73 | 27 | ns |
| Mortalidade (n e %) | 79 (51%) | 17 (45,9%) | ns |
| Idade (anos) | 62,5 ± 16,5 (24-92) | 66,9 ± 15,9) | ns |
| Dias de internamento | 15 ± 16,4 (2-65,5) | 12,4 ± 13,3 (1,2-45,5) | 0,024 |
| PVC (mmHg) | 10,2 ± 4,9 (0-25) | 12,7 ± 5,9 (0-26) | 0,032 |
| Frequência cardíaca (bpm) | 109,1 ± 21 (88-144) | 105,8 ± 22,7 (66-135) | Ns |
| RVS | 775 ± 256 (418-1247) | 1697 ± 422 (772-2290) | <0,001 |
| APACHE II | 30,7 ± 8,1 (17-46) | 29,4 ± 10,2 (11-42) | ns |
| SAPS II | 70,7 ± 20,3 (36-115) | 62,5 ± 19,2 (40-100) | 0,001 |
| SOFA | 13 ± 4,1 (5-22) | 10,6 ± 3,7 (4-18) | 0,01 |
| MODS | 11,4 ± 4,1 (4-20) | 9,1 ± 3,4 (4-18) | 0,02 |
| Ventrículo esquerdo, mm, média, dp (limites) | 44,2 ± 6,3 (32-66) | 52,2 ± 7,4 (38-72) | 0,001 |
| Fracção de encurtamento, %, média, dp (limites) | 30,2 ± 5,4 (14-41) | 24,3 ± 6,6 (12-32) | 0,001 |
| Aurícula esquerda, mm, média, do, (limites) | 34,6 ± 7,1 (29-60) | 36,1 ± 8,4 (24-54) | ns |
| Ventrículo direito, mm, média, dp (limites) | 18,9 ± 5,8 (10-27) | 20,2 ± 6,1 (14-32) | ns |
| VCI (mm) | 16,1 ± 4,8 (7-30) | 18,9 ± 4,9 (5-28) | 0,004 |
| Índice da VCI (%) | 27,9 ± 27,8 (0-100) | 18,8 ± 26,8 (0-100) | 0,002 |

Legendas: PVC, pressão venosa central; bpm, batimentos por minuto; VCI, veia cava inferior; mm, milímetros; ns, não significativo; IC, índice cardíaco; VCI_{max}, dimensão máxima da veia cava inferior; VCI_i, índice da veia cava inferior; dp, desvio padrão. Todos os valores em média, dp e limites.

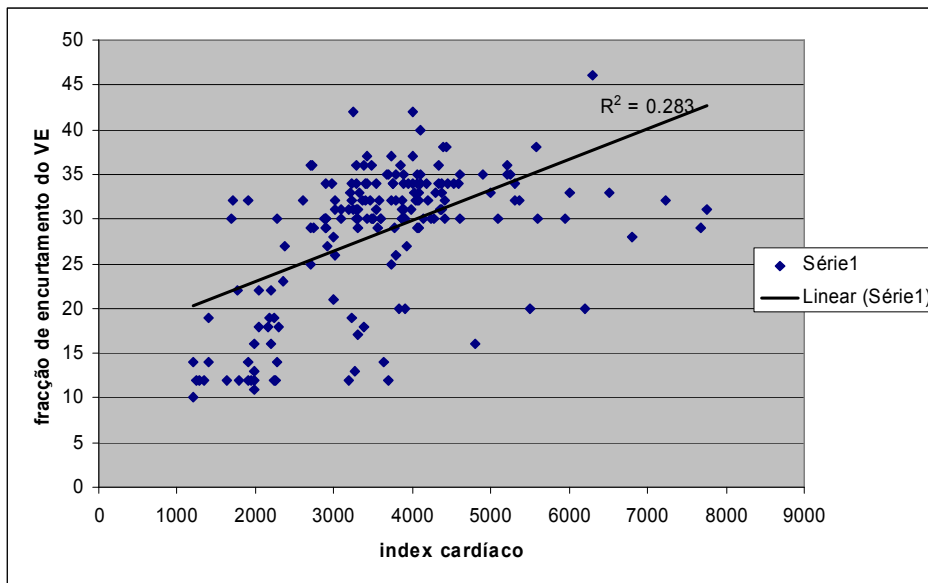


Figura IV.3.1. Gráfico de dispersão entre o índice cardíaco e a fracção de encurtamento do VE.

IV.4. Estudo do Doente com Insuficiência Respiratória Crónica⁵

IV.4.1. Introdução

A insuficiência respiratória crónica secundária a patologia pulmonar caracteriza-se, entre outros, por períodos de exacerbação que requerem apoio ventilatório mecânico. Após o início da ventilação mecânica, o respectivo desmame é uma fase crítica.

Não existe consenso sobre a definição de ventilação prolongada¹⁶⁶, e esta pode variar bastante entre hospitais¹⁶⁷. Após a admissão numa Unidade de Cuidados Intensivos para suporte ventilatório, o tempo de ventilação está associado ao sucesso do respectivo desmame e ao risco de aparecimento de complicações. A tentativa de encontrar factores relevantes de prognóstico e estratificar o risco destes doentes, é justificada pelas graves consequências do insucesso do desmame ventilatório, que resulta em períodos de ventilação prolongados¹⁶⁸⁻¹⁷².

Alguns autores estudaram o envolvimento do aparelho cardiovascular no insucesso do desmame ventilatório. Para aferir as alterações da hemodinâmica intra cardíaca durante a fase de desconexão do doente da ventilação compressão positiva, os meios mais utilizados são os invasivos, e este tipo de doentes raramente foi avaliado sob o ponto de

⁵ Parcialmente publicado em: Marcelino P, Nuno Germano, Ana Paiva Nunes, Lúcia Flora, Ana Moleiro, Susan Marum, Ana Paula Fernandes. “Determinantes cardíacas do tempo de ventilação mecânica e mortalidade de doentes com insuficiência respiratória crónica exacerbada. A importância dos parâmetros ecocardiográficos”. *Rev Port Pneumol*, 2006; XII (2):131-146.

vista da ecocardiografia, que pode igualmente repercutir estas alterações. Algum relevo foi atribuído à falência sistólica do ventrículo esquerdo como causa de insucesso no desmame ventilatório¹⁷³⁻¹⁷⁶.

Neste capítulo a hipótese colocada foi a possibilidade de existirem determinantes cardiovasculares, identificáveis por ecocardiografia transtorácica, com relevância prognóstica relativamente ao tempo de ventilação e mortalidade nestes doentes.

IV.4.2. Material

Foram estudados 74 doentes admitidos para ventilação mecânica por exacerbação de insuficiência respiratória crónica no período de estudo considerado (quadro IV.4.1). Apresentavam uma idade média de 73,6 +/- 10,2 anos e 53 (71,2%) eram do sexo masculino. Na amostra total dos doentes verificaram-se 14 óbitos (21,6%).

IV.4.3. Métodos

A população-alvo foi constituída por todos os doentes admitidos na Unidade de Cuidados Intensivos para suporte ventilatório invasivo por exacerbação de insuficiência respiratória crónica. Excluídos doentes com outras causas potencialmente causadoras de exacerbação de insuficiência respiratória (síndrome coronário agudo, doença neurológica, mesmo quando os critérios de exacerbação foram encontrados), doentes com história conhecida de fibrose pulmonar.

Os doentes foram caracterizados demográfica e clinicamente. Na

caracterização clínica foi ainda estudada a gasimetria à saída da Unidade de Cuidados Intensivos nos doentes transferidos, avaliando o pH, PaO₂, PaCO₂ e bicarbonato sérico.

A avaliação por ecocardiografia transtorácica e a análise estatística estão descritas em Material e Métodos.

IV.4.4. Resultados

A **obtenção dos parâmetros ecocardiográficos** permite verificar que as dimensões das cavidades e o índice cardíaco foram avaliados em todos os doentes (n=74), a função sistólica do ventrículo esquerdo em 73 doentes, o fluxo transvalvular mitral em 42 de 44 doentes em ritmo sinusal, a regurgitação tricúspide foi identificada e quantificada em 39 doentes (52,7%), dos quais apenas 4 apresentaram valores de gradiente pico acima de 40mmHg, e a veia cava inferior em 71 doentes. A descrição ecocardiográfica geral dos doentes em estudo pode ser consultada no quadro IV.4.2.

Observámos algumas **diferenças significativas entre os doentes falecidos e transferidos**. Nos parâmetros de caracterização clínica e demográfica, os doentes falecidos apresentam dias de ventilação e de internamento mais prolongados, reflectindo uma maior dificuldade no desmame ventilatório. Diferenças significativas foram ainda detectadas ao nível dos valores de pressão arterial na admissão, da frequência cardíaca e da pressão venosa central (quadro IV.4.1).

Na comparação entre os dados ecocardiográficos de doentes transferidos e falecidos foi encontrada diferença com significado estatístico no que

respeita à dimensão da aurícula direita, maior nos falecidos e ao índice da veia cava inferior, maior nos doentes transferidos (quadro IV.4.2).

Dos doentes estudados encontraram-se **alterações ecocardiográficas** em 42 (56,7%). A alteração mais frequentemente encontrada foi a dilatação do ventrículo direito, em 27 doentes (36,5%) e da aurícula esquerda, em 25 doentes (33,8%, quadro IV.4.3.).

Detectaram-se ainda 2 casos de cardiomiopatia dilatada previamente desconhecidos. Não foram detectadas outras situações de maior gravidade do ponto de vista cardíaco, nomeadamente valvulopatias significativas.

A comparação entre doentes com alterações ecocardiográficas e sem alterações ecocardiográficas, não revelou qualquer diferença no que respeita aos dados de caracterização clínica ou demográfica. Contudo, observa-se que os doentes com alterações ecocardiográficas apresentaram uma maior mortalidade (5 versus 10 ou 15,6% versus 22,8%, $p=0,05$, quadro IV.4.4).

A análise de **regressão linear** com a variável numérica dias de ventilação permitiu identificar uma correlação com significado estatístico com os seguintes parâmetros ecocardiográficos: dimensão do ventrículo direito ($p= 0,033$); inversamente com a relação E/A mitral ($p=0,026$); gradiente de regurgitação tricúspide ($p=0,004$).

Na análise de **regressão logística**, admitindo a mortalidade como variável dependente observou-se uma associação com as seguintes variáveis ecocardiográficas: dimensão do ventrículo direito ($p=0,049$, intervalo de confiança de 0,971 a 2,752). O teste de Hosmer Lemeshow para avaliar a adequação do modelo estatístico revelou um valor de $p=0.96$.

Na Figura IV.4.1 demonstra-se de forma gráfica (gráfico de médias e intervalo de confiança, *error bar*) a relação das dimensões do ventrículo direito com a mortalidade.

IV.4.5. Discussão

No presente estudo, verificámos que no conjunto de doentes estudado a dimensão do ventrículo direito assumiu uma importância particular, ao correlacionar-se quer com os dias de ventilação, quer com a mortalidade. Este facto atribui uma importância acrescida à ecocardiografia, que pode ser assim utilizada para identificar os doentes com maior risco.

Quanto a nós, estas associações (do ventrículo direito com a mortalidade e dias de ventilação) são devidas ao tempo de doença estabelecida. O doente com doença respiratória crónica, com a evolução da doença tende a repercutir nas cavidades direitas o estado de hipertensão crónica da circulação pulmonar, alterando as dimensões das cavidades direitas¹⁷⁷.

Estes parâmetros são relativamente desconhecidos como factores de prognóstico no tempo de ventilação, onde até hoje se descreveram fundamentalmente parâmetros de fisiologia respiratória^{168,178-184}.

Por ecocardiografia detectámos ainda duas situações de cardiopatia dilatada previamente desconhecida. Pelo menos em termos diagnósticos, a técnica ecocardiográfica mostrou-se útil na identificação de patologia cardíaca mais grave.

No que respeita às diferenças encontradas entre falecidos e transferidos, verificou-se que os doentes falecidos apresentaram diferenças estatisticamente significativas ao nível das dimensões da aurícula direita

e tempo de ventilação.

Relativamente aos parâmetros relacionados com as cavidades esquerdas, nas análises de regressão, nenhum parâmetro apresentou relação com um tempo de ventilação prolongado.

Os parâmetros mais avaliados até hoje na literatura e referentes a este tipo de doentes referem-se à análise de variáveis relacionadas com a performance do ventrículo esquerdo, quer ao nível da função diastólica, quer sistólica.

Podemos encontrar alguns estudos incidindo sobre a diástole do ventrículo esquerdo, em especial sobre as alterações induzidas pela hipoxémia crónica ou mantida. Johnson e col¹⁸⁵ estudaram 25 doentes com fibrose quística e cor pulmonale crónico, e concluíram que as modificações do Doppler cardíaco transvalvular mitral se relacionaram com a gravidade da doença de base (pulmonar). Schena e col¹⁸⁶ estudaram um conjunto de 30 doentes com doença pulmonar crónica obstrutiva e verificaram que a sobrecarga direita crónica era responsável pelas alterações do Doppler transvalvular mitral, mas independentes do padrão funcional respiratório.

A hipoxémia crónica é uma presença comum nestes doentes e diversos estudos identificam um possível papel da hipoxémia, condicionante da vasoconstrição reflexa dos vasos arteriais pulmonares e que modificam as características do Doppler transvalvular mitral. Cargill e col¹⁸⁷ estudaram um grupo de 8 indivíduos normais, submetidos a hipoxémia aguda, nos quais verificaram alterações do tipo disfunção diastólica. Outro estudo de Boussuges e col¹⁸⁸, que acompanharam um grupo de 8 expedicionários às

montanhas dos Himalaias, verificaram as mesmas alterações com a hipoxémia induzida pela altitude.

Um estudo por nós publicado¹⁸⁹, que incidiu na fase de desmame ventilatório de doentes ventilados por insuficiência respiratória crónica, põe em destaque a importância das modificações da diástole do ventrículo esquerdo durante a desconexão. Foram avaliados 30 doentes ventilados por exacerbação de insuficiência respiratória crónica, e um aumento do tempo de relaxamento isovolumétrico correlacionou-se com o sucesso do desmame ventilatório. Noutro estudo por nós efectuado, avaliando retrospectivamente dados ecocardiográficos e electrocardiográficos que se relacionassem com o tempo de ventilação e em que foram incluídos 115 doentes, a fibrilhação auricular e dilatação da aurícula esquerda forma importantes para a variável em questão. No entanto, nesse estudo as dimensões da aurícula esquerda não foram indexadas à área corporal, e a natureza retrospectiva do estudo não permitiu recolher informação de maior qualidade, por exemplo, acerca das cavidades direitas. No presente estudo a variável dilatação da aurícula esquerda mostrou uma relação forte com o tempo de ventilação mas sem atingir significado estatístico.

A falência cardíaca sistólica como causa de desmame ventilatório difícil é conhecida. Lemaire e col¹⁷⁴ estudaram 15 doentes ventilados por exacerbação de doença pulmonar crónica e desmame difícil. Em todos foi descrita patologia cardíaca prévia, de que se destaca: hipertensão pulmonar (n=4), cardiomiopatia dilatada (n=4), doença coronária documentada (n=5) e cor pulmonale (n=2). O desmame ventilatório foi monitorizado com um cateter da artéria pulmonar. Foi detectada uma

elevação significativa da pressão de oclusão de um ramo da artéria pulmonar (pressão de encravamento) e da pressão venosa central logo após a desconexão da ventilação com pressão positiva (de 8mmHg para 26mmHg, no caso da pressão de encravamento, de 3mmHg para 15mmHg no caso da pressão venosa central), sugestiva da presença de insuficiência cardíaca descompensada. Contudo é necessário realçar outros dados do trabalho destes autores. O débito cardíaco indexado à área corporal dos doentes estudados foi em todas as ocasiões normal (3,7 l/m² enquanto ventilados; 4,3 l/m², em ventilação espontânea); avaliada a fracção de ejeção (média de 54%), não fica claro qual o grau de falência ventricular esquerda. A principal sugestão é da existência de hipervolemia, esta sim a comprometer o desmame ventilatório. Aliás, a desconexão foi possível, após a indução de balanço hídrico negativo com a ajuda de diuréticos, com perda média de 5 litros por doente no espaço de uma semana. A sobrecarga hídrica como factor de dificuldade de desmame ventilatório é conhecida¹⁹⁰. Os dados por nós apresentados não contradizem os de Lemaire e col. Nós não estudámos especificamente a fase do desmame, apenas nos baseámos na realização de exames ecocardiográficos transtorácicos nas primeiras 24 horas de internamento (e ventilação); em segundo lugar, o exame utilizado por nós foi a ecocardiografia e Lemaire e col utilizou um cateter da artéria pulmonar, em conjugação com cintigrafia miocárdica. Contudo pode-se afirmar que a presença de um ventrículo esquerdo com função sistólica comprometida não foi à partida um factor de mau prognóstico, considerando quer o tempo de ventilação, quer o resultado (mortalidade).

Outros factores importantes, tais como a idade, não influenciaram quer o tempo de ventilação, quer a mortalidade.

IV.4.6. Limitações do estudo

Os parâmetros avaliados incidiram sobre a ecocardiografia. Não foram tidos em conta outros parâmetros da fisiologia respiratória, tal como caracterizados pelos critérios GOLD. A adopção destes critérios permitiria uma melhor caracterização funcional dos doentes estudados, identificando de forma formal os doentes com doença pulmonar obstrutiva crónica, ao invés de uma classificação mais funcional respiratória que foi por nós seguida.

IV.4.7. Conclusão

Em doentes admitidos numa UCI para ventilação mecânica por exacerbação de insuficiência respiratória crónica, o tempo de ventilação associou-se de forma significativa e independente com as dimensões do ventrículo direito, com a relação E/A mitral e gradiente de regurgitação tricuspíde. A dilatação do ventrículo direito associou-se de forma estatisticamente significativa e independente com a mortalidade.

Assim, a ecocardiografia pode ser utilizada como método não invasivo de identificação de doentes em risco de maior tempo de ventilação ou de morte.

Quadro IV.4.1. Dados demográficos dos doentes estudados, do total dos doentes e separando os doentes transferidos e falecidos.

| Parâmetro | Total | Transferidos (n=59) | Falecidos (n=14, 21,6%) | p |
|------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|------------------------------------|----------|
| Idade (anos) | 73,6 ± 10,2 (52-91) | 73,7 ± 10,3 (52-88) | 73,4 ± 10,1 (59-91) | ns |
| Sexo masculino (n) | 53 | 43 | 10 | |
| Tempo médio de ventilação (dias) | 13 ± 21,1 (0,8-92) | 9,3 ± 13,5 (0,8-41) | 33,3 ± 36,2 (1-92) | <0,001 |
| Tempo médio de internamento (dias) | 19,4 ± 25,9 (1-92) | 13,1 ± 15,4 (3-92) | 34,9 ± 41,6 (1-59,8) | <0,001 |
| APACHE II | 22,4 ± 7,8 (7-44) | 21,7 ± 7,5 (13-40) | 25,4 ± 8,8 (7-44) | 0,01 |
| SAPS II | 51,2 ± 15,9 (13-101) | 49,1 ± 15,1 (13-79) | 58,8 ± 17,4 (24-101) | 0,001 |
| Pressão arterial média (mmHg) | 86 ± 17 (70-115) | 88,5 ± 15,6 (70-115) | 78,3 ± 20,3 (71-107) | 0,02 |
| Pressão venosa central (mmHg) | 12,8 ± 4,5 (2-24) | 12,4 ± 4,6 (2-22) | 14,3 ± 3,5 (3-24) | 0,03 |
| Frequência cardíaca (bpm) | 97,4 ± 19,2 (71-122) | 95,9 ± 18,5 (72-121) | 105,1 ± 20,4 (71-122) | 0,01 |

Quadro IV.4.2. Parâmetros ecocardiográficos dos doentes estudados, separados em doentes transferidos e falecidos.

| | Total | Transferidos | Falecidos | Valor de p |
|--|---------------------------|----------------------------|----------------------------|------------|
| n | 74 | 59 | 14 | |
| Ventrículo esquerdo (mm/m ²) | 27 ± 3 (19-34) | 26,9 ± 3,3 (19-34) | 26,5 ± 3,9 (21-34) | ns |
| Ventrículo direito (mm/m ²) | 14 ± 4 (6-26) | 13,2 ± 3,9 (6-19) | 15,3 ± 3,6 (12-26) | ns |
| Aurícula direita | 43,7 ± 8,7 (32-54) | 42,6 ± 8 (32-51) | 47,5 ± 9,9 (36-54) | 0,024 |
| Aurícula esquerda (mm/m ²) | 20 ± 4 (13-26) | 20,3 ± 3,8 (14-26) | 20,6 ± 4,4 (13-26) | ns |
| VD/VE | 0,51 ± 0,15 (0,4-1,1) | 0,49 ± 0,14 (0,4-0,9) | 0,59 ± 0,17 (0,4-1,1) | ns |
| Fracção de encurtamento do ventrículo esquerdo (%) | 28,6 ± 5,9 (12-37) | 28,4 ± 6,2 (14-37) | 29,1 ± 5,2 (12-32) | ns |
| Índex cardíaco (l/min/m ²) | 3,47 ± 0,97 (2,1-7,82) | 3,46 ± 1,02 (2,88-5,12) | 3,24 ± 0,75 (2,1-7,82) | ns |
| VCI (mm) | 18 ± 4,4 (6-27) | 17,8 ± 4,6 (6-24) | 18,9 ± 3,3 (8-27) | ns |
| Índex VCI (%) | 23,3 ± 22,9 (0-84) | 24,9 ± 23,9 (22-84) | 14,1 ± 16,7 (0-80) | 0,001 |
| E/A mitral | 0,79 ± 0,3 (0,42-1,52) | 0,76 ± 0,24 (0,58-1,32) | 0,88 ± 22,1 (0,42-1,52) | ns |
| TRIV (milisegundos) | 90,9 ± 22,2 (62-124) | 91,2 ± 22,5 (66-124) | 88,1 ± 22,1 (62-118) | ns |
| Gradiente transvalvular tricuspide | 30,4 ± 9,3 (11-65) | 29,9 ± 9,1 (15-65) | 31,8 ± 10,2 (11-45) | ns |

Legenda: mm, milímetros; VD/VE, relação entre a dimensão telediastólica do ventrículo direito e esquerdo; E/A, relação entre as ondas E e A do fluxo transvalvular mitral; TRIV, tempo de relaxamento isovolumétrico; VCI, veia cava inferior; PAM pressão arterial média; bpm, batimentos por minuto; mHg, milímetros de mercúrio; VD, ventrículo direito; VE ventrículo esquerdo. Todos os valores em média, dp e limites.

Quadro IV.4.3. Alterações ecocardiográficas encontradas.

| | Dilatação do VE | Dilatação da AE | Dilatação do VD | Fracção de encurtamento diminuída | HVE | Total de doentes com alterações ecocardiográficas |
|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------|-------------|---|
| n | 7 (9,4%) | 25 (33,8%) | 27 (36,5%) | 17 (22,9%) | 7 (9,4%) | 42 (56,7%) |

Nota: vários doentes apresentaram mais de uma alteração, pelo que o total de doentes com alterações não corresponde à soma das alterações.

As percentagens referem-se ao total de doentes estudados (n=74).

Quadro IV.4.4. Descrição demográfica e clínica dos doentes com e sem alterações cardíacas

| Parâmetro | Doentes sem alterações ecocardiográficas (n=32) | Doentes com alterações ecocardiográficas (n=42) | P |
|----------------------|---|---|------|
| Idade | 71 ± 11,6 (52-91) | 74,8 ± 8,7 (57-89) | ns |
| Dias de ventilação | 13,4 ± 22,4 (0,8-92) | 13,7 ± 17,7 (1,8-62) | ns |
| Dias de internamento | 16,8 ± 24,3 (1-92) | 18,5 ± 25,4 (2,5-141) | ns |
| APACHE II | 22,1 ± 7,2 (14-44) | 22,2 ± 8,3 (7-43) | ns |
| SAPS II | 48,1 ± 15,3 (13-78) | 52,6 ± 15,8 (31-101) | ns |
| PAM | 88 ± 20 (70-115) | 85 ± 15 (71-107) | ns |
| FC | 98,7 ± 16,5 (75-122) | 97,1 ± 21,6 (71-119) | ns |
| PVC | 11,8 ± 4,1 (2-20) | 13,5 ± 4,2 (2-24) | ns |
| Mortalidade | 5 (15,6%) | 10 (23,8%) | 0,05 |

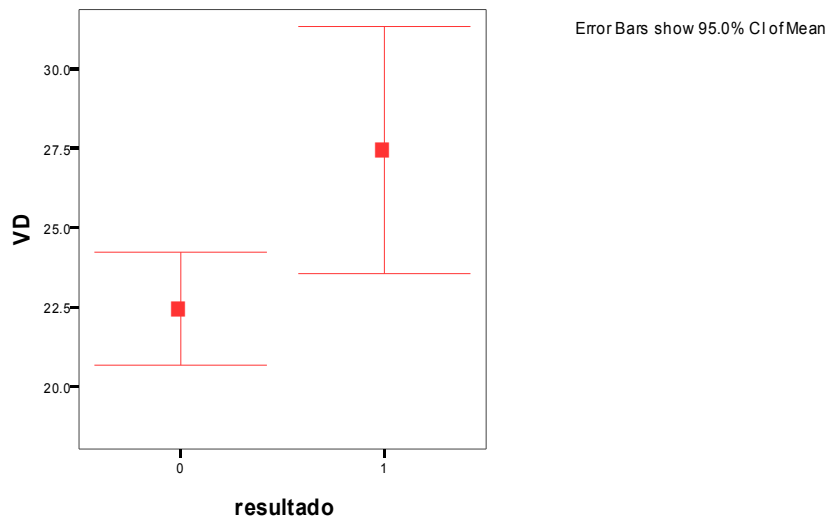


Figura IIV.4.1. Demonstração gráfica tipo *error bar* da relação das dimensões do ventrículo direito com a mortalidade.

IV.5. A Ecocardiografia Transesofágica numa Unidade de Cuidados Intensivos Polivalente

IV.5.1 Introdução

A ecocardiografia transesofágica apresenta, em certas situações clínicas, grandes vantagens relativamente à ecocardiografia transtorácica, mesmo em Cuidados Intensivos. Permite uma melhor definição das estruturas anatómicas, em especial uma excelente visualização da aurícula esquerda e dos aparelhos valvulares mitral e aórtico. Os grandes vasos intra torácicos são igualmente mais acessíveis à ecocardiografia transesofágica, em particular a aorta e a emergência das artérias pulmonares. Por outro lado, a existência de feridas cirúrgicas, pensos torácicos ou abdominais não constituem obstáculo à técnica. Esta não pode ser utilizada apenas em doentes com patologia esofágica.

Por este motivo a suspeita de patologia envolvendo as estruturas acima mencionadas são melhor estudadas com recurso à ecocardiografia transesofágica.

Não é de espantar, por isso, que este exame seja considerado de primeira linha no intra operatório de cirurgia torácica, que permite um acesso anatómico ao procedimento cirúrgico, com possibilidade de correcção imediata de patologia potencialmente perigosa para a vida do doente.

Nesta linha de raciocínio, a ecocardiografia transesofágica é particular-

mente útil no seguimento de doentes em pós-operatório de cirurgia cardíaca, onde a grande causa de instabilidade hemodinâmica está relacionada com o procedimento cirúrgico recente, incluindo a disfunção de prótese, a doença segmentar ou a presença de derrame pericárdico.

Em Cuidados Intensivos Polivalentes a ecocardiografia transesofágica tem sido utilizada com propósitos mais específicos, sendo apresentada como útil na avaliação de parâmetros dinâmicos de avaliação da resposta aos fluidos ou na aferição do débito cardíaco, através da determinação do volume telediastólico do ventrículo esquerdo.

Neste capítulo pretendemos apresentar a nossa experiência com a ecocardiografia transesofágica ao longo do período de estudo. Avaliam-se o motivo do exame e a informação acrescida que este disponibilizou.

IV.5.2. Material

No período de tempo em que decorreu o estudo, realizaram-se 21 exames ecocardiográficos transesofágicos, dos 14 em doentes sujeitos a ventilação mecânica.

As características demográficas, clínicas e ecocardiográficas dos doentes estudados resumem-se no quadro IV.5.1.

IV.5.3. Métodos

A metodologia do exame transesofágico executado nos doentes está descrita no capítulo respectivo. Todos os doentes realizaram primeiro um exame por ecocardiografia transtorácica.

Apresentam-se os dados de acordo com os resultados obtidos pelo exame transesofágico, avaliando a informação pretendida e a informação obtida. Se foi obtido um novo diagnóstico, este foi assinalado. O motivo que levou à execução do exame foi assinalado, bem como os diagnósticos insuspeitos obtidos.

Os dados são apresentados individualmente, descrevendo-se cada caso de forma sucinta, relativamente à condição clínica do doente e aos achados do exame transesofágico.

Em todos os exames fez-se a comparação com os dados do exame transtorácico realizado previamente.

Foram considerados dados novos sempre que o exame transesofágico revelou nova informação, não fornecida pelo exame transtorácico. Esta foi dividida em informação que alterou diagnóstico ou terapêutica e informação nova que não alterou diagnóstico ou terapêutica.

IV.5.4. Resultados

Dos 21 estudos efectuados, apenas um foi realizado por ausência de informação por ecocardiografia transtorácica. Relativamente a alterações ecocardiográficas detectadas por ecocardiografia transtorácica realizada antes do exame transesofágico, estas foram observadas em 8 doentes: dilatação do ventrículo esquerdo, 2; dilatação da aurícula esquerda, 7; dilatação do ventrículo direito, 6, fracção de encurtamento do ventrículo esquerdo <28%, 7. Alguns doentes apresentavam mais de uma alteração ecocardiográfica. Por ecocardiografia transtorácica, em 1 doente não foi possível obter as dimensões das cavidades, a veia cava inferior foi

visualizada em 18 doentes, o gradiente de regurgitação tricúspide em 10 doentes, a relação E/A mitral foi avaliada em 13 doentes e o tempo de relaxamento isovolumétrico em 15 doentes. Em 14 doentes foi possível avaliar o débito cardíaco.

No quadro IV.5.2. resumem-se as indicações colocadas para a realização dos exames transesofágicos.

No quadro IV.5.3. resume-se a informação nova que foi obtida na sequência dos exames transesofágicos.

Os casos sujeitos a ecocardiografia transesofágica são de seguida descritos:

Caso 1. Doente do sexo feminino, de 72 anos, em pós-operatório de hérnia interna, admitida na UCI para suporte ventilatório na sequência de hipoxémia não explicada. O exame transtorácico não sugeriu a existência de patologia cardíaca, não foi possível obter o débito cardíaco. O exame transesofágico foi realizado para excluir a presença de tromboembolismo pulmonar, e não forneceu informação adicional. No momento do exame a doente encontrava-se ventilada e foi posteriormente transferida.

Caso 2. Doente de 86 anos sexo masculino, admitido na UCI por insuficiência respiratória parcial, para suporte ventilatório na sequência de exacerbação de doença pulmonar crónica. O ecocardiograma transtorácico não revelou qualquer patologia, e realizou exame transesofágico para excluir presença de tromboembolismo pulmonar. Este exame não forneceu informação adicional de relevo. Encontrava-se ventilado no momento da realização do exame e veio a falecer na UCI.

Caso 3. Doente 34 anos sexo masculino, admitido na UCI por insuficiência respiratória global, por pneumopatia intersticial, seropositivo para HIV-1, com hábitos de toxicod dependência para drogas endovenosas. O exame ecocardiográfico transtorácico não revelou qualquer patologia, realizou exame transesofágico para excluir a presença de vegetações valvulares, e não adicionou informação relevante. Encontrava-se ventilado no momento da realização do exame e foi posteriormente transferido da UCI.

Caso 4. Doente de 50 anos, sexo masculino, admitido por instabilidade hemodinâmica (hipotensão). O ecocardiograma transtorácico revelou um ventrículo esquerdo dilatado e com má função sistólica global (miocardiopatia dilatada, sem etiologia definida). Realizou exame transesofágico para despiste de tromboembolismo pulmonar, e que revelou a presença de um trombo no apex do ventrículo esquerdo já com sinais de organização, constituindo informação nova, embora não condicionado alterações terapêuticas. Encontrava-se ventilado na altura do exame e foi posteriormente transferido.

Caso 5. Doente de 79 anos, sexo feminino, admitida na UCI por insuficiência respiratória global. Posteriormente identificou-se a presença de neoplasia do pulmão. A ecocardiografia transtorácica revelou a presença de estruturas mal definidas na aurícula direita e realizou exame transesofágico. As estruturas visualizadas correspondiam a uma exuberante rede de Chiari, sendo um novo achado mas sem relevância

clínica. Ventilada no momento do exame, veio posteriormente a falecer. O esclarecimento destas imagens contou com a colaboração de especialistas (visualização de vídeo).

Caso 6. Doente de 80 anos, sexo feminino, admitida na UCI para suporte ventilatório por insuficiência respiratória global, com hipoxémia importante e necessidade de fracção inspirada de oxigénio elevada. O ecocardiograma transtorácico não revelou alterações de registo. Fez exame transesofágico para excluir presença de tromboembolismo pulmonar, o qual não adicionou informação relevante. Ventilada no momento da realização do exame, veio a falecer posteriormente.

Caso 7. Doente de 25 anos, sexo feminino com LED sistémico e atingimento renal e pulmonar, admitida em pós-operatório de cirurgia electiva. Por ecocardiografia transesofágica foi detectada uma insuficiência mitral que se suspeitou de grave e realizou exame transesofágico. Este confirmou os achados do ecocardiograma transtorácico e não adicionou mais informação. Não ventilada no momento da execução do exame, posteriormente transferida.

Caso 8. Doente de 47 anos, sexo feminino, admitida na UCI para monitorização de pós-operatório de isquemia da artéria mesentérica. O ecocardiograma transtorácico não revelou alterações, mas a idade da doente e a natureza da sua patologia indicou um exame transesofágico para excluir fonte embolígena cardíaca, que não revelou. Não ventilada no momento da realização do exame, foi posteriormente transferida.

Caso 9. Doente de 60 anos, sexo feminino, admitida na UCI em pós-operatório de cirurgia electiva. Insuficiente renal crónica em hemodiálise, na ecocardiografia transtorácica detectou-se uma insuficiência mitral suspeita de ser grave e realizou exame transesofágico para melhor apreciação. Este excluiu valvulopatia grave. A doente não estava ventilada no momento da realização do exame, e foi posteriormente transferida.

Caso 10. Doente de 69 anos, sexo masculino, admitido na UCI por instabilidade hemodinâmica. Com 2 próteses mecânicas, em posições mitral e aórtica, na admissão suspeitou-se de situação séptica. A ecocardiografia transtorácica não revelou alterações, fez exame transesofágico que revelou a presença de vegetação na prótese mitral. Não estava ventilado na altura do exame e veio a falecer posteriormente.

Caso 11. Doente de 47 anos, sexo feminino, admitida na UCI por insuficiência respiratória parcial grave. A radiografia do tórax sugeria edema pulmonar, o exame transtorácico foi compatível com cardiomiopatia hipertrófica obstrutiva, com insuficiência mitral grave. O exame transesofágico confirmou os dados do exame transtorácico e foi neste caso solicitada a consultadoria de especialista de cardiologia. A doente estava ventilada no momento da realização do exame, o desmame ventilatório revelou-se muito difícil, desenvolveu complicações diversas, nomeadamente infecciosas e veio a falecer.

Caso 12. Doente de 31 anos, sexo masculino, admitido por insuficiência respiratória parcial. Toxicodependente para drogas endovenosas, com abscessos do musculo psoas drenados. Suspeitou-se de endocardite, o exame transtorácico foi normal, o transesofágico também. Estava ventilado no momento do exame e foi depois transferido.

Caso 13. Doente de 37 anos, sexo masculino, admitido na UCI por sépsis. Transplante hepático não recente, o exame transtorácico foi inconclusivo, o exame transesofágico revelou a presença de vegetação tricúspide. Esta informação foi nova e alterou a estratégia terapêutica.

Caso 14. Doente de 57 anos, sexo masculino, admitido na UCI por insuficiência respiratória parcial. Sujeito a hepatectomia recentemente (1 semana antes do internamento), o exame transtorácico revelou a presença de uma vegetação mitral e insuficiência mitral importante. Realizou exame transesofágico para aferir a gravidade da regurgitação mitral, que foi classificada como grave. Não estava ventilado na altura do exame, foi posteriormente transferido. Este exame requereu consultadoria de especialista de cardiologia.

Caso 15. Doente de 79 anos, sexo feminino, admitida na UCI para suporte ventilatório por insuficiência respiratória global. Antecedentes de doença pulmonar crónica, desenvolve hipotensão. A ecocardiografia transtorácica não revela alterações, fez exame transesofágico para despiste de tromboembolismo pulmonar, que despistou. Estava ventilada na altura do exame, foi transferida.

Caso 16. Doente de 82 anos, sexo feminino, admitida para vigilância de pós-operatório de colecistite aguda. Doente com prótese valvular mecânica em posição aórtica, o desmame ventilatório revela-se difícil, suspeita-se etiologia cardíaca com exame transtorácico inconclusivo. O exame transesofágico revela a presença de *leak* periprótese, constituindo nova informação relevante. Transferido para uma UCI de cirurgia cardíaca, após consultadoria da cardiologia. Ventilado no momento da realização do exame.

Caso 17. Doente de 84 anos, sexo feminino, admitida na UCI para suporte ventilatório por insuficiência respiratória parcial. Insuficiente renal crónica em hemodiálise, tinha como acesso vascular um cateter permanente. Identificou-se quadro séptico, fez exame transtorácico que não identificou vegetações, e realizou exame transesofágico que identificou uma vegetação em cateter de hemodiálise. Ventilada no momento da realização do exame, veio posteriormente a falecer em falência multiórgão.

Caso 18. Doente de 34 anos, sexo masculino, admitido na UCI por peritonite na sequência de iatrogenia intra operatória – perfuração do estômago na tentativa de colocação de banda gástrica. Em falência multiórgão durante cerca de 5 semanas, o exame transtorácico não revelou alterações de registo, o exame transesofágico despistou presença de vegetações valvulares, não adicionando informação relevante. Ventilado na altura do exame, foi posteriormente transferido.

Caso 19. Doente de 70 anos, sexo feminino, admitida na UCI para suporte ventilatório em contexto de insuficiência respiratória global por doença pulmonar crónica exacerbada. O exame transtorácico foi normal, realizou exame transesofágico para exclusão de tromboembolismo pulmonar. Ventilada no momento da realização do exame, foi posteriormente transferida.

Caso 20. Doente de 60 anos, sexo masculino, admitido na UCI em pós-operatório de cirurgia urgente por isquemia da artéria mesentérica. O ecocardiograma transtorácico foi impossível, e realizou exame transesofágico para obter informação sobre o estado do coração e despiste de fonte embólica. O exame foi normal, mas toda a informação obtida pode ser considerada nova. Ventilado no momento da realização do exame, veio a falecer na UCI.

Caso 21. Doente de 73 anos, sexo masculino, transplantado hepático (não recente), admitido na UCI em pós-operatório de reanastomose do intestino. Hipotenso, o ecocardiograma transtorácico não revela patologia cardíaca significativa, faz exame transesofágico para excluir tromboembolismo pulmonar. Ventilado no momento do exame, é posteriormente transferido.

IV.5.5. Discussão

Os dados por nós descritos revelam que a utilidade do exame ecocardiográfico foi definida fundamentalmente em situações onde se requeria uma melhor definição das estruturas cardíacas, em particular das

estruturas valvulares e apreciação de trombos intracavitários. Mas mesmo neste contexto, apenas 4 exames dos 21 realizados trouxeram informação relevante em termos diagnósticos ou terapêuticos.

Existe alguma disputa entre diversos autores sobre qual a melhor abordagem do doente crítico por ecocardiografia, se executando por rotina o exame transesofágico ou abordando inicialmente os doentes por ecocardiografia transtorácica.

Nós próprios, no início da nossa actividade em ecocardiografia na Unidade de Cuidados Intensivos, realizámos um estudo por ecocardiografia transesofágica em 30 doentes consecutivos, sujeitos a ventilação mecânica, e encontrámos uma série de novos achados². Contudo, posteriormente reservámos a abordagem transesofágica para casos seleccionados, e as indicações descritas neste capítulo são um exemplo da evolução do papel da ecocardiografia na Unidade de Cuidados Intensivos, alterada com a prática mais regular e moldada aos doentes por nós tratados. Assim, neste capítulo, a maioria dos exames foram efectuados para pesquisa de patologia específica e sempre após realização de um exame transtorácico, cuja informação foi considerada insuficiente.

O tipo de doentes que admitimos por rotina na nossa Unidade, em conjugação com o tipo de informação que necessitamos e com os resultados obtidos com a ecocardiografia transesofágica, parecem decisivos na escolha da abordagem dos doentes.

De entre os autores que defendem o exame trasesofágico como exame de eleição, destaca-se Vieillard-Baron e col¹⁹¹. Com estes autores, a utilização da ecocardiografia transesofágica trouxe mesmo novo conhecimento no

campo da resposta aos fluidos. Outros autores, como Polaert e col, estudaram a disfunção diastólica associada à sépsis por ecocardiografia transesofágica, demonstrando que na sépsis severa este distúrbio é bastante frequente¹⁹². Destacamos igualmente que estes autores são cardiologistas de formação, que trabalham em Unidades de Cuidados Intensivos não coronárias

Para além dos doentes submetidos a cirurgia cardíaca, um grupo de doentes onde a ecocardiografia transesofágica pode ser útil são doentes queimados e os politraumatizados¹⁹³. Curiosamente, Yanagawa^{140,141,194-199} descrevem um caso de identificação de hipovolémia em doente politraumatizado por avaliação da veia cava inferior, enaltecendo as qualidades deste exame no tempo de diagnóstico²⁰⁰.

Convém assinalar ainda algumas características do exame ecocardiográfico transesofágico. Trata-se de um exame semi-invasivo, tecnicamente é mais difícil de executar em Cuidados Intensivos, em particular no doente ventilado (é necessário especial cuidado com as sondas naso-gástricas que invariavelmente se deslocam quando se mobiliza e retira a sonda; por vezes a entubação requer a laringoscopia; existe muitas vezes necessidade de sedação extra), mas o treino é mais exigente.

O sucesso do exame transtorácico no doente crítico depende igualmente da informação pedida. Com janelas acústicas subóptimas muito frequentes, a avaliação rigorosa de doença segmentar do ventrículo esquerdo ou de aparelhos valvulares fica muitas vezes comprometida. Mas, e de acordo com os nossos dados, a apreciação das dimensões das cavidades, da função sistólica do ventrículo esquerdo e a obtenção do débito cardíaco é

possível numa grande maioria dos doentes de Cuidados Intensivos. Acresce ainda referir que a obtenção do débito cardíaco, através da análise do Doppler do tracto de saída do ventrículo esquerdo, por ecocardiografia transesofágica é mais problemática.

Neste contexto, como seria de esperar, a utilização da ecocardiografia transesofágica em cirurgia cardíaca e em Unidades de Cuidados Intensivos dedicadas aos doentes em pós-operatório de cirurgia cardíaca é seu o campo de aplicação por excelência^{140,141,194-199}.

Os exemplos de aplicação abundam em relatos de casos clínicos, séries de casos, e opiniões de diversos autores. Em anestesia cardíaca, existem mesmo documentos de ensino da técnica^{140,201-214}.

Fora deste contexto as referências são mais vagas, mas a sua utilização mais consensual implica a realização de ecocardiograma transesofágico perante indicações mais precisas: a) avaliação anatómica, com quantificação da função sistólica do ventrículo esquerdo, avaliação dos aparelhos valvulares, despiste de valvulopatia e fonte embolígena; b) avaliação de parâmetros dinâmicos de resposta aos fluidos c) determinação da pré carga do ventrículo esquerdo por determinação da respectiva área telediastólica; d) a existência de sondas Doppler que permitem a monitorização contínua do débito cardíaco veio dar alguma luz às possibilidades de monitorização contínua de parâmetros fisiológicos com métodos não invasivos^{115,198,215,216}.

Em situações de emergência existem relatos de que a utilização da ecocardiografia transesofágica pode melhorar e acelerar as propostas terapêuticas. Contudo mesmo estes estudos foram realizados em doentes

pós cirurgia cardíaca e existem escassos relatos da utilização da ecocardiografia transesofágica fora deste contexto.

Cumpra ainda chamar a devida atenção para o papel da consultadoria de especialista mais treinado. De acordo com a nossa experiência e ambiente de trabalho, a avaliação de patologia valvular grave é crítica e infrequentemente encontrada. Ao longo do presente trabalho este facto pode ser encontrado e constitui a nossa prática corrente. Na presença de cardiopatia valvular grave, em especial se suspeita de condicionar a condição clínica do doente, sentimos a necessidade de convocar um especialista nesta área para melhor avaliação do doente. Este facto sucedeu por vezes neste estudo.

Outra vertente desta abordagem é a necessidade de um maior treino para a realização de ecocardiograma transesofágico. Esta necessidade pode condicionar o acesso de ecocardiografistas não cardiologistas à técnica, em especial em Cuidados Intensivos.

IV.5.6. Limitações do estudo

O tipo de doentes por nós avaliado reflecte o tipo de Unidade de Cuidados Intensivos onde o estudo decorreu. Por este motivo as conclusões não podem ser generalizadas a todas as unidades e a todos os doentes críticos, pois em Unidades com um número maior de patologia cardíaca ou poli-traumatizados, esta abordagem terá de ser utilizada mais frequentemente.

IV.5.7. Conclusão

Na nossa Unidade de Cuidados Intensivos, ecocardiografia transesofágica foi utilizada de forma muito seleccionada, para responder a perguntas concretas, que na sua maioria se prenderam com a avaliação dos aparelhos valvulares e despiste de fonte embolígena de origem cardíaca. Num total de 704 doentes, só 21 foram estudados por ecocardiografia transesofágica. Em alguns casos, a informação da ecocardiografia transesofágica foi bastante útil permitindo o diagnóstico de situações graves e não possível por outros meios, em especial em situações com suspeita de envolvimento valvular significativo. A consultadoria por especialista treinado pode ser igualmente útil na avaliação de patologia cardíaca mais complexa.

Quadro IV.5.1. Características demográficas, clínicas e ecocardiográficas dos doentes estudados.

| Parâmetro | Valor |
|--|-------------------------|
| N | 21 |
| Sexo masculino (n) | 11 |
| Idade, anos, média, dp (limites) | 58,3 ± 20,1 (25-86) |
| Dias de internamento, média, dp (limites) | 12,9 ± 13,1 (0,9-49,9) |
| Pressão arterial média, mmHg, média, dp (limites) | 73,8 ± 19,5 (47-107) |
| Frequência cardíaca, bpm, média, dp (limites) | 104 ± 20 (66-112) |
| PVC mmHg, média, dp (limites) | 12,4 ± 4,9 (4-19) |
| APACHE II, média, dp (limites) | 24,8 ± 9,5 (8-42) |
| Mortalidade, n (%) | 12 (57%) |
| VE mm/m ² , média, dp (limites) | 27,5 ± 3,8 (20-37) |
| AE mm/m ² , média, dp (limites) | 20,1 ± 4,1 (15-27) |
| VD mm/m ² , média, dp (limites) | 12,6 ± 3,5 (6-19) |
| AD mm/m ² , média, dp (limites) | 41,2 ± 6,8 (30-50) |
| F. enc., %, média, dp (limites) | 29,8 ± 5,2 (10-33) |
| E/A mitral, média, dp (limites) | 0,95 ± 0,33 (0,63-1,23) |
| TRIV milisegundos, média, dp (limites) | 68 ± 18,1 (42-89) |
| Gradiente de regurgitação tricúspide mmHg, média, dp (limites) | 39,1 ± 8,8 (34-58) |
| VCI mm, média, dp (limites) | 19,2 ± 4 (14-28) |
| Índex VCI %, média, dp (limites) | 18,7 ± 28 (0-100) |
| IC l/m ² , média, dp (limites) | 3,803 ± 0,928 |
| SAPS II, média, dp (limites) | 56,2 ± 16,8 (40-80) |

Quadro IV.5.2. Indicações para a realização do exame ecocardiográfico transesofágico.

| Critério | n |
|---|----------|
| Suspeita de tromboembolismo pulmonar/fonte embólica | 9 |
| Suspeita de vegetações | 6 |
| Suspeita de disfunção valvular grave | 3 |
| Caracterização de anomalias detectadas em exame transtorácico | 1 |
| Pesquisa de fonte embolígena de origem sistémica | 1 |
| Por exame transtorácico não informativo | 1 |

Quadro IV.5.3. Exames transesofágicos realizados de acordo com nova informação.

Qualidade da informação acrescida por ecocardiografia transesofágica (n=21)

| | |
|--|----|
| Exames que não adicionaram nova informação (n) | 15 |
| Exames que adicionaram nova informação, mas não relevantes para o diagnóstico ou terapêutica (n) | 2 |
| Exames que adicionaram informação com impacto no diagnóstico ou terapêutica (n) | 4 |

IV.6. Avaliação Sistemática e de Rotina de Doentes Admitidos numa Unidade de Cuidados Intensivos por Ecocardiografia

IV.6.1. Introdução

Com a execução seriada e de rotina de exames ecocardiográficos transtorácicos aos doentes internados numa Unidade de Cuidados Intensivos, pretende-se obter uma série de respostas, tais como, a capacidade técnica de executar o exame ecocardiográfico, definido pela possibilidade de obtenção de um conjunto de variáveis; avaliação do impacto da informação obtida por ecocardiografia transtorácica; avaliação do valor prognóstico para objectivos nobres (tempo de internamento, de ventilação e mortalidade) da informação ecocardiográfica.

Embora as potencialidades da ecocardiografia sejam repetidamente enunciadas, responder às questões a que nos propomos neste capítulo é uma parte crucial da implementação da técnica neste ambiente específico.

Neste sentido, o trabalho que de seguida se apresenta, corresponde ao registo contínuo da aquisição de informação relevante numa Unidade de Cuidados Intensivos. Dele se espera poder dar um contributo para as questões enunciadas, colocando como hipótese, de que um exame ecocardiográfico neste tipo de doentes é viável, quer do ponto de vista da aquisição da informação, quer do ponto de vista da sua utilidade.

IV.6.2. Material

Foram incluídos os doentes admitidos na Unidade de Cuidados Intensivos entre Agosto de 2002 e Dezembro de 2005, submetidos a exame ecocardiográfico transtorácico nas primeiras 24 horas de internamento.

Neste período foram estudados 704 doentes por ecocardiografia transtorácica, com uma média etária de $61,5 \pm 17,5$ anos, com uma duração média de internamento de $10,7 \text{ dias} \pm 17,1$, APACHE II médio de $22,6 \pm 9$, SAPS II médio de $52,7 \pm 20,4$ e mortalidade de 185 (26,3%). Do total de doentes, 426 (65,3%) eram do foro médico (doentes admitidos sem patologia operatória), 181 (25,7%) do foro cirúrgico (doentes admitidos com patologia operatória) e 97 (13,7%) eram doentes sujeitos a transplante hepático. No momento da realização do exame ecocardiográfico, 451 (64%) encontravam-se sob ventilação mecânica.

A idade média dos doentes médicos foi mais elevada quer comparada com os doentes cirúrgicos ($p=0,023$), quer com os doentes transplantados. De acordo com os subgrupos de doentes médicos, o mais numeroso é representado pelos doentes com patologia respiratória, em especial doentes admitidos com exacerbação de doença pulmonar crónica. Os indicadores de gravidade de doença mais elevados pertencem aos doentes com patologia neurológica e oncológica e a maior mortalidade foi observada nos doentes oncológicos e com infeção ou sépsis. De notar que os doentes com patologia neurológica correspondem em boa medida a doentes com encefalopatias pós-anóxicas, na sua maioria resultado de paragem cardio-respiratória. Apesar de índices de gravidade elevados, a não observação de uma mortalidade especialmente elevada neste grupo

deve-se fundamentalmente a dois factos: aos modelos de classificação APACHE II e SAPS II que penalizam fortemente a existência de alterações neurológicas (avaliadas pela escala de Glasgow), e ao facto de muitos destes doentes serem transferidos em ventilação espontânea por traqueostomia, ou seja, em condições ventilatórias relativamente precárias. Relativamente às síndromes de admissão, 362 doentes foram admitidos por insuficiência respiratória para a respectiva assistência mecânica e 151 foram admitidos também em falência circulatória. Oito doentes foram admitidos para suporte de função renal.

O quadro IV.6.1. descreve mais detalhadamente as características clínicas e demográficas dos doentes, separados nos grandes grupos de diagnóstico.

IV.6.3. Métodos

Procedeu-se à realização de ecocardiografia transtorácica a todos os doentes admitidos a estudo, de acordo com o descrito no Capítulo de Material e Métodos. Em todos os doentes se tentou obter as dimensões das cavidades, a fracção de encurtamento do ventrículo esquerdo, a análise Doppler do fluxo de entrada do ventrículo esquerdo, o débito cardíaco, a regurgitação tricuspíde e as variáveis da veia cava inferior. Foram valorizados dois tipos de alterações ecocardiográficas. O primeiro sempre que as dimensões da(s) cavidade(s) ou a alteração da fracção de encurtamento do ventrículo esquerdo estava presente, a segunda sempre que se observou um diagnóstico ecocardiográfico traduzindo patologia intrínseca a necessitar de intervenção urgente ou consultadoria por especialista. As alterações valvulares e a presença de hipertrofia

ventricular esquerda foram também registadas.

A análise estatística consistiu na utilização dos testes descritos em Material e Métodos.

IV.6.4. Resultados

Nos 704 doentes estudados, 428 (60,7%) eram do sexo masculino. Em 4 o exame transtorácico foi impossível (sem janela acústica), e as restantes variáveis ecocardiográficas apresentaram possibilidades de obtenção diversa. Em 689 doentes (97,8%) foi possível obter as dimensões das cavidades, e em 670 doentes (95,2%) foi possível avaliar a fracção de encurtamento e o débito cardíaco em 610 (86,7%) doentes. As restantes variáveis foram obtidas num número menor de doentes (quadro IV.6.2.).

De acordo com as variáveis ecocardiográficas avaliadas foi possível caracterizar os doentes, quer na totalidade da amostra, quer por grupos de diagnóstico. No quadro IV.6.3. as características ecocardiográficas são apresentadas, e separadas por grupos de diagnóstico. Verificamos que a aurícula esquerda dos doentes médicos apresentaram maiores dimensões quer comparada com os doentes cirúrgicos ($p=0,017$), quer com os transplantados ($p < 0,001$); a dimensão máxima da veia cava inferior dos doentes médicos foi maior comparativamente aos doentes cirúrgicos ($p=0,001$) e transplantados ($p=0,033$); a relação E/A mitral foi menor comparativamente aos doentes cirúrgicos ($p=0,006$) e aos transplantados ($p < 0,001$); o índice cardíaco dos doentes transplantados foi maior que nos médicos ($p=0,006$).

Em 77 doentes (10,9%) foi identificada patologia cardíaca considerada grave, que se apresentam no quadro IV.6.4. Salientamos os 2 casos com miocardiopatia hipertrófica com obstrução subvalvular e os 10 casos de cardiomiopatia dilatada. Os casos de endocardite, de trombos intracavitários e derrames pericardíacos com tamponamento são igualmente significativos na perspectiva da ecocardiografia. A insuficiência tricúspide não foi incluída nos diagnósticos de patologia valvular severa, mesmo quando superior a 40mmHg.

No conjunto dos doentes foram detectados 234 (33,2%) com alterações ecocardiográficas. A prevalência destas alterações está assinalada no quadro IV.6.3., separadas por grupos de diagnóstico, e no quadro IV.6.5. estão assinaladas por grandes grupos (médicos, cirúrgicos e transplantados). A alteração ecocardiográfica mais frequentemente encontrada foi a dilatação da aurícula esquerda. Os doentes do foro médico apresentaram uma maior prevalência de alterações ecocardiográficas, enquanto que os doentes de transplante hepático apresentaram uma baixa prevalência de alterações. Neste último grupo, nenhum doente apresentou alteração da fracção de encurtamento. A alteração mais frequentemente encontrada nos doentes cirúrgicos foi a dilatação da aurícula esquerda. O grupo com maior prevalência de achados ecocardiográficos anormais foi o grupo de doentes com patologia cardiovascular. Nos doentes médicos, observou-se uma prevalência igualmente elevada, superior a 50% nos doentes com patologia do foro neurológico e nos doentes com doença respiratória crónica. Já os doentes com doenças do foro gastrointestinal (constituído na sua maioria por doentes com cirrose hepática e pancreatite), do foro

oncológicos e classificados como outros (constituído na sua maioria por doentes com intoxicações diversas) apresentaram uma baixa prevalência de alterações ecocardiográficas.

Foram detectadas alterações valvulares em 342 (48,6%) doentes, embora apenas 47 fossem consideradas significativas do ponto de vista clínico (quadro IV.6.6.). Das valvulopatias consideradas significativas, 37 correspondem a regurgitação tricuspíde com gradiente transvalvular superior a 40mmHg.

Na análise comparativa com os doentes com exames normais, os doentes com alterações ecocardiográficas pertencem a um grupo etário mais idoso ($p<0,001$), apresentavam uma pressão arterial média mais baixa ($p<0,001$), uma pressão venosa central mais elevada ($p<0,001$), uma dimensão máxima da veia cava inferior mais elevada ($p<0,001$) e respectivo index mais baixo ($p<0,001$), e índices de gravidade e mortalidade mais elevada ($p<0,001$) (quadro IV.6.7).

A distância E-septo foi avaliada e encontrou-se uma correlação com a fracção de encurtamento, que se demonstra graficamente na figura IV.6.1. ($r=0,86$, $p<0,001$). Verificámos que nos 578 doentes com fracção de encurtamento superior a 28% a média da distância E-septo foi de $1,03 \text{ mm} \pm 1,29$ (limites, 0-5) e nos 132 doentes com fracção de encurtamento inferior a 28% a distância E-septo foi de $9,06 \pm 4,8$ (limites, 2-21).

Na amostra de doentes estudada observou-se uma mortalidade de 26,3% ($n=185$). Os dados comparativos entre os doentes transferidos e falecidos estão apresentados no quadro IV.6.8. Verificamos que as diferenças encontradas referem-se fundamentalmente aos dados clínicos e

demográficos. Os dados ecocardiográficos não apresentam diferenças significativas. A mortalidade dos doentes de transplante hepático corresponde em grande parte a doentes com cirrose hepática e com quadros hemorrágicos. Os doentes transplantados por paramiloidose familiar apresentam uma mortalidade reduzida, e alguns dos doentes assinalados são transferidos não no pós-operatório imediato, mas sim por complicações surgidas posteriormente.

Foram identificados 153 doentes em sépsis, dos quais 106 eram doentes médicos e 46 doentes cirúrgicos em sépsis. O APACHE II médio foi de $27,1 \pm 8,8$, o SAPS II médio de $64,1 \pm 20,5$ e a mortalidade de 40,5% (n=62). Os principais diagnósticos foram pneumonias (n=39), os restantes 64 têm diagnósticos diversos, divididos entre doentes em sépsis sem localização definida (n=28), doentes com doenças infecciosas diversas e 5 casos de endocardite. Dos doentes em sépsis, 117 encontravam-se ventilados (80 médicos e 37 cirúrgicos) e 66 foram admitidos em instabilidade hemodinâmica (44 médicos e 22 cirúrgicos).

As diferenças entre os doentes em sépsis transferidos e falecidos foram observadas na dimensão da aurícula esquerda (p=0,003), do índice da veia cava inferior (p=0,002) e da fracção de encurtamento do ventrículo esquerdo (p=0,041). Dos restantes parâmetros a pressão arterial média foi menor nos falecidos (p=0,001), a idade maior (p=0,001) bem como os índices APACHE II e SAPS II (p <0,001) (quadro IV.6.9).

Destes doentes em sépsis, 43 (28%) apresentaram uma fracção de encurtamento do ventrículo esquerdo inferior a 28%, dos quais 15 (9,8%) inferior a 20%.

No conjunto dos doentes estudados, a análise de regressão logística com a variável categórica mortalidade revelou as seguintes associações: com a dimensão da aurícula direita ($p=0,029$, intervalo de confiança de 0,889 a 0,994); com a fracção de encurtamento ($p=0,004$, intervalo de confiança de 0,854 a 0,97); com o valor de regurgitação tricúspide ($p=0,016$, intervalo de confiança de 1,007 a 1,067). O teste de Hosmer-Lemeshow para avaliar a adequação do modelo estatístico de regressão logística revelou um valor de $p=0,81$.

A análise de regressão linear com os dias de internamento revelou as seguintes associações: inversamente com a dimensão do ventrículo esquerdo ($p=0,001$, intervalo de confiança de -1,147 a -0,309); com a dimensão máxima da veia cava inferior ($p=0,026$, intervalo de confiança de 0,067 a 1,026).

A análise de regressão linear com os dias de ventilação, revelou as seguintes associações: inversamente com a dimensão do ventrículo esquerdo ($p=0,006$, intervalo de confiança de -0,918 a -0,155); inversamente com o valor do tempo de relaxamento isovolumétrico ($p=0,042$, intervalo de confiança de -0,18 a -0,003); inversamente com o índice cardíaco ($p=0,009$, intervalo de confiança de -0,006 a -0,001).

Nos doentes em sépsis, a análise de regressão logística com a mortalidade mostrou uma associação com a dimensão da aurícula esquerda ($p=0,017$, intervalo de confiança de 0,839 a 0,983). O teste de Hosmer Lemeshow revelou um valor de $p=0,66$.

A análise de regressão linear com os dias de internamento nos doentes em sépsis revelou as seguintes relações: inversamente com a dimensão do ventrículo esquerdo ($p=0,009$, intervalo de confiança de -1,767 a -0,261); inversamente com a fracção de encurtamento ($p=0,046$, intervalo de confiança de -1,534 a -0,015).

A análise de regressão linear com o tempo de ventilação nos doentes com sépsis, revelou as seguintes relações: inversamente com a dimensão do ventrículo esquerdo ($p=0,002$, intervalo de confiança de -2,273 a -0,541); com a dimensão da aurícula direita ($p=0,034$, intervalo de confiança de 0,049 a 1,21); inversamente com a fracção de encurtamento ($p=0,005$, intervalo de confiança de -2,209 a -0,386).

Os dados da análise de correlação com os dias de ventilação e de valor preditivo para a mortalidade são apresentados no quadro IV.6.10. Na figura IV.6.2. demonstra-se de forma gráfica a relação entre a mortalidade e a dimensões da aurícula esquerda nos doentes em sépsis.

IV.6.5. Discussão

As questões abordadas neste capítulo encontram-se estudadas de forma claramente insuficiente na literatura. Se existem trabalhos e investigação em quantidade e qualidade apreciável, se certos aspectos da ecocardiografia foram estudados com impressionante pormenor, em particular respeitantes à comparação com os modelos invasivos de avaliação, a possibilidade de uma utilização sistemática esteve fora dos

objectivos de investigação clínica da técnica em Cuidados Intensivos.

Esta questão é tão mais crítica que dela depende a definição de utilidade da técnica. Swan, Ganz e col²¹⁷ em 1970 descreveram a possibilidade de utilização do cateter da artéria pulmonar à cabeceira do doente, e o seu contributo fundamental foi demonstrar que era possível realizar este procedimento num vasto conjunto de doentes, obtendo na sua descrição original um sucesso de 98% no que respeita ao cateterismo propriamente dito, embora mais baixo no que respeita à obtenção da curva de encravamento. Recordemos que nesse tempo (1970) este procedimento era considerado de risco elevado e encontrava-se confinado a laboratórios especializados dos hospitais.

A **possibilidade de obtenção** dos parâmetros ecocardiográficos estudados revelou-se boa, em especial na avaliação das cavidades cardíacas e aferição da função sistólica do ventrículo esquerdo. O débito cardíaco foi possível obter em cerca de 86% dos doentes e os resultados relativos à determinação do gradiente de regurgitação tricúspide foram os mais baixos. Este último facto pode ser devido a diversos factores. Como se pode apreciar pelas características da população estudada, a maioria dos doentes não tinha hipertensão pulmonar, pelo que a regurgitação tricúspide se torna mais difícil de detectar, mesmo se presente.

As variáveis Doppler consideradas, para além do Doppler pulsado do tracto de saída do ventrículo esquerdo, (relação E/A mitral e tempo de relaxamento isovolumétrico), foram obtidas num número considerável de doentes. No entanto, se este estudo tivesse incidido sobre aspectos mais pormenorizados de análise das ondas E e A (tempos de aceleração,

desaceleração, duração da onda A, etc.), então pensamos que o sucesso seria menor. Fazemos esta consideração porque em muitos doentes observou-se uma fusão de ondas E e A, e a frequência cardíaca média é elevada, factor que dificulta a análise do fluxo de enchimento do ventrículo esquerdo, havendo mesmo muitos doentes (134 em 704, 18%) que apresentaram uma frequência cardíaca superior a 120 bpm.

Os resultados apresentados só podem ser valorizados em face dos parâmetros necessários e avaliados noutros capítulos, dos quais resulta a sua utilidade prática.

Existem alguns estudos semelhantes na literatura, disponíveis para comparação. Cook e col¹⁴⁸ e Hwang e col¹⁴⁹ referem que, em doentes cirúrgicos, a impossibilidade do exame ecocardiográfico transtorácico é de 40%, número bastante superior ao apresentado por nós. O primeiro autor fez um estudo retrospectivo que envolveu 173 exames em 166 doentes num período de 4 anos. Embora o insucesso geral seja de cerca de 1/3 dos exames, são apontadas situações onde a ecocardiografia transtorácica foi muito mal sucedida: na detecção de endocardite, de fonte embolígena de origem cardíaca, e, inclusivamente na detecção de tamponamento cardíaco. Este tipo de dificuldades não foi por nós sentido, e nas referidas situações obtivemos em regra bons resultados. De facto, os dados apresentados pelos autores referidos, foram obtidos em doentes predominantemente cirúrgicos, e são avançados pelos próprios autores diversas situações que podem condicionar o resultado do exame: presença de pensos torácicos, presença de drenagens torácicas ou ganho ponderal superior a 10%, ou seja, edemas significativos. O tipo de

Unidade e de doentes são assim fundamentais para definir o sucesso da ecocardiografia transtorácica.

Já outros autores referem taxas de sucesso semelhantes às apresentadas por nós¹⁴⁵. As diferenças de números, embora com dados comparativos limitados, podem ser atribuídas a diversos factores.

O tipo de abordagem dos doentes por ecocardiografia parece relevante, uma vez que o sucesso do exame depende da quantidade e do tipo de informação pretendida. Esta informação está seguramente condicionada pelo tipo de doentes de determinada Unidade de Cuidados Intensivos, relativamente às patologias dos doentes. Os novos equipamentos podem aumentar as possibilidades de obtenção de imagens, nomeadamente através da utilização de diverso material de contraste^{150,218-220}.

Dos doentes avaliados, 77 (10,9%) sofriram de **cardiopatía significativa**. Salientamos contudo que os diagnósticos obtidos e desconhecidos previamente foram importantes na abordagem diagnóstica dos doentes e adquirem mais valor pela sua qualidade do que pela quantidade. No caso das valvulopatias, 2 doentes foram sujeitos a intervenções por cirurgia cardiotorácica, uma vez que foi estabelecida a relação entre a valvulopatia e a dependência do ventilador. Um caso semelhante foi por nós publicado ainda antes de ter início este trabalho²²¹. A endocardite é outro diagnóstico sensível, e a sua detecção em exame de rotina permite esclarecer desde início a natureza da doença subjacente. Noutro caso de cardiomiopatia hipertrófica, a doença era desconhecida e condicionou uma dependência do ventilador prolongada. A situação complicou-se com quadros infecciosos sucessivos e a doente acabou por falecer. Os 2 casos de

tamponamento pericárdico beneficiaram igualmente da utilização de rotina da técnica na sua detecção. Outro caso semelhante é descrito na literatura²²².

Sublinhamos que este trabalho decorreu numa Unidade de Cuidados Intensivos polivalente, e talvez por este motivo o número destes casos não é mais representativo. Em Unidades de Cuidados Intensivos com outro tipo de população os dados seriam seguramente diferentes. Este aspecto pode ter interesse metodológico, pois o tipo de exame a adoptar depende do tipo de população a tratar.

Podemos ainda comentar os **parâmetros ecocardiográficos com significado prognóstico** por análise de regressão. A análise destes dados deve ser feita com cuidado. Este cuidado deriva do facto de a população estudada ser bastante heterogénea, o que pode provocar distorções importantes. Assim, estudámos doentes de características diferentes, tais como os doentes com patologia respiratória (n=126, dos quais 76 com exacerbação de doença pulmonar crónica) e cardiovascular (n=82, 21 dos quais com enfarte agudo do miocárdio e 44 com insuficiência cardíaca congestiva). Por este motivo, as variáveis ecocardiográficas com valor prognóstico devem ter em conta a especificidade das patologias dos doentes.

Como neste trabalho se avaliaram sistematicamente todos os doentes admitidos nas primeiras 24 horas, algumas particularidades da admissão podem influenciar os resultados.

Por exemplo, o conjunto de doentes admitidos para monitorização de pós-operatório de cirurgia major teve um reduzido tempo de

internamento e de ventilação mecânica. Contudo, muitos destes doentes foram admitidos na Unidade de Cuidados Intensivos por sofrerem de diversas patologias, nomeadamente cardíacas, pelo que a ocorrência de alterações ecocardiográficas nestes doentes pode ser superior. Assim, podemos ter um conjunto de doentes com ventrículo esquerdo dilatado, apresentando disfunção sistólica, e tempo de internamento reduzido, que contribuíram para o achado de que um ventrículo esquerdo de menores dimensões e uma fracção de encurtamento maior se correlacionaram com um tempo de internamento mais prolongado. Por outro lado, salientamos uma vez mais que as características únicas da Unidade de Cuidados Intensivos onde decorreu o estudo podem também ter sido determinantes. Muitos dos doentes mais graves não apresentaram doença cardíaca significativa. Ou seja, a maioria dos exames foram considerados normais. Neste aspecto revela-se um traço típico da informação ecocardiográfica em Cuidados Intensivos: dados por vezes cruciais são obtidos em doentes com exames ecocardiográficos normais. Assim, doentes com alterações cardíacas podem apresentar tempos de internamentos e mortalidade mais baixos, enquanto que doentes com falências de órgão importantes (como na sépsis mais severa) podem apresentar valores mais elevados desses 2 parâmetros, embora não sofram de qualquer alteração estrutural cardíaca. Os dados referentes à mortalidade podem ter sofrido de alguma distorção semelhante, mas um dos dados por nós obtido já se encontra descrito na literatura. Este dado refere-se à presença de regurgitação tricúspide, já descrito por Swanchuk e col²²³. Estes autores realizaram um estudo de 942 ecocardiogramas transtorácicos, obtidos num conjunto de 4070

admissões em cuidados intensivos num período de 2 anos. Verificaram que a insuficiência tricúspide e a disfunção sistólica do ventrículo esquerdo foram sinais de mau prognóstico. As diferenças entre o nosso estudo e estes autores devem ser assinaladas. Nós avaliamos por rotina os doentes admitidos e os autores mencionados recorreram a registos ecocardiográficos até 6 meses após a alta da Unidade de Cuidados Intensivos.

O grupo de doentes mais representado é constituído pelos **doentes em sépsis**. Neste doentes observámos que a dimensão da aurícula esquerda teve um valor prognóstico independente de mortalidade. Julgamos que esta informação é de particular valor, pois neste grupo de doentes estão representados poucos doentes em pós-operatório de rotina ou mesmo de transplante hepático, população com tempos de internamento e de ventilação mais curtos e baixa mortalidade. A dilatação do ventrículo esquerdo nos sobreviventes ao choque séptico foi descrita há alguns anos por Parker e col¹⁵³⁻¹⁵⁵. Estes autores utilizaram técnicas cintigráficas para documentar uma dilatação até 100% do ventrículo esquerdo nos doentes que sobreviveram ao choque séptico. Um pouco mais tarde estes dados foram descritos igualmente para o ventrículo direito¹⁵⁶ e confirmados pela utilização da ecocardiografia^{224,225}. Para estes autores, existe uma adaptação precoce da pré-carga do ventrículo esquerdo que configura um mecanismo hemodinâmico adaptativo que permite a sobrevivência. Outros autores não conseguiram descrever dilatações tão exuberantes do ventrículo esquerdo ou do ventrículo direito, colocando em causa a adaptação precoce da pré-carga¹⁵⁷⁻¹⁵⁹. Nós próprios, não conseguimos notar diferenças sensíveis das dimensões do ventrículo esquerdo ou da

aurícula esquerda no decurso do choque séptico, num conjunto de avaliações seriadas em 23 doentes²²⁶. Os dados apresentados neste são contudo diferentes. A população é constituída por doentes em sépsis e não somente em choque séptico; os parâmetros avaliados têm valor preditivo de mortalidade neste conjunto de doentes, embora no caso da dimensão do ventrículo esquerdo, não difiram significativamente entre si. A depressão da função sistólica do ventrículo esquerdo, traduzida pela fracção de encurtamento correlacionou-se com os dias de ventilação e de internamento dos doentes em sépsis. Este facto pode ser atribuído à natureza da miocardiodepressão na sépsis, que é caracterizada por deficiente função sistólica do ventrículo esquerdo mas sem alterar o padrão mais característico da situação, a baixa das resistências vasculares sistémicas e débito cardíaco mantido.

Não encontramos qualquer descrição da associação da dimensão da aurícula esquerda com a mortalidade. Uma aurícula esquerda dilatada é uma expressão morfológica de uma disfunção diastólica crónica e associa-se a um aumento do risco cardiovascular geral^{227,228}. Estima-se que 40% a 50% dos doentes com insuficiência cardíaca têm função sistólica normal²²⁹. Por seu lado, a disfunção diastólica associada à sépsis está pouco estudada na literatura. Jafri e col²³⁰ num estudo que envolveu 13 doentes em sépsis, 10 doentes sem sépsis e 33 voluntários como grupo de controlo, encontraram uma relação E/A mitral diminuída nos doentes em sépsis. Polaert e col¹⁹² verificaram alterações dos fluxos das veias pulmonares consistentes com disfunção diastólica em doentes em sépsis num estudo por ecocardiografia transesofágica. Neste estudo realizado

em 31 doentes com choque séptico, os autores identificaram um grupo de doentes com inversão E/A mitral e S/D do fluxo da veia pulmonar direita como o grupo com pior prognóstico. Munt e col²³¹ avaliaram 24 doentes em choque séptico e por análise multivariada verificaram que o tempo de desaceleração da onda E mitral se correlacionou de forma independente com a mortalidade. Embora o grupo dos sobreviventes tenha apresentado uma relação E/A mitral menor, esta não se relacionou com a mortalidade. Os nossos dados podem acrescentar que a disfunção diastólica pode ser mais importante e ser um factor preditivo independente de mortalidade. Os fluxos Doppler avaliados por sucessivos autores podem ser influenciados por múltiplos factores, entre os quais a volémia¹⁹² e a idade²³². Outro dado que julgamos significativo é a não dependência da mortalidade do grupo etário, constatada já por Munt e col, os quais verificaram que a idade média dos falecidos é superior, embora ambas as análises estatísticas não tenham revelado associação independente.

Baseados nestes dados podemos afirmar que o exame ecocardiográfico de rotina nos doentes em sépsis na Unidade de Cuidados Intensivos onde decorreu o estudo, para além do valor que possa ter na avaliação hemodinâmica, fornece outras pistas respeitantes a factores prognósticos. O papel desempenhado pela ecocardiografia transesofágica foi responder a questões concretas colocadas pelos médicos assistentes e às quais o exame transtorácico se revelou insuficiente para responder. Um dos nossos primeiros trabalhos incidiu sobre a possível utilização de rotina da ecocardiografia transesofágica. Nesse estudo que envolveu 30 doentes avaliados de forma sistemática, a ecocardiografia demonstrou ser útil em

questões como alterações terapêuticas ou diagnósticas. Contudo verificámos que a ecocardiografia transtorácica pode responder às mesmas questões, utilizando protocolos adequados com os quais se dirige a informação a obter. Com esta evolução da nossa prática, foram submetidos a ecocardiografia transesofágica 22 doentes (3,1%), nos quais em 8 se obteve informação útil.

Toda a informação obtida neste capítulo deve sempre ser enquadrada no perfil dos doentes admitidos na UCI onde o estudo decorreu. Caso as circunstâncias mudem e as características dos doentes se modifiquem, as exigências para com o exame ecocardiográfico podem igualmente mudar, alterando o tipo de exame efectuado e a informação necessária.

IV.6.6. Limitações do estudo.

A principal limitação deste estudo é a heterogeneidade dos doentes, constituído por um *case mix* de patologias e origens. As conclusões poderiam ser mais fortes e representativas se se observassem apenas determinados doentes ou patologias. Por outro lado, se for possível um estudo em várias Unidades de Cuidados Intensivos, a robustez das conclusões será outra.

IV.6.7. Conclusão

A ecocardiografia pode ser utilizada de forma sistemática nos doentes admitidos numa Unidade de Cuidados Intensivos Polivalente. Grande parte dos dados com interesse diagnóstico pode ser obtida numa grande

maioria de doentes.

A ecocardiografia pode igualmente fornecer alguns dados de interesse prognóstico, mas este tipo de conclusão tem de ser tomada com cautela dada a natureza do estudo, realizado numa Unidade de Cuidados Intensivos, o que levanta seguramente problemas de generalização.

A possibilidade de obtenção de dados é um dado importante na definição de programas de treino em ecocardiografia em Cuidados Intensivos.

Quadro IV.6.2. Possibilidade de obtenção de variáveis ecocardiográficas na população estudada.

| Possibilidade de obtenção de variáveis (n=704) | |
|---|--|
| Dimensão das cavidades | 689 (97,8%) |
| Fracção de encurtamento do VE | 670 (95,2%) |
| Relação E/A mitral | 399 (85,9% dos doentes em ritmo sinusal) |
| TRIV | 569 (80,9%) |
| Gradiente transvalvular tricuspide | 291 (41,3%) |
| Débito cardíaco | 610 (86,7%) |

Quadro IV.6.4. Quadro com as alterações ecocardiográficas mais graves encontradas.

| | |
|--------------------------------------|----|
| Alterações da cinética segmentar: | |
| com enfarte agudo do miocárdio | 21 |
| sem enfarte agudo do miocárdio | 12 |
| Cardiomiopatia dilatada | 10 |
| Endocardites | 8 |
| Valvulopatias major | 10 |
| Tamponamento pericárdico | 4 |
| Trombos endocavitários | 5 |
| Tromboembolismo pulmonar | 4 |
| Miocardioptia hipertrófica | 2 |
| Síndrome hepato-pulmonar | 1 |
| Total | 77 |

Quadro IV.6.6. Resumo das alterações valvulares detectadas, graves e não graves

| Alteração valvular | total | graves |
|-------------------------|-------|--------------|
| Insuficiência mitral | 75 | 2 |
| Insuficiência aórtica | 40 | 4 |
| Estenose mitral | 3 | |
| Estenose aórtica | 19 | 4 |
| Regurgitação tricuspide | 286 | 37 (>40mmHg) |

Quadro IV.6.7. Diferenças entre doentes com e sem alterações ecocardiográficas.

| Parâmetro | Doentes sem alterações ecocardiográficas | Doentes com alterações ecocardiográficas | Valor de p |
|--|--|--|------------|
| N | 470 | 234 | |
| Idade (anos) | 58,1 ± 17,4 (21-92) | 66 ± 16,5 (18-92) | <0,001 |
| Sexo masculino (n) | 294 | 144 | |
| Dias de internamento (dias) | 10,9 ± 18,4 (0,4-119,3) | 10,9 ± 16,5 (0,4-177) | |
| APACHE II | 21,1 ± 8,9 (9-45) | 24,4 ± 8,7 (9-47) | <0,001 |
| SAPS II | 48,7 ± 21 (9-115) | 57,4 ± 18,8 (27-105) | |
| mortalidade | 84 (%) | 94 (%) | <0,001 |
| PAM (mmHg) | 82,7 ± 20,9 (32-141) | 77,2 ± 22 (35-134) | <0,001 |
| FC (bpm) | 99,6 ± 18,8 (66-137) | 99,4 ± 20,8 (63-134) | |
| PVC (mmHg) | 9,4 ± 4,6 (-2-22) | 12,4 ± 4,8 (4-27) | <0,001 |
| Dimensão máxima da VCI (mm) | 14,7 ± 4,4 (5-30) | 18,3 ± 4,6 (9-28) | <0,001 |
| Índex da VCI (%) | 33 ± 26 (0-100) | 23 ± 23 (0-100) | <0,001 |
| Índex cardíaco (l/min/m ²) | 3,89 ± 0,93 (1,44-5,04) | 3,34 ± 0,95 (1,29-6,97) | <0,001 |

Quadro IV.6.8. Características gerais dos doentes estudados, demográficas, clínicas e ecocardiográficas, separando os doentes falecidos e transferidos.

| Parâmetro | Transferidos (n=519) | Falecidos (n=185) | Valor de p |
|--|-------------------------|-------------------------|---------------|
| Idade (anos) | 60,5 ± 17,7 (16-89) | 64,2 ± 16,7 (21-92) | 0,049 |
| Sexo masculino (n) | 317 | 111 | Ns |
| Dias de internamento | 9,7 ± 16,3 (1-172) | 13,6 ± 18,6 (1-210) | <0,001 |
| APACHE II | 20,6 ± 8,4 (9-41) | 27,9 ± 8,2 (14-47) | <0,001 |
| SAPS II | 47,9 ± 18,7 (16-101) | 65,6 ± 19,6 (24-115) | <0,001 |
| Pressão arterial média (mmHg) | 83,6 ± 20,2 (41-132) | 69,3 ± 22,7 (32-115) | <0,001 |
| Pressão venosa central (mmHg) | 10,5 ± 5,1 (0-24) | 10,9 ± 4,7 (0-24) | Ns |
| Frequência cardíaca (bpm) | 98,5 ± 19,2 (66-132) | 102,8 ± 21,3 (67-134) | 0,024 |
| Ventrículo esquerdo (mm/A2) | 27 ± 5 (19-41) | 27 ± 5 (19-38) | Ns |
| Aurícula esquerda (mm/A2) | 19,6 ± 4,3 (10-26) | 20,2 ± 3,9 (11-27) | Ns |
| Ventrículo direito (mm/A2) | 11 ± 3 (5-18) | 11 ± 3 (6-17) | Ns |
| Aurícula direita (mm/A2) | 41,5 ± 8 (31-51) | 41 ± 7,9 (32-48) | Ns (0,086) |
| Fracção de encurtamento do ventrículo esquerdo (%) | 27,7 ± 9,8 (11-41) | 27,2 ± 9,3 (13-36) | Ns |
| Index cardíaco (l/min/m ²) | 3,63 ± 0,94 (1,44-6,97) | 3,62 ± 1,07 (1,29-4,91) | Ns |
| E/A mitral | 0,95 ± 0,37 (0,42-2,43) | 0,92 ± 0,35 (0,44-1,72) | Ns |
| TRIV (ms) | 88,5 ± 27,5 (44-166) | 82,9 ± 29,2 (44-174) | Ns |
| VCI _{max} (mm) | 16,2 ± 4,8 (7-30) | 16,6 ± 4,9 (8-30) | Ns |
| VCI _{índice} (%) | 29,1 ± 24,9 (0-100) | 28,3 ± 25 (0-100) | Ns |

Quadro IV.6.9. Diferenças com significado estatístico entre os doentes com sépsis transferidos e falecidos (n=156).

| Parâmetro | Total (n=153) | Transferidos (n=91) | Falecidos (n=62, 40,5%) | P |
|--|--------------------------|--------------------------------|------------------------------------|----------|
| Idade (anos, média e dp) | 60,2 ± 17,6 (18-92) | 57,1 ± 19,8 (18-88) | 66,8 ± 13,7 (22-92) | 0,001 |
| Dias de ventilação (dias, média e dp) | 12,3 ± 19,5 (1,2-171) | 15,4 ± 24,1 (1,2-171) | 9,7 ± 13,4 (1,4-74) | <0,001 |
| PAM (mmHg, média e dp) | 67,9 ± 22,4 (45-101) | 70,2 ± 23,1 (56-101) | 65,4 ± 22,1 (45-95) | 0,021 |
| APACHE II (média e dp) | 27,1 ± 8,8 (9-47) | 24,5 ± 7,8 (9-45) | 30,9 ± 8,3 (19-47) | <0,001 |
| SAPS II (média e dp) | 64,1 ± 20,5 (17-115) | 60,3 ± 17,7 (17-98) | 73,5 ± 19 (36-115) | <0,001 |
| Ventrículo esquerdo (mm, média e dp) | 46,5 ± 6,7 (24-66) | 46,16 ± 6,2 (29-66) | 47,6 ± 6,5 (24-58) | ns |
| Aurícula esquerda (mm, média e dp) | 33,6 ± 6,1 (16-53) | 32 ± 6,2 (19-53) | 35,4 ± 5,5 (16-49) | 0,003 |
| E/A mitral (média e dp) | 0,93 ± 0,35 (0,4-1,7) | 0,95 ± 0,36 (0,4-1,5) | 0,92 ± 0,35 (0,4-1,7) | ns |
| TRIV (média e dp) | 84,9 ± 28,6 (62-142) | 88,1 ± 27,5 (72-136) | 82,9 ± 29,2 (62-142) | ns |
| Fracção de encurtamento do VE (% , média e dp) | 29,1 ± 5,9 (12-38) | 30,5 ± 6,9 (14-36) | 28,4 ± 5,4 (12-38) | 0,041 |
| VClmax (mm) | 16,9 ± 4,7 (7-30) | 16,6 ± 4,9 (8-30) | 17,1 ± 4,7 (7-28) | ns |
| VClíndice (%) | 29,7 ± 23,9 (0-100) | 28,3 ± 25 (0-100) | 30,1 ± 24,5 (0-100) | ns |

Quadro IV.6.10. Resumo dos parâmetros ecocardiográficos estudados com relação estatisticamente significativa com os dias de ventilação e mortalidade.

| | Associação com dias de ventilação | P | Associação com mortalidade | P |
|--------------------------------------|--|----------|-------------------------------------|----------|
| Amostra total de doentes (n=704) | Dimensão do VE | 0,006 | Dimensão da AD | 0,029 |
| | TRIV | 0,042 | Fracção de encurtamento do VE | 0,04 |
| | Índex cardíaco | 0,009 | Regurgitação tricúspide | 0,016 |
| Amostra de doentes em sépsis (n=153) | Dimensão do ventrículo esquerdo. | 0,002 | Dimensão da aurícula esquerda | 0,017 |
| | Dimensão da aurícula direita | 0,034 | | |
| | Fracção de encurtamento do VE | 0,005 | | |

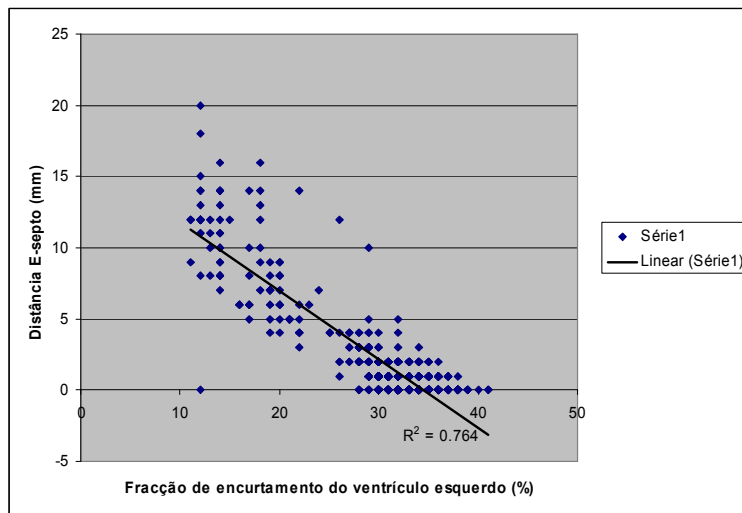


Figura IV.6.1. Gráfico de dispersão da fração de encurtamento do ventrículo esquerdo e a distância E-septo.

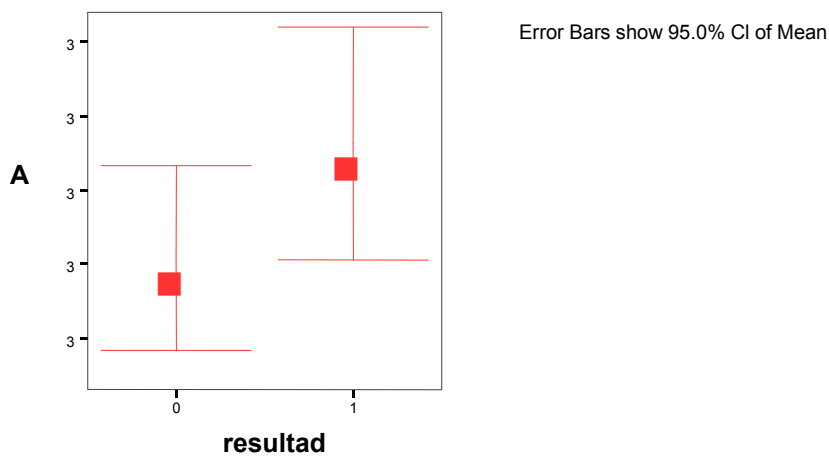


Figura IV.6.2. Gráfico *error bar* demonstrando a relação entre a dimensão da aurícula esquerda e a mortalidade nos doentes em sépsis.

V. DISCUSSÃO GERAL

V.1. Introdução

O trabalho efectuado foi dividido em duas partes distintas: uma primeira em que se explorou a obtenção de dados comparativamente aos métodos invasivos e uma segunda em que se analisaram grupos de doentes específicos e possibilidade da abordagem geral dos doentes admitidos por ecocardiografia. Para uma reflexão global do trabalho, as duas partes não podem ser completamente dissociadas, pois a informação obtida é complementar e ajuda a definir as potencialidades e limitações da ecocardiografia em Cuidados Intensivos. Mais ainda, ajudam a definir o exame ecocardiográfico transtorácico de rotina em Cuidados Intensivos Polivalentes e a propor algoritmos de formação, tendentes à transmissão de conhecimentos.

As linhas de discussão seguem genericamente os pontos abordados, desde a interface com a hemodinâmica invasiva, até à informação ecocardiográfica, seu valor e resultado principal, ou seja, a construção de um modelo de avaliação do doente crítico por ecocardiografia transtorácica. Neste âmbito será igualmente relevante o papel desempenhado pela ecocardiografia transesofágica. Por fim, devemos confrontar o modelo final com os modelos já descritos e apontar linhas futuras de investigação.

V.2. Interface com a hemodinâmica invasiva

A informação comparativa de dados invasivos e não invasivos foi um dos primeiros aspectos a ser tratado no conjunto deste trabalho. A importância dada aos dados invasivos no passado recente fez deste ponto inicial de investigação obrigatório para se formular a ideia de conjunto da informação ecocardiográfica.

Encontrámos uma excelente correlação entre o débito cardíaco obtido por termodiluição e ecocardiografia transtorácica. Estes dados ganham ainda mais relevância clínica, quando conseguimos analisar o fluxo Doppler pulsado do tracto de saída do ventrículo esquerdo e calcular o débito cardíaco em 86%, na série de 704 doentes de Cuidados Intensivos por nós estudados à cabeceira, em condições reais.

As dimensões das cavidades cardíacas e determinação da função sistólica do ventrículo esquerdo através da respectiva fracção de encurtamento puderam igualmente ser obtidas em 97% dos doentes. Com este nível de sucesso, podemos afirmar que estes parâmetros podem ser potencialmente considerados como informação de rotina em doentes críticos.

Contudo fica por esclarecer se o débito cardíaco será um parâmetro vocacionado para determinar por rotina em todos os doentes admitidos na Unidade de Cuidados Intensivos, matéria que pode ser alvo de controversia, mas fora do âmbito de estudo do presente trabalho. Consideramos, no entanto, que este “esforço” se justifica por questões de ensino e posterior facilidade de obtenção (treino).

No capítulo dedicado aos doentes em hipotensão, a determinação deste

parâmetro revelou-se muito útil em diversos aspectos. A par da avaliação da função sistólica do ventrículo esquerdo, a determinação do débito cardíaco nestes doentes, permitiu identificar doentes com perturbação das resistências vasculares sistémicas. Qualquer doente em hipotensão com débito cardíaco normal ou elevado teve um distúrbio das resistências vasculares sistémicas. Este facto é facilmente explicado pela fórmula de cálculo das resistências vasculares sistémicas. A importância deste achado é mais relevante se tivermos em linha de conta que 145 dos 198 doentes estudados apresentaram este tipo de distúrbio, facto que se atribui às características da Unidade onde os dados foram colhidos.

Noutras circunstâncias e noutro tipo de doentes, o débito cardíaco não foi um dado relevante para decisões terapêuticas ou diagnósticas, nomeadamente nos doentes com exacerbação de doença pulmonar crónica, ou para a aferição do preenchimento vascular.

No que respeita à quantificação de outros parâmetros tradicionalmente obtidos por meios invasivos, em particular pressões intracardíacas, o nosso estudo expôs alguns problemas de correlação respeitantes à correlação clínica, com vista à sua execução à cabeceira do doente de Cuidados Intensivos.

A obtenção da pressão de encravamento da artéria pulmonar, parâmetro até há pouco tempo frequentemente utilizado em Cuidados Intensivos e obtido por meios invasivos, é exemplar das dificuldades que enfrentámos neste capítulo⁸³. Os problemas identificados prendem-se com a existência de muitas fórmulas que permitem a sua avaliação ecocardiográfica, sendo difícil fazer uma opção correcta por qualquer delas. A fórmula utilizada

neste trabalho foi escolhida por ser das poucas que foi parcialmente obtida em doentes críticos não cardiológicos, mas apenas 7 dos quais sujeitos a ventilação mecânica. Por outro lado, os dados necessários à execução da maioria das fórmulas requerem um exame ecocardiográfico exigente do ponto de vista metodológico em relação aos parâmetros a obter, e tempo para a sua execução. De assinalar que muitos dos estudos que conduziram à descrição de fórmulas de cálculo foram efectuados em laboratórios de ecocardiografia, em condições próximas das ideais e não em condições reais, rodeadas do stress típico da avaliação de um doente numa Unidade de Cuidados Intensivos. As condições de execução dos exames à cabeceira em Cuidados Intensivos, confrontam-se muitas vezes com frequência cardíaca elevada ou com alterações do padrão respiratório. Por outro lado, muitas vezes as imagens não oferecem uma qualidade compatível com a obtenção destes dados, situação substancialmente diferente de um ambiente de laboratório vocacionado para a investigação. Outro aspecto que nos parece relevante é a morosidade natural associada a este tipo de avaliação, que choca de certa forma com os objectivos de avaliação do doente crítico e da ecocardiografia: de disponibilizar informação relevante, num exame que seja poupador de tempo e, eventualmente, capaz de evitar procedimentos invasivos.

Salienta-se ainda que não foi feita qualquer selecção dos doentes estudados, para além dos condicionalismos apontados em Material e Métodos.

Com base nestes dados e reforçando as conclusões possíveis de obter pela análise da literatura disponível⁸³, o caminho escolhido para uma

metodologia geral do exame ecocardiográfico em Cuidados Intensivos passou por não fazer depender a avaliação hemodinâmica da obtenção por rotina destes parâmetros.

Para a definição e avaliação feita da correspondência de informação invasiva e não invasiva, pode igualmente contribuir o facto de os doentes estudados e a Unidade de Cuidados Intensivos onde decorreu o estudo não estarem directamente relacionados com a especialidade de cardiologia. Esta realidade vai estar necessariamente presente em todos os aspectos do trabalho.

Genericamente, podemos afirmar que, de acordo com o nosso estudo e com o apoio da literatura disponível nesta matéria, a ecocardiografia não é um Swan-Ganz não invasivo em Cuidados Intensivos Polivalentes. A informação que disponibiliza tem carácter e natureza diferente, requer um modelo e raciocínio de interpretação diverso. São pois exames diferentes, e a informação de cada um é relativa a situações específicas ou complementar aos dados do outro. Convém referir que a quantificação de parâmetros por ecocardiografia em Cuidados Intensivos tem alguns adeptos^{233,234}, não podendo ser considerada uma posição universal. É uma conclusão prática do nosso trabalho nos doentes por nós tratados, mas também uma posição actualmente dominante na literatura.

O **estudo da volémia** foi desde sempre um aspecto crítico da avaliação do doente em Cuidados Intensivos. Desde a descrição e execução de exames invasivos à cabeceira do doente, que a volémia é inferida a partir de pressões intracardíacas, fundamentalmente da pressão venosa central e/ou da pressão de encravamento da artéria pulmonar. Este modelo de

avaliação merece duas linhas fundamentais de comentário. Em primeiro lugar a nossa opção pela avaliação da veia cava inferior, e em segundo lugar a discussão de pontos fundamentais relacionados com a própria evolução dos conceitos hemodinâmicos, dos quais a avaliação da volémia é parte relevante.

A ecocardiografia foi utilizada para aferir as pressões cardíacas direitas desde há bastante tempo. Desde a descrição original de Mintz¹²⁹ e col, os trabalhos clássicos de Kirsher e col¹²³ e Moreno e col¹²⁴ são incontornáveis nesta área.

As relações estabelecidas entre os índices da veia cava inferior e dimensões máximas com os valores de pressão venosa central permitem uma abordagem hemodinâmica mais alargada do doente crítico por ecocardiografia, não chocando com os princípios fundamentais da abordagem hemodinâmica descritos na literatura, e complementado com protocolos específicos, validados pelos nossos achados.

O caminho seguido durante a tese neste assunto foi, muito claramente, a abordagem da veia cava inferior tendo como referência a pressão venosa central. Na realidade as correlações foram estabelecidas, e permaneceram fortes mesmo nos doentes sujeitos a ventilação mecânica, mas recorrendo sempre a métodos de avaliação qualitativos, uma vez que as análises de correlação linear não conduziram a resultados significativos. Assim, obtemos e descrevemos um parâmetro (índice da veia cava inferior) que partilha com a pressão venosa central as suas virtudes e defeitos. Os dados sobre os doentes com exacerbação de doença respiratória crónica são disso um excelente exemplo.

Independentemente da correlação com a pressão venosa central, a ligação das características da veia cava inferior à volémia encontra fundamento em várias observações. Alguns dos fundamentos fortes, talvez, mais desconhecidos, são os estudos realizados em doentes sujeitos a hemodiálise. Estes trabalhos centraram-se na possibilidade de objectivar o chamado “peso seco” dos doentes^{130,235-237}. Peso seco é uma expressão que se refere ao mínimo estado de volémia suportado pelos doentes submetidos a tratamento hemodialítico. Estabelecer o peso seco é importante na estratégia dialítica global, mas a sua discussão ultrapassa o âmbito desta tese. O mais importante é que foram definidos valores de dimensão máxima da veia cava inferior (12mm) que correspondem ao denominado peso seco, definição de volémia por excelência.

De acordo com as perspectivas sobre os parâmetros pressumétricos na aferição da volémia, a nossa abordagem manteve-se fiel ao conceito de parâmetro estático. Podendo ser hoje alvo de muitas críticas, este caminho foi delineado desde início e manteve, como característica, a aproximação ao modelo de avaliação mais tradicional.

Este caminho de investigação tem também algumas vantagens. Em primeiro lugar torna a mensagem e os modelos de avaliação mais acessíveis. Não é necessário realizar uma inversão radical dos conceitos sobre esta matéria. Recorde-se que desde há mais de 10 anos que trabalhamos neste tema e a disponibilidade para aceitação da ecocardiografia em Cuidados Intensivos modificou-se substancialmente. O caminho de investigação adoptado deve ter esse condicionalismo em conta, pois inicialmente deparámo-nos frequentemente com algumas

posições hostis. Neste ambiente, a promoção de um modelo mais próximo de posições consensualmente estabelecidas, favoreceu-nos inicialmente.

Para além de permitir uma melhor aceitação da técnica pelos especialistas pouco habituados a trabalhar com a ecocardiografia e confrontados com uma mensagem em vários aspectos muito inovadora, facilita substancialmente a transmissão de conhecimentos e as tarefas de ensino. Quando divulgamos a nossa mensagem, como o temos feito ao longo destes últimos anos, trabalhamos sempre com base em conceitos já soejamente conhecidos e globalmente aceites em Cuidados Intensivos.

Os parâmetros dinâmicos de avaliação da resposta aos fluidos vieram alterar as prespectivas sobre este assunto²³⁸⁻²⁴⁰. A ecocardiografia foi um instrumento auxiliar precioso nas mãos dos investigadores que os descreveram^{241,242}, mas não foi assim avaliada ao longo do nosso trabalho.

Será necessária prudência na interpretação da veia cava inferior em certas situações. Em primeiro lugar nos casos de hipertensão intra-abdominal é necessária especial cautela na avaliação da volémia através da análise da veia cava inferior. Será necessário lembrar diversas situações suspeitas de hipertensão intra-abdominal. São fundamentalmente doentes cirúrgicos, ou com sépsis de ponto de partida abdominal, nos quais a avaliação da pressão vesical pode auxiliar a despistar este tipo de situação²⁴³. As consequências sistémicas podem ser importantes, tais como contribuir para a falência respiratória, falência renal e circulatória.

Nos doentes com hipertensão pulmonar, como é o caso dos doentes com patologia pulmonar crónica, a veia cava inferior apresenta alterações

previsíveis, como uma maior dimensão, mas mantendo a variação respiratória uma boa correlação com a pressão venosa central, que é em média mais elevada. Nos doentes ventilados a cinética respiratória da veia cava inferior é menor, ao mesmo tempo que a pressão venosa central é em média mais elevada.

No presente estudo, os doentes sob ventilação mecânica, a veia cava inferior foi avaliada sempre com valores de pressão final expiratória baixa, sempre abaixo dos 5cmH₂O. Não foi possível avaliar as alterações induzidas por pressões finais expiratórias mais elevadas, usadas em certas situações. Nestes casos não será possível aplicar estes dados, pois previsivelmente afectam substancialmente a cinética respiratória e as características da veia cava inferior. Este facto foi indirectamente demonstrado por alguns autores no estudo do *cor pulmonale* agudo.

A evolução operada nos conceitos hemodinâmicos em torno do doente crítico, relativizou a importância dos parâmetros pressumétricos, alvo de revisão substancial. A ecocardiografia faz parte desta “revolução silenciosa”²⁴⁴. No quadro V.1. são referidos os contributos da ecocardiografia de acordo com as descrições da literatura e do presente trabalho no âmbito destas mudanças, tomando como referência o ultimo consenso sobre suporte hemodinâmico da Sociedade Europeia de Cuidados Intensivos. Existem muitos pontos comuns entre o rumo da investigação tomado neste trabalho, realizado de forma independente e com contactos escassos com investigadores internacionais, e o rumo da investigação que foi sendo publicada ao longo do tempo de elaboração do nosso trabalho.

A procura da volémia “ideal”, do volume circulatório eficaz, é uma tarefa que leva a individualizar a terapia, em particular a terapia com soros e o balanço hídrico, sem se subjugar a parâmetros pré-definidos. A ecocardiografia, como técnica que ajudou a definir os parâmetros dinâmicos de avaliação da resposta aos fluidos, tem neste aspecto essa vantagem acrescidas: pode ser utilizada de acordo com os conceitos mais “clássicos” e pode ser utilizada de acordo com os conceitos mais recentes.

V.3. Os Doentes em Sépsis

O tema da sépsis é um tema recorrente em textos de Cuidados Intensivos, e a ecocardiografia foi já utilizada no seu estudo. Como reflexo dos doentes admitidos numa Unidade de Cuidados Intensivos, ao longo do tempo de estudo foram analisados 153 (21,7%) doentes que cumpriam critérios de sépsis no momento da avaliação, ou seja, nas primeiras 24 horas de internamento.

A importância deste tema é sem dúvida relevante para a prática clínica de Cuidados Intensivos, e crescentemente reconhecida²⁴⁵. Contudo as suas definições são de certa forma vagas e por este motivo podem estar sujeitas à subjectividade do investigador^{65,66}. No nosso caso, e trabalhando numa Unidade de Cuidados Intensivos onde se instalaram rotinas específicas, as possibilidades de erro no diagnóstico diferencial da sépsis parecem-nos mais diminutas.

O interesse por esta patologia foi de certa forma ressuscitado pela recente

*Surviving Sepsis Campaign*²⁴⁶ baseada em alguns pressupostos defendidos por Rivers e col¹²¹. Não deixa de ser curiosa a atenção que os Intensivistas dedicam hoje em dia a esta patologia em especial. Actualmente a sépsis foi quase transformada na patologia central do Intensivismo médico. Não cabe neste texto analisar os contornos problemáticos que envolvem actualmente esta iniciativa²⁴⁷⁻²⁵², mas simplesmente fazer incidir a discussão quer da sua incidência nos doentes estudados, quer nos resultados obtidos por ecocardiografia. Uma depressão da função sistólica do ventrículo esquerdo foi encontrada em 43 doentes (28%), em 15 dos quais era mais severa (<20%, 9,8%). Obviamente que neste grupo estão representados todos os doentes avaliados nas primeiras 24 horas de internamento, e não é tido em consideração quer a função sistólica do ventrículo esquerdo prévia, quer a sua evolução temporal. Estas circunstâncias limitam a conclusão sobre a verdadeira incidência de depressão da função do ventrículo esquerdo resultante da sépsis nos doentes estudados. Contudo esta observação é semelhante a outras encontradas na literatura^{157,253}, que situam a incidência (ou achado) de depressão da função sistólica entre 25% e 40%. O destaque vai naturalmente para a ecocardiografia, que permite detectar estas situações de forma precoce e directa. Outras técnicas que não a ecocardiografia apenas detectam a disfunção sistólica do ventrículo esquerdo de forma indirecta.

A importância da ecocardiografia no estudo dos doentes em sépsis tornou-se bastante relevante. Os achados iniciais de Parker e col¹⁵³⁻¹⁵⁶, que descreveram uma dilatação aguda do ventrículo esquerdo e direito e

presença significativa de disfunção sistólica, foram colocados em causa pela utilização da ecocardiografia, quer como instrumento de avaliação de rotina, quer como instrumento de investigação. Os nossos dados reflectem genericamente os dados descritos por outros estudos ecocardiográficos nesta área, reproduzindo-os na população por nós estudada.

A importância da avaliação da função ventricular esquerda em Cuidados Intensivos não se resume aos doentes em sépsis. Para além da sépsis, existem outras situações onde a disfunção ventricular esquerda pode estar presente^{152,230,253-271}. A sua totalidade não foi possível de ser estudada por nós, pois o tipo de patologias assim não o permitiu. Um dado importante é o facto de que, sem a ecocardiografia, a maioria das situações de falência ventricular esquerda podem passar despercebidas, pois não alteram o perfil hemodinâmico dos doentes, se avaliados por outros meios, em especial invasivos^{153,155}.

No que respeita à técnica de avaliação da função sistólica, optámos desde o início pela fracção de encurtamento do ventrículo esquerdo. Sendo uma técnica que pode colocar algumas questões, esta opção inicial foi mantida ao longo do tempo pela rotina entretanto adquirida e facilidade de estudo. Outros métodos ecocardiográficos como a fracção de ejeção podia dar outro tipo de informação e desconhecemos se modificaria algum dos parâmetros estudados. Desde o início que optámos por técnicas que avaliam parâmetros que fossem dinâmicos, ou seja, que se modificassem em função de diferentes condições de carga. Embora perdendo a noção mais exacta da função ventricular esquerda, estas técnicas são as

habitualmente mais utilizadas, precisamente por serem dinâmicas e reflectirem as condições de carga. A técnica de avaliação do débito cardíaco pode ser também assim interpretada.

As técnicas indirectas de avaliação da função sistólica do ventrículo esquerdo podem assumir importância significativa na avaliação do doente crítico, se se pretende um exame de informação rápida e qualitativa. No nosso estudo avaliámos a distância e-septo e conseguimos uma boa correlação entre este parâmetro e a função ventricular esquerda, avaliada pela fracção de encurtamento. Mas outros parâmetros não avaliados por nós podem igualmente ser úteis. Outros métodos ainda relativamente desconhecidos podem também ter interesse. Lamia e col.²⁷² estudaram um conjunto de 86 doentes de cuidados intensivos por ecocardiografia e verificaram que a excursão sistólica do anel tricuspídeo é um parâmetro que se correlaciona com a função ventricular esquerda, podendo ser um precioso auxiliar neste capítulo. Este estudo tem ainda outros dados que fazem parte dos diversos pontos aqui em discussão. A função sistólica do ventrículo esquerdo foi avaliada pela fracção de ejeção, o que requereu inculir apenas doentes com janelas acústicas óptimas que permitissem avaliar o endocardio do ventrículo esquerdo e direito. Assim, estes autores, e apesar de um trabalho com exigências metodológicas especiais excluíram 31 doentes, ou seja, obtiveram um sucesso de 73% nos exames que realizaram para os parâmetros estudados. Embora fora dos objectivos do trabalho, a mortalidade observada neste grupo de doentes também não passa despercebida (40,5%). Diversos autores apontam mortalidades muito variáveis para a sépsis, entre os 40%

e os 70%. Note-se que os doentes estudados eram doentes de uma Unidade de Cuidados Intensivos, não foram admitidos directamente do ambulatório (salvo raras excepções) e apresentavam um historial de actos médicos diversos previamente à admissão na Unidade. Os índices de gravidade mostram que se tratava de um grupo de doentes com falência de órgãos significativa (APACHE II médio de $24,5 \pm 7,8$ e SAPS II médio de $60,3 \pm 17,7$). Não existem muitos estudos ou dados que possam ser comparados. Aliás, as comparações entre Unidades de Cuidados Intensivos devem ser efectuadas com cautela, detectando-se diferenças regionais importantes, em resultado de estilos diferentes de organização ou mesmo de culturas de exercício da Medicina diferentes. Assim, os índices de gravidade são úteis como parâmetros de caracterização dos doentes, mas podem falhar na comparação de dados entre Unidades. Recentemente, autores franceses num estudo que comparou a utilização de 2 regimes de vasopressores, descrevem mortalidades na sépsis de 44% na Unidade de Cuidados Intensivos, para um valor de SAPS II médio de 56²⁷³. Apesar de estes dados serem muito semelhantes aos por nós observados, não deixaram de surgir comentários sobre um índice de mortalidade abaixo do eventualmente esperado²⁷⁴. Num estudo efectuado em 35 doentes em sépsis, utilizando a ecocardiografia transesofágica, Etchecopar-Chevreuil e col²⁷⁵ descrevem uma incidência de disfunção ventricular esquerda de 46% no primeiro dia de avaliação. A média de SAPS II destes doentes era de 53 e a mortalidade descrita de 34% (n=12). Os doentes com disfunção sistólica foram descritos se apresentassem um índice cardíaco inferior a 3 l/min/m². Mas a utilização da ecocardiografia

transesofágica permitiu determinar em todos os doentes a área e volume telediastólico do ventrículo esquerdo. Foi nesta base que verificaram uma dilatação do ventrículo esquerdo em apenas 4 doentes. De notar que todos os doentes estudados não apresentavam história conhecida de doença cardíaca.

Pelo desenho do estudo que nos propusemos é impossível determinar factores que se possam relacionar com a mortalidade na sépsis, que está dependente de elementos tão diversos quanto a antibioterapia, o balanço hídrico e a fluidoterapia^{276,277}, a estratégia de abordagem da insuficiência renal, a estratégia ventilatória, o tipo de doentes estudados, etc. Não está descrita uma única estratégia ou factor que seja consensualmente aplicável na redução da mortalidade por sépsis. O eventual papel da ecocardiografia ou de outros dispositivos de avaliação está amplamente por determinar. Por estes complexos motivos, não se pode estender mais a análise deste tema, realçando-se apenas os dados da observação ecocardiográfica.

V.4. A Informação Ecocardiográfica

A execução por rotina de uma técnica ecocardiográfica nos doentes estudados permitiu obter alguns dados importantes.

Porque os distúrbios encontrados por ecocardiografia não têm o mesmo significado clínico, ao longo do trabalho dividimos as alterações encontradas em alterações da normal anatomia cardíaca, sem indicar necessariamente patologia aguda, e patologias que requerem intervenção

imediate, em virtude de diagnósticos muitas vezes novos e insuspeitos. Na nossa série de 704 doentes, no primeiro grupo foram englobados 234 (33%) doentes, enquanto que no segundo 77 (10,9%) doentes. Estes números são semelhantes aos de outra série descrita na literatura, embora esses autores tenham definido as alterações de forma prospectiva e os parâmetros valorizados não foram exactamente os mesmos. Convém mencionar uma vez mais que o estudo decorreu numa Unidade não cardiológica. Como seria de esperar, em Unidades cardiológicas a presença de alterações será mais significativa. Stanko e col.²⁷⁸, estudaram a prevalência de alterações numa Unidade de Cuidados Intensivos, mas com exames realizados a pedido dos intensivistas, ou seja, com suspeita prévia de patologia cardíaca, que levou à detecção mais frequente de alterações encontradas por ecocardiografia. Encontrámos na literatura um estudo com características próximas, de Bossone e col.²⁷⁹, realizado numa Unidade não cardiológica e com resultados semelhantes: de um total de 500 doentes estudados, 44 (8,8%; 10,9% no nosso estudo) apresentaram situações críticas diagnosticadas por ecocardiografia. De salientar diferenças metodológicas importantes entre o nosso estudo e estudo destes autores. Para além da definição prospectiva, ao longo do decurso do estudo, ds diagnósticos ecocardiográficos a estudar, outras alterações do exame ecocardiográfico não foram levadas em consideração, da maneira como nós o fizemos, ou seja, não foram contabilizadas todas as alterações encontradas, mas sim apenas as clinicamente relevantes. A característica comum aos dois estudos foi a realização de ecocardiogramas de rotina, sem pedido expresso para tal.

Os diferentes subgrupos de doentes apresentaram diferentes prevalências de alterações ecocardiográficas. Assim, salientamos o grupo de doentes com patologia respiratória crónica, onde as alterações cardíacas foram detectadas em 42 de 74 doentes (56,2%), sendo a mais frequente a dilatação do ventrículo direito. Não existem dados semelhantes na literatura passíveis de comparação. Já nos doentes em hipotensão, 88 (44%) apresentaram algum tipo de alterações no exame ecocardiográfico, número relativo ligeiramente mais elevado que na série total de 704 doentes (33,2%), mas inferior à série de doentes com patologia respiratória crónica. Ainda na série de 198 doentes em hipotensão avaliados, o número de patologia grave foi de 28 (14%), 10,9% da série total de 704 doentes. Alguns diagnósticos particulares merecem menção, tal como os casos de cardiomiopatia hipertrófica.

Nas características gerais da população estudada, verifica-se que a maioria apresenta problemas diversos, mas apenas 22 se encontram na fase aguda de enfarte de miocárdio. Muitos dos diagnósticos mais severos centraram-se em doentes com patologia cardíaca. Mas, a utilização por rotina da ecocardiografia permitiu identificar algumas situações críticas em que predominavam os distúrbios anatómicos ou funcionais. A detecção dos dois casos de cardiomiopatia hipertrófica parece-nos relevante. Ambos os doentes faleceram em insuficiência respiratória refractária (resultante de infecções respiratórias intercorrentes), e embora o número de casos não permita uma análise mais detalhada desta situação, o mau prognóstico destes doentes em Cuidados Intensivos, sujeitos a ventilação mecânica já foi referenciado

na literatura²²². Os 10 casos de valvulopatias graves detectados representam outra vantagem da utilização da ecocardiografia. A presença de valvulopatias pode influenciar toda a estratégia terapêutica e permite colocar maior atenção no desmame ventilatório. Em casos seleccionados, pode haver indicação para terapias mais agressivas, nomeadamente cirúrgicas.

A detecção de uma sobrecarga direita no contexto de suspeita de embolia pulmonar parece-nos muito relevante. Alguns casos na série de doentes estudados, e outros na nossa prática continuada após a conclusão deste trabalho permitem confirmar (ou não) a presença de tromboembolismo pulmonar nos diagnósticos possíveis. Sendo difícil distinguir a sobrecarga direita aguda da crónica, certos indícios podem favorecer um diagnóstico ou outro²⁸⁰. Favorecem o diagnóstico de sobrecarga crónica a presença de hipertrofia ventricular direita (superior a 6mm), ou a dilatação predominante da aurícula direita. Como se constata no capítulo dedicado à ecocardiografia transesofágica, 7 dos 21 exames realizados tiveram como objectivo despistar a presença de tromboembolismo pulmonar. Embora não fazendo parte da série de casos estudados, no nosso arquivo de imagens temos vários casos de detecção de trombos nos ramos da artéria pulmonar por ecocardiografia transesofágica.

O síndrome hepatopulmonar é uma situação que cursa com hipoxémia crónica, resultante de uma circulação pulmonar hiperdinâmica pela presença de *shunts* vasculares nos doentes cirróticos. Pode ser indicação para transplante hepático e o diagnóstico é ecocardiográfico. Injecta-se soro agitado numa veia central e este aparece no ventrículo esquerdo

após cerca de 4 ciclos cardíacos; se aparecer mais cedo, é um sinal de circulação pulmonar rápida. O caso relatado reporta-se a um doente transplantado hepático, com hipoxémia grave no pós-operatório, e circulação pulmonar rápida identificada por nós. Dado ser um doente cirrótico já transplantado, a hipoxémia foi corrigindo ao longo de semanas, tempo de correção das anomalias vasculares associadas à cirrose. Não sendo propriamente uma situação de patologia cardíaca ou anomalia ecocardiográfica, julgamos relevante o papel da ecocardiografia no seu diagnóstico.

Os casos de tamponamento cardíaco e os casos de vegetações identificadas por ecocardiografia, são casos “clássicos” da importância da técnica em Cuidados Intensivos. A suspeita destas situações (estudo de síndromes febris, estudo de hipotensão inexplicada) é exemplos comuns para a realização de ecocardiogramas a estes doentes. No nosso estudo os diagnósticos foram obtidos antes da suspeita clínica, uma vez que a ecocardiografia foi realizada por rotina e foi a primeira técnica a realizar em casos de instabilidade hemodinâmica. O número de casos é apesar de tudo pequeno e não permite concluir se a utilização da ecocardiografia trouxe ganhos reais de *outcome* (mortalidade) pela detecção mais precoce destas situações.

Dada a diversidade de patologias dos doentes estudados, convém abordar diferencialmente a informação ecocardiográfica obtida. No caso de doentes admitidos por exacerbação de doença pulmonar crónica, a informação relativa às dimensões das cavidades direitas torna-se fundamental e pode distinguir doentes com maior risco de ventilação

prolongada e de maior risco de mortalidade. Este facto pode contribuir para que, nestes doentes, existir especial cuidado para prevenir outros factores que potencialmente podem influenciar este parâmetro. Este facto é relevante, uma vez que um maior tempo de ventilação agrava invariavelmente o prognóstico destes doentes^{166-168,176,181-183,281,282}.

No caso dos doentes em sépsis os resultados apontam que as dimensões da aurícula esquerda foram importantes para estabelecer um prognóstico relativo à mortalidade, nos doentes por nós estudados. Já a fracção de encurtamento foi um factor preditivo importante para a mortalidade dos doentes médicos em sépsis. O exame ecocardiográfico de rotina aos doentes com sépsis deve incluir a dimensão das cavidades esquerdas e da fracção de encurtamento. Contudo, a detecção de alterações relativas às dimensões das cavidades e a diminuição da fracção de encurtamento são igualmente importantes para definir questões críticas relativas à fluidoterapia da sépsis e para detectar a miocardiodepressão associada à sépsis. Esta situação afectou 31% dos doentes em hipotensão por nós estudados e, caracteristicamente, não afecta o perfil hemodinâmico habitual destes doentes, como se verificou nos resultados por nós apresentados. Ainda neste particular, e dadas as características da Unidade de Cuidados Intensivos onde decorreu o estudo, a sépsis foi a principal causa de depressão da função sistólica do ventrículo esquerdo, conforme já descrito por outros autores^{230,283}. Outras situações estão descritas em que semelhante miocardiodepressão pode ocorrer, tais como em traumatizados de crânio^{257,271}, em neurocirurgia^{258,262} após paragem cardiorespiratória^{269,284} ou nos doentes críticos em geral^{152,253,259,266}. Esta

depressão da função sistólica ocorre na sequência de produtos miocardiodepressores de natureza ainda não completamente esclarecida^{264,285} e pode também ter tradução no electrocardiograma^{286,287}. As artérias coronárias destes doentes não apresentam lesões²⁸⁸ e a situação é potencialmente reversível. O espectro de alterações semelhantes permite a possibilidade de aplicação do exame ecocardiográfico transtorácico noutras situações e noutras Unidades de Cuidados Intensivos ou aplicado a outro tipo de doentes.

A associação da miocardiodepressão com um pior prognóstico da sépsis é uma situação também já conhecida^{270,283,289}. Mas a associação da dimensão da aurícula esquerda ainda não foi descrita. Uma aurícula esquerda dilatada é uma expressão morfológica de uma disfunção diastólica crónica e associa-se a um aumento do risco cardiovascular geral^{227,228}. Estima-se que 40% a 50% dos doentes com insuficiência cardíaca têm função sistólica normal²²⁹. Por seu lado, a disfunção diastólica associada à sépsis está pouco estudada na literatura. Jafri e col²³⁰ num estudo que envolveu 13 doentes em sépsis, 10 doentes sem sépsis e 33 voluntários como grupo de controlo, encontraram uma relação E/A mitral diminuída nos doentes em sépsis. Polaert e col¹⁹² verificaram alterações dos fluxos das veias pulmonares consistentes com disfunção diastólica em doentes em sépsis num estudo por ecocardiografia transesofágica. Neste estudo realizado em 31 doentes com choque séptico, os autores identificaram um grupo de doentes com inversão E/A mitral e S/D do fluxo da veia pulmonar direita como o grupo com pior prognóstico. Munt e col²³¹ avaliaram 24 doentes em choque séptico e por

análise multivariada verificaram que o tempo de desaceleração da onda E mitral se correlacionou de forma independente com a mortalidade. Neste estudo, embora o grupo dos sobreviventes tenha apresentado uma relação E/A mitral menor, esta não se relacionou com a mortalidade.

Os fluxos Doppler avaliados por sucessivos autores podem ser influenciados por múltiplos factores, entre os quais a volémia¹⁹² e a idade²³². Este facto implica que se pode indirectamente suspeitar deste tipo de alteração cardíaca, mas uma prova definitiva é difícil de encontrar e difícil de interpretar.

Quer no nosso estudo quer num estudo de Munt e col²⁹⁰, verificou-se que a idade média dos falecidos é superior, embora ambas as análises estatísticas não tenham revelado associação independente entre estes 2 parâmetros. As nossas conclusões são reforçadas pelo facto de que, nas análises de regressão, incluímos sempre a idade como variável independente.

Nos capítulos dedicados aos doentes em hipotensão (IV.3), com doença respiratória crónica (IV.4) e no capítulo da apreciação global dos doentes (IV.6) avaliámos sempre as diferenças entre falecidos e transferidos (sobreviventes). Verificámos, em regra, que as principais diferenças entre estes doentes respeitavam a dados de caracterização clínica ou demográfica, e não a parâmetros ecocardiográficos. A excepção verificou-se na dimensão da aurícula esquerda e na fracção de encurtamento na série total de doentes (IV.6) e no índice da veia cava inferior nos doentes em hipotensão e com insuficiência respiratória crónica.

V.5. Parâmetros Ecocardiográficos com Valor Preditivo

No trabalho por nós realizado, incidindo numa população de 704 doentes numa Unidade de Cuidados Intensivos polivalente, encontramos alguns dados ecocardiográficos que mostraram associação independente com a mortalidade. É o caso da dimensão da aurícula direita, da fracção de encurtamento do ventrículo esquerdo e do valor de regurgitação tricúspide. Temos a consciência de que a descrição de parâmetros com este poder preditivo seria um dado qualitativo importante para a ecocardiografia em Cuidados Intensivos. Mas será igualmente de referir que nos dados por nós avançados não existe uma consistência de achados que nos permita afirmar que determinados parâmetros são preditores. Onde estes dados foram pesquisados por análise de regressão (nos doentes em hipotensão, n=198, nos doentes com exacerbação de insuficiência respiratória crónica, n=74, ou na amostra total, n=704) verificámos resultados diversos em função do tipo de doentes ou de situações estudadas, quer para os dias de ventilação, quer para a mortalidade. Assim, o índice cardíaco mostrou associar-se com a mortalidade nos doentes em hipotensão, mas não na amostra geral ou nos doentes com exacerbação de insuficiência respiratória. A fracção de encurtamento do ventrículo esquerdo associou-se com a mortalidade nos doentes em hipotensão e na amostra geral, não se verificando o mesmo nos doentes com exacerbação de insuficiência respiratória crónica. Para os dias de ventilação os dados são ainda mais dispersos. De qualquer forma a análise dos doentes com exacerbação de insuficiência respiratória crónica parece-nos consistente e

clínicamente adequada, e talvez possa ser testada em amostras mais gerais. O mesmo se pode aplicar aos doentes em hipotensão, embora genericamente são doentes mais heterogéneos e com características passíveis de grande modificação (tipo de admissão, tipo de unidade). Os dados comparativos dos diversos grupos de doentes estudados podem ser consultados no quadro V.2.

O achado de parâmetros ecocardiográficos com valor preditivo já foi descrito por vários autores no passado recente. Este é o caso da dilatação da veia cava inferior, que Nath e col¹⁶⁵ verificaram ser um parâmetro prognóstico, estudando uma população de doentes em ambulatório. No pós enfarte do miocárdio o Doppler tissular deu importante contributo na estratificação de doentes em risco, em especial a relação E/E' ²⁹¹⁻²⁹³. Os parâmetros derivados dos estudo com Doppler de tecido do anel mitral mostraram igualmente resultados em doentes com fibrilhação auricular de causa não valvular²⁹⁴ e na insuficiência cardíaca congestiva²⁹⁵.

Em Cuidados Intensivos, a utilização destes parâmetros é mais restrita, mas é possível encontrar estudos que lhe fazem referência. O primeiro trabalho a referir identifica a regurgitação tricúspide como parâmetro preditivo de maior mortalidade numa população de Cuidados Intensivos. Este resultado foi igualmente encontrado na população por nós avaliada. Mais recentemente, um conjunto de investigadores Australianos verificou uma relação independente entre a mortalidade ao 28º dia e a relação E/E' ²⁹⁶. Estes estudaram um conjunto de 94 doentes admitidos em Cuidados Intensivos, 37 dos quais sob ventilação mecânica na altura do estudo. As patologias dos doentes são insuficientemente descritas, mas os

ecocardiogramas foram efectuados em média 5 ± 6 dias após a admissão, a pedido dos Cuidados Intensivos. De um total de 277 ecocardiogramas efectuados a 202 doentes, a relação E/E' foi descrita em apenas 94, um sucesso de 33,9% na obtenção destes parâmetros, num estudo também realizado à cabeceira do doente. Já os autores Canadianos Swanchuk e col²²³, descrevem um conjunto de ecocardiogramas transtorácicos efectuados em 942 doentes de um total de 4070 admissões durante 2 anos numa Unidade de Cuidados Intensivos médico-cirúrgica, provavelmente com características semelhantes à nossa, mas de dimensão diferente pela quantidade de doentes admitidos. Estes autores confrontaram os dados ecocardiográficos com um indicador de mortalidade (APACHE II) e verificaram que os dados ecocardiográficos não adicionaram informação relevante. Contudo descrevem dados muito semelhantes aos nossos, uma vez que por análise de regressão logística, verificaram que a regurgitação tricuspíde severa e a falência ventricular esquerda se associaram de forma independente à mortalidade.

O resumo dos dados ecocardiográficos com associação independente com a mortalidade já descritos podem ser consultado no quadro V.3. Como se pode igualmente verificar, os dados avançados são relativamente recentes na literatura.

Todas as conclusões retiradas neste sentido a partir do presente trabalho merecem ser levadas com a devida cautela. Uma vez mais, os dados são referentes à população estudada e será difícil generalizar as conclusões a todos os doentes de Cuidados Intensivos. Para definir parâmetros ecocardiográficos com valor prognóstico, os aspectos metodológicos são

importantes (a realização de estudos multicêntricos é fundamental para se poder generalizar as conclusões) e a definição de grupos nosológicos alvos. Como se verifica no nosso trabalho, o estudo de doentes com patologia respiratória crónica foi fundamental para definir uma série de parâmetros. Na mesma linha de argumentos, no capítulo da descrição geral encontram-se muitos doentes sem patologia prévia, em pós operatórios de cirurgias electivas, que contaminam a amostra e podem confundir os resultados. Trata-se sem dúvida de uma área que futuramente merece a melhor atenção dos investigadores que se debruçam sobre a ecocardiografia em Cuidados Intensivos.

V.6. O Exame Ecocardiográfico de Rotina em Cuidados Intensivos Polivalentes

Um dos principais resultados do trabalho efectuado, e um dos seus objectivos, é a possibilidade de elaborar protocolos de avaliação mais específicos do doente crítico por ecocardiografia. Estes são consequência da análise dos diversos capítulos, que determinam a informação necessária e os dados ecocardiográficos a colher.

Ao longo do desenvolvimento do nosso trabalho diversas possibilidades foram exploradas e algumas abandonadas. As opções colocaram-se a diversos níveis: tipo de exame a realizar (transtorácico ou transesofágico; quantitativo ou qualitativo), que informação recolher (orientada pelas questões a necessitar de resposta). Balizámos sempre o poder

interpretativo da informação pelo raciocínio já presente em Medicina Intensiva.

A conjugação da informação recolhida ao longo dos anos com as possibilidades práticas da ecocardiografia praticada à cabeceira do doente crítico, permitiu conjugar diversos aspectos que resultam numa metodologia. Assim, optámos pelo exame transtorácico e abdicámos da tentativa de quantificação exaustiva de parâmetros tradicionalmente obtidos por exames invasivos. Dado ser possível na maioria dos casos de determinar as dimensões das cavidades, a função sistólica do ventrículo esquerdo, determinar o débito cardíaco através do Doppler do tracto de saída do ventrículo esquerdo e visualizar a veia cava, todo o nosso raciocínio se centra nesta informação. Esta potencia as características únicas da ecocardiografia, exame tradicionalmente vocacionado ainda para estudar os aparelhos valvulares, o pericárdio ou os grandes vasos. Assim, nos aspectos mais práticos da aplicação da ecocardiografia ao doente crítico, cruzam-se conhecimentos e formas de pensar do Ecocardiografista e do Intensivista. Temos a noção de que o que foi desenvolvido corresponde à realidade de uma única Unidade de Cuidados Intensivos. Mas que é uma excelente base de trabalho para todos os restantes colegas que enfrentam os mesmos dilemas.

Como referimos no capítulo sobre hipotensão, é possível conjugar diversos parâmetros ecocardiográficos para estabelecer uma metodologia de estudo do doente em instabilidade hemodinâmica por hipotensão.

Esta metodologia pode assentar de início na determinação do débito cardíaco e função sistólica do ventrículo esquerdo. Com a determinação

do débito cardíaco separam-se os casos de resistências vasculares sistêmicas baixas que apresentam valores normais ou elevados, dos casos em que existe depressão do débito cardíaco. Recorde-se que a maior parte dos doentes em hipotensão (145 em 198, 73,2%) apresentou um valor normal ou supranormal desta variável.

A determinação da função sistólica do ventrículo esquerdo tem relevância para decisões críticas relativas à administração de fluidos em especial nos doentes em sépsis. Nestes doentes permite também identificar a depressão da função sistólica, que constituíram 31% do total dos doentes em sépsis, informação que pode ser relevante e que não é disponibilizada por outros exames.

A determinação da volémia, ponto crítico na avaliação hemodinâmica na forma como foi abordada (mais “clássica”), pode ser avaliada pela análise da veia cava inferior, de forma semelhante à que é feita com base em valores de pressão venosa central, dada a correlação entre estes dois parâmetros. Esta avaliação pode fundamentar decisões sobre fluidoterapia, seu início ou manutenção. Assim, podemos assumir que doentes com índice da veia cava inferior <25% ou dimensão máxima >20mm são doentes em hipervolemia e sem indicação para fluidoterapia. Doentes com índice da veia cava inferior >50% ou dimensão máxima <10mm são doentes com indicação clara para fluidoterapia. Os doentes restantes, com índice entre os 25% e 50% são doentes com valores de pressão venosa central normais e a decisão de administrar fluidos ou iniciar suporte farmacológico com aminas deve ser tomada individualmente. Esta ponderação pode incluir a avaliação da função sistólica do ventrículo

esquerdo, e a avaliação de parâmetros dinâmicos.

Os valores apresentados de colapsabilidade da veia cava inferior e respectiva correspondência com a pressão venosa central representam uma abordagem destes parâmetros de tipo estático. Ou seja, assume-se que existe uma relação forte com a volémia e que este é o critério de administração de fluidos. Contudo, é impossível prever a resposta destes doentes aos fluidos, ou seja, o que acontece aos fluidos administrados: se ficam como se deseja no espaço intravascular ou se contribuem para o edema periférico e dos órgãos, onde se torna particularmente nocivo. Os conceitos dinâmicos vieram dar alguma resposta a estas questões. Será de referir que podemos socorrer-nos de outras formas de aferir a resposta aos fluidos. Se o que nos interessa é que a fluidoterapia administrada contribua para um aumento da volémia intravascular, então se verificarmos a variação do débito cardíaco antes e após a administração de fluidos podemos verificar se houve um incremento (aumento do volume intravascular) ou não (volume intravascular não modificado pela fluidoterapia). Este aspecto parece ter legitimidade teórica, mas não foi por nós estudado. No quadro V.4. apresentam-se as respostas a que o exame ecocardiográfico deve responder e no quadro V.5. a informação ecocardiográfica a obter num doente de Cuidados Intensivos.

Como consequência do trabalho realizado podemos determinar os objectivos do exame ecocardiográfico e que dados são obtidos na avaliação de rotina do doente crítico.

Ainda com base nos resultados apresentados, podemos apresentar alguns

modelos de avaliação do doente crítico em hipotensão (figura V.1) ou na abordagem do doente em hipoxémia (figura V.2).

Estes dados permitem a realização com sucesso de exames ecocardiográficos à cabeceira do doente de Cuidados Intensivos, permitindo recolher informação útil num curto espaço de tempo, com implicações diagnósticas e de orientação terapêutica.

Podemos verificar que determinámos a natureza cardiogénica da hipotensão de acordo com o débito cardíaco. Podemos também guiar-nos pela função sistólica do ventrículo esquerdo? De acordo com a experiência acumulada, na esmagadora maioria dos casos sim. Mas existem situações específicas em que isto não se verifica. Exemplificamos com caso ocorrido recentemente, em que fui chamado à Unidade de Cuidados Intensivos Coronários para avaliar um doente em fase aguda de um enfarte do miocárdio em choque utilizando a ecocardiografia transtorácica. Perante um doente em hipotensão, aplicou-se a avaliação diagnóstica da figura V.1, revelando um choque do tipo cardiogénico com débito cardíaco baixo e sinais de congestão intravascular. Contudo a função sistólica do ventrículo esquerdo estava conservada, pelo que de imediato se suspeitou de uma complicação mecânica do enfarte do miocárdio. Este facto veio posteriormente confirmar-se. O protocolo apresentado foi, neste caso, validado numa situação real e à cabeceira do doente.

A **ecocardiografia transesofágica** foi utilizada em condições e sob indicações bastante específicas. Por exame transtorácico a maioria das situações foi resolvida e a informação obtida considerada suficiente para a abordagem dos doentes. Mas em determinadas circunstâncias e perante

determinadas suspeitas, o ETE revelou-se útil e adicionou informação relevante.

Salientamos que o trabalho apresentado decorreu numa Unidade de Cuidados Intensivos Polivalente, onde não se admitem por rotina doentes com patologia cardíaca, e em particular em pós-operatório de cirurgia cardíaca.

Noutras Unidades que recebem doentes com perfil diferente, admitimos que os objectivos do exame ecocardiográfico sejam diferentes, bem como a metodologia de abordagem. Merece particular relevo o exame ecocardiográfico em doentes de pós-operatório de cirurgia cardíaca e/ou torácica, onde a instabilidade hemodinâmica é frequentemente resultado de disfunção valvular e onde o exame de primeira linha deve ser o ETE e não o ETT. Tal como observado por nós, a visualização das estruturas valvulares, em especial mitral e aórtica é melhor efectuada por ETE.

O modelo de avaliação apresentado corresponde à prática de rotina da Unidade de Cuidados Intensivos onde decorreu o estudo, e sucessivamente ensinada nos cursos que promovemos. Outra vantagem que sentimos com esta avaliação é poder treinar os gestos técnicos mais adequados para obtenção das variáveis a estudar, podendo assim dirigir o estudo do doente. Resta a interpretação dos dados no contexto do doente e da doença. Ainda com base nesta experiência individual, foi proposto um documento de formação em ecocardiografia dirigido aos Intensivistas. Este documento foi elaborado pelo próprio, já aprovado pela Direcção da Sociedade Portuguesa de Cuidados Intensivos e em processo de avaliação na Sociedade Portuguesa de Cardiologia. Os contactos com esta

Sociedade Científica têm sido frequentes e regulares, tendentes ao sucesso da iniciativa.

Este documento pode ser consultado em anexos.

V.7. Comparação dos Modelos de Avaliação Ecocardiográfica

Existem já disponíveis na literatura diversos estudos que contêm informação sobre práticas específicas da ecocardiografia na avaliação do doente crítico. Não existe, e provavelmente não aparecerá, um modelo único de avaliação do doente crítico por ecocardiografia. As especificidades do aparecimento da técnica, a diversidade de questões e doentes a tratar, impõem por si uma limitação a um método universal.

Relativamente aos métodos que utilizam a ecocardiografia transtorácica, encontramos muitas semelhanças. Os protocolos em utilização retiram sensivelmente a mesma informação que a preconizada neste trabalho. A única diferença que existe refere-se à utilização e determinação frequente (de rotina ao longo do trabalho) do débito cardíaco. Este parâmetro foi considerado muito útil, em especial na abordagem dos doentes com hipotensão²⁹⁷. A sua inclusão deveu-se igualmente ao respeito manifestado desde o início pelos princípios fundamentais da abordagem hemodinâmica dos doentes em Cuidados Intensivos, que nos conduziu também ao estudo da veia cava inferior e à procura de correspondências com a pressão venosa central.

Contudo, e conforme foi já anteriormente assinalado, nunca fazemos

depende o sucesso do exame ecocardiográfico do registo de pressões intra-cardíacas.

Não se trata de forma alguma de uma posição consensual. Existem alguns autores que consideram a ecocardiografia como um Swan-Ganz não invasivo²³³, posição progressivamente abandonada por nós ao longo do tempo em que decorreu este estudo.

Já outros autores advogam a utilização da ecocardiografia por abordagem transesofágica nos doentes de cuidados intensivos. Este assunto e o tipo de abordagem perconizado ao longo do nosso trabalho, já foram amplamente explicados. Uma vez mais se recorda que esta utilização deriva das características e particularidades dos doentes por nós estudados, e não podem ser de forma alguma generalizadas. A maioria da informação pretendida foi obtida por via transtorácica; não é menos verdade que apenas 1/3 dos 704 doentes avaliados apresentavam alterações ecocardiográficas e em 77 se identificou patologia cardíaca traduzindo cardiopatia estrutural grave. Noutros contextos ou realidades, estes pressupostos podem não ser válidos.

Por outro lado, as sondas transesofágica têm sido utilizadas com algum sucesso na monitorização contínua do débito cardíaco, quer em adultos, quer em crianças^{193,205,209,212,216}. Embora de utilização mais consistente em anestesia para monitorização contínua desta variável fisiológica^{195,196,198,203}, em cuidados intensivos, especialmente em unidades não coronárias, a utilização deste tipo de monitorização ainda não demonstrou ser particularmente útil.

A constante evolução tecnológica trouxe mais recentemente equipamentos

mais pequenos e portáteis, que prometem revolucionar a prática da ecocardiografia por especialistas não cardiologistas²⁹⁸. Embora ainda pouco avaliada em Cuidados Intensivos^{141,299}, o futuro da técnica pode muito bem passar pela utilização deste tipo de equipamentos.

A modificação do espectro de utilização da ecocardiografia é hoje bastante evidente. O que começou por ser um trabalho dirigido aos Cuidados Intensivos, desperta actualmente o interesse de muitas outras especialidades. Reflexo disto é a modificação que assistimos nos nossos cursos de ecocardiografia, organizados anualmente, e que contam com o interesse de pessoas que trabalham em outros ambientes, tais como os serviços de urgência e emergência, que encontram eco na literatura mais recente. Moore e col⁵⁵ e Oh e col⁵⁴ referem que em serviço de urgência a avaliação da função sistólica global e regional do ventrículo esquerdo e direito constituem indicações para a realização de ecocardiograma. Outras são a distinção entre causa cardíaca e não cardíaca de hipotensão e dispneia.

Uma linha de pensamento que ressalta destes textos é a tentativa de realizar um treino específico, muito dirigido de médicos de urgência para a execução de ecocardiogramas dos quais se obtém informação parcial e restrita. Pershad e col¹⁴³ avaliaram a possibilidade de realizar um treino dirigido a médicos de urgência, limitado à avaliação da função sistólica do ventrículo esquerdo e análise da veia cava inferior. Manasia e col¹⁴¹ avaliaram de forma prospectiva a capacidade de médicos não cardiologistas com treino minimamente adequado de avaliarem a função sistólica do VE e estado de volémia. Obtiveram um sucesso de 94% na

possibilidade de realização de exames, com 84% de interpretações correctas.

A exploração das potencialidades dos médicos emergentistas na execução do exame é outro campo interessante. Mandavia e col⁵⁶ efectuaram um estudo com 515 doentes no qual verificou a capacidade do médico de emergência com treino mínimo em ecocardiografia de detectar derrame pericárdico. Os resultados foram positivos, atingindo uma sensibilidade de 96% e uma especificidade de 98%. Mazurek e col³⁰⁰ avaliaram a possibilidade dos médicos de urgência em detectarem derrame pericárdico. Randazzo e col³⁰¹ realizam um estudo muito semelhante, recorrendo ao princípio de treino limitado em ecocardiografia por parte do médico de urgência. Estes autores tentam demonstrar que um treino por objectivos específicos é possível, habilitando os médicos da urgência para retirar alguma informação importante da ecocardiografia.

V.8. A Ecocardiografia e os Restantes Métodos de Avaliação Hemodinâmica

Neste subcapítulo abordamos um assunto que é particularmente relevante: perante a utilização sistemática da ecocardiografia, que posicionamento deve ter esta técnica relativamente a outros métodos de avaliação?

Sublinhamos que na Unidade de Cuidados Intensivos onde se realizou este estudo o último cateter da artéria pulmonar foi colocado pelo próprio

candidato em 2002. Tratava-se de um doente com uma pancreatite, que se encontrava a tratar uma suposta hipotensão secundária a hipovolémia e no qual a ecocardiografia (na altura ainda no início da sua exploração sistemática) revelou uma necessidade imediata de parar a fluidoterapia e iniciar vasopressores. O cateterismo invasivo da artéria pulmonar foi colocado perante esta dúvida e foi favorável aos dados obtidos por ecocardiografia.

Perante uma utilização tão exaustiva da ecocardiografia, torna-se compreensível que na Unidade de Cuidados Intensivos onde se realizou o estudo as restantes técnicas tenham um lugar mais secundário. O nível de execução, a prática diária e a habituação a resolver os problemas com a ajuda da ecocardiografia, permitiram desenvolver uma intimidade única com esta técnica, por parte de todos os médicos da Unidade de Cuidados Intensivos. O nosso entusiasmo pela ecocardiografia levou ainda alguns colegas a optar pela realização de estágios parcelares.

Contudo não se pode ignorar a existência de outras técnicas e métodos de avaliação. Embora, como foi referido atrás, não existe hoje em dia uma técnica recomendada e universalmente aceite para a abordagem dos doentes em Cuidados Intensivos, o médico deve utilizar a técnica em que se sente à vontade e que manuseia com maior destreza.

Pode inclusivamente utilizar diversas técnicas de forma complementar.

O cateter da artéria pulmonar tem um lugar importante no seio da Medicina Intensiva. Foi o primeiro dispositivo de avaliação hemodinâmica do doente crítico e tornou-se um símbolo do Intensivismo. Muitos médicos intensivistas foram formados tendo este dispositivo como referência, e o

seu manuseamento ainda é ensinado em muitas escolas de intensivismo. Não pode pois ser ignorado, apesar da realidade actual não ser a mesma de há 10 ou 12 anos atrás, como foi atrás referido. As vendas dos cateteres da artéria pulmonar estão em queda em todo o mundo, mas pela sua história e pelo que representou, é um equipamento incontornável em Cuidados Intensivos.

Outros dispositivos invasivos foram entretanto ensaiados, com maior ou menor sucesso, em Cuidados Intensivos. A monitorização da saturação do sangue venoso misto tornou-se um método de monitorização muito referido na literatura após a já referida *Surviving Sepsis Campaign*²⁴⁶. Os dispositivos de avaliação contínua do débito cardíaco são hoje igualmente utilizados, recorrendo a técnicas de diluição para calibração do equipamento e subsequente análise da curva arterial³⁰²⁻³⁰⁴. Requerem a cateterização de uma veia central e de uma artéria (femural). A análise mais exaustiva destes equipamentos sai fora do âmbito desta discussão.

E não esqueçamos os cateteres venosos centrais, instrumento de utilização de rotina em Cuidados Intensivos, que podem fornecer o valor da pressão venosa central, parâmetro importante na avaliação do doente crítico, cujo prestígio tem sido recentemente recuperado¹¹⁹.

O cateter da artéria pulmonar pode fornecer informação sobre as pressões intracardíacas, que dificilmente é obtida por qualquer outro dispositivo. Contudo, pelos dados dos ensaios e de acordo com as disposições genéricas da monitorização hemodinâmica, torna-se particularmente difícil escolher os parâmetros a monitorizar ou estabelecer terapêuticas com base neste dispositivo.

A ecocardiografia pode fornecer informação complementar importante em qualquer circunstância. A informação sobre anatomia e função das estruturas cardíacas e exclusão de patologia cardíaca grave e urgente, nenhuma outra técnica pode dar.

Assim, mesmo não se colocando a possibilidade da execução da técnica por todos os membros do *staff*, a ecocardiografia é um exame com informação pelo menos complementar perante qualquer cenário.

A monitorização dos doentes por ecocardiografia torna-se mais problemática, pois é uma técnica que não está vocacionada para um registo contínuo de parâmetros fisiológicos, mas sim para um registo de tipo intermitente. Este é conseguido com a repetição sempre que necessário do exame ecocardiográfico. Esta necessidade pode ser causada pela continuidade da instabilidade hemodinâmica, ou pelo facto de, apesar de se terem tomadas as medidas terapêuticas adequadas, o quadro hemodinâmico não ter resolvido.

A utilização da ecocardiografia transesofágica permite uma melhor visualização de algumas estruturas cardíacas, em especial da aurícula esquerda e aparelhos valvulares. Em casos em que sejam estas as estruturas cardíacas suspeitas, esta abordagem deve ser considerada de primeira linha. Em todo o caso, sempre que não seja possível obter informação crucial com a ecocardiografia transtorácica, deve ser utilizada a ecocardiografia transesofágica. Um problema não é fácil de resolver pela ecocardiografia transesofágica: a determinação do débito cardíaco. Trata-se de um parâmetro que foi sempre repetidamente considerado ao longo deste trabalho, crucial na hemodinâmica derivada dos estudos

primordiais ainda com a hemodinâmica invasiva, e que não é fácil de obter por ecocardiografia transesofágica.

Mesmo para os autores que defendem a quantificação de parâmetros tradicionalmente obtidos por meios invasivos, a ecocardiografia é um método promissor. Kornsten e col²³⁴ elaboraram um programa de formação em ecocardiografia para intensivistas (programa ECHO) e conseguiram reduzir o consumo de dispositivos de avaliação invasiva (catéteres da artéria pulmonar).

Assim, existem muitas possibilidades de interacção da ecocardiografia com outras técnicas de avaliação hemodinâmica: pode ser a única técnica utilizada, prescindindo de outros dispositivos; pode complementar a informação obtida com outros dispositivos; pode ser utilizada em situações muito concretas para despiste apenas de problemas cardíacos suspeitos.

No final deste trabalho, estamos obviamente na situação enunciada inicialmente. Julgamos que a ecocardiografia é um método de avaliação imprescindível a qualquer UCI polivalente e, sendo utilizada por sistema, pode prescindir da utilização de outros dispositivos, em especial os invasivos.

Chamamos a atenção que ainda vivemos ainda na história recente do cateterismo da artéria pulmonar. Cerca de 20 anos após a sua aprovação como dispositivo diagnóstico não essencial à vida verificou-se que a sua utilização podia conduzir a maior mortalidade. Desde então, uma série de dispositivos entraram na prática médica do Intensivismo, sem provarem que trazem algum benefício acrescido. Com o espectro de repetição da

história, será necessário estar atento a todos os indicadores, perante a inexistência de estudos que confrontem os diversos dispositivos, envolvendo desejavelmente a ecocardiografia. Esta será, porventura, a prova final da técnica, e pela qual esperamos, embora sem vislumbre.

V.9. Direcções Futuras da Investigação

Embora ainda esteja no início, a investigação da aplicação da ecocardiografia em Cuidados Intensivos pode conhecer no futuro outras direcções e rumos de investigação.

Se o esforço de divulgação for bem sucedido, é admissível a entrada de mais actores e investigadores nesta area, o que obrigatoriamente aumentará o volume de publicações e a quantidade e qualidade de ideias neste campo do conhecimento.

No presente trabalho não foi possível utilizar a técnica de Doppler de tecido, embora na discussão se faça referência a trabalhos publicados recentemente que a utilizaram. Com a eventual proliferação de equipamentos e executantes, é possível que a avaliação com este tipo de parâmetros se estenda também ao doente crítico, com novos dados e modificações dos requisitos básicos do exame ecocardiográfico em Cuidados Intensivos.

Outros métodos de diagnóstico auxiliar não foram por nós utilizados. Neste aspecto diversos autores reportaram que a utilização de meios de contraste ajuda na melhor definição de imagem ecocardiográfica^{151,218-220}.

Tokushima e col. utilizaram os meios de contraste de forma mais dirigida, melhorando a detecção da regurgitação tricuspíde⁸². Recorde-se que a detecção de um fluxo da regurgitação tricuspíde foi uma das dificuldades encontradas no nosso trabalho (41,9% de detecção mensurável, n=291 de 704 doentes). Apesar das recentes dúvidas levantadas sobre os meios de contraste, pode ser um campo futuro de investigação. A utilização de sondas com harmónica podem também ajudar a visualizar melhor o endocárdio¹⁵⁰.

O péptido natriurético auricular é um biomarcador de insuficiência cardíaca^{305,306}, cuja utilização em Cuidados Intensivos pode conhecer desenvolvimentos num futuro muito próximo.

Outras áreas do conhecimento da Medicina Intensiva podem igualmente abrir-se à ecocardiografia. Nas Unidades de trauma e de pediatria já existem algumas publicações sobre ecocardiografia, mas num futuro próximo podem aumentar drasticamente. Outras áreas praticamente inexploradas são os doentes com doença neurológica e neurotrauma, onde ainda hoje não há referências a estudos ecocardiográficos.

A miniaturização dos equipamentos pode trazer consequências numa escala ainda maior. Surgem alguns relatos sobre a sua utilização no doente crítico, mas sem existirem ainda dados relevantes²⁹⁹.

Com a portabilidade dos ecocardiógrafos, deixam de existir barreiras físicas para o exame ecocardiográfico. Os exames poderão ser realizados num futuro não muito distante em locais até aqui inacessíveis. As características dos doentes modificar-se-ão, e novo conhecimento pode ser revelado. Será seguramente diferente e praticamente inexplorado um

exame efectuado em campo aberto ou como auxílio a uma reanimação cardiorespiratória em ambiente não hospitalar. Que dados novos estes exames nos podem trazer? Qual a modificação que irão introduzir na nossa prática clínica e nas nossas actuais *guidelines*?

Por estes motivos se percebe que a ecocardiografia está a dar os seus primeiros passos de uma grande viagem fora do seu ambiente de origem, a cardiologia. Algum entusiasmo é lançado em seu torno, que leva mesmo Vieillard-Baron e col. a afirmar que estamos a evoluir de uma evolução na abordagem do doente crítico para uma verdadeira revolução²⁴⁴.

A percepção da inevitabilidade desta evolução é essencial para se encontrar um caminho para o treino adequado dos especialistas e especialidades interessadas, de forma a fazer um caminho recto e correcto, e ao mesmo tempo assegurar o necessário controlo de qualidade. Será uma viagem de conjunto, a par com a cardiologia, da qual dependerá em grande medida o seu sucesso.

Quadro V.2. Comparação de associações descritas no presente trabalho entre parâmetros ecocardiográficos e dias de ventilação e mortalidade por análise multifactorial.

| Doentes/capítulo | Associação com dias de ventilação | Associação com mortalidade |
|--|--|---|
| Doentes em hipotensão (n=198, capítulo IV.3.) | Fracção de encurtamento do VE diminuída | Fracção de encurtamento do VE diminuída Índex cardíaco aumentado |
| Doentes com doença respiratória crónica (n=74, capítulo IV.4.) | Aumento das dimensões do VD Diminuição da relação E/A mitral Maior regurgitação tricúspide | Aumento das dimensões do VD |
| Doentes em sépsis (n=153, capítulo IV.6) | Fracção de encurtamento do VE diminuída Aumento das dimensões do VE | Aumento das dimensões da AE |
| Amostra total (n=704, capítulo IV.6) | Índex cardíaco mais baixo TRIV menor Aumento das dimensões do VE | Fracção de encurtamento do VE diminuída Maior regurgitação tricúspide Aumento das dimensões da AD |

Quadro V.3. Estudos que identificam parâmetros ecocardiográficos com valor preditivo.

| Autores e ano de publicação | Doentes | Métodos | Parâmetro com valor prognóstico |
|------------------------------------|--|--|---|
| Picard e col. (2003) | 169 doentes pós enfarte agudo do miocárdio | Ecocardiogramas efectuados 24 horas após a admissão | Função ventricular esquerda e insuficiência mitral |
| Nath et al (2006) | 2197 doentes de ambulatório com idade > 65 anos | Ecocardiogramas de ambulatório | Dilatação da veia cava inferior |
| Swanchuck et al (2005) | 942 doentes de Cuidados Intensivos médico-cirúrgicos | Exames realizados até 6 meses após a alta | Relação independente da mortalidade com a regurgitação tricuspíde e fracção de ecurtamento do ventrículo esquerdo |
| Dokainish et al (2005) | 116 doentes consecutivos hospitalizados por insuficiência cardíaca | Seguimento médio de 527 dias após a hospitalização | A relação E/Ea correlacionou-se com a mortalidade |
| Wang et al (2003) | 518 doentes, 353 com doença cardíaca e 165 indivíduos normais (controlo) | Seguimento de 2 anos | A velocidade Ea correlacionou-se com a mortalidade |
| Okura et al (2006) | 230 doentes com fibrilhação auricular de causa não valvular | Seguimento médio de 245 dias | A relação E/Ea correlacionou-se com a mortalidade |
| Hillis et al (2004) | 250 doentes em pós enfarte agudo do miocárdio | Seguimento médio de 13 meses | Uma relação E/Ea >15 é um forte preditor de mortalidade |
| Strugess et al (2007) | 94 doentes de uma Unidade de Cuidados Intensivos | Período de 2 anos de estudo, com aferição da mortalidade intra Unidade | O volume telesistólico correlacionou-se com a mortalidade |

Quadro V.4. As respostas a que o exame deve ser capaz de responder em Cuidados Intensivos Polivalentes.

- Excluir patologia cardíaca intrínseca grave e relevante para a condição clínica do doente
- Determinação de perfis hemodinâmicos na hipotensão de forma a guiar a terapêutica
- Auxílio na decisão de dialisar
- Auxílio na abordagem da hipoxémia

Quadro V.5. Informação a obter por ecocardiografia transtorácica no doente crítico.

- Avaliação em incidência paraesternal eixo longo e determinação das dimensões das cavidades.
- Avaliação da função sistólica do VE em diversas incidências (paraesternal eixo longo, paraesternal eixo curto e apical 4 câmaras), quantificando se possível a fracção de encurtamento, com observação suportada por outros indicadores de função sistólica (distância e-septo e mobilidade dos anéis aórtico e mitral).
- Avaliação dos aparelhos valvulares e despiste de valvulopatia major com Doppler contínuo e codificado em cor.
- Determinação do débito cardíaco por análise do fluxo Doppler do tracto de saída do VE.
- Avaliação da VCI (dimensão máxima, mínima e respectivo índice) em incidência sub costal.
- Avaliação e despiste de derrame em várias incidências em especial a incidência sub costal.

Avaliação da volémia, inferida da análise da veia cava inferior:

- Índice da veia cava inferior > 50%, corresponde a PVC <7mmHg
- Índice da veia cava inferior entre 25 e 50%, corresponde a PVC entre 8 e 12mmHg
- Índice da veia cava inferior <25% corresponde a PVC > 13mmHg

A dilatação da veia cava inferior (>20mm) é em regra devida a sobrecarga direita crónica.

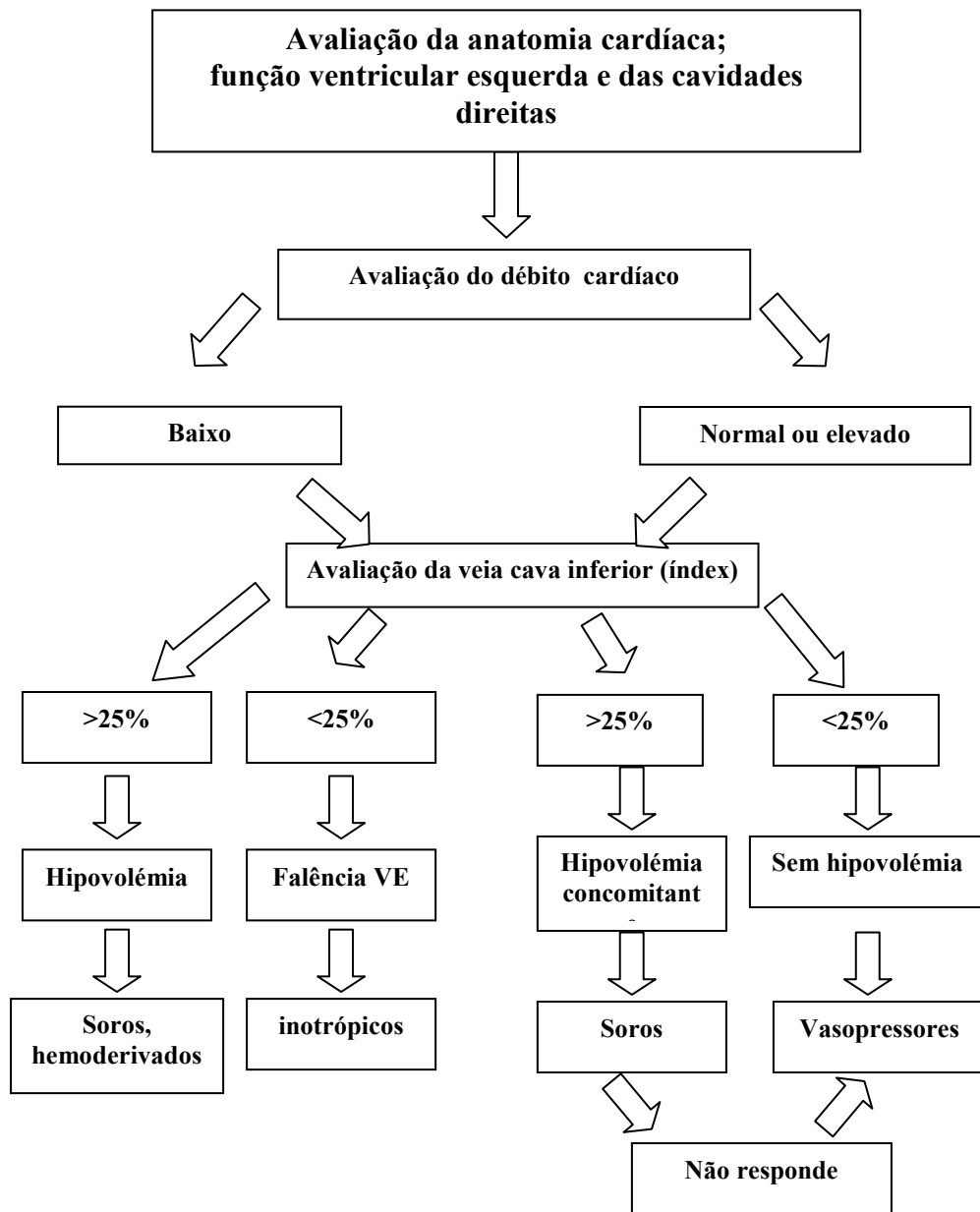


Figura V.1. Avaliação da hipotensão por ecocardiografia TT.

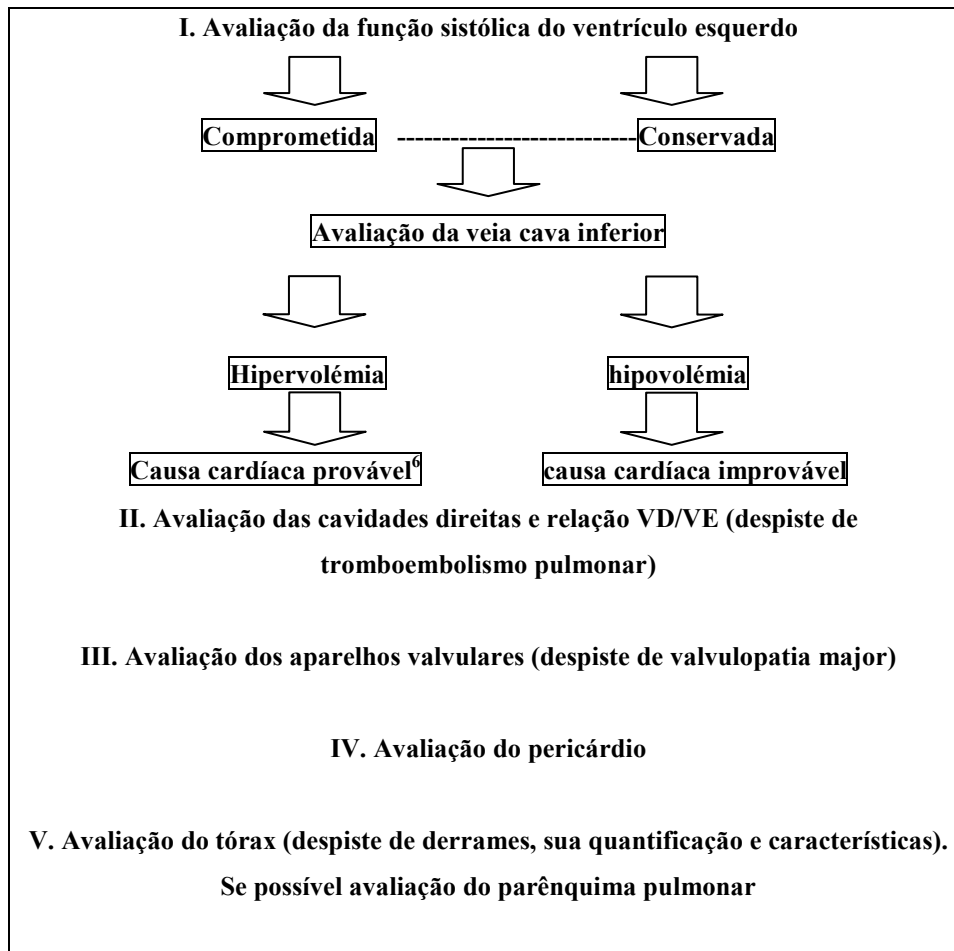


Figura V.2. Avaliação da hipoxémia/dispneia.

⁶ Considerar ainda doentes em anúria e hipervolémia, que podem apresentar boa função sistólica. Estas situações podem apresentar um débito cardíaco muito aumentado e uma relação E/A mitral aumentada.

VI. CONCLUSÕES GERAIS

O trabalho efectuado numa Unidade de Cuidados Intensivos Polivalente por ecocardiografia, demonstrou que a avaliação das dimensões das cavidades cardíacas, a determinação da fracção de encurtamento do ventrículo esquerdo, o índice cardíaco e a avaliação da veia cava inferior podem ser obtidos por rotina na maioria dos doentes. Com base nesta informação é possível a execução de rotina de exames ecocardiográficos transtorácicos aos doentes críticos. Permite ainda definir o exame ecocardiográfico de rotina no doente crítico e estabelecer protocolos de avaliação, mesmo dirigidos a situações mais graves, tais como aos doentes em hipotensão ou admitidos por exacerbação de doença pulmonar crónica. Estes protocolos de avaliação são particularmente úteis, uma vez que a informação ecocardiográfica não é completamente sobreponível à informação habitualmente obtido por outros meios e dispositivos. Certos parâmetros ecocardiográficos mostraram valor prognóstico. Esta informação merece ser tratada com cuidado, pois referem-se à UCI e aos doentes estudados. A sua generalização não deve ser efectuada sem uma confirmação com outros multicêntricos. A ecocardiografia acrescenta ainda informação crítica sobre alterações ecocardiográficas previamente desconhecidas, obtendo-se assim um acréscimo de informação.

O treino de médicos intensivistas em ecocardiografia é desejável, e um programa de treino pode ser elaborado no nosso país, adaptado às condições actuais do ensino da ecocardiografia.

VII. ÍNDICE DE ABREVIATURAS MAIS UTILIZADAS

AD, aurícula direita

AE, aurícula esquerda

AD/VD, regurgitação tricúspide

Bpm, batimentos por minuto

cc, centímetros cúbicos

DC, débito cardíaco

dp, desvio padrão

IC, índice cardíaco

IRVS, índice das resistências vasculares sistêmicas

FPV, *flow propagation velocity*, fluxo de propagação mitral precoce

FTVM, fluxo transvalvular mitral

HIV, vírus da imunodeficiência humana

L, litro

m², metro quadrado

min, minuto

ml, mililitros

mm, milímetros

mmHg, milímetros de mercúrio

ms, milisegundos

PAM, pressão arterial média
PCP ou Pw, pressão de encravamento da artéria pulmonar
PMAP, pressão média da artéria pulmonar
PSAP, pressão sistólica da artéria pulmonar
PVC, pressão venosa central
RVS, resistências vasculares sistémicas
TRIV, tempo de relaxamento isovolumétrico
VCI, veia cava inferior
VCIi, índice da veia cava inferior
VCI_{max}, dimensão máxima da veia cava inferior
VE, ventrículo esquerdo
VD ventrículo direito

VIII. BIBLIOGRAFIA

- (1) Ribeiro JP, Guimarães R, Marcelino P et al. The role of echocardiography in intensive care. *Rev Port Cardiol.* 1995;14:1033-1038.
- (2) Marcelino P, Silva MR, Guimarães R, Ribeiro JP, Mota JA. Transesophageal echocardiography in patients treated with ventilation at a polyvalent intensive care unit. *Rev Port Cardiol.* 1997;16:259-263.
- (3) Marcelino P, Marum S, Fernandes AP, Ribeiro JP. Non invasive evaluation of Central Venous Pressure by echocardiography. *Rev Port Cardiol.* 2002;21:125-133.
- (4) Marcelino P, Frade F, Marum S et al. Cardiac Doppler variation with volume status changes in General Intensive Care. *Rev Port Cardiol.* 2004;23:183-196.
- (5) Marcelino P, Germano N, Nunes AP et al. Determinantes cardíacas do tempo de ventilação mecânica e mortalidade de doentes com insuficiência respiratória crónica exacerbada. A importância dos parâmetros ecocardiográficos. *Rev Pot Pneumol.* 2006;12:131-146.
- (6) Kouwenhoven WB, Jude JR, Knickerboker GG, et al. Closed chest cardiac massage. *JAMA.* 1960;173.
- (7) Zoll PM, Linenthal AJ, Gibson P, et al. Termination of ventricular fibrillation in man by externally applied countershock. *N Eng J Med.* 1956;254:727.
- (8) Drinker P, McKahnn C. The use of a new apparatus for the prolonged administration of artificial respiration. *JAMA.* 1929;92:1658.
- (9) Peter Safar, DeKornfeld T, Pearson J, et al. Intensive Care Unit. *Anesthesia.* 1961;16:275-284.
- (10) Boyd O, Grounds MR, Bennett ED. A randomized trial of the effect of deliberate perioperative increase of oxygen delivery on mortality in high-risk surgical patients. *JAMA.* 1993;270:2669-2707.
- (11) Connors AF, MacAffree DR, Gray BA. Evaluation of right-heart catheterization in the critically ill patient without acute myocardial infarction. *N Eng J Med.* 1983;5:263-267.
- (12) Del GuercioLRM, Cohn JD. Monitoring operative risk in the elderly. *JAMA.* 1980;243:1350-1354.
- (13) Gore JM, Spodick DH, Goldberg RJ, Alpert J, Dalen D. A community-wide assessment of the use of pulmonary artery catheters in patients with acute myocardial infarction. *Chest.* 1987;92:721-727.
- (14) Guyatt G. A randomized control trial of right-heart catheterization in critically ill patients. The Ontario Intensive Care Study Group. *J Intensive Care Med.* 1991;6:91-95.
- (15) Hocham JS, Boland J, Sleeper LA et al. Current spectrum of cardiogenic shock and effect of early revascularization on mortality. *Circulation.* 1995;91:873-881.
- (16) Ivanova 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.

- (17) Shoemaker WC. Cardiorespiratory patterns of surviving and non-surviving postoperative surgical patients. *Surg Gynecol Obstet.* 1972;134:810-814.
- (18) Shoemaker WC, Montgomery ES, Kaplan E, et al. Physiologic patterns in surviving and non-surviving shock patients: use of a sequential cardiorespiratory parameters in defining criteria for therapeutic goals and early warning of death. *Arch Surg.* 1973;106:630-636.
- (19) Shoemaker WC, Appel PL, Bland R, et al. Use of physiologic monitoring to predict outcome and to assist in clinical decisions in critically ill post operative patients. *Am J Surg.* 1983;1:43-50.
- (20) Shoemaker WC, Appel PL, Kram HB, Waxman K, Lee T-S. Prospective trial of supranormal values of survivors as therapeutic goals in high-risk surgical patients. *Chest.* 1988;94:1176-1186.
- (21) Tuschmidt J, Fried J, Astiz M, Rackow E. Elevation of cardiac output and oxygen delivery improves outcome in septic shock. *Chest.* 1992;102:216-220.
- (22) Connors AF, Speroff T, Dawson N et al. The effectiveness of right heart catheterization in the initial care of critically ill patients. *JAMA.* 1996;276:889-897.
- (23) Robin ED. Iatroepidemics: a probe to examine systematic preventable errors in (chest) medicine. *Am Rev Respir Dis.* 1987;135:1152-1156.
- (24) Afessa B, Spencer S, Khan W et al. Association of pulmonary artery catheter use and in-hospital mortality. *Crit Care Med.* 2001;29:1145-1148.
- (25) Bernard G, Sopko G, Cerra F et al. Pulmonary artery catheterization and clinical outcomes. *JAMA.* 2000;283:2568-2572.
- (26) Chittock DR, Dhingra VK, Ronco JJ et al. Severity of illness and risk of death associated with pulmonary artery catheter use. *Crit Care Med.* 2004;32:911-915.
- (27) Costa JTS, Laureano Santos A, Melo M, et al. Influence of the use of Swan-Ganz catheter on mortality from acute myocardial infarction. *Rev Port Cardiol.* 1992;11:445-450.
- (28) Durham R, Neunaber K, Mazuski JE, Shapiro M, Baue A. The use of oxygen consumption and delivery as end-points for resuscitation in critically ill patients. *J Trauma.* 1996;41:32-40.
- (29) Gattinoni L, Brazzi L, Pelosi P et al. A trial of goal-oriented hemodynamic therapy in critically ill patients. *N Eng J Med.* 1995;333:1025-1032.
- (30) Gilbert WM, Towner DR, Field NT, et al. The safety and utility of pulmonary artery catheterization in severe preeclampsia and eclampsia. *Am J Obstet Gynecol.* 2000;182:1397-1401.
- (31) Gnaegi A, Feihl F, Perret C. Intensive care physicians insufficient knowledge of right-sided catheterization at bed side: time to act? *Crit Care Med.* 1997;25:213-220.
- (32) Hayes MA, Timmins AC, Yau EH et al. Elevation of systemic oxygen delivery in the treatment of critically ill patients. *N Eng J Med.* 1994;330:1717-1722.
- (33) Heyland DK, Cook DJ, King D, et al. Maximizing oxygen delivery in critically ill patients: a methodological appraisal of the evidence. *Crit Care Med.* 1996;24:517-524.
- (34) Iberti TJ, Fisher EP, Leibowitz AB, et al. A multicenter study of physicians knowledge of the pulmonary artery catheter. *JAMA.* 1990;264:2928-2932.
- (35) Iberti TJ, Daily EK, Leibowitz AB, et al. Assessment of critical care nurses knowledge of the pulmonary artery catheter. *Crit Care Med.* 1994;22:1674-1678.

- (36) Mueller HS, et al. Present use of right heart catheterization in patients with cardiac disease. ACC expert Consensus Conference. JAMA. 1998;32:840-868.
- (37) Peters SG, Afessa B, Decker PA, et al. Increased risk associated with pulmonary artery catheterization in the medical intensive care unit. J Crit Care. 2003;18:166-171.
- (38) Polanczyk CA, Rohde LE, Goldman L et al. Right heart catheterization and cardiac complications in patients undergoing noncardiac surgery: an observational study. JAMA. 2001;286:309-314.
- (39) Polonen P, Ruokonen E, Hippelainen M, Poyhonen M, Takala J. A prospective, randomized study of goal-oriented hemodynamic therapy in cardiac surgical patients. Anaesthesia & Analgesia. 2000;90:1052-1059.
- (40) Richard C, Warszawski J, Anguel N et al. Early use of the pulmonary artery catheter and outcomes in patients with septic shock and acute respiratory distress syndrome. JAMA. 2003;-2713.
- (41) Sandham JD, Hull RD, Brant RF et al. A randomized controlled trial of pulmonary artery catheter use in 1994 high-risk geriatric surgical patients. Crit Care Med. 2000;A(16).
- (42) Taylor RW, et al. Pulmonary artery consensus conference: consensus statement. Crit Care Med. 1997;25:910-942.
- (43) 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.
- (44) Zarich S, Pust-Marconi J, Amoateng-Adjepong Y, et al. Failure of a brief educational program to improve interpretation of pulmonary artery occlusion pressure tracings. Intens Care Med. 2000;26:698-703.
- (45) Zion MM, Balkin J, Rosenmann D, et al. Use of pulmonary artery catheters in patients with acute myocardial infarction. Analysis in 5841 patients in the SPRINT registry. Chest. 1990;98:1331-1335.
- (46) Kessler L, Ramsey SD, Tunis S, et al. Clinical use of medical devices in the "Bermuda triangle". Health Aff. 2004;23:200-207.
- (47) Spodick DH. Physiologic and prognostic implications of invasive monitoring: undetermined risk/benefit ratios in patients with heart disease. Am J Cardiol. 1980;46:173-175.
- (48) Spodick DH. Randomize the first patient: scientific, ethical, and behavioral bases. Am J Cardiol. 1983;51:916-917.
- (49) Weil M. The assault on the Swan-Ganz catheter: a case history of constrained technology, constrained bedside clinicians, and constrained monetary expenditure. Chest. 1998;113:1379-1386.
- (50) Marcelino P, Susan Marum, Fernandes AP, Ribeiro JP, Lopes MG. Catéter da artéria pulmonar: que papel no século XXI? Rev Port Cardiol. 2003;22:547-564.
- (51) Antonelli M, Levy M, Andrews P et al. Hemodynamic monitoring in shock and implications for management. International consensus conference, Paris, France, 27-28 April 2006. Intensive Care Med. 2007;33:575-590.
- (52) Vieillard-Baron A, Jardin F. Cardiovascular management of septic shock: it is time for echocardiography. In: J-L Vincent, ed. Yearbook of Intensive Care Medicine. Springer-Verlag; 2004:613-624.
- (53) Liebson PR, Karson TH. Getting best results from echocardiography in emergency situations. Indications include shock, infarction, heart failure, trauma, tamponade. J Crit Illn. 1992;7:698-710.

- (54) Oh JK, Meloy TD, Seward JB. Echocardiography in the emergency room: is it feasible, beneficial, and cost-effective? *Echocardiography*. 1995;12:163-170.
- (55) Moore CL, Rose GA, Tayal VS et al. Determination of left ventricular function by emergency physician echocardiography of hypotensive patients. *Acad Emerg Med*. 2002;9:186-193.
- (56) Mandavia D, Hoffner RJ, Mahaney K, Henderson SO. Bedside echocardiography by emergency physicians. *Ann Emerg Med*. 2001;38:377-382.
- (57) McLean AS. Echocardiography in the Intensive Care Unit. *Intensive Care World*. 1996;13:12-17.
- (58) Isabel Marcão, Helena Teixeira, Susana Longo, et al. Ecocardiografia em urgência. *Rev Por Cardiol*. 2004;23:81-92.
- (59) Marcelino P, Marum S, Fernandes AP, Germano N. Ecocardiografia em ambiente não cardiológico. Lisboa: Bayer HealthCare; 2007.
- (60) Jacobson B. *Medicine and Clinical Engineering*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall; 1977.
- (61) Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, Zimmerman J. APACHE II: a severity of disease classification system. *Crit Care Med*. 1985;13:818-828.
- (62) Le Gall JR, et al. A new simplified acute physiology score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study. *JAMA*. 1993;270:2957-2963.
- (63) Vincent J-L, et al. The SOFA (sepsis-related organ failure assessment) score to describe organ dysfunction failure. *Intensive Care Med*. 1996;22:707-710.
- (64) Marshall JC, et al. Multiple organ dysfunction score: a reliable descriptor of a complex clinical outcome. *Crit Care Med*. 1995;23:1638-1652.
- (65) Bone RC, Balk RA, Cerra FB, et al. Society of Critical Care Medicine Consensus Conference: definitions for sepsis and organ failure and guidelines for the use of innovative therapies in sepsis. *Chest*. 1992;101:1644-1655.
- (66) Levy MM, Fink MP, Marshall JC, et al. 2001 SCCM/ESICM/ACCP/ATS/SIS international sepsis definitions conference. *Crit Care Med*. 2003;31:1250-1256.
- (67) Harvey Feigenbaum. *Echocardiography*. 5th ed. Lea & Febiger; 1995.
- (68) Harvey Feigenbaum, Armstrong W., Ryan T. *Echocardiography*. 6th ed. Philadelphia, Pennsylvania, USA: Lippincott Williams and Wilkins; 2005.
- (69) Hatle L, Angelson B. *Doppler ultrasound in cardiology. Physical principles and clinical applications*. 2nd ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1984.
- (70) Gottdiener J, Bednarz J, Devereux K et al. American Society of Echocardiography recommendations for use of echocardiography in clinical trials. *J Am Soc Echocardiogr*. 2004;17:1086-1119.
- (71) Lang M, Bierig M, Devereux RB et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr*. 2005;18:1440-1463.
- (72) Lang M, Bierig M, Devereux RB et al. Recommendations for chamber quantification. *Eur J Echocardiogr*. 2006;7:79-108.

- (73) Schiller N, Shah PM, Crawford M et al. Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. American Society of Echocardiography Committee on Standards, Subcommittee on Quantitation of Two-Dimensional Echocardiograms. *J Am Soc Echocardiogr.* 1989;2:358-367.
- (74) Harvey Feigenbaum. *Echocardiography*. 5th ed. Malvern, Pennsylvania: Lea & Febiger; 1994.
- (75) Gonzalez-Vilchez F, Ares M, Ayuela J, Alonso L. Combined use of pulsed and color M-mode Doppler echocardiography for the estimation of pulmonary capillary wedge pressure: an empirical approach based on an analytical relation. *J Am Coll Cardiol.* 1999;34:515-523.
- (76) Yock PG, Popp RL. Noninvasive estimation of right ventricular systolic pressure by Doppler ultrasound in patients with tricuspid regurgitation. *Circulation.* 1984;4:657-662.
- (77) Flachskampf F, Decoodt P, Fraser A, Daniel W, Roelandt J. Guidelines from the Working Group. Recommendations for performing transesophageal echocardiography. *Eur J Echocardiogr.* 2001;2:8-21.
- (78) Flachskampf F. The standard TEE examination: procedure, safety, typical cross-sections and anatomic correlations, and systematic analysis. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth.* 2008;10:49-56.
- (79) Currie PJ, Seward JB, K-L Chan et al. Continuous wave Doppler determination of right ventricular pressure: a simultaneous Doppler-catheterization study. *J Am Coll Cardiol.* 1985;6:750-756.
- (80) Homma A, Anzueto A, Peters J et al. Pulmonary artery systolic pressures estimated by echocardiogram vs cardiac catheterization in patients awaiting lung transplantation. *J Heart Lung Transplant.* 2001;20:833-839.
- (81) Borgeson DD, Seward JB, Miller FA, et al. Frequency of Doppler measurable pulmonary artery pressures. *J Am Soc Echocardiogr.* 1996;9:832-837.
- (82) Tokushima T, Utsunomia T, Yoshida K, et al. Estimation of the systolic pulmonary arterial pressure using contrast-enhanced continuous-wave Doppler in patients with trivial tricuspid regurgitation. *Jpn Heart J.* 1999;40:311-320.
- (83) Marcelino P, Lopes MG. Determinação não invasiva da pressão de encravamento da artéria pulmonar por ecocardiografia. *Acta Medica Port.* 2006;19:413-420.
- (84) Appleton CP, Galloway JM, Gonzalez MS, et al. Estimation of left ventricular filling pressures using two-dimensional and Doppler echocardiography in adult patients with cardiac disease. *J Am Coll Cardiol.* 1993;22:1972-1982.
- (85) Brunazzi MC, Chirillo F, Pasqualini et al. Estimation of left ventricular diastolic pressures from precordial pulsed-Doppler analysis of pulmonary venous and mitral flow. *Am Heart J.* 1994;128:293-300.
- (86) Chenzbraum A, Keren A, Stern S. Doppler echocardiographic patterns of left ventricular filling in patients early after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol.* 1992;70:711-714.
- (87) Chirillo F, Brunazzi MC, Barbiero M et al. Estimating mean pulmonary wedge pressure in patients with chronic atrial fibrillation from transthoracic Doppler indexes of mitral and pulmonary venous flow velocity. *J Am Coll Cardiol.* 1997;30:19-26.
- (88) El-Said E-L, Roelandt JRTC, Fioretti PM et al. Abnormal left ventricular early diastolic filling during dobutamine stress Dopplerechocardiography is a sensitive indicator of significant coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol.* 1994;24:1618-1624.

- (89) Garcia MJ, Ares MA, Asher C et al. An index of early left ventricular filling that combined with pulsed Doppler peak E velocity may estimate capillary wedge pressure. *J Am Coll Cardiol.* 1997;29:448-454.
- (90) Mulvagh S, Kopelen HN, Quinones MA, Cheirif J, Zoghbi WA. Estimation of left ventricular end-diastolic pressure from Doppler transmitral flow velocity in cardiac patients independent of systolic performance. *J Am Coll Cardiol.* 1992;20:112-119.
- (91) Nagueh SF, Kopelen HN, Zoghbi WA. Feasibility and accuracy of Doppler echocardiographic estimation of pulmonary artery occlusive pressure in the intensive care unit. *Am J Cardiol.* 1995;75:1256-1262.
- (92) Nagueh SF, Kopelen HN, Quinones MA. Assessment of left ventricular filling pressures by Doppler echocardiography in the presence of atrial fibrillation. *Circulation.* 1996;94:2138-2145.
- (93) Nagueh SF, Middleton KJ, Kopelen HN, Zoghbi WA, Quinones MA. Doppler tissue imaging: a noninvasive technique for evaluation of left ventricular relaxation and estimation of pressures. *J Am Coll Cardiol.* 1997;30:1527-1533.
- (94) Nagueh SF, Lakkis NM, Middleton KJ et al. Doppler estimation of left ventricular filling pressures in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Circulation.* 1999;99:254-261.
- (95) Nishimura RA, Appleton CP, Redfield MM et al. Noninvasive Doppler echocardiographic evaluation of left ventricular filling pressures in patients with cardiomyopathies: a simultaneous Doppler echocardiographic and cardiac catheterization study. *J Am Coll Cardiol.* 1996;28:1226-1233.
- (96) Pozzoli, M, Capomolla S et al. Doppler echocardiography reliably predicts pulmonary artery pressure in patients with chronic heart failure with or without mitral regurgitation. *J Am Coll Cardiol.* 1996;27:883-893.
- (97) Temporelli PL, Corrá U, Imparato A et al. Reversible restrictive left ventricular diastolic filling with optimized oral therapy predicts a more favorable prognosis in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 1998;31:1591-1597.
- (98) Temporelli PL, Scapellato F, Corá U et al. Estimation of pulmonary wedge pressure by transmitral Doppler in patients with chronic heart failure and atrial fibrillation. *Am J Cardiol.* 1999;83:448-454.
- (99) Tenenbaum A, Motro M, Hod H, Kaplinsky E, Vered Z. Shortened Doppler-derived A wave deceleration time: an important predictor of elevated left ventricular filling pressure. *J Am Coll Cardiol.* 1996;27:700-705.
- (100) Vanovershelde J-L, Robert AR, Gerbaux A et al. Noninvasive estimation of pulmonary arterial wedge pressure with Doppler transmitral flow velocity pattern in patients with heart disease. *Am J Cardiol.* 1995;75:383-389.
- (101) Yong Y, Nagueh SF, Shimoni S, El-Said E-L. deceleration time in cardiomyopathy. *Circulation.* 2001;103:1232-1237.
- (102) Claudio David, Ana Almeida, José Morais et al. Avaliação da pressão diastólica ventricular esquerda pela análise dos fluxos transvalvular e venoso pulmonares por ecocardiografia Doppler e sua correlação com. *Rev Port Cardiol.* 2001;20:987-1000.
- (103) Giannuzzi P, Imparato A, Temporelli PL et al. Doppler defived mitral deceleration time of early filling as a strong predictor of pulmonary capillary pressure in post-infaction patients with left ventricular dysfunction. *J Am Col Cardiol.* 1994;23:1630-1637.

- (104) Masuyama T, Lee J-M, Nagano R et al. Doppler echocardiographic pulmonary venous flow-velocity pattern for assessment of the hemodynamic profile in acute congestive heart failure. *Am Heart J.* 1995;129:107-113.
- (105) Nagueh SF. Noninvasive evaluation of hemodynamics by Doppler echocardiography. *Curr Opin Cardiol.* 1999;3:217-237.
- (106) Thomas JD, Weyman AE. Echocardiographic Doppler evaluation of left ventricular diastolic function: physics and physiology. *C.* 1991;84:977-990.
- (107) Appleton CP, Galloway JM, Gonzalez MS, et al. Estimation of left ventricular pressures using two-dimensional and Doppler echocardiography in adult patients with cardiac disease. Additional value of analysing left atrial size, left atrial ejection fraction and the difference in duration of pulmonary venous and mitral flow velocity at atrial contraction. *J Am Coll Cardiol.* 1993;22:1972-1982.
- (108) Thomas JD, Weyman AE. Echocardiographic Doppler evaluation of left ventricular diastolic function. *Circulation.* 1991;84:977-1002.
- (109) Diebel L, Wilson RF, Target MG, et al. End-diastolic volume: a better indicator of preload in the critically ill. *Arch Surg.* 1992;127:817-822.
- (110) Durham R, Neunaber K, Vogler G, Shapiro M, Mazuski J. Right ventricular end-diastolic volume as a measure of preload. *J Trauma.* 1995;39:218-223.
- (111) Slama M, Susic D, Varagic J, Ahn J, Frohlich ED. Echocardiographic measurement of cardiac output in rats. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2002;284:H691-H697.
- (112) Axler O, Megarbane B, Lentschener C, Fernandez H. Comparison of cardiac output measured with echocardiographic volumes and aortic Doppler methods during mechanical ventilation. 2003.
- (113) MacLean AS, Needham A, Stewart D, Parkin R. Estimation of cardiac output by noninvasive echocardiographic techniques in the critically ill subject. *Anaesth Intensive Care.* 1997;25:250-254.
- (114) Vignon P. Hemodynamic assessment of critically ill patients using echocardiography Doppler. *Crit Care.* 2005;11:227-234.
- (115) Perrino AC, Harris SN, Luther MA. Intraoperative determination of cardiac output using multiplane transesophageal echocardiography. *Anesthesiology.* 1998;89:350-357.
- (116) Brown J. Use of echocardiography for hemodynamic monitoring. *Crit Care Med.* 2002;30:1361-1364.
- (117) Descorps-Declercq A, Smail N, Vigne B et al. Transgastric, pulsed Doppler echocardiographic determination of cardiac output. *Intensive Care Med.* 1996;22:34-38.
- (118) Forrester J, Diamond G, Mc Hugh TJ, et al. Filling pressures in the right and left sides of the heart in acute myocardial infarction: a reappraisal of central venous pressure. *N Eng J Med.* 1971;285:190-193.
- (119) Magder S. More respect for CVP. *Intensive Care Med.* 1998;24:651-653.
- (120) Paul L Marino. Hemodynamic monitoring. Tissue oxygenation. In: Paul L Marino, ed. *The ICU Book.* William & Wilkins; 1997:190.
- (121) Rivers E, Bryant Nguyen, Havstad S, et al. Early goal-oriented therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Eng J Med.* 2001;345:1368-1377.

- (122) The ARDS Clinical Trials Network. Pulmonary-artery versus central venous catheter to guide treatment of acute lung injury. *N Eng J Med.* 2006.
- (123) Kircher B, Himelman RB, Schiller NB. Noninvasive estimation of right atrial pressure from the inspiratory collapse of the inferior vena cava. *Am J Cardiol.* 1990;66:493-496.
- (124) Moreno F, Hagan AD, Holmen JR et al. Evaluation of Size and Dynamics of Inferior Vena Cava as an Index of Right Sided Cardiac Function. *Am J Cardiol.* 1984;53:579-585.
- (125) Jardin F, Vieillard-Baron A. Ultrasonographic examination of the venae cavae. *Intensive Care Med.* 2006;32:203-206.
- (126) Marcelino P, Germano N, Grilo A et al. Linfopénia em doentes submetidos a ventilação mecânica por exacerbação de insuficiência respiratória crónica: estudo prospectivo. *Rev Port Pneumol.* 2004;10:373-381.
- (127) Marcelino P, Germano N, Nunes AP et al. Determinantes cardíacas do tempo de ventilação mecânica e mortalidade de doentes com insuficiência respiratória crónica exacerbada. A importância dos parâmetros ecocardiográficos. *Rev Port Pneumol.* 2006;12:131-146.
- (128) Baumann UA, Marquis C, Stoupis C et al. Estimation of central venous pressure by ultrasound. *Resuscitation.* 2005;64:193-199.
- (129) Mintz G, Kotler M, Parry W, Isdrandian A, Kane S. Real-time inferior caval ultrasonography: normal and abnormal findings and its use in assessing right-heart function. *Circulation.* 1981;64:1018-1025.
- (130) Minutiello L. Non-invasive evaluation of central venous pressure derived from respiratory variations in the diameter of the inferior vena cava. *Minerva Cardioangiol.* 1993;41:433-437.
- (131) Minutiello L. Value of the vena cava index in healthy young subjects. *Echocardiography study.* *Minerva Cardioangiol.* 1994;42:229-232.
- (132) Jue J, Chung W, Schiller NB. Does inferior vena cava size predict right atrial pressure in patients receiving mechanical ventilation? *J Am Soc Echocardiogr.* 1992;5:613-619.
- (133) Bernardin G, Pradier C, Tiger F, Deloffre P, Mattei M. Blood pressure and arterial lactate level are early indicators of short-term survival in human septic shock. *Intensive Care Med.* 1996;22:17-25.
- (134) Zenati MS, Billiar TR, Townsend RN, Peitzman AB, Harbrecht BG. A brief episode of hypotension increases mortality in critical trauma patients. *J Trauma.* 2002;53:232-236.
- (135) Paul L Marino. *The ICU Book.* 2^a ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1998.
- (136) Perret C, Tagan D, Feihl F, Marini JJ. *Reanimation. Le catheterisme droit en soins intensifs.* 2^a ed. Paris: Arnette Blakwell; 1997.
- (137) Kyle J.Gunnerson. Low systemic arterial pressure. In: Mitchell Fink, Edward Abraham, Jean-Louis Vincent, Patrick Kochanek, eds. *Textbook of Critical Care.* Philadelphia, Pennsylvania: Elsevier Saunders; 2005:27-29.
- (138) Joseph MX, Disney PJS, Da Costa R, et al. Transthoracic echocardiography to identify or exclude cardiac cause of shock. *Chest.* 2004;126:1592-1597.
- (139) Karavidas A, Matsakas E, Lazaros G, Panou F. Emergency bedside echocardiography as a tool for early detection and clinical decision making in cases of suspected pulmonary embolism - a case report. *Angiology.* 2000;51:1021-1025.

- (140) Kuhl HP, Hanrath P. The impact of transesophageal echocardiography on daily clinical practice. *Eur J Echocardiogr.* 2004;5:455-468.
- (141) Manasia AR, Nagaraj HM, Kodali RB et al. Feasibility and potential clinical utility of goal-directed echocardiography performed by noncardiologist intensivists using a small hand-carried device (SonoHeart) in critically ill patients. *J Cardiothoracic Vasc Anesth.* 2005;19:155-159.
- (142) Marcão I, Teixeira H, Longo S et al. Ecocardiografia em Urgência. *Rev Port Cardiol.* 2004;23:81-92.
- (143) Pershad J, Myers S, Plouman C et al. Bedside limited echocardiography by the emergency physician is accurate during evaluation of the critically ill patient. *Pediatrics.* 2004;114:667-771.
- (144) Ketzler JT, McSweeney M, Coursin DB. ICU echocardiography. Should we use it in a heart beat? *Chest.* 2002;122:1121-1123.
- (145) Beaulieu Y, Marik P. Bedside ultrasonography in the ICU. *Chest.* 2005;128:895.
- (146) Bossone E, DiGiovine B, Watts S, et al. Range and prevalence of cardiac abnormalities in patients hospitalized in a medical ICU. *Chest.* 2002;122:1370-1376.
- (147) Jensen MB, Sloth E, Larsen KM, Schmidt MB. Transthoracic echocardiography for cardiopulmonary monitoring in intensive care. *Eur J Anaesthesiology.* 2004;21:700-707.
- (148) Cook CH, Praba AC, Beery PR, et al. Transthoracic echocardiography is not cost-effective in critically ill surgical patients. *J Trauma.* 2002;52:280-284.
- (149) Hwang JJ, Shyu KG, Chen JJ, et al. Usefulness of transesophageal echocardiography in the treatment of critically ill patients. *Chest.* 1993;104:861-866.
- (150) Cosyns B, El Haddad P, Lignian H et al. Contrast harmonic imaging improves the evaluation of left ventricular function in ventilated patients: comparison with transesophageal echocardiography. *Eur J Echocardiogr.* 2004;5:118-122.
- (151) Daniel GK, Chawla M, Sawada SG et al. Echocardiographic imaging of technically difficult patients in the Intensive Care Unit: use of optison in combination with fundamental and harmonic imaging. *J Am Soc Echocardiogr.* 2001;14:917-920.
- (152) Kumar A, Kumar A, Parrillo JE. Reversible myocardial dysfunction: an ubiquitous phenomenon in the critically ill? *Crit Care Med.* 2002;30:1392.
- (153) Parker MM, Shelhamer JH, Bacharach SL, et al. Profound but reversible myocardial depression in patients with septic shock. *Ann Intern Med.* 1984;100:483-490.
- (154) Parker MM, Shelhamer JH, Natanson C, et al. Serial cardiovascular variables in survivors and non-survivors of human septic shock. *Crit Care Med.* 1987;15:923-929.
- (155) Parker MM, Suffredini AF, Natanson C, et al. Responses of left ventricular function in survivors and non-survivors of septic shock. *J Crit Care.* 1989;4:19-25.
- (156) Parker MM, Macarthy K, Ognibene FP, Parrillo JE. Right ventricular dysfunction and dilation, similar to left ventricular changes, characterize the cardiac depression of septic shock in humans. *Chest.* 1990;97:126-131.
- (157) Jardin F, Valtier B, Beauchet A, Dubourg O. Invasive monitoring combined with two-dimensional echocardiographic study in septic shock. *Intensive Care Med.* 1994;20:550-554.

- (158) Vieillard-Baron A, Shmitt JM, Beauchet A, et al. Early preload adaptation in septic shock? *Anesthesiology*. 2001;94:400-406.
- (159) Jardin F, Fourme T, Page B et al. Persistent preload defect in severe sepsis despite fluid loading. A longitudinal echocardiographic study in patients with septic shock. *Chest*. 1999;116:1354-1359.
- (160) Melo J, Peters JL. Low systemic vascular resistance: diferencial diagnosis and outcome. *Crit Care*. 1999;3:71-77.
- (161) Davies JN, Allen DN, Chant AD. Noninvasive Doppler-derived cardiac output: a validation study comparing this technic with thermodilution and Fick methods. *Eur J Vasc Surg*. 1991;5:497-500.
- (162) Huntsman LL, Stewart DK, Barnes SR, et al. Noninvasive Doppler determination of cardiac output in man: clinical validation. *Circulation*. 1983;67:593-602.
- (163) Martins S, Soares RM, Abreu J et al. Cardiac output quantification by Doppler echocardiography in intensive care - limitations and validation. *Rev Port Cardiol*. 2000;19:41-64.
- (164) Shuster AH, Nanda NC. Doppler echocardiography measurement of cardiac output: comparison with a non golden standard. *Am J Cardiol*. 1984;53:257-261.
- (165) Nath J, Vacek JL, Heidenreich PA. A dilated inferior vena cava is a marker of poor survival. *Am Heart J*. 2006;151:730-735.
- (166) Gursel G. Determinants of the lenght of mechanical ventilation in patients with COPD in the intensive care unit. *Respiration*. 2005;72:61-67.
- (167) Keenan SP, Dodek P, Chan K et al. Lenght of ICU stay for chronic obstructive pulmonary disease varies among large community hospitals. *Intensive Care Med*. 2003;29:590-595.
- (168) Nevins ML, Epstein SK. Predictors of outcome for patients with COPD requiring invasive mechanical ventilation. *Chest*. 2001;119:1840-1849.
- (169) Epstein SK. Etiology of extubation failure and the predictive value of the rapid shallow breathing index. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152:545-549.
- (170) Epstein SK, Ciubotaru RL, Wong JB. Effect of failed extubation on the outcome of mechanical ventilation. *Chest*. 1997;112:186-192.
- (171) Epstein SK, Ciubotaru RL. Independent effects of etiology and time to reintubation on outcome for patients failing extubation. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998;158:489-493.
- (172) Seymour CW, Martinez A, Christie JD, Fuchs BD. The outcome of extubation failure in a community hospital intensive care unit: a cohort study. *Crit Care*. 2004;8:322-327.
- (173) Muller J, Wallukat G, Weng Y-G et al. Weaning from mechanical cardiac support in patients with idiopathic dilated cardiomyopathy. *Circulation*. 1997;96:542-549.
- (174) Lemaire F, Teboul J-L, Cinotti L et al. Acute left ventricular dysfunction during unsuccessful weaning from mechanical ventilation. *Anesthesiology*. 1988;69:171-179.
- (175) Richard C, Teboul J-L, Archambaud F et al. Left ventricular function during weaning of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Intensive Care Med*. 1994;20:181-186.
- (176) Bando K, Sun K, Binford RS, Sharp TG. Determinants of longer duration of endotracheal intubation after adult cardiac operations. *Ann Thorac Surg*. 1997;63:1026-1033.

- (177) Barbier C, Loubieres Y, Schmit C, Hayon C, Ricôme J-L, Jardin F et al. Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated patients. *Intensive Care Med* March, 18. 2004. 18-3-2004.
- (178) Capdevila XJ, Perrigault PF, Perey PJ, Roustan JPA, d'Athis F. Occlusion pressure and its ratio to maximum inspiratory pressure are useful predictors for successful extubation following T-piece weaning trial. *Chest*. 1995;108:482-489.
- (179) DeHaven B, Kirton OC, Morgan JP et al. Breathing measurement reduces false-negative classification of tachypneic preextubation trials failure. *Crit Care Med*. 1996;24:976-980.
- (180) Nevins ML, Epstein SK. Predictors of outcome for patients with COPD requiring invasive mechanical ventilation. *Chest*. 2001;119:1840-1849.
- (181) Leitch EA, Moran JL, Grealy B. Weaning and extubation failure in the Intensive Care Unit. *Intensive Care Med*. 1996;22:752-759.
- (182) Meade M, Guyatt G, Griffith L et al. Predicting success in weaning from mechanical ventilation. *Chest*. 2001;120(6 Suppl):4S-24S.
- (183) Purro A, Appendini L, Gaetano A et al. Physiologic determinants of ventilator dependence in long-term mechanical ventilated patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;161:1115-1123.
- (184) Seneff MG, Zimmerman JE, Knaus WA, Wagner DP. Predicting the duration of mechanical ventilation. The importance of disease and patient characteristics. *Chest*. 1996;110:469-479.
- (185) Johnson GL, Kanga JF, Moffet CB, Noonan JA. Changes in left ventricular diastolic filling patterns by Doppler echocardiography in cystic fibrosis. *Chest*. 1991;99:646-650.
- (186) Schena M, Clini E, Errere D, Quadri A. Echo-Doppler evaluation of left ventricular impairment in chronic cor pulmonale. *Chest*. 1996;109:1446-1451.
- (187) Cargill R, Kiely G, Lipwirth B. Left ventricular systolic performance during acute hypoxemia. *Chest*. 1995;108:899-902.
- (188) Boussuges A, Molénat F, Burnet H et al. Operation Everest III (Comex 97): modifications of cardiac function secondary to altitude-induced hypoxia. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000;161:264-270.
- (189) Marcelino P, Fernandes AP, Marum S, Ribeiro JP. Influência da diástole cardíaca no desmame ventilatório. *Rev Port Cardiol*. 2002;21:849-857.
- (190) Sladen A, Laver MB, Pontoppidan H. Pulmonary complications and water retention in prolonged mechanical ventilation. *N Eng J Med*. 1968;279:448-452.
- (191) Vieillard-Baron A, Prin S, Chergui K, Dubourg O, Jardin F. Hemodynamic instability in sepsis: bedside assessment by echocardiography. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;168:1270-1276.
- (192) Poelaert J, Declercq C, Vogelaers D, Colardyn F, Visser CA. Left ventricular systolic and diastolic function in septic shock. *Intensive Care Med*. 1997;23:553-560.
- (193) Stawicki SP, Hoff WS, Cipolla J, deQuevedo R. Use of non-invasive esophageal echo-Doppler system in the ICU: a practical experience. *J Trauma*. 2005;59:506-507.
- (194) Cicek S, Demirlic U, Kuralay E, Tatar H, Ozturk O. Transesophageal echocardiography in cardiac surgical emergencies. *J Card Surg*. 1995;10:236-244.
- (195) Dalibon N, Schlumberger S, Saada M, et al. Haemodynamic assessment of hypovolemia under

- general anesthesia in pigs submitted to graded haemorrhage and retransfusion. *Br J Anaesth.* 1999;82:97-103.
- (196) Freund PR. Transesophageal Doppler scanning versus thermodilution during general anesthesia: an initial comparison of cardiac output technics. *Am J Surg.* 1987;153:490-494.
- (197) Hoefl A, Schorn B, Weyland A et al. Bedside assessment of intravascular volume status in patients undergoing coronary artery bypass surgery. *Anaesthesiology.* 1994;81:76-86.
- (198) Kneeshaw JD. Transesophageal echocardiography in the operating room. *Br J Anaesth.* 2006;97:77-84.
- (199) Ma M, Hwang J-J, Lai L-P et al. Transesophageal echocardiographic assessment of mitral valve position and pulmonary flow during cardiopulmonary resuscitation. *Circulation.* 1995;92:854-861.
- (200) Yanagawa Y, Nishi K, Sakamoto T, Okada Y. Early diagnosis of hypovolemic shock by sonographic measurement of inferior vena cava in trauma patients. *J Trauma.* 2005;58:825-829.
- (201) Swanevelder J, Chin D, Kneeshaw J, et al. Accreditation in transesophageal echocardiography: statement from the Association of Cardiothoracic Anesthetists and the British Society of Echocardiography joint TOE Accreditation Comitee. *Br J Anaesth.* 2003;91:472.
- (202) Cahalan MK, Abel M, Goldman ME, et al. American Society of Echocardiography and Society of Cardiovascular Anesthesiologists task force guidelines for training in perioperative echocardiography. *Anesth Analg.* 2002;94:1384-1388.
- (203) Gan TL, Soppitt A, Maroof M, et al. Goal-directed intraoperative fluid administration reduces length of hospital stay after major surgery. *Anaesthesiology.* 2002;97:820-826.
- (204) Hinder F, Poelaert J, Schmidt C et al. Assessment of cardiovascular volume status by transesophageal echocardiography and dye dilution method. *Eur J Anaesthesiol.* 1998;15:633-640.
- (205) Huttemann E. Transesophageal echocardiography in critical care. *Minerva Anesthesiol.* 2006;15:345-349.
- (206) Marik P. Pulmonary artery catheterization and esophageal Doppler monitoring in the ICU. *Chest.* 1999;116:1085-1091.
- (207) Milani RV, Lavie CJ, Gilliland YE, Cassidy MM, Bernal JA. Overview of transesophageal echocardiography for chest phisician. *Chest.* 2003;124:1081-1089.
- (208) Poelaert J, Trouerbach J, De Buyzere J, Everaert J. Evaluation of transesophageal echocardiography as a diagnostic and therapeutical aid in a critical care setting. *Chest.* 1995;107:774-779.
- (209) Schiller NB. Hemodynamics derived from transesophageal echocardiography. *Cardiol Clin.* 2006;18:699-709.
- (210) Slama M, Maizel J. Echocardiographic measurement of ventricular function. *Curr Opin Crit Care.* 2006;12:241-248.
- (211) Slama MA, Novara A, Putte V, Diebold B. Diagnostic and therapeutic implications of transesophageal echocardiography in medical ICU patients with unexplained shock, hypoxemia, or suspected endocarditis. *Intensive Care Med.* 1996;22:916-922.
- (212) Swenson JD, Harkin C, Pace NL, Astle P, Bailey P. Transesophageal echocardiography: an objective tool in defining maximum ventricular response to intravenous fluid therapy. *Anesth Analg.* 1996;83:1149-1153.

- (213) Thys DM, Hillel Z, Goldman ME, et al. A comparison of hemodynamic indices derived by invasive monitoring and two-dimensional echocardiography. *Anaesthesiology*. 1987;67:630-634.
- (214) Voga G, Krivec B. Echocardiography in the Intensive Care Unit. *Curr Opin Crit Care*. 2000;6:207-213.
- (215) Dark PM, Singer M. The validity of transesophageal ultrasonography as a measure of cardiac output in critically ill adults. *Intensive Care Med*. 2004;30:2060-2066.
- (216) Singer M, Clarke J, Bennett ED. Continuous hemodynamic by esophageal Doppler. *Crit Care Med*. 1989;17:447-452.
- (217) Swan HJ, Ganz W, Forrester et al. Catheterization of the right heart in man with use of a flow-directed balloon-tipped catheter. *N Eng J Med*. 1970;283:451.
- (218) Kornbluth M, Liang DH, Brown P, Gessford E, Schnittger I. Contrast echocardiography is superior to tissue harmonics for assessment of left ventricular function in mechanically ventilated patients. *Am Heart J*. 2000;140:291-296.
- (219) Lang RM, Mor-Avi V, Zoghbi WA et al. The role of contrast enhancement in echocardiographic assessment of left ventricular function. *Am J Cardiol*. 2002;90:28J-34J.
- (220) Nguyen TT, Dhond MR, Sabapathy R, Bommer WJ. Contrast microbubbles improve diagnostic yield in ICU patients with poor echocardiographic windows. *Chest*. 2001;120:1287-1292.
- (221) Marcelino P, Fernandes AP, Marum S, Ribeiro JP. Edema pulmonar refractário por ruptura de corda tendínea. *Rev Port Med Intensiva*. 2000;9:85-86.
- (222) Brown JM, Murtha W, Fraser J, Khoury V. Dynamic left ventricular outflow tract obstruction in critically ill patients. *Crit Care Resusc*. 2002;4:170-174.
- (223) Swanchuk CW, Wong DT, Kavanagh BP, Siu SC. Transthoracic echocardiography does not improve prediction of outcome over APACHE II in medical-surgical intensive care. *Can J Anesth*. 2003;50:305-310.
- (224) Ognibene FP, Parker M, Natanson C, et al. Depressed left ventricular performance to volume infusion in patients with sepsis and septic shock. *Chest*. 1988;93:903-910.
- (225) Mellow E, Parker MM, Cunnion RE, et al. Reversible depression and ventricular dilation demonstrated by two-dimensional echocardiography in humans with septic shock. *Crit Care Med*. 1986;14:342.
- (226) Marcelino P, Germano S, Fernandes A et al. A follow-up study of severe sepsis/septic shock patients using echocardiography. *Crit Care*. 2005;9:S22.
- (227) Osranek M, Bursi F, Bailey K et al. Left atrial volume predicts cardiovascular events in patients originally diagnosed with lone atrial fibrillation: three-decade follow-up. *Eur Heart J*. 2005;26:2556-2561.
- (228) Appleton CP, Galloway JM, Gonzalez MS, Basnight MA. Estimation of left ventricular filling pressures using two-dimensional and Doppler echocardiography in adult patients with cardiac disease. Additional value of analysing left atrial size, left atrial ejection fraction and the difference in duration of pulmonary venous and mitral flow velocity at atrial contraction. *J Am Coll Cardiol*. 1993;22:1972-1982.
- (229) Redfield MM. Understanding "diastolic" heart failure. *N Eng J Med*. 2004;350:1330-1331.

- (230) Jafri SM, Lavine S, Field BE, Bahorozian MT. Left ventricular dysfunction in sepsis. *Crit Care Med.* 1990;18:709-714.
- (231) Munt B, Jue J, Gin K, et al. Diastolic filling in human severe sepsis: an echocardiographic study. *Crit Care Med.* 1998;26:1829-1833.
- (232) Zile MR, Baicu CF, Gaasch WH. Diastolic heart failure - abnormalities in active relaxation and passive stiffness of the left ventricle. *N Eng J Med.* 2004;350:1953-1959.
- (233) Oh JK. Echocardiography as a noninvasive Swan-Ganz catheter. *Circulation.* 2005;111:3192-3194.
- (234) Korsten HM, Mishi M, Grouls RJ et al. Quantification in echocardiography. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth.* 2006;10:57-62.
- (235) Ando Y, Yanagiba S, Asano Y. The inferior vena cava diameter as a marker of dry weight in chronic hemodialyzed patients. *Artif Organs.* 1995;19:1237-1242.
- (236) Mandelbaum A, Ritz E. Vena cava diameter measurement for estimation of dry weight in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant.* 1996;11:S24-S27.
- (237) Yanagiba S, Ando Y, Kusano E, Asano Y. Utility of the inferior vena cava diameter as a marker of dry weight in nonoliguric hemodialyzed patients. *ASAIO J.* 2001;47:528-532.
- (238) Soubrier S, Saulnier F, Hubert H et al. Can dynamic indicators help the prediction of fluid responsiveness in spontaneously breathing critically ill patients? *Intensive Care Med.* 2007;33:1117-1124.
- (239) Teboul JL, Rienzo M, Monnet X. Non-invasive assessment of volume responsiveness. In: J-L Vincent, ed. *Yearbook of Intensive Care Medicine.* Springer-Verlag; 2004:685-693.
- (240) Marcelino P, Marum S, Fernandes AP. Notas actuais sobre a fluidoterapia na sépsis: o papel da ecocardiografia e dos parâmetros dinâmicos. *Med Interna.* 2006;13:126-132.
- (241) Feissel M, Michard F, Mangin I et al. Respiratory changes in aortic blood flow velocity as an indicator of fluid responsiveness in ventilated patients with septic shock. *Chest.* 2001;119:867-873.
- (242) Vieillard-Baron A, Chergui K, Augarde R et al. Cyclic changes in arterial pulse during respiratory support revisited by Doppler echocardiography. *Am J Resp Crit Care Med.* 2003;168:671-676.
- (243) Sugrue M, Hillman KM. Intra-abdominal hypertension and Intensive Care. In: J-L Vincent, ed. *Yearbook of Intensive Care and emergency Medicine.* Berlin: Springer; 1998:667-676.
- (244) Vieillard-Baron A, Slama M, Cholley BP, Janvier G, Vignon P. Echocardiography in the intensive care unit: from evolution to revolution? *Intensive Care Med.* 2008;34:243-249.
- (245) Martin GS, Mannini DM, Eaton S, Moss M. The epidemiology of sepsis in the United States from 1979 through 2000. *N Eng J Med.* 2003;348:1546-1554.
- (246) Dellinger RP, Carlet JM, Masur H et al. Surviving sepsis campaign guidelines for management of severe sepsis and septic shock. *Intensive Care Med.* 2004;30:536-555.
- (247) Eichacker PQ, Natanson C. Increasing evidence that the risks of rhAPC may outweigh its benefits. *Intensive Care Med.* 2007;33:396-399.
- (248) Ranieri VM, Moreno R, Rhodes A. The European Society of Intensive Care Medicine (ESICM) and the Surviving Sepsis Campaign. *Intensive Care Med.* 2007;33:423-425.

- (249) Vincent J-L, Abraham E, Annane D, et al. Reducing mortality in sepsis: new directions. *Crit Care*. 2002;6:S1-S18.
- (250) Beest P, Hofstra M, Boerma E, Spronk P, Kuiper M. The incidence of low venous oxygen saturation on admission to the intensive care unit: a multi-center observational study in The Netherlands. *Crit Care*. 2008;12:R33.
- (251) Bellomo R, Stow P, Hart G. Why is there such a difference in outcome between Australian intensive care units and others? *Curr Opin Anaesthesiol*. 2007;20:100-105.
- (252) Bellomo R, Read M, Warrilow S. The pursuit of a high central venous oxygen saturation in sepsis: growing concerns. *Crit Care*. 2008;12:130.
- (253) Bailén MR, Hoyos EA, Martnez AL, Navarro SR, Jiménez FJG. Reversible myocardial dysfunction, a possible complication in critically ill patients without heart disease. *J Crit Care*. 2003;18:1348-1553.
- (254) Bailén M, Aguayo de Hoyos E, Ruiz-Navarro S et al. Reversible myocardial dysfunction after cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 2005;66:175-181.
- (255) Cunnion RE, Schaer GL, Parker M, et al. The coronary circulation in human septic shock. *Circulation*. 1986;73:637-744.
- (256) Curtis O, Kumar A, Parrillo J, Kumar A. Clinical review: myocardial depression in sepsis and septic shock. *Crit Care*. 2002;6:500-508.
- (257) Deibert E, Aiyagari V, Diringer MN. Reversible left ventricular dysfunction associated with raised troponin I after subarachnoid haemorrhage does not preclude successful heart transplantation. *Heart*. 2000;84:205-207.
- (258) Kono T, Morita H, Kuroiwa T, et al. Left ventricular wall motion abnormalities in patients with subarachnoid haemorrhage neurogenic stunned myocardium. *J Am Coll Cardiol*. 1994;24:636-640.
- (259) Lee WK, Frasca M, Lee C, et al. Depression of myocardial function during acute pancreatitis. *Cir Shock*. 1981;8:369-374.
- (260) Lefer AM, Glenn TM, O'Neil TJ, et al. Inotropic influence of endogenous peptides in experimental hemorrhagic pancreatitis. *Surgery*. 1971;9:220-228.
- (261) Levine GN, Powel C, Bernard SA. Acute, reversible left ventricular dysfunction in status asthmaticus. *Chest*. 1995;107:1469-1473.
- (262) Ohtsuka T, Hamada M, Kodama K, et al. Neurogenic stunned myocardium. *Circulation*. 2000;101:2122-2124.
- (263) Patel J, Movahed A, Reeves WC. Electrocardiographic and segmental wall motion abnormalities in pancreatitis mimicking myocardial infarction. *Clin Cardiol*. 1994;17:505-509.
- (264) Price S, Anning PB, Mitchell JA, Evans TW. Myocardial dysfunction in sepsis: mechanisms and therapeutic implications. *Eur Heart J*. 1999;20:715-724.
- (265) Raper RF, Fisher MM. Profound reversible myocardial depression after anaphylaxis. *Lancet*. 1988;1:834-835.
- (266) Sharkey SW, Shear W, Hodges M, et al. Reversible myocardial contraction anomalies in patients with an acute noncardiac illness. *Chest*. 1998;114:98-105.

- (267) Smail N, Descorps DA, Duranteau J, et al. Left ventricular function after severe trauma. *Intensive Care Med.* 1996;22:439-442.
- (268) Starr RG, Philips GC, Stroman CE, Abel FL. Direct action of endotoxin on cardiac muscle. *Shock.* 1995;3:380-384.
- (269) Tzung-Dao W, Chau-Chung W, Yuhan Te L. Myocardial stunning after cerebral infarction. *Int J Cardiol.* 1997;58:308-311.
- (270) Vincent J-L, Gris P, Coffernils M et al. Myocardial depression characterizes the fatal course of septic shock. *Surgery.* 1992;111:660-667.
- (271) Zaroff JG, Rordorf GA, Ogilvy CS, et al. Regional patterns of left ventricular systolic dysfunction after subarachnoid haemorrhage; Evidence for neurally mediated cardiac injury. *J Am Soc Echocardiogr.* 2000;13:774-779.
- (272) Lamia B, Teboul JL, Monnet X, Richard C, Chemla D. Relationship between the tricuspid annular plane systolic excursion and right and left ventricular function in critically ill patients. *Intensive Care Med.* 2008;33:2143-2149.
- (273) Anane D, Vignon P, Renault A et al. Norepinephrin plus dobutamine versus epinephrin alone for management of septic shock: a randomised trial. *Lancet.* 2007;370:676-684.
- (274) Patel G, Balk RA. Choice of vasopressor in septic shock: does it matter? *Crit Care.* 2007;11:174.
- (275) Etchecopar-Chevreuil C, François B, Clavel M et al. Cardiac morphological and functional changes during early septic shock: a transesophageal echocardiographic study. *Intensive Care Med.* 2008;34:250-256.
- (276) Alsous F, Khamiees M, DeGirolamo A, Amoateng-Adjepong Y, Manthous CA. Negative fluid balance predicts survival in patients with septic shock: a retrospective pilot study. *Chest.* 2000;117:1749-1754.
- (277) Varon J, Fromm RE. Fluid balance in sepsis. Are we ready for a negative balance? *Chest.* 2000;117:1535-1536.
- (278) Stanko LK, Jacobshn E, Tam JW, De Wet CJ, Avidan M. Transthoracic echocardiography: impact on diagnosis and management in tertiary care intensive care units. *Anaesth Intensive Care.* 2005;33:492-496.
- (279) Bossone E, DiGiovine B, Watts S, et al. Range and prevalence of cardiac abnormalities in patients hospitalized in a medical ICU. *Chest.* 2002;122:1370-1376.
- (280) Jardin F, Dubourg O, Bourdarias J-P. Echocardiographic pattern of acute cor pulmonale. *Chest.* 1997;111:209-217.
- (281) Bernard F, Denault A, Babin D et al. Diastolic dysfunction is predictive of difficult weaning from cardiopulmonary bypass. *Anesth Analg.* 2001;92:291-298.
- (282) Breen D, Churches T, Hawker F, Torzillo PJ. Acute respiratory failure secondary to chronic obstructive pulmonary disease treated in the intensive care unit: a long term follow-up study. *Thorax.* 2002;57:29-33.
- (283) Ozier Y, Gueret P, Jardin F, et al. Two-dimensional echocardiographic demonstration of acute myocardial depression in septic shock. *Crit Care Med.* 1985;12:596-599.

- (284) Tsuchiashi K, Ueshima K, Uchida T, et al. Transient left ventricular apical ballooning without coronary artery stenosis: a novel heart syndrome mimicking acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol.* 2001;38:11-18.
- (285) Solomon MA, Correa R, Alexander HR, et al. Myocardial energy metabolism and morphology in a canine model of sepsis. *Am J Physiol.* 1994;26:H757-H768.
- (286) Burch GE, Myers R, Abildskov JA, et al. A new electrocardiographic pattern observed in cerebrovascular accidents. *Circulation.* 1954;9:719-723.
- (287) Patel J, Movahed A, Reeves WC. Electrocardiographic and segmental wall motion abnormalities in pancreatitis mimicking myocardial infarction. *Clin Cardiol.* 1994;17:505-509.
- (288) Dhainaut JF, Huyghebaert MF, Monsallier JF, et al. Coronary hemodynamics and myocardial metabolism of lactate, free acids, glucose, and ketons in patients with septic shock. *Circulation.* 1987;75:533-541.
- (289) Rhodes A, Lamb FJ, Malagon I et al. A prospective study of the use of a dobutamine stress test to identify outcome in patients with sepsis, severe sepsis, or septic shock. *Crit Care Med.* 1999;27:2361-2366.
- (290) Munt B, Jue J, Gin K, Fenwick J, Tweeddale M. Diastolic filling in human severe sepsis: an echocardiographic study. *Crit Care Med.* 1998;26:1829-1833.
- (291) Hillis GS, Moller JE, Pelikka PA et al. Noninvasive estimation of left ventricular filling pressure by E/E' is a powerful predictor of survival after acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol.* 2004;43:360-367.
- (292) Moller JE, Sondergaard E, Poulsen SH et al. Color M-mode and pulsed wave tissue Doppler echocardiography: powerful predictors of cardiac events after first myocardial infarction. *J Am Soc Echocardiogr.* 2001;14:757-763.
- (293) Wang M, Yip GW, Wang AY et al. Peak early diastolic mitral annulus velocity by tissue Doppler imaging adds independent and incremental prognostic value. *J Am Coll Cardiol.* 2003;41:820-826.
- (294) Okura H, Takada Y, Kubo T et al. Tissue Doppler derived index of left ventricular filling pressure, E/E', predicts survival in patients with non-valvular atrial fibrillation. *Heart.* 2006;92:1248-1252.
- (295) Dokainish H, Zoghbi WA, Lakkis NM et al. Incremental predictive power of B-type natriuretic peptide and tissue Doppler echocardiography in the prognosis of patients with congestive heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 2005;45:1223-1226.
- (296) Strugess, DJ, Marwick TH et al. Tissue Doppler in critical illness: a retrospective cohort study. *Crit Care.* 2007;11:R97 (doi:10.1186).
- (297) Pinsky MR. Why measure cardiac output? *Crit Care.* 2003;7:1863-1865.
- (298) Mondillo S, Giannotti G, Inelli P, Ballo PC, Galderisi M. Hand-held echocardiography: Which usefulness? Who user? *Int J Cardiol.* 2005;5.
- (299) Vignon P, Chastagner C, François B et al. Diagnostic ability of hand-held echocardiography in ventilated critically ill patients. *Crit Care.* 2003;7:84-91.
- (300) Mazurek B, Jehle D, Martin M. Emergency department echocardiography in the diagnosis and therapy of cardiac tamponade. *J Emerg Med.* 1991;9:27-31.
- (301) Randazzo MR, Snoey ER, Levitt MA, Binder K. Accuracy of emergency physician assessment of left

- ventricular ejection fraction and central venous pressure using echocardiography. *Acad Emerg Med.* 2003;10:973-977.
- (302) Godje O, Hoke K, Lichtwack-Ascoff M et al. Continuous cardiac output by femoral arterial thermodilution calibrated pulse contour analysis: Comparison with pulmonary arterial thermodilution. *Crit Care Med.* 2005;27:2407-2412.
- (303) Rhodes A, Sunderland R. Arterial pulse power analysis: the LiDCo TM plus system. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2005.
- (304) Rhodes A, Grounds RM. New technologies for measuring cardiac output: the future? *Curr Opin Crit Care.* 2005;11:224-226.
- (305) Dokainish H, Zoghbi WA, Lakkis NM et al. Incremental predictive power of B-type natriuretic peptide and tissue Doppler echocardiography in the prognosis of patients with congestive heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 2005;45:1223-1226.
- (306) Chen AA, Wood MJ, Krauser DJ et al. NT-proBNP levels, echocardiographic findings, and outcomes in breathless patients: results from the ProBNP Investigation of Dyspnoea in the Emergency Department (PRIDE) echocardiographic substudy. *Eur Heart J.* 2006;27:839-845.

IX. ANEXOS

ANEXO 1. Suplemento de Resultados do Capítulo IV

1. Suplemento 1 ao Capítulo IV.1. Estudo comparativo entre dados hemodinâmicos obtidos de forma invasiva e por ecocardiografia
2. Suplemento 2 ao Capítulo IV.2. Avaliação não invasiva da pressão venosa central por ecocardiografia em cuidados intensivos
3. Suplemento 3 ao capítulo IV.3. A ecocardiografia transtorácica na avaliação da hipotensão em Cuidados Intensivos Polivalentes
4. Suplemento 4 ao Capítulo IV.4. Estudo dos doentes com insuficiência respiratória crónica
5. Suplemento 5 ao capítulo IV.6. Avaliação sistemática e de rotina de doentes admitidos numa Unidade de Cuidados Intensivos por ecocardiografia

ANEXO 2

- A.I. Os sistemas de prognóstico em Cuidados Intensivos e de falência de órgão
 - A.I.1. Introdução
 - A.I.2. O sistema APACHE II
 - A.I.3. O sistema SAPS II
 - A.I.4. O sistema SOFA (*Sequential Organ Failure Assessment*)
 - A.I.5. O sistema MODS (*Multi Organ Dysfunction System*)
- A.II. Avaliação funcional da hipotensão
- A.III. Proposta de formação de Intensivistas em Ecocardiografia

A.IV. Recomendações de suporte hemodinâmico da Sociedade Europeia
de Cuidados Intensivos

ANEXO 3 (em suporte informático apenas)

I. Pasta de Artigos em PDF

II. Pasta do Livro de Ecocardiografia

Livro “Ecocardiografia em Ambiente não Cardiológico” em versão
pdf

III. Pasta de Tabelas:

Tabelas de dados por capítulos

ANEXO 1

SUPLEMENTO DE RESULTADOS DO CAPÍTULO IV

Índice

1. Suplemento 1 ao Capítulo IV.1. Estudo comparativo entre dados hemodinâmicos obtidos de forma invasiva e por ecocardiografia 287
2. Suplemento 2 ao Capítulo IV.2. Avaliação não invasiva da pressão venosa central por ecocardiografia em cuidados intensivos 305
3. Suplemento 3 ao capítulo IV.3. A ecocardiografia transtorácica na avaliação da hipotensão em Cuidados Intensivos Polivalentes 311
4. Suplemento 4 ao Capítulo IV.4. Estudo dos doentes com insuficiência respiratória crónica 313
5. Suplemento 5 ao capítulo IV.6. Avaliação sistemática e de rotina de doentes admitidos numa Unidade de Cuidados Intensivos por ecocardiografia 314

Suplemento 1 ao Capítulo IV.1.

Estudo comparativo entre dados hemodinâmicos obtidos de forma invasiva e por ecocardiografia

Quadro S.1.1. Correlações lineares entre parâmetros hemodinâmicos obtidos de forma invasiva e parâmetros ecocardiográficos.

| | PVC r(p) | PSAP r(p) | Pw r(p) | DC r(p) |
|--------------------|-------------|--------------|------------|------------|
| E/Am | 0,15 | 0,26 | 0,37 | 0,07 |
| aEm | 0,01 | 0,12 | 0,17 | 0,03 |
| dEm | 0,18 | 0,03 | 0,32 | 0,11 |
| dAm | 0,13 | 0,31 | 0,21 | 0,12 |
| TRIV | 0,35 | 0,11 | 0,39 | 0,11 |
| E/At | 0,14 | 0,13 | 0,21 | 0,01 |
| dEt | 0,07 | 0,12 | 0,25 | 0,03 |
| AD/VD | 0,09 | 0,26 | 0,01 | 0,07 |
| VCI _{max} | 0,34 | 0,38 | 0,13 | 0,05 |
| VCI _i | 0,35 | 0,50 | 0,59 | 0,13 |

Legenda: E/Am, relação E/A mitral; aEm, aceleração da onda E mitral; dEm, desaceleração da onda E mitral; dAm, duração da onda A mitral; TRIV, tempo de relaxamento isovolumétrico; E/At, relação E/A tricúspide; dEt, desaceleração da onda E tricúspide; AD/VD, gradiente transvalvular tricúspide; VCI_{max}, vdimensão máxima da veia cava inferior; VCI_i, índice da veia cava inferior; PVC, pressão venosa central; PSAP, pressão sistólica da artéria pulmonar; Pw, pressão de encravamento da artéria pulmonar; DC, débito cardíaco; r, coeficiente de correlação de Pearson; p, valor de p.

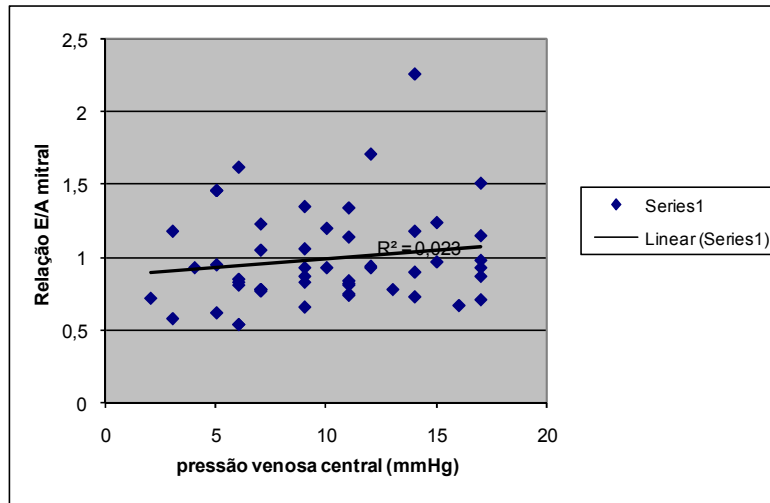


Figura S.1.1. Gráfico de dispersão entre a pressão venosa central e a relação E/A mitral.

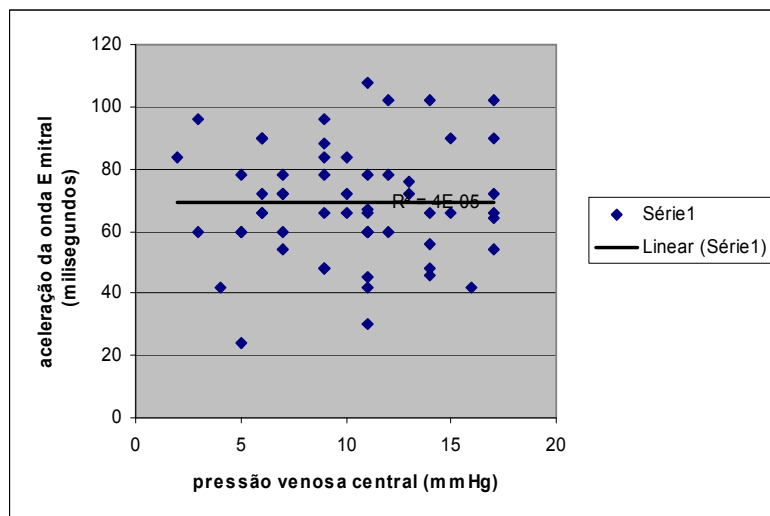


Figura S.1.2. Gráfico de dispersão entre a pressão venosa central e a aceleração da onda E mitral.

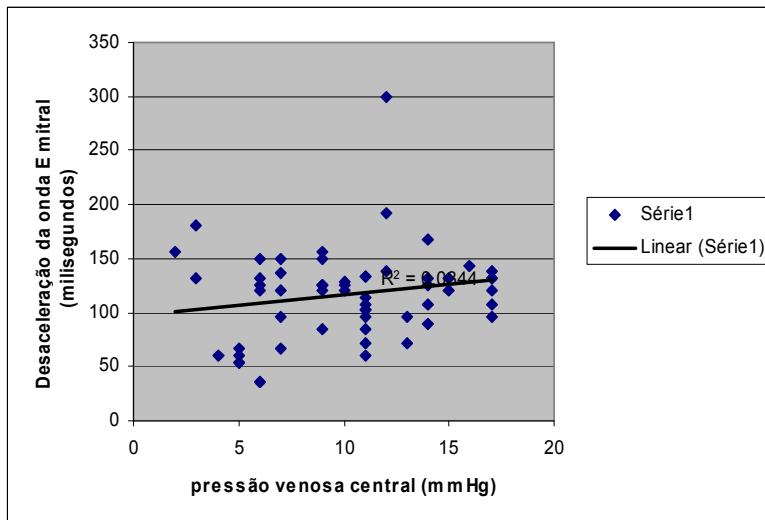


Figura S.1.3. Gráfico de dispersão entre a pressão venosa central e a desaceleração da onda E mitral.

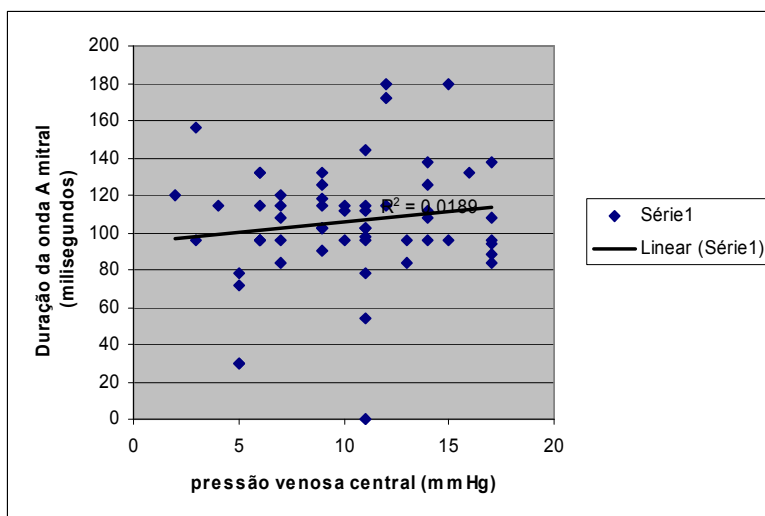


Figura S.1.4. Gráfico de dispersão entre a pressão venosa central e a duração da onda A mitral.

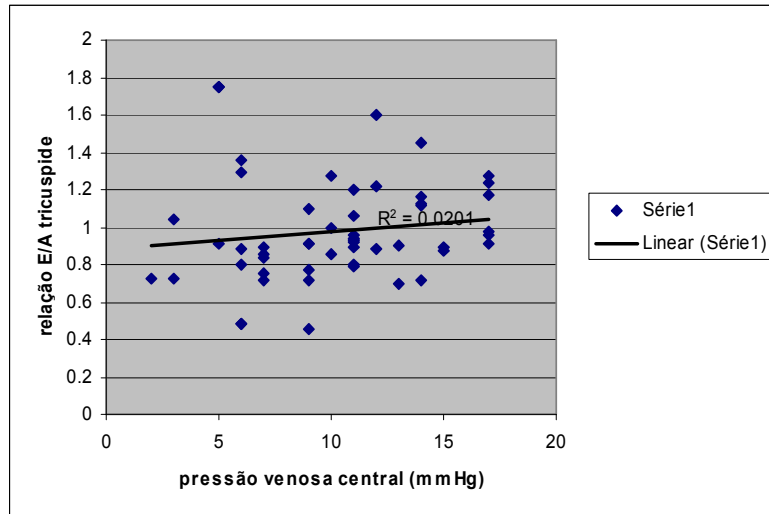


Figura S.1.5. Gráfico de dispersão entre a pressão venosa central e a relação E/A tricuspíde.

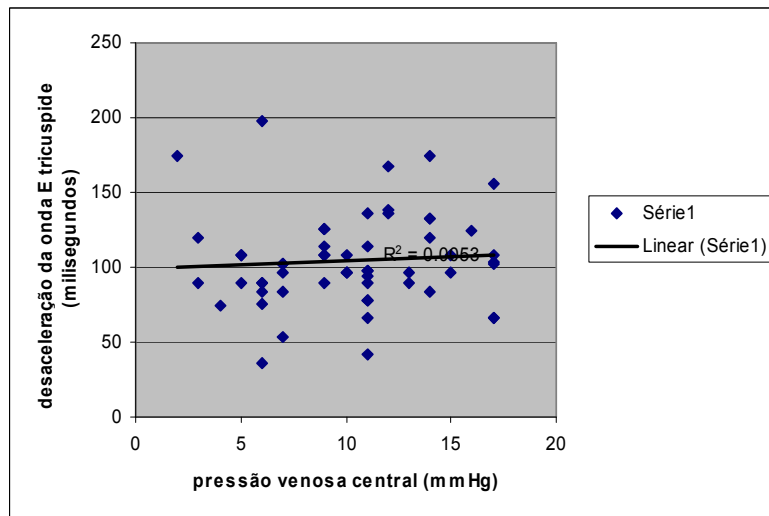


Figura S.1.6. Gráfico de dispersão entre a pressão venosa central e a desaceleração da onda E tricuspíde.

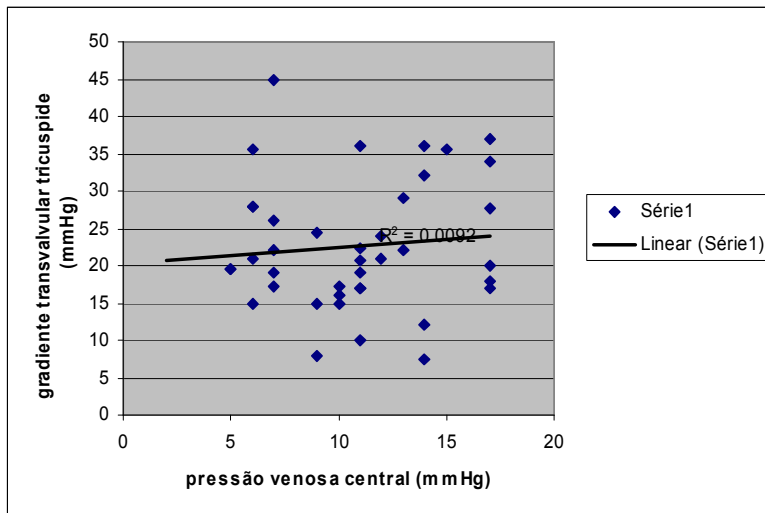


Figura S.1.7. Gráfico de dispersão entre a pressão venosa central e o gradiente transvalvular tricúspide.

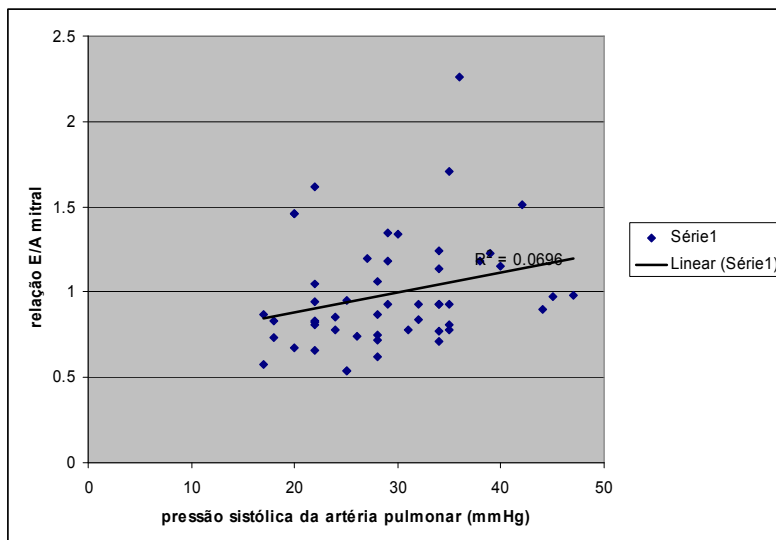


Figura S.1.8. Gráfico de dispersão entre a pressão sistólica da artéria pulmonar e a relação E/A mitral.

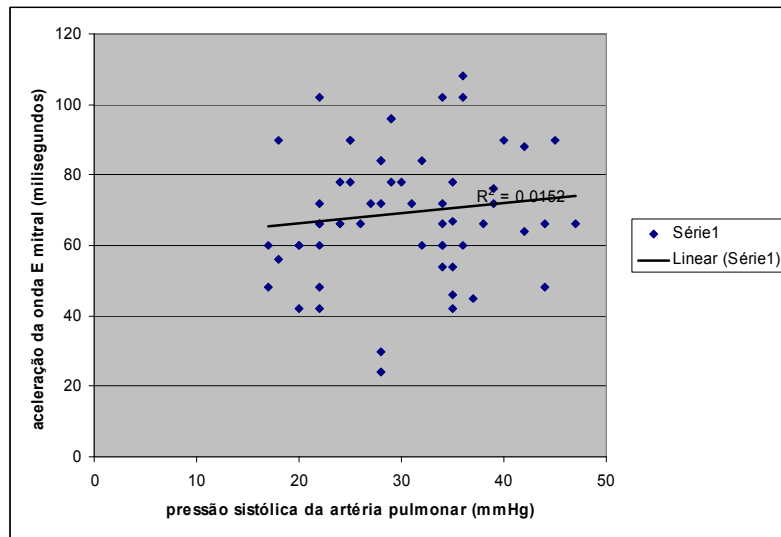


Figura S.1.9. Gráfico de dispersão entre a pressão sistólica da artéria pulmonar e a aceleração da onda E mitral.

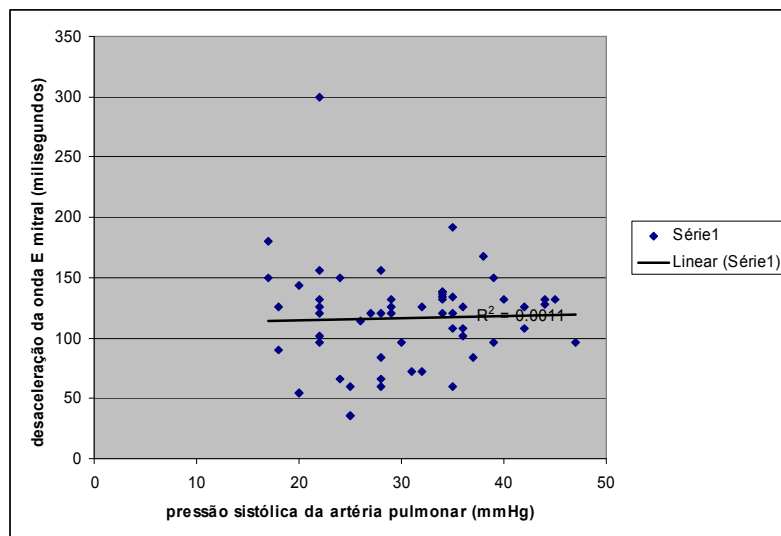


Figura S.1.10. Gráfico de dispersão entre a pressão sistólica da artéria pulmonar e a desaceleração da onda E mitral.

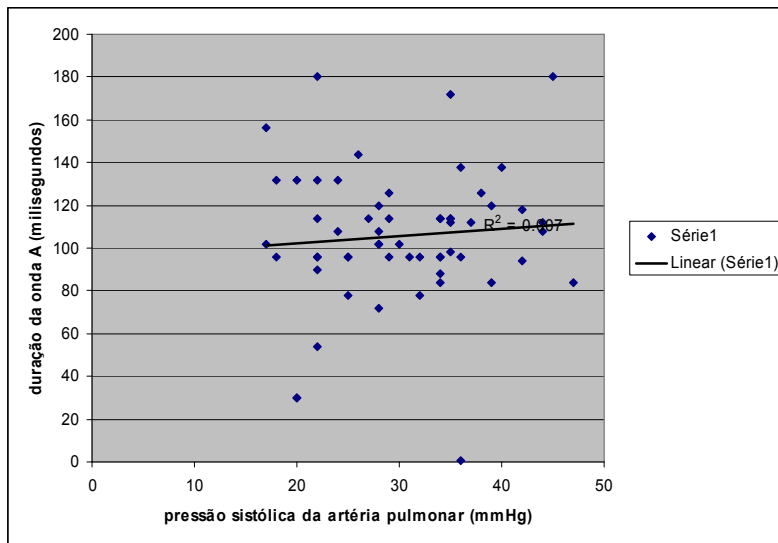


Figura S.1.11. Gráfico de dispersão entre a pressão sistólica da artéria pulmonar e a duração da onda A mitral.

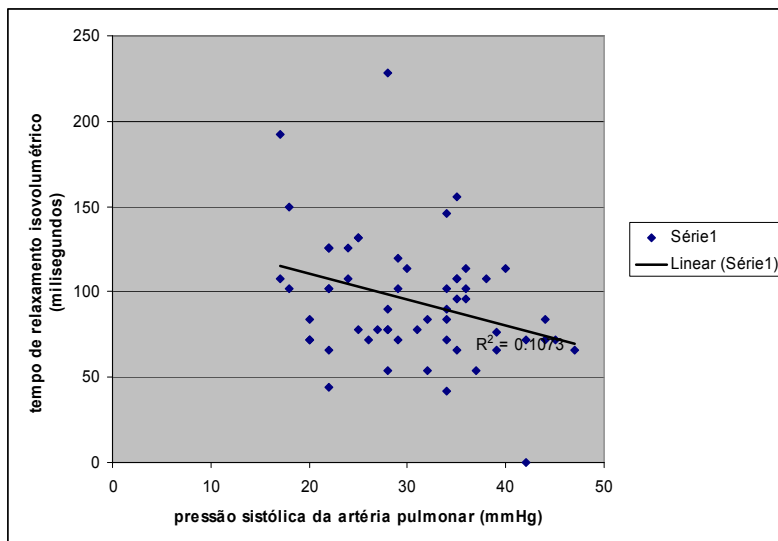


Figura S.1.12. Gráfico de dispersão entre a pressão sistólica da artéria pulmonar e o tempo de relaxamento isovolumétrico.

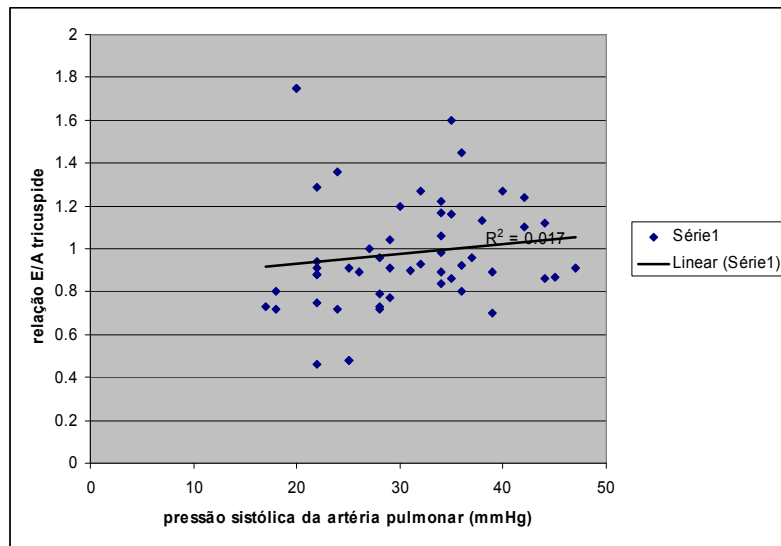


Figura S.1.13. Gráfico de dispersão entre a pressão sistólica da artéria pulmonar e a relação E/A tricuspíde.

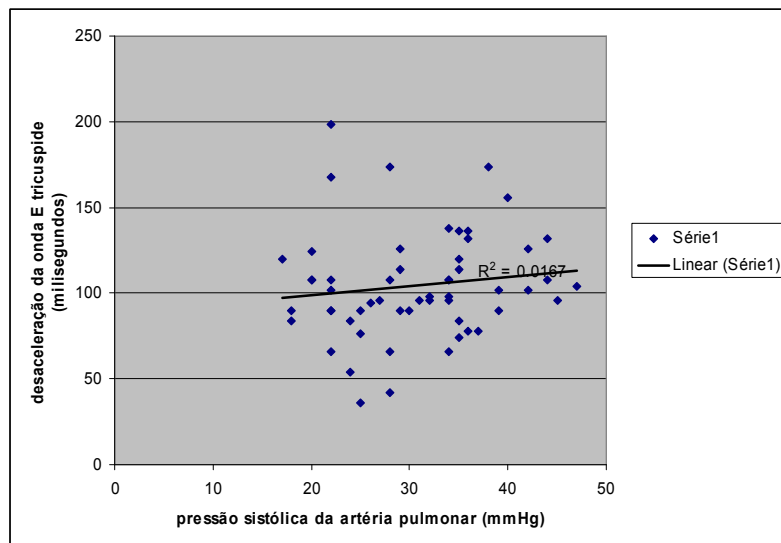


Figura S.1.14. Gráfico de dispersão entre a pressão sistólica da artéria pulmonar e a desaceleração da onda E tricuspíde.

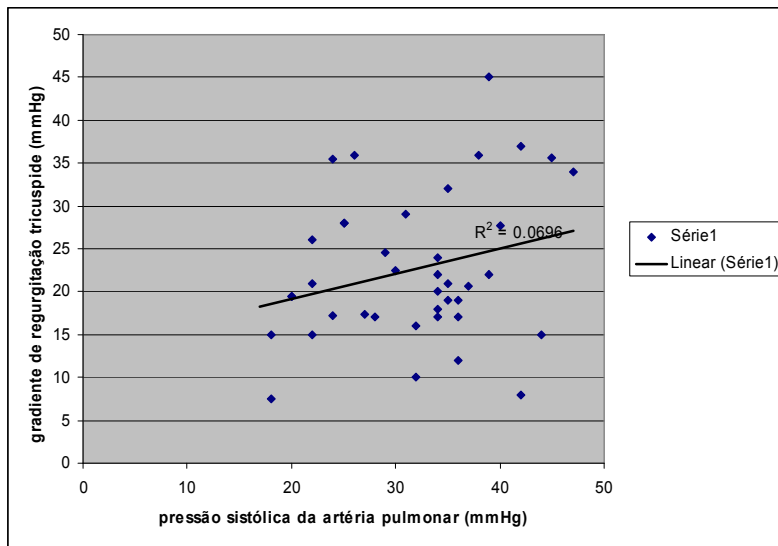


Figura S.1.15. Gráfico de dispersão entre a pressão sistólica da artéria pulmonar e o gradiente da regurgitação tricúspide.

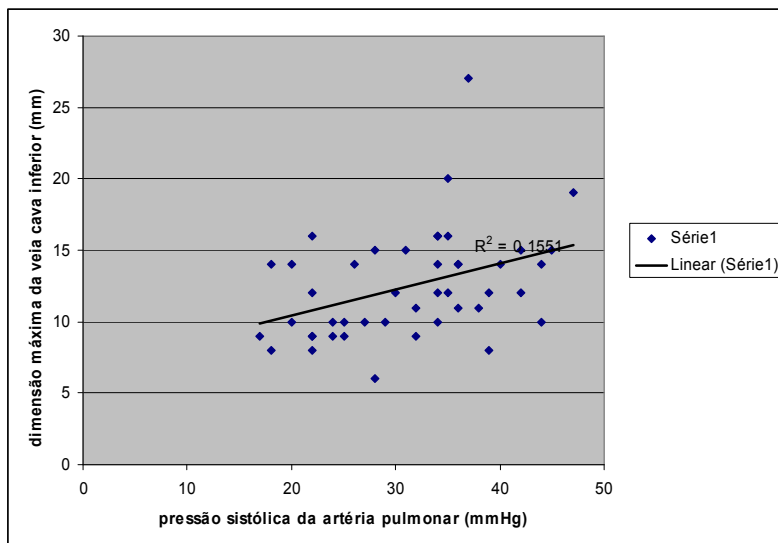


Figura S.1.16. Gráfico de dispersão entre a pressão sistólica da artéria pulmonar e a dimensão máxima da veia cava inferior.

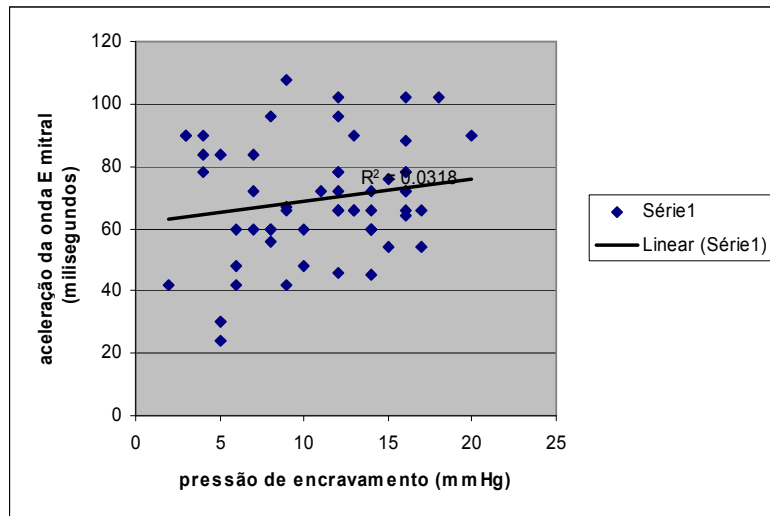


Figura S.1.17. Gráfico de dispersão entre a pressão de encravamento e a aceleração da onda E mitral.

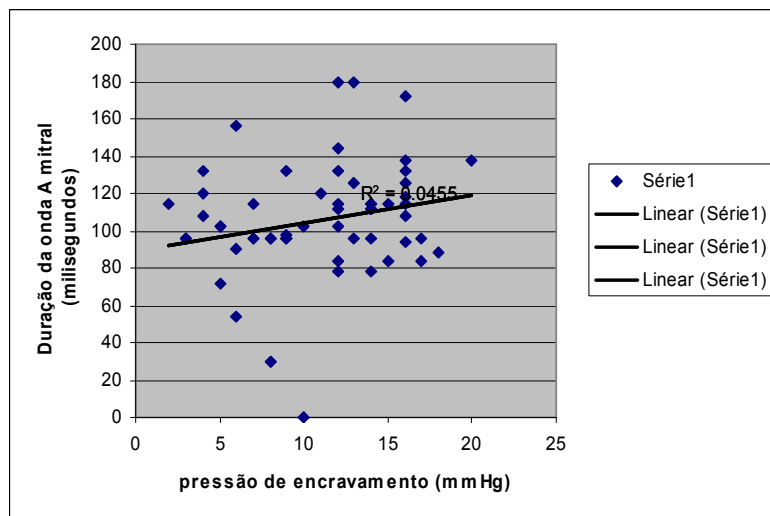


Figura S.1.18. Gráfico de dispersão entre a pressão de encravamento e a duração da onda A mitral.

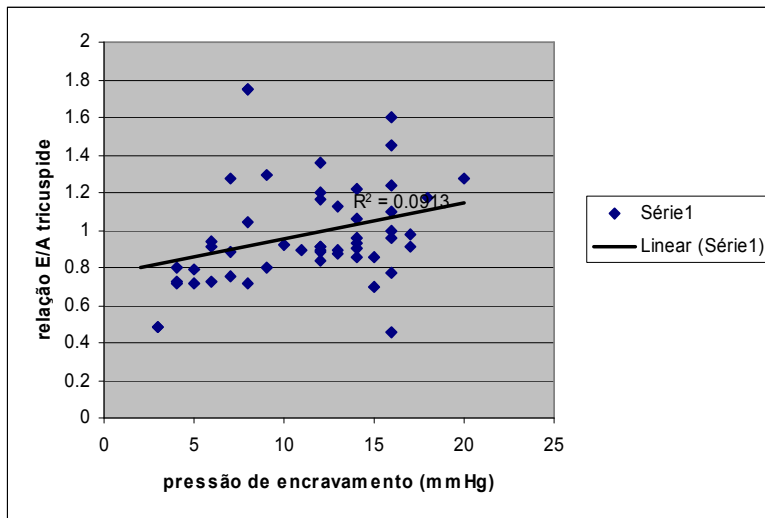


Figura S.1.19. Gráfico de dispersão entre a pressão de encravamento e a relação E/A tricuspíde.

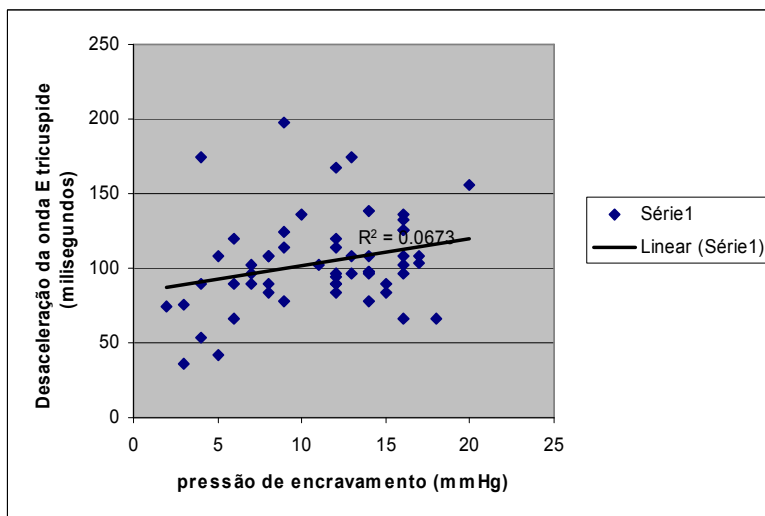


Figura S.1.20. Gráfico de dispersão entre a pressão de encravamento e a desaceleração da onda E mitral.

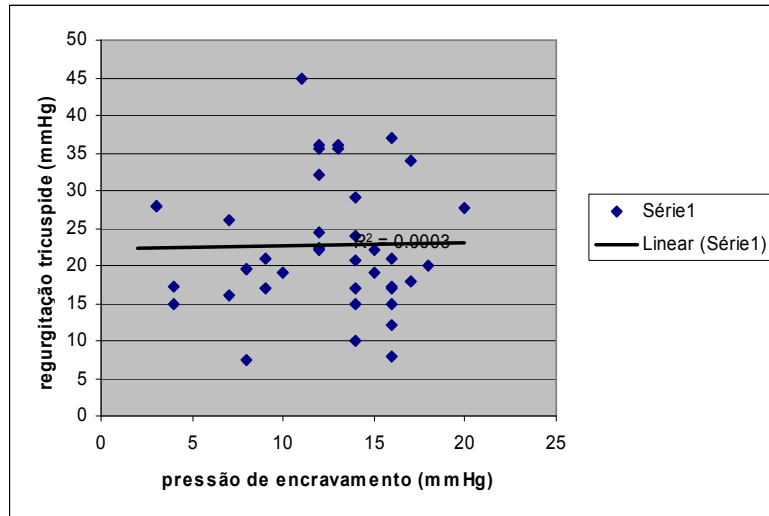


Figura S.1.21. Gráfico de dispersão entre a pressão de encravamento e o gradiente de regurgitação tricuspíde.

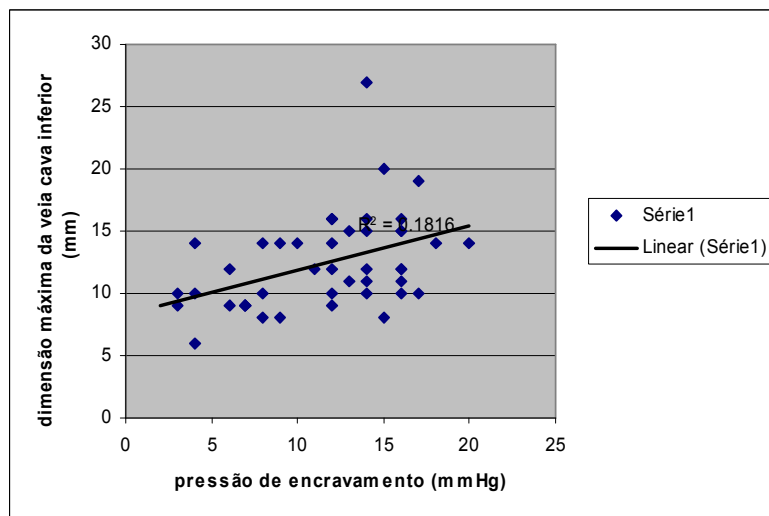


Figura S.1.22. Gráfico de dispersão entre a pressão de encravamento e a dimensão máxima da veia cava inferior.

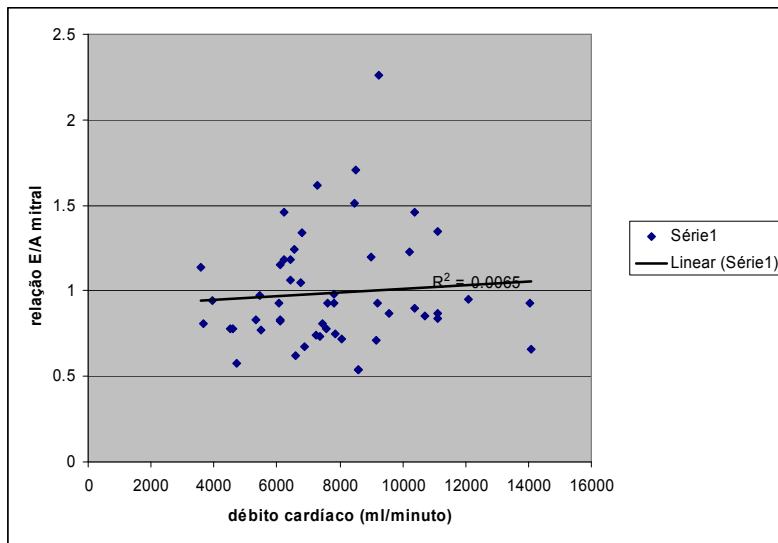


Figura S.1.23. Gráfico de dispersão entre o débito cardíaco e a relação E/A mitral.

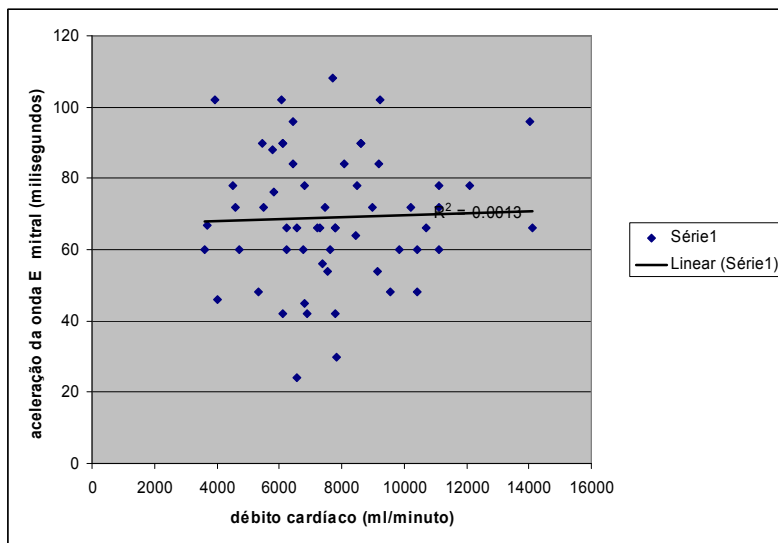


Figura S.1.24. Gráfico de dispersão entre o débito cardíaco e a aceleração da onda E mitral.

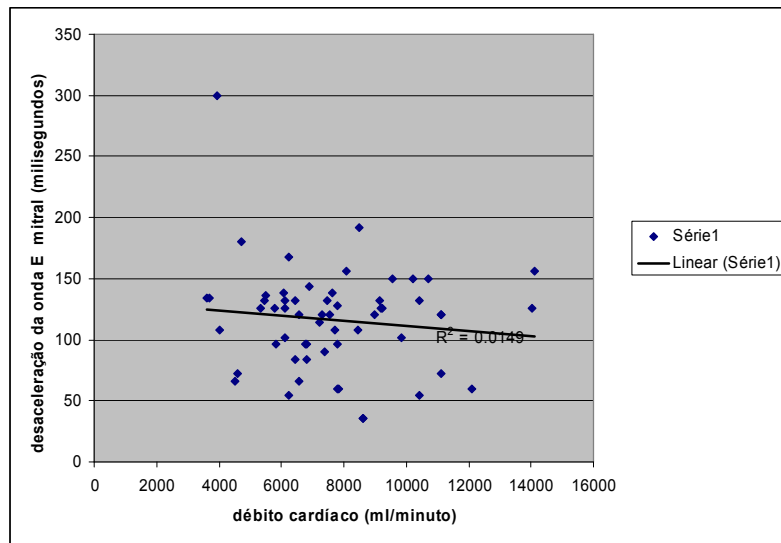


Figura S.1.25. Gráfico de dispersão entre o débito cardíaco e a desaceleração da onda E mitral.

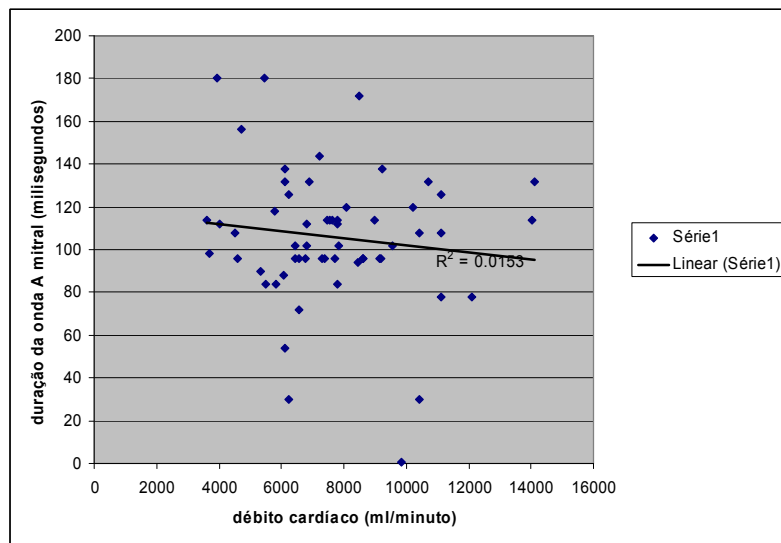


Figura S.1.26. Gráfico de dispersão entre o débito cardíaco e a duração da onda A mitral.

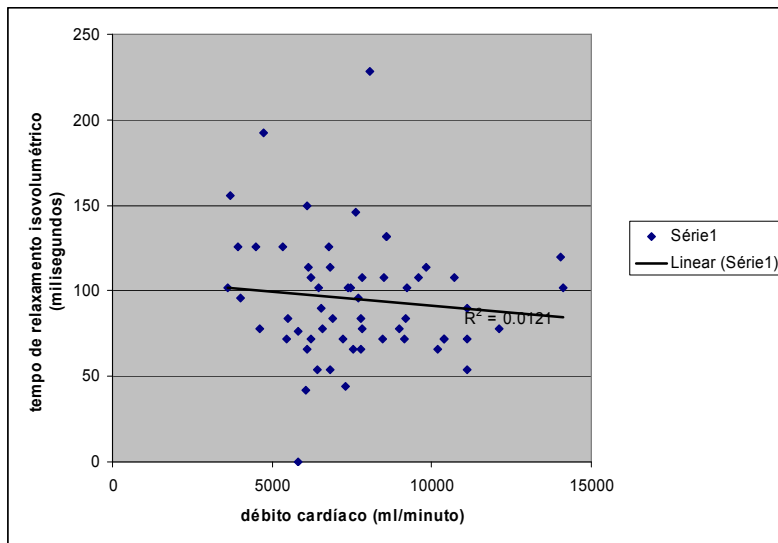


Figura S.1.27. Gráfico de dispersão entre o débito cardíaco e o tempo de relaxamento isovolumétrico.

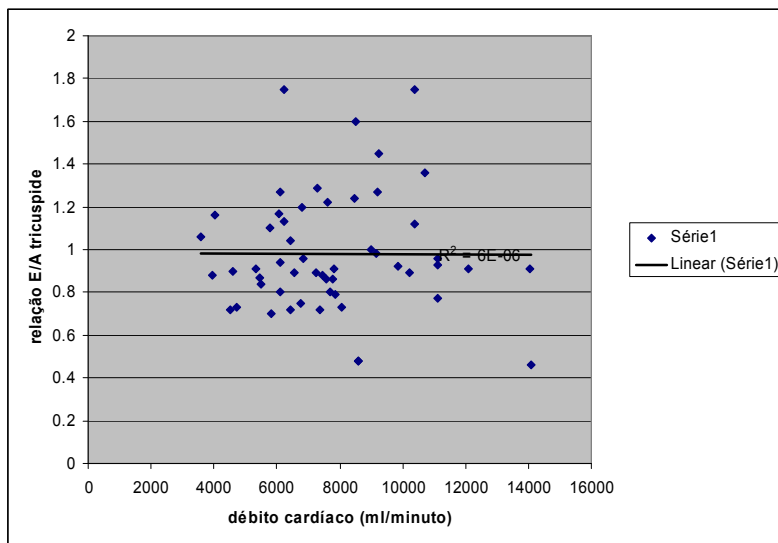


Figura S.1.28. Gráfico de dispersão entre o débito cardíaco e a relação E/A tricúspide.

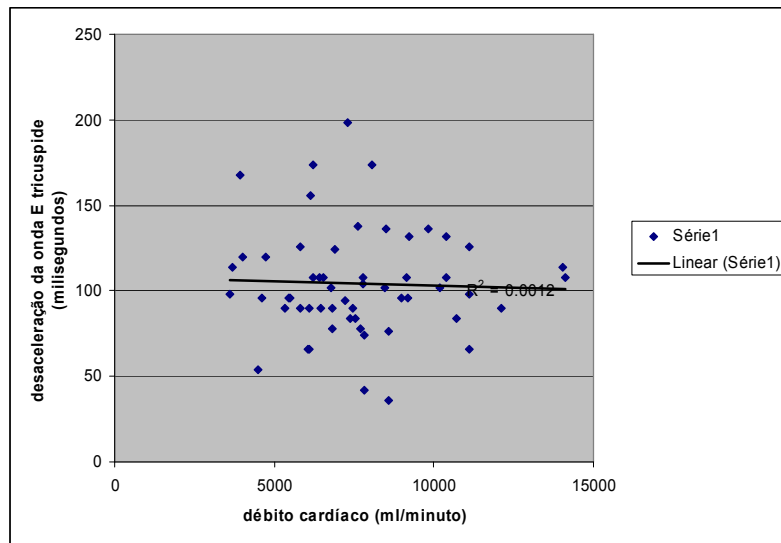


Figura S.1.29. Gráfico de dispersão entre o débito cardíaco e a desaceleração da onda E tricuspíde.

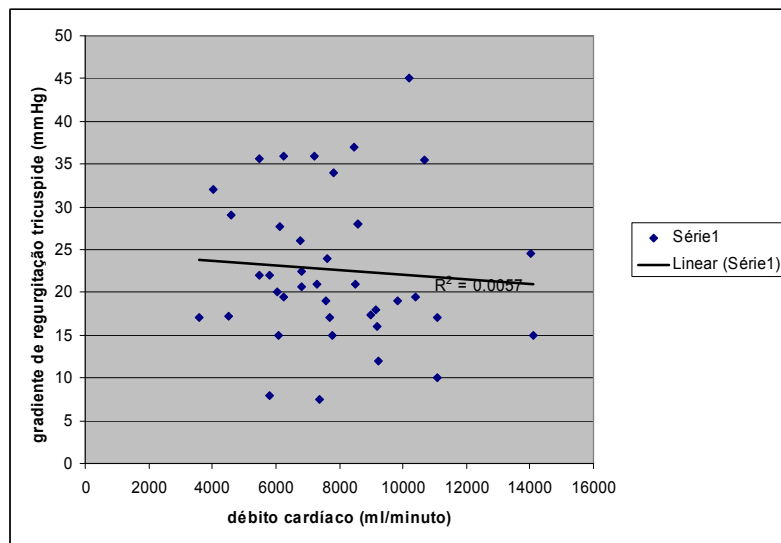


Figura S.1.30. Gráfico de dispersão entre o débito cardíaco e o gradiente de regurgitação tricuspíde.

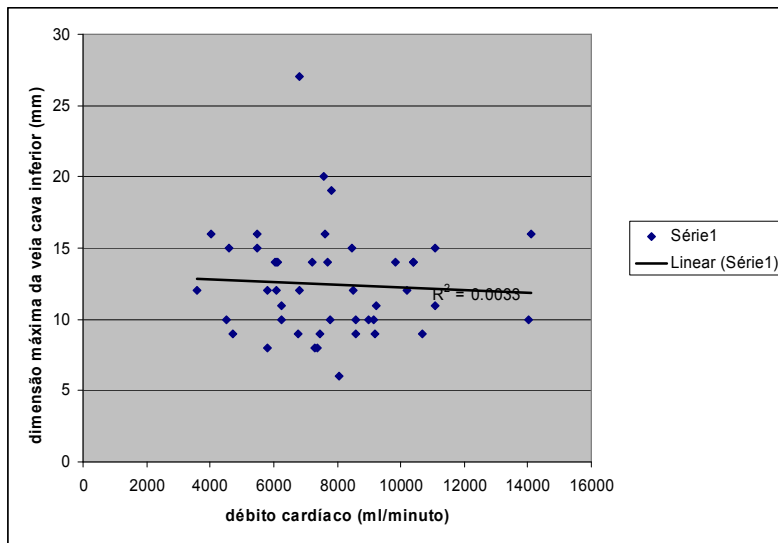


Figura S.1.31. Gráfico de dispersão entre o débito cardíaco e a diensão máxima da veia cava inferior.

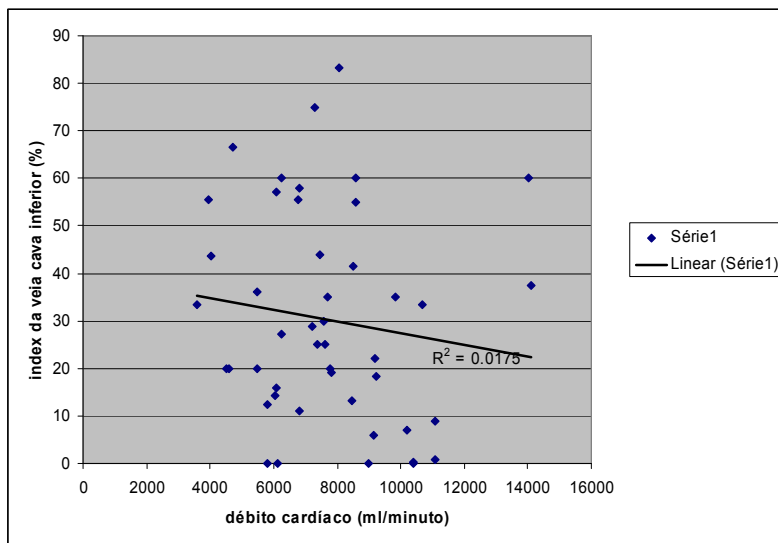


Figura S.1.32. Gráfico de dispersão entre o débito cardíaco e o index da veia cava inferior.

Quadro S.1.2. Resumo das correlações lineares entre variáveis ecocardiográficas.

| | E/Am | aEm | dEm | dAm | TRIV | E/At | dEt | AD/VD | VCIm |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| aEm | 0,26 | | | | | | | | |
| dEm | 0,09 | 0,24 | | | | | | | |
| dAm | 0,01 | 0,26 | 0,66 | | | | | | |
| TRIV | -0,25 | 0,18 | 0,26 | 0,32 | | | | | |
| E/At | 0,7 | 0,1 | 0,09 | -0,17 | -0,24 | | | | |
| dEt | 0,39 | 0,06 | 0,56 | 0,33 | 0,19 | 0,33 | | | |
| AD/VD | -0,03 | -0,07 | 0,09 | 0,2 | -0,01 | 0,0 | 0,07 | | |
| VCIm | -0,01 | -0,24 | -0,04 | 0,05 | -0,37 | 0,04 | -0,16 | 0,13 | |
| VCli | -0,13 | 0,17 | 0,15 | 0,16 | 0,58 | -0,18 | 0,28 | 0,0 | -0,35 |

Suplemento 2 ao Capítulo IV.2.

Avaliação não invasiva da pressão venosa central por ecocardiografia em cuidados intensivos

Quadro S.2.1. Correlação geral das variáveis ecocardiográficas com a pressão venosa central

| Variável | Correlação (r) |
|--------------------------------------|----------------|
| Dimensão do VE | 0,18 |
| Dimensão da AE | 0,24 |
| Dimensão do VD | 0,36 |
| Dimensão da AD | 0,2 |
| Fracção de encurtamento do VE | - 0,22 |
| Relação E/A mitral | 0,03 |
| TRIV | - 0,2 |
| Gradiente de regurgitação tricuspide | 0,2 |
| Débito cardíaco | 0 |

Legenda: VE, ventrículo esquerdo; AE, aurícula esquerda; VD, ventrículo direito; AD, aurícula direita; TRIV, tempo de relaxamento isovolumétrico.

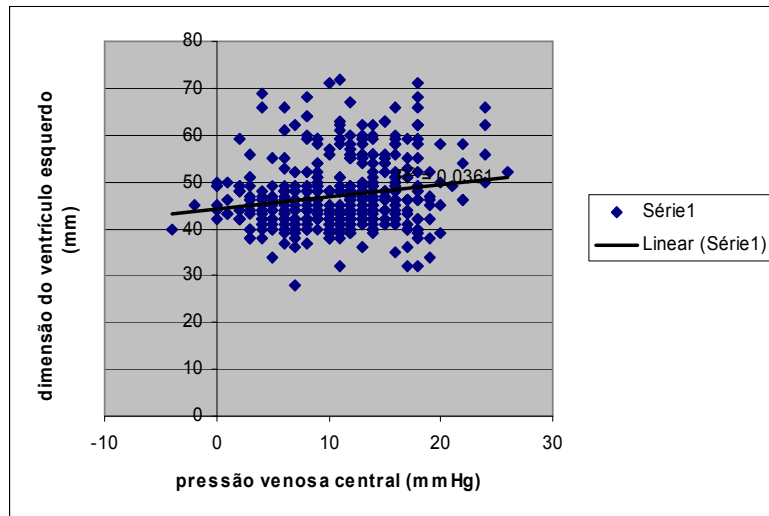


Figura S.2.1. Gráfico de dispersão entre a pressão venosa central e a dimensão do ventrículo esquerdo.

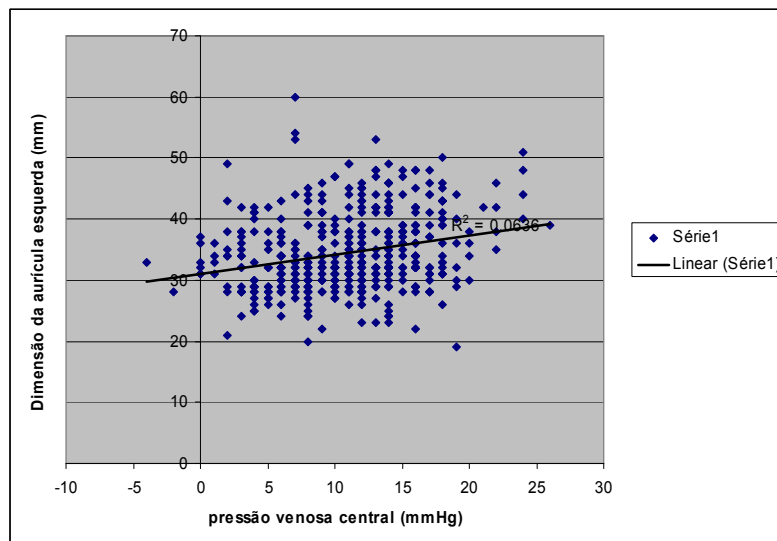


Figura S.2.2. Gráfico de dispersão entre a pressão venosa central e a dimensão da aurícula esquerda.

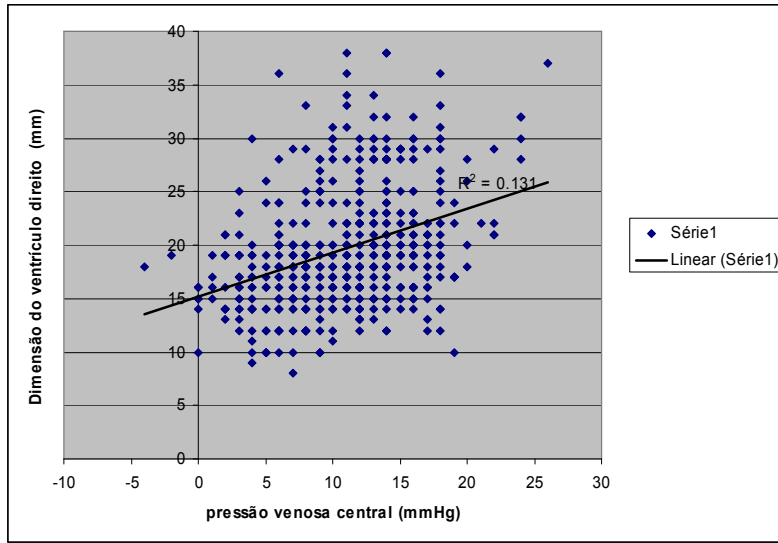


Figura S.2.3. Gráfico de dispersão entre a pressão venosa central e a dimensão do ventrículo direito.

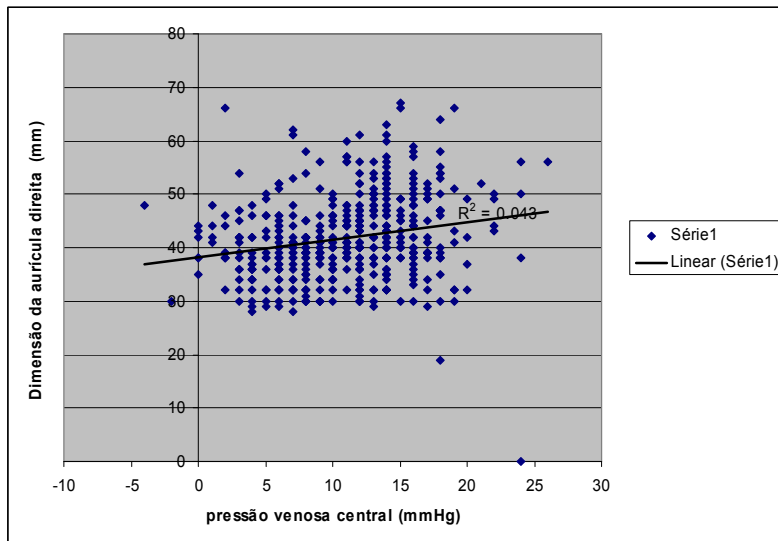


Figura S.2.4. Gráfico de dispersão entre a pressão venosa central e a dimensão da aurícula direita.

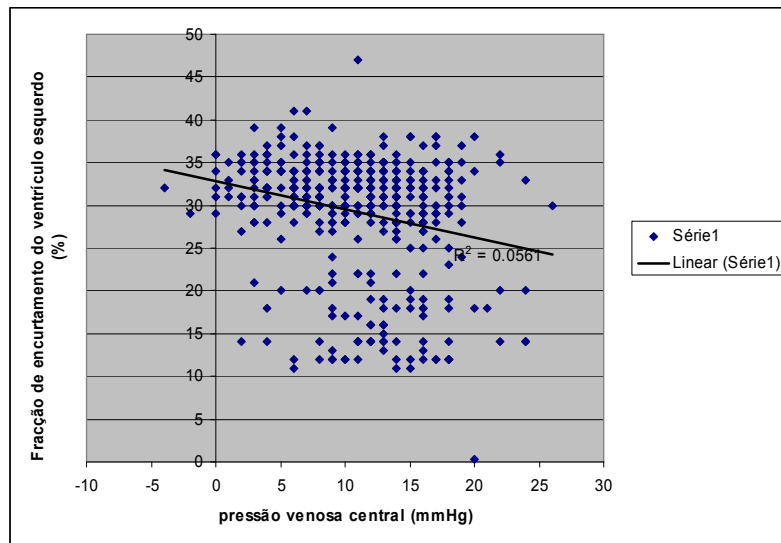


Figura S.2.5. Gráfico de dispersão entre a pressão venosa central e a fração de encurtamento do ventrículo esquerdo.

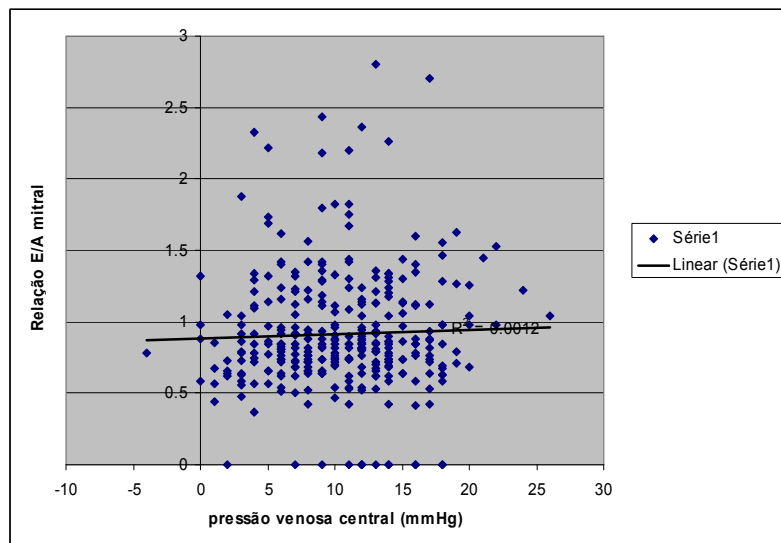


Figura S.2.6. Gráfico de dispersão entre a pressão venosa central e a relação E/A mitral.

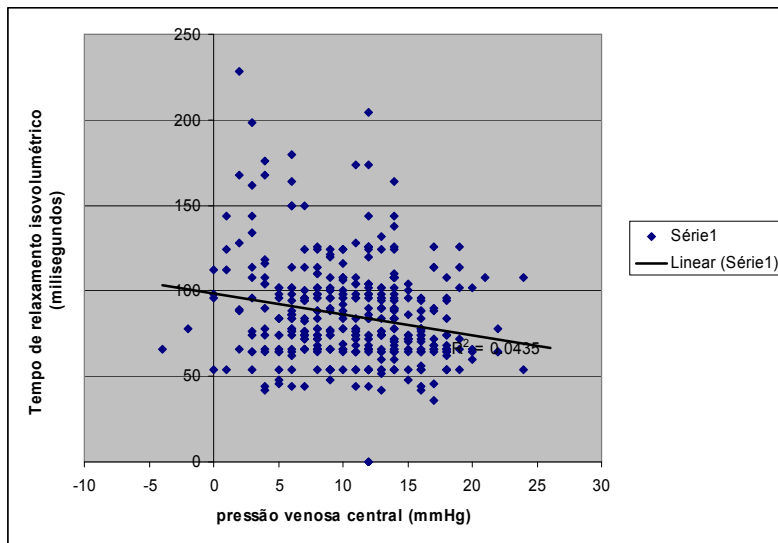


Figura S.2.7. Gráfico de dispersão entre a pressão venosa central e o tempo de relaxamento isovolumétrico.

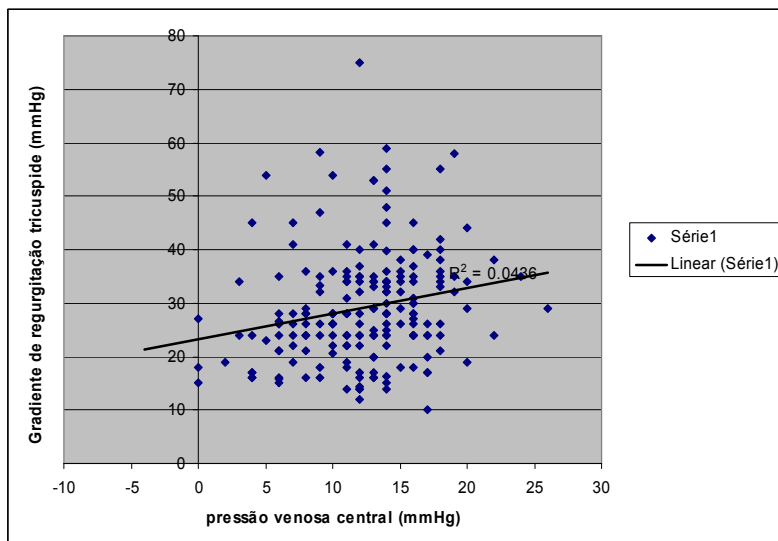


Figura S.2.8. Gráfico de dispersão entre a pressão venosa central e o gradiente de regurgitação tricúspide.

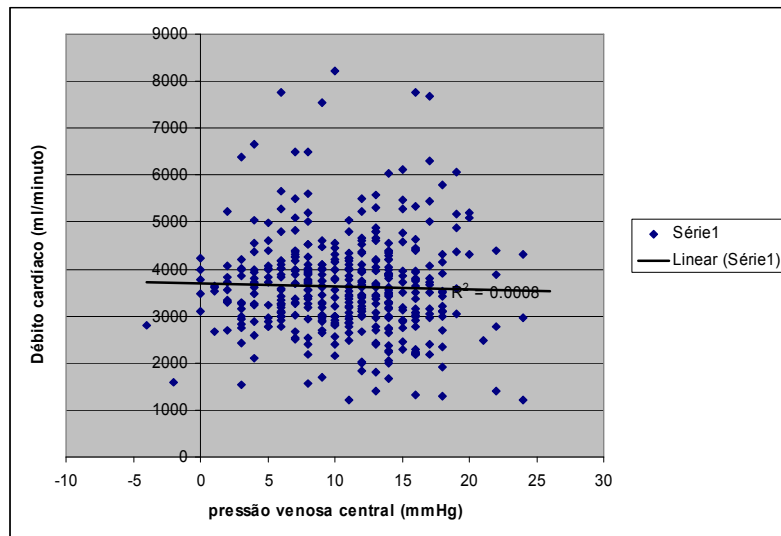


Figura S.2.9. Gráfico de dispersão entre a pressão venosa central e o débito cardíaco.

Suplemento 3 ao capítulo IV.3.

A ecocardiografia transtorácica na avaliação da hipotensão em Cuidados Intensivos Polivalentes

Quadro S.3.1. Correlação linear entre as variáveis ecocardiográficas nos doentes em hipotensão.

| | IC | Fenc | VE | AE | VD | AD | VCImax |
|--------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|
| Fenc | 0,34 | | | | | | |
| VE | -0,37 | -0,38 | | | | | |
| AE | -0,22 | -0,29 | 0,54 | | | | |
| VD | -0,17 | -0,2 | 0,35 | 0,43 | | | |
| AD | -0,14 | -0,16 | 0,39 | 0,61 | 0,34 | | |
| VCImax | -0,19 | -0,36 | 0,32 | 0,38 | 0,46 | 0,19 | |
| VCi | 0,14 | 0,19 | -0,2 | -0,27 | -0,23 | -0,22 | -0,59 |

Quadro S.3.2. Dados da análise de regressão linear dos dias de ventilação com os dados ecocardiográficos estudados.

| | IC | Fenc | VE | AE | VD | AD | VCImax | VCli |
|------------|------|------|-------|------|------|------|--------|------|
| Valor de p | 0,31 | 0,18 | 0,042 | 0,18 | 0,27 | 0,32 | 0,26 | 0,32 |

Quadro S.3.2. Dados da análise de regressão logística da mortalidade com os dados ecocardiográficos estudados.

| | IC | Fenc | VE | AE | VD | AD | VCI _{max} | VCI _i |
|------------|-------|-------|------|------|------|------|--------------------|------------------|
| Valor de p | 0,016 | 0,007 | 0,14 | 0,17 | 0,26 | 0,51 | 0,24 | 0,26 |

Legendas: IC, index cardíaco; Fenc, fração de encurtamento; VE, dimensão do ventrículo esquerdo; AE, dimensão d aurícula esquerda; VD, dimensão do ventrículo direito; AD, dimensão da aurícula direita; VCI_{max}, dimensão máxima da veia cava inferior; VCI_i, index da veia cava inferior.

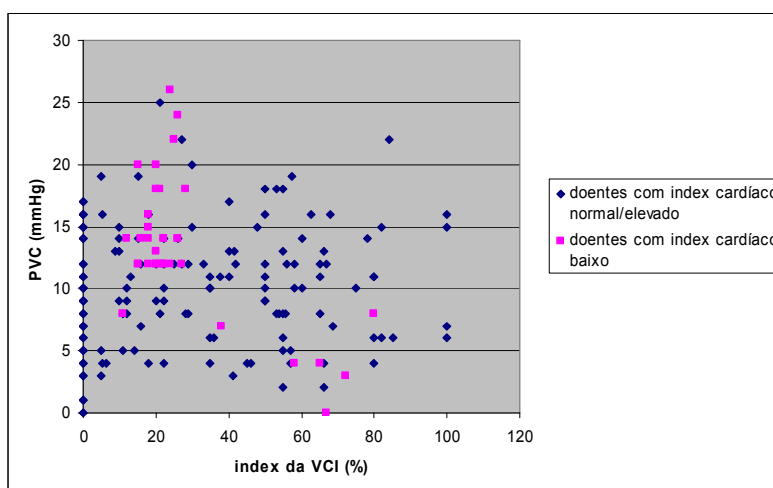


Figura S.3.1. Relação entre o IC e o índice da VCI.

Comentário à figura S.3.1. Por análise comparativa entre o índice cardíaco e o índice da veia cava inferior observa-se que os doentes com índice cardíaco normal ou elevado apresentam uma grande dispersão de valores dos parâmetros de avaliação da veia cava inferior, enquanto que os doentes com índice cardíaco baixo distribuem-se por 2 grupos relativamente distintos, uns com dimensão máxima maior e índice mais baixo (figura IV.3.2).

Suplemento 4 ao Capítulo IV.4.

Estudo dos doentes com insuficiência respiratória crónica

Quadro S.4.1. Dados da última gasimetria arterial dos doentes estudados (transferidos, n=60).

| Parâmetro | Valor, média, dp (limites) |
|--|----------------------------|
| pH | 7,38 ± 0,03 (7,34-7,46) |
| PaO ₂ (mmHg) | 76,5 ± 32,6 (56-85) |
| PaCO ₂ (mmHg) | 53,7 ± 10,9 (37-59) |
| HCO ₃ ⁻ (mmol/l) | 34,1 ± 7,3 (26-41) |

Quadro S.4.2 Dados da análise de regressão logística da variável dias de ventilação e os parâmetros ecocardiográficos.

| | VE | AE | VD | AD | IC | Fenc | VClm | VClí | E/Am | TRIV | AD/VD |
|------------|------|------|------|------|-----|------|------|------|-------|------|-------|
| Valor de p | 0,22 | 0,08 | 0,03 | 0,07 | 0,2 | 0,19 | 0,24 | 0,28 | 0,026 | 0,13 | 0,004 |

Quadro S.4.3. Dados da análise de regressão logística da variável mortalidade com os parâmetros ecocardiográficos.

| | VE | AE | VD | AD | IC | Fenc | VClm | VClí | E/Am | TRIV | AD/VD |
|------------|-----|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Valor de p | 0,3 | 0,09 | 0,049 | 0,08 | 0,36 | 0,11 | 0,22 | 0,27 | 0,3 | 0,2 | 0,4 |

Suplemento 5 ao capítulo IV.6.

Avaliação sistemática e de rotina de doentes admitidos numa Unidade de Cuidados Intensivos por ecocardiografia

Quadro S.5.1. Análise de regressão logística dos parâmetros ecocardiográficos com a mortalidade.

| | VE | AE | VD | AD | IC | Fenc | VCIm | VCLi | E/Am | TRIV | AD/VD |
|------------|------|------|------|-------|-----|-------|------|------|------|------|-------|
| Valor de p | 0,09 | 0,15 | 0,08 | 0,029 | 0,1 | 0,004 | 0,2 | 0,2 | 0,32 | 0,34 | 0,016 |

Quadro S.5.2. Análise de regressão linear dos parâmetros ecocardiográficos com os dias de internamento.

| | VE | AE | VD | AD | IC | Fenc | VCIm | VCLi | E/Am | TRIV | AD/VD |
|------------|-------|------|-----|-----|------|------|-------|------|------|------|-------|
| Valor de p | 0,001 | 0,14 | 0,2 | 0,2 | 0,18 | 0,09 | 0,026 | 0,07 | 0,34 | 0,07 | 0,09 |

Quadro S.5.3. Análise de regressão linear dos parâmetros ecocardiográficos com os dias de ventilação.

| | VE | AE | VD | AD | IC | Fenc | VCIm | VCLi | E/Am | TRIV | AD/VD |
|------------|-------|-----|-----|-----|-------|------|------|------|------|-------|-------|
| Valor de p | 0,006 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,009 | 0,12 | 0,07 | 0,09 | 0,31 | 0,042 | 0,09 |

Quadro S.5.4. Análise de regressão logística dos parâmetros ecocardiográficos com a mortalidade nos doentes em sépsis.

| | VE | AE | VD | AD | IC | Fenc | VClm | VCli | E/Am | TRIV | AD/VD |
|------------|------|-------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|-------|
| Valor de p | 0,12 | 0,017 | 0,2 | 0,2 | 0,14 | 0,09 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,1 |

Quadro S.5.5. Análise de regressão linear dos parâmetros ecocardiográficos com os dias de internamento nos doentes em sépsis.

| | VE | AE | VD | AD | IC | Fenc | VClm | VCli | E/Am | TRIV | AD/VD |
|------------|-------|------|-----|------|------|-------|------|------|------|------|-------|
| Valor de p | 0,009 | 0,11 | 0,2 | 0,07 | 0,09 | 0,046 | 0,14 | 0,2 | 0,34 | 0,28 | 0,18 |

Quadro S.5.7. Análise de regressão linear dos parâmetros ecocardiográficos com os dias de ventilação nos doentes em sépsis.

| | VE | AE | VD | AD | IC | Fenc | VClm | VCli | E/Am | TRIV | AD/VD |
|------------|-------|------|-----|-------|------|-------|------|------|------|------|-------|
| Valor de p | 0,002 | 0,12 | 0,2 | 0,034 | 0,09 | 0,005 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,31 | 0,12 |

ANEXO 2

Índice

| | | |
|--------|--|-----|
| A.I. | Os sistemas de prognóstico em Cuidados Intensivos e de falência de órgão | 321 |
| | A.I.1. Introdução | 321 |
| | A.I.2. O sistema APACHE II | 323 |
| | A.I.3. O sistema SAPS II | 324 |
| | A.I.4. O sistema SOFA (<i>Sequential Organ Failure Assessment</i>) .. | 326 |
| | A.I.5. O sistema MODS (<i>Multi Organ Dysfunction System</i>) | 327 |
| A.II. | Avaliação funcional da hipotensão | 329 |
| A.III. | Proposta de formação de Intensivistas em Ecocardiografia | 331 |
| A.IV. | Recomendações de suporte hemodinâmico da Sociedade Europeia de Cuidados Intensivos | 339 |

A.I. Os sistemas de prognóstico em Cuidados Intensivos e de falência de órgão

A.I.1. Introdução

APACHE é o acrónimo de *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation*, sistema de estratificação que avalia o risco de cada doente em Cuidados Intensivos, e utilizado na Unidade de Cuidados Intensivos do Hospital de Curry Cabral. A história dos sistemas de prognóstico, à qual aderiram os Cuidados Intensivos, surge em 1953, quando a Dra. Virginia Apgar desenvolveu o seu método simples e eficaz de estratificação de risco em neonatologia (1953), brilhantemente seguida pela introdução da classificação de Killip e Kimball (1967) para o enfarte agudo do miocárdio.

Em Cuidados Intensivos, não foi possível a introdução de sistemas tão simples e tão eficazes.

O sistema APACHE II¹ sucedeu ao APACHE I e foi validado por Knaus e colaboradores, entre 1979 e 1982, cujos resultados foram publicados em 1985. A mortalidade foi assim considerada, a partir de uma análise de 5815 doentes avaliados, e foi a que foi utilizada na comparação no texto da tese. Existe um sucessor deste sistema, o APACHE III introduzido em 1991, mas com problemas diversos e que não permitiram a sua divulgação. A resposta Europeia foi a criação do sistema SAPS, aqui

utilizado na sua 2.^a versão (SAPS II²).

Os sistemas APACHE II e SAPS II são dos mais utilizados nas Unidades de Cuidados Intensivos e tem 3 componentes: índices fisiológicos agudos, que são os piores valores de 12 parâmetros seleccionados das primeiras 24 horas, o ajuste segundo a idade e a avaliação de doença crónica.

Mais recentemente foram introduzidos sistemas de avaliação de falência de órgão, destinados a avaliar os doentes em condição clínica mais crítica. Os exemplos deste novo tipo de avaliação são apresentados, fornecendo-se a avaliação de acordo com o sistema SOFA³ (*Sequential Organ Failure Assessment*) e MODS⁴ (*MultiOrgan Dysfunction Score*).

A.I.2. O sistema APACHE II

Quadro A.1. Valores de referência do sistema de classificação APACHE II.

| parâmetro | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---|---|-----------------------|--------------------|--------------------|-----------|
| Temperatura (°C) | <29,9 >41 | 30-31,9 39-40,1 | 32-33,9 | 34-35,9 38,5-39 | 36-38,4 |
| PAM ⁷ (mmHg) | <49 >160 | 130-159 | 50-69 110-129 | | 70-109 |
| Frequência cardíaca (bpm) | <39 >180 | 40-54 140-179 | 55-69 110-139 | | 70-109 |
| Frequência respiratória (ciclos respiratórios por minuto) | <5 >50 | 35-49 | 6-9 | 10-11 25-34 | 12-24 |
| Se FiO ₂ > 50%, diferença A-a ⁸ | >500 | 350-499 | 200-349 | | <200 |
| Se FiO ₂ < 50%, PaO ₂ | <55 | 55-60 | | 61-70 | >70 |
| Se não há gasimetria arterial, HCO ₃ ⁻⁹ | >52 <15 | 41-51,9 15-17,9 | 18-21,9 | 32-40,9 | 22-32,9 |
| Se há gasimetria arterial, pH | >7,7 <7,15 | 7,6-7,69 7,15-7,24 | 7,25-7,32 | 7,5-7,59 | 7,33-7,49 |
| Sódio sérico | >180 <110 | 160-179 111-119 | 155-159 120-129 | 150-154 | 130-149 |
| Potássio sérico | >7 <2,5 | 6-6,69 | 2,5-2,9 | 5-5,9 3-3,4 | 3,5-5,4 |
| Creatinina sérica (na presença de falência renal, duplicam-se os valores) | >3,5 | 2-3,4 | 1,4-1,9 | | <1,4 |
| Hematócrito (%) | >20 <60 | | 20-29,9 50-59,9 | 46-46,9 | 30-45,9 |
| Escala de Glasgow | 15 – valor obtido na observação | | | | |
| Idade (anos) ¹⁰ | | 55-64 | 44-54 | | <44 |
| Co-morbilidades | Doença médica, 5 pontos Pós operatório de cirurgia não electiva, 5 pontos Pós operatório de cirurgia electiva, 2 pontos | | | | |

⁷ Pressão arterial média

⁸ Diferença alvéolo-arterial de oxigénio, que se calcula: $(760-43) \times FiO_2 - PaO_2$

⁹ Bicarbonato sérico

¹⁰ A estes valores acrescenta-se: 65-74, 5 pontos; >75, 6 pontos

A.I.3. O sistema SAPS II

Quadro A.2. Valores de referência do sistema SAPS II

| parâmetro | | pontuação |
|--|--------------------------------|-----------|
| Tipo de admissão | Cirurgia programada | 0 |
| | Cirurgia não programada médica | 8 |
| | | 6 |
| Doença crónica | Nenhuma | 0 |
| | Carcinoma metastizado | 9 |
| | Neoplasia hematológica | 10 |
| | SIDA | 17 |
| Escala de Glasgow | <6 | 26 |
| | 6-8 | 13 |
| | 9-10 | 7 |
| | 11-13 | 5 |
| | 14-15 | 0 |
| Idade | <40 | 0 |
| | 40-59 | 7 |
| | 60-69 | 12 |
| | 70-74 | 15 |
| | 75-79 | 16 |
| | >80 | 18 |
| Pressão arterial sistólica | <70 | 13 |
| | 70-99 | 5 |
| | 100-199 | 0 |
| | >200 | 2 |
| Frequência cardíaca | <40 | 11 |
| | 40-69 | 2 |
| | 70-119 | 0 |
| | 120-159 | 4 |
| | >160 | 7 |
| Temperatura | <39° | 0 |
| | >39° | 3 |
| Se ventilado, PaO ₂ /FiO ₂ | <100 | 11 |
| | 100-199 | 9 |
| | >200 | 6 |
| Débito urinário | <0,5l/24h | 11 |
| | 0,5-0,999l/24h | 4 |
| | >1l/24h | 0 |

| | | |
|------------------------|-------------------------------|--------------|
| BUN ¹¹ | <28 28-83 >84 | 0 6 10 |
| Leucócitos (células/l) | <1000 1000-19000 >19000 | 12 0 3 |
| Potássio | <3 3-4,9 >5 | 3 0 3 |
| Sódio | >145 125-144 <125 | 1 0 5 |
| Bicarbonato sérico | <15 15-19 >20 | 6 3 0 |
| Bilirrubina (mg/dl) | <4 4-5,9 >6 | 0 4 9 |

¹¹ Acrónimo de Blood Urea Nitrogen. Calcula-se dividindo a ureia sérica por 2,8, se utilizarmos mg/dl como unidades.

A.I.4. O sistema SOFA (*Sequential Organ Failure Assessment*)

Quadro A.3. Avaliação de falência de órgão específica de acordo com o sistema SOFA (total de pontos: de 0 a 24).

| Órgão | Parâmetros | pontuação |
|---|------------------------------|-----------|
| Respiratório (PaO ₂ /FiO ₂) | <400 ± suporte ventilatório | 1 |
| | <300 ± suporte ventilatório | 2 |
| | <200 e suporte ventilatório | 3 |
| | <100 e suporte ventilatório | 4 |
| Coagulação (Plaquetas x 10 ³ /cc) | <150 | 1 |
| | <100 | 2 |
| | <50 | 3 |
| | <20 | 4 |
| Cardiovascular (PAM) | <70 | 1 |
| | <70 e dopa ≤ 5 ou dobu | 2 |
| | <70 e dopa > 5 ou nor ≤ 0,1 | 3 |
| | <70 e dopa > 15 ou nor > 0,1 | 4 |
| Neurológica (Glasgow) | 13-14 | 1 |
| | 10-12 | 2 |
| | 6-9 | 3 |
| | <6 | 4 |
| Hepática (bilirrubina, mg/dl) | 1,2-1,9 | 1 |
| | 2-5,9 | 2 |
| | 6-11,9 | 3 |
| | >12 | 4 |
| Renal (creatinina, mg/dl e débito urinário) | 1,2-1,9 | 1 |
| | 2-3,4 | 2 |
| | 3,5-4,9 ou DU<500cc/24h | 3 |
| | >5 ou DU<200cc/24h | 4 |

A.I.5. O sistema MODS (*Multi Organ Dysfunction Score*)

Quadro A.4. Avaliação da falência de órgão segundo o sistema MODS.

| Órgão em falência | parâmetro | valor | pontuação |
|-------------------|------------------------------------|---------|-----------|
| Respiração | PaO ₂ /FiO ₂ | >300 | 0 |
| | | 226-300 | 1 |
| | | 151-225 | 2 |
| | | 76-150 | 3 |
| | | <75 | 4 |
| Hematológico | Plaquetas | >120 | 0 |
| | | 81-120 | 1 |
| | | 51-80 | 2 |
| | | 21-50 | 3 |
| | | <20 | 4 |
| Hepático | Bilirrubina | <1,2 | 0 |
| | | 1,2-3,5 | 1 |
| | | 3,5-7 | 2 |
| | | 7-14 | 3 |
| | | >14 | 4 |
| Cardiovascular | (FCxPVC)/PAM | <10 | 0 |
| | | 10,1-15 | 1 |
| | | 15,1-20 | 2 |
| | | 20,1-30 | 3 |
| | | >30 | 4 |
| Neurológico | Escala de Glasgow | 15 | 0 |
| | | 13-14 | 1 |
| | | 10-12 | 2 |
| | | 7-9 | 3 |
| | | <6 | 4 |
| Renal | creatinina | <1,1 | 0 |
| | | 1,1-2,3 | 1 |
| | | 2,3-4 | 2 |
| | | 4-5,7 | 3 |
| | | >5,7 | 4 |

A.II. Avaliação Funcional da Hipotensão

Quadro A.5. Avaliação funcional da hipotensão.

| Parâmetro | Vasogénico | Cardiogénico | Hipovolémico |
|-----------------|---------------------|--------------|---------------------|
| Débito cardíaco | = / ↑ | ↓ | ↓ |
| PVC/Pw | variável | ↑ | ↓ |
| RVP | ↓ | ↑ | ↑ |
| Tratamento | Soros/vasopressores | inotrópicos | Soros/hemoderivados |

Fonte: Paul Marino, The ICU Book.

Legenda: PVC, pressão venosa central; Pw, pressão de encravamento da artéria pulmonar; RVP, resistências vasculares periféricas

A.III. Proposta de formação de Intensivistas em Ecocardiografia

Um dos problemas apontados à ecocardiografia é a dificuldade e o tempo requerido para o treino de Intensivistas na técnica. Desde há algum tempo que o Grupo de Trabalho de Ecocardiografia organiza cursos de divulgação da técnica, e produziu algum material didático para distribuição. Mas para uma formação adequada será necessário desenvolver um plano de formação adaptado quer à nossa realidade, quer às necessidades dos Intensivistas. Assim, e para este trabalho ter continuidade, promovemos com a sociedade Portuguesa de Cardiologia um programa conjunto de formação nesta área.

Nos últimos anos na área da ecocardiografia para Cuidados Intensivos uma quantidade grande de informação foi reunida, acompanhado por investigação clínica de qualidade, coloca pertinente a questão do ensino da ecocardiografia a não cardiologistas.

No caso dos Cuidados Intensivos subsistem questões importantes sem resposta, superiormente enunciadas por Ketzler⁵: que informação é necessária para o intensivista; qual a informação que a ecocardiografia pode fornecer; qual a melhor abordagem, transtorácica ou transesofágica. A ecocardiografia em Cuidados Intensivos é praticada em diversas UCI's no mundo inteiro, mantém-se como técnica que é exercida de acordo com a experiência pessoal dos diversos ecocardiografistas. Como escrevem

Vieillard-Baron e col num dos seus trabalhos: “...(a ecocardiografia) é praticada por intensivistas não cardiologistas, sem nenhuma certificação particular para o efeito.”⁶. Para uma utilização sistematizada da técnica em Cuidados Intensivos, cumpre agora sistematizar o ensino, aproveitando a experiência acumulada pelos pioneiros da sua utilização nesta ambiente específico.

À excepção da Sociedade Francesa de Cuidados Intensivos, não conhecemos nenhum outro documento referente ao treino da técnica em Cuidados Intensivos.

O ensino da ecocardiografia está estabelecido pela Sociedade Norte-Americana de Ecocardiografia (ASE; *American Society of Echocardiography*), elaborada em 1987 e confirmada em 1995^{7,8}. Estes documentos distinguem 3 níveis de formação a que correspondem 3 níveis de competência:

- Nível 1: experiência introdutória. Prevê a execução de 150 exames ecocardiográficos em modo M e bidimensional e um período de aprendizagem de 3 meses.
- Nível 2: experiência para realização autónoma de exames. Prevê a realização de 150 exames (modo M, bidimensional e Doppler), durante 3 meses.
- Nível 3: ensino vocacionado para directores de laboratórios de ecocardiografia. Prevê um estágio adicional de 6 meses em laboratório de referência e a execução autónoma de 450 exames.

O local para a realização do ensino são laboratórios de ecocardiografia com pessoal próprio e dirigido por especialistas dedicados.

Após a aquisição de treino de nível 2 é possível iniciar treino específico para execução de ecocardiografia transesofágica.

As normas acima mencionadas podem ser consideradas o ensino standard da técnica. São seguidas por muitas sociedades científicas, embora possam haver alterações pontuais e adaptações a outras realidades.

Para o meio anestésico existem igualmente normas definidas pelas Sociedades de Anestesia e de Cuidados Intensivos nos Estados Unidos e, mais recentemente, na Europa⁹. As principais características do treino preconizado para anestesia consistem em fornecer treino exclusivamente em ecocardiografia transesofágica, ser realizado no bloco operatório e estar vocacionado para avaliação intra-operatória de cirurgia cardíaca.

As normas Europeias para treino de anestesistas em ecocardiografia prevêm um ensino com 2 níveis de treino:

- Básico, que consiste na aquisição de competência técnica básica para a realização de exames ecocardiográficos transesofágicos no bloco operatório e reconhecimento da normalidade anatomo-funcional das estruturas cardíacas. Prevê a execução supervisionada de 150 exames, 50 dos quais realizados de forma autónoma.
- Avançado, consiste na execução de exames com vista à realização autónoma da técnica e dirigido ao reconhecimento de patologia intra-operatória da cirurgia cardíaca. Prevê a execução supervisionada de 300 exames.

Em Cuidados Intensivos a *Société de Reanimation de Langue Française* publicou normas de treino dirigidas   forma o de intensivistas em ecocardiografia¹⁰. Aproveita e adapta-se   forma o em ecocardiografia preconizada em França e definida pela Sociedade Francesa de Cardiologia, e que consiste num treino de 2 anos, muito semelhante ao treino referido pela ASE:

- Nível 1, introdu o   ecocardiografia, com a dura o de 3 meses e realiza o supervisionada de 120 exames
- Nível 2, realiza o e interpreta o independente de exames, com a dura o de 3 meses e realiza o de 120 exames.
- Nível 2 para treino em ETE, vocacionado para o ensino de ecocardiografia transesofágica, com a dura o de 3 meses e realiza o de 120 exames.
- Nível 3, estágio prolongado vocacionado para forma o de directores de laboratórios de ecocardiografia, sem tempo ou dura o definidos.

No treino de nível 2 introduzem módulos próprios de ensino em ecocardiografia para Cuidados Intensivos, a realizar em locais previamente definidos.

A grande novidade do documento francês   a introdu o de módulos e aulas teóricas separadas e abordando temas mais específicos.

Mais recentemente, Cholley e col¹¹ elaboraram um conjunto de competências próprias para Cuidados Intensivos, distribuindo-as por uma pirâmide de aprendizagem com graus de dificuldade crescente.

- Nível 1: Detecção de derrame pericárdico,
Reconhecimento da dilatação do ventrículo direito,
Medição da veia cava inferior,
Reconhecimento de disfunção sistólica do ventrículo esquerdo
- Nível 2: Detecção de disfunção valvular,
Avaliação da resposta aos fluidos,
Determinação do débito cardíaco,
Pressões da artéria pulmonar e cor pulmonar agudo,
Avaliação quantitativa da função sistólica do ventrículo esquerdo
- Nível 3: Avaliação cardíaca e hemodinâmica completa

Pensamos ser possível adaptar o treino para a nossa realidade. A nossa proposta diz unicamente respeito ao treino em Cuidados Intensivos. O treino em ecocardiografia para anestesistas deve ser objecto de reflexão em local próprio e o treino para realização de exames dedicado aos doentes em enfermarias de Medicina é um treino generalista, embora possa requerer uma sensibilidade própria para o adaptar a exigências específicas. Já o treino de médicos de emergência pode passar por realizar estágios em locais como os Cuidados Intensivos, pois muitas das patologias são aqui observadas e o treino obtido pode ser bastante útil.

Existe na literatura 2 grandes tendências de treino: treino por módulos e treino em dedicação a tempo inteiro em laboratórios de ecocardiografia. Julgamos que para este tipo de treino, a primeira fase deve ser de

dedicação exclusiva à técnica, de forma a permitir uma aprendizagem global eficaz, mas o treino subsequente pode ser realizado em módulos de aprendizagem, teóricos e práticos.

O treino do Cardiologista no Internato Complementar prevê um estágio de 4 meses em ecocardiografia, enquanto que os Internos de outras especialidades podem ter estágios parciais de 3 meses.

Julgamos que este treino básico, introdutório é essencial para o futuro ecocardiografista. Por outro lado, o treino subsequente para aquisição de autonomia na realização da técnica é igualmente essencial para o ecocardiografista desenvolver a sua actividade profissional subsequente.

Este treino deve ser realizado em laboratórios de ecocardiografia de referência, dirigidos por especialistas dedicados ao ensino da técnica.

A duração do treino introdutório deve ser de 3 meses com a possibilidade de realização de 150 exames ecocardiográficos supervisionados.

O treino dedicado à autonomia deve ser realizado nos meses subsequentes, em laboratório próprio junto de especialistas, de forma que seja possível abordar aspectos mais específicos, dúvidas e ter a supervisão especializada sempre que se justifique. Devem ser realizados mais 150 exames.

Neste período pode ser adquirida a formação específica para a execução de exames em Cuidados Intensivos. Esta formação deve ser realizada em UCI's onde haja possibilidade de realização da técnica em equipamentos próprios, e em doentes críticos com condição ventilatória diversa.

Propõe-se a realização de 100 exames em doentes críticos, registados em livro de registo próprio, supervisionados por especialista com formação na área. Nos registos deve obrigatoriamente constar o motivo da realização

do exame e as respostas que foi possível obter. No quadro IV.2 representa-se esquematicamente a proposta de treino em ecocardiografia aplicada aos Cuidados Intensivos.

As competências específicas para o treino são:

- Execução do exame ecocardiográfico em diversas incidências
- Dimensões das cavidades
- Avaliação da veia cava inferior
- Determinação e quantificação da função sistólica do ventrículo esquerdo
- Avaliação da função diastólica do ventrículo esquerdo
- Avaliação do ventrículo direito
- Determinação do débito cardíaco
- Detecção e avaliação integrada de doença valvular
- Avaliação do pericárdio e grandes vasos
- Reconhecer as indicações para ecocardiografia transesofágica

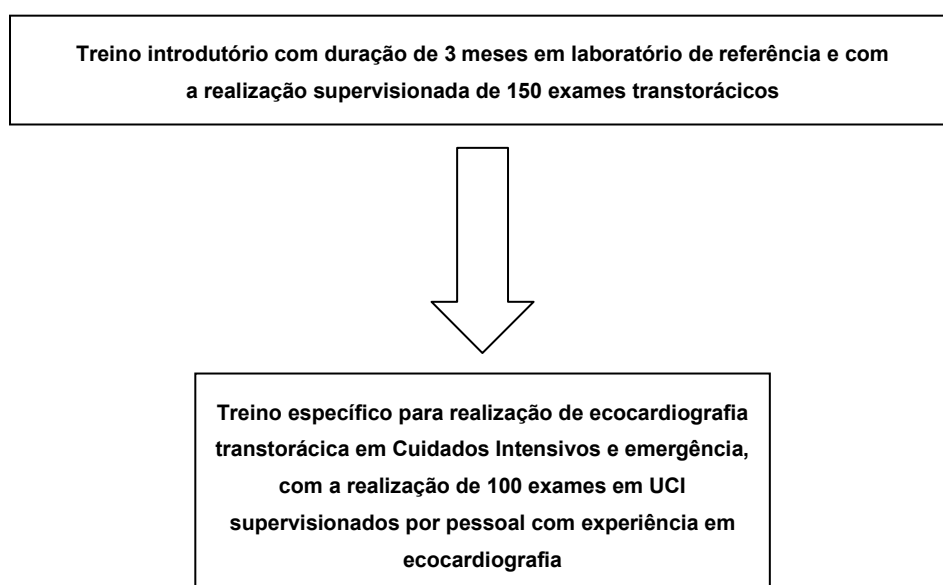
Seminários teóricos:

- Impacto da ventilação mecânica na hemodinâmica central e características ecocardiográficas
- Tromboembolismo pulmonar e sobrecarga direita.
- Avaliação hemodinâmica por ecocardiografia, fundamentada na hemodinâmica de Cuidados Intensivos
- Estudo da insuficiência circulatória aguda

O tempo exigido para treino não pode ser especificado, embora não se deva criar hiatos temporários grandes entre as diversas fases do treino.

Isto implica que os formandos devem ter acesso a equipamentos próprios nos serviços de origem, sem os quais a própria realização dos estágios ou treino não deve ser considerada.

Quadro A.6. Representação esquemática do treino em ecocardiografia para Cuidados Intensivos.



A.IV. Recomendações de suporte hemodinâmico da Sociedade Europeia de Cuidados Intensivos

Bibliografia

- (1) Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, Zimmerman J. APACHE II: a severity of disease classification system. *Crit Care Med.* 1985;13:818-828.
- (2) Le Gall JR, et al. A new simplified acute physiology score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study. *JAMA.* 1993;270:2957-2963.
- (3) Vincent J-L, et al. The SOFA (sepsis-related organ failure assessment) score to describe organ dysfunction failure. *Intensive Care Med.* 1996;22:707-710.
- (4) Marshall JC, et al. Multiple organ dysfunction score: a reliable descriptor of a complex clinical outcome. *Crit Care Med.* 1995;23:1638-1652.
- (5) Ketzler JT, McSweeney M, Coursin DB. ICU echocardiography. Should we use it in a heart beat? *Chest.* 2002;122:1121-1123.
- (6) 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;32:1547-1552.
- (7) Pearlman AS, Gardin J, Martin RP et al. Guidelines for optimal physician training in echocardiography. *Am J Cardiol.* 1987;60:158-163.
- (8) Stewart WJ, Aurigemma GP, Bierman FZ et al. Task Force 4: training in echocardiography. *J am Coll Cardiol.* 1995;25:16-19.
- (9) Cahalan MK, Abel M, Goldman ME, et al. American Society of Echocardiography and Society of Cardiovascular Anesthesiologists task force guidelines for training in perioperative echocardiography. *Anesth Analg.* 2002;94:1384-1388.
- (10) Vignon P, Gueret P. Formation des reanimateurs à l'échographie cardiaque. *Reanimation.* 2004;13:126-130.
- (11) Cholley BP, Vieillard-Baron A, Mebazaa A. Echocardiography in the ICU: time for widespread use. *Intensive Care Med.* 2006;32:9-10.

ANEXO 3

IV. Pasta de Artigos em PDF

V. Pasta do Livro de Ecocardiografia

Livro “Ecocardiografia em Ambiente não Cardiológico” em versão pdf

VI. Pasta de Tabelas:

Tabelas de dados por capítulos