

Avaliação do Ventrículo Direito pelo Ecocardiograma com Doppler Tecidual na Embolia Pulmonar Aguda

Right Ventricular Assessment by Tissue-Doppler Echocardiography in Acute Pulmonary Embolism

Ana Clara Tude Rodrigues, Adriana Cordovil, Claudia Monaco, Laise Guimarães, Alexandre Cury, Gustavo A F Naccarato, Edgar Lira-Filho, Claudio Henrique Fischer, Marcelo Luiz Campos Vieira, Samira Morhy
Hospital Israelita Albert Einstein - MDP – Ecocardiografia, São Paulo, SP – Brasil

Resumo

Fundamento: A avaliação da função Ventricular Direita (VD) pelo ecocardiograma em pacientes com Tromboembolismo Pulmonar (TEP) é complexa, frequentemente qualitativa; o Doppler tecidual tem sido utilizado para avaliação semiquantitativa dessa câmara, com algumas limitações.

Objetivo: Avaliar a função do VD no TEP pelo ecocardiograma com Doppler tecidual, complementando com o peptídeo atrial natriurético (BNP).

Métodos: Foram estudados pacientes com TEP pelo ecocardiograma com Doppler tecidual e BNP até 24 horas do diagnóstico, obtendo-se as velocidades miocárdicas (s'), *strain*, *strain rate* e índice de *performance* miocárdica do VD; disfunção do VD foi diagnosticada por hipocinesia da câmara, movimento anormal septal e relação VD/VE ≥ 1 . De acordo com o BNP os pacientes foram divididos em Grupo I, BNP < 50 pg/mL e Grupo II, BNP ≥ 50 pg/mL.

Resultados: De 118 pacientes, 100 (60 homens, idade = 55 ± 17 anos) foram analisados; observou-se disfunção do VD em 28%, mais frequentemente no grupo II (19 vs. 9 pacientes, $p < 0,001$). O grupo II era mais idoso (64 ± 19 vs. 50 ± 15 anos), apresentava menor velocidade de s' ($10,5 \pm 3,5$ vs. $13,2 \pm 3,1$ cm/s) e maior pressão pulmonar (48 ± 11 vs. 35 ± 11 mmHg), $p < 0,001$ para todos. O ponto de corte de s' para disfunção do VD foi de 10,8 cm/s (especificidade = 85%, sensibilidade = 54%), com moderada correlação entre o BNP e a onda s' ($r = -0,39$).

Conclusão: No TEP, a disfunção do VD pelo ecocardiograma se acompanha de elevação do BNP; apesar confirmar adequadamente a presença de disfunção do VD, o Doppler tecidual apresenta sensibilidade limitada para este diagnóstico. (Arq Bras Cardiol. 2013;100(6):524-530)

Palavras-chave: Função Ventricular Direita, Ecocardiografia Doppler / diagnóstico, Embolia Pulmonar.

Abstract

Background: Assessment of the right ventricular (RV) function by echocardiography in patients with pulmonary thromboembolism (PTE) is complex and frequently qualitative. Tissue Doppler has been used for the semiquantitative assessment of this chamber, although with some limitations.

Objective: To evaluate RV function in PTE using tissue-Doppler echocardiography, in addition to atrial natriuretic peptide (BNP).

Methods: Patients with PTE were studied using tissue-Doppler echocardiography and BNP up to 24 hours after diagnosis; myocardial velocities (s'), *strain*, *strain rate* and RV myocardial performance index were obtained. RV dysfunction was diagnosed by chamber hypokinesia, abnormal septal motion and a RV/LV ratio ≥ 1 . According to their BNP levels, the patients were divided into Group I, BNP < 50 pg/mL and Group II, BNP ≥ 50 pg/mL.

Results: Of 118 patients, 100 (60 men, age = 55 ± 17 years) were analyzed; RV dysfunction was observed in 28%, more frequently in group II (19 vs. 9 patients, $p < 0.001$). Patients in group II were older (64 ± 19 vs. 50 ± 15 years), and had lower s' velocity (10.5 ± 3.5 vs. 13.2 ± 3.1 cm/s), and higher pulmonary pressure (48 ± 11 vs. 35 ± 11 mmHg), $p < 0.001$. The cut-off point of s' for RV dysfunction was 10.8 cm/s (specificity = 85%, sensitivity = 54%), with moderate correlation between BNP and s' wave ($r = -0.39$).

Conclusion: In PTE, RV dysfunction on echocardiography is accompanied by BNP elevation; although tissue-Doppler imaging adequately confirms the presence of RV dysfunction, it has a limited sensitivity for this diagnosis. (Arq Bras Cardiol. 2013;100(6):524-530)

Keywords: Ventricular Function, Right; Echocardiography, Doppler / diagnosis; Pulmonary Embolism.

Full texts in English - <http://www.arquivosonline.com.br>

Correspondência: Ana Clara Tude Rodrigues •

Ecocardiografia - MDP

Sociedade Beneficente Israelita Brasileira Hospital Albert Einstein,

Rua Albert Einstein 627, Morumbi, Sao Paulo - SP - Brasil

E-mail: claratude@yahoo.com, claratude@einstein.br

Artigo recebido em 03/06/12, revisado em 27/11/12, aceito em 02/01/13.

DOI: 10.5935/abc.20130099

Introdução

O Tromboembolismo Pulmonar (TEP) é uma causa importante de morbimortalidade, com prognóstico reservado se associado à instabilidade hemodinâmica, quando a mortalidade pode atingir cerca de 20%¹. A avaliação adequada da função do Ventrículo Direito (VD) é crucial no TEP¹; no entanto, sua análise por métodos não invasivos como o ecocardiograma bidimensional é limitada, em razão da complexidade anatômica dessa câmara. Nesse sentido, outras técnicas ecocardiográficas como o Doppler tecidual têm sido agregadas para complementação diagnóstica², com estudos mostrando uma correlação adequada entre as velocidades sistólicas do Doppler tecidual e a fração de ejeção do VD pela ressonância magnética³, bem como a identificação do acometimento do VD em pacientes com TEP⁴. A avaliação da função do VD pode ainda ser complementada pela medida do peptídeo atrial natriurético (BNP)⁵, que se encontra elevado na presença de aumento das pressões intracardíacas⁶. A relação entre as medidas do Doppler tecidual para a avaliação do VD no TEP, no entanto, não está completamente esclarecida, com valores distintos encontrados para as velocidades miocárdicas nessa situação^{7,8}, sendo mais limitadas ainda para medidas como o *strain* e *strain rate*. Adicionalmente, seria de potencial interesse clínico comparar a relação entre a disfunção sistólica do VD pelo ecocardiograma com Doppler tecidual e o reflexo funcional da sobrecarga desta câmara, estimada a partir do BNP.

O objetivo deste estudo foi avaliar a função sistólica do VD a partir do ecocardiograma bidimensional com Doppler tecidual em pacientes com TEP agudo e analisar sua correlação com o BNP.

Métodos

Pacientes

De agosto de 2007 a janeiro de 2010, todos os pacientes que deram entrada na Unidade de Emergência ou pacientes internados com suspeita clínica de TEP (dor/dispneia de início súbito na última semana) foram solicitados a participar no estudo. O TEP foi confirmado pela tomografia *multislice* de tórax mostrando defeito de enchimento total ou parcial em ramos pulmonares ou a cintilografia de ventilação/perfusão pulmonar com alta probabilidade de TEP. Foram excluídos do estudo pacientes com disfunção Ventricular Esquerda (VE), dados como fração de ejeção < 55% pelo ecocardiograma, para minimizar sua influência nos níveis de BNP⁹. Outros critérios de exclusão foram a presença de doença pulmonar obstrutiva crônica, arritmias (fibrilação atrial ou extrassístoles frequentes) e janela ecocardiográfica inadequada. Todos os pacientes foram tratados com anticoagulação (heparina não fracionada ou de baixo peso molecular, a critério do clínico assistente); pacientes com instabilidade hemodinâmica (pressão arterial sistêmica < 90/60 mmHg, sinais de má perfusão periférica) receberam tratamento trombolítico (ativador do plasminogênio tecidual, 100 mg endovenoso em duas horas). O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa institucional, conforme a Declaração de Helsinki, e todos os pacientes deram consentimento por escrito para participação no mesmo.

Ecocardiograma

Os pacientes foram submetidos a um ecocardiograma (Vivid 7, GE Medical Systems, Horten, Norway) com medidas do VE e fração de ejeção de acordo com as recomendações da American Society of Echocardiography¹⁰ até 24 horas do diagnóstico de TEP agudo. Os diâmetros do VE e VD foram medidos no corte apical 4-câmaras para obtenção da relação VD/VE. Os cortes paraesternal, apical e subcostal foram utilizados para a avaliação subjetiva da função sistólica do VD. Foi considerada disfunção sistólica do VD a presença de hipocinesia da câmara; a movimentação anormal do septo (retificação) e/ou dilatação do VD (relação VD/VE ≥ 1) foram acrescidos à análise subjetiva da função no intuito de refiná-la. A função do VD foi avaliada por dois observadores, e em caso de discordância foi solicitada a opinião de um terceiro observador. A pressão sistólica da artéria pulmonar foi obtida a partir do refluxo tricúspide adicionada à pressão do átrio direito estimada a partir do diâmetro e colapsabilidade da veia cava inferior. Foram realizadas medidas das velocidades das ondas E e A para análise da função diastólica do VE, obtidas a partir do fluxo transmitral.

Doppler tecidual

Traçados de Doppler tecidual foram obtidos do anel lateral e septal e do anel lateral tricúspide a partir do corte apical 4-câmaras para a obtenção das medidas de velocidades miocárdicas (ondas *s'* e *e'*), com o volume da amostra o mais paralelo possível à parede para minimizar a influência do ângulo sobre as velocidades do Doppler. A estimativa da pressão de enchimento do VE foi realizada a partir da razão entre a onda de enchimento precoce (E) transmitral e a média das ondas *e'* septal e lateral; foi considerado disfunção diastólica o aumento das pressões de enchimento do VE ($E/e' > 13$)¹¹. As imagens foram obtidas com o paciente em apneia ou respirando lentamente. O mapeamento colorido foi usado para obtenção do Doppler tecidual no corte apical 4-câmaras com ajuste do setor e a profundidade para manter um número mínimo de 100 quadros/min. O Índice de Performance Miocárdica (IPM) do ventrículo direito foi calculado como a razão entre a soma dos Tempos de Contração Isovolumétrica (TCI) e o Tempo de Relaxamento Isovolumétrico (TRIV) dividido pelo Tempo de Ejeção (TE): $IPM = (TCI + TRIV)/TE$ ¹², (está correto o sinal de igual?) com medidas obtidas a partir do Doppler tecidual do anel tricúspide. As imagens foram digitalizadas e utilizadas a média de 3-medidas, com posterior análise.

Medidas de BNP

O BNP plasmático foi medido até 24 horas após a confirmação do TEP. Após a coleta, o sangue foi colocado em um tubo contendo ácido etilenodiaminotetracético e separado por centrifugação, e o BNP medido usando um *kit* de radioensaio (Advia Centaur assay, Siemens Healthcare Diagnostics, Bayswater, Australia). Os pacientes foram divididos em dois grupos de acordo com os níveis de BNP¹³: grupo I, com < 50 pg/mL e grupo II com BNP ≥ 50 pg/mL.

Para o tromboembolismo pulmonar, valores de BNP < 50 pg/mL foram descritos como adequados para identificação de pacientes com menores pressões intracardíacas e consequentemente melhor prognóstico¹³.

Análise estatística

As variáveis contínuas são apresentadas em média \pm DP e as categóricas em porcentagens ou frequências observadas. Os grupos foram testados com teste *t* de Student para as variáveis contínuas e o qui-quadrado ou Fischer para variáveis categóricas. A curva ROC (Receiver Operating Characteristic) foi utilizada para identificar o melhor valor de ponto de corte das medidas de Doppler tecidual mais adequadas para identificar disfunção do VD. A correlação entre o BNP e as variáveis relacionadas ao VD foram testadas pela correlação de Pearson. A análise foi realizada pelo programa de estatística SPSS statistical software (version 17.0; SPSS, Inc, Chicago, IL), e o nível de significância de *p* foi de 0.05. As medidas das velocidades *s'*, *strain*, *strain rate* obtidas a partir do Doppler tecidual foram repetidas após três meses pelo mesmo observador e por um observador distinto em 10 pacientes para medidas de variabilidade inter e intraobservador e comparadas usando o coeficiente de correlação intraclasse.

Resultados

Um total de 118 pacientes tiveram o diagnóstico de TEP confirmado pela tomografia (*n* = 114) ou cintilografia pulmonar (*n* = 4). Desses, 5 se recusaram a participar; 2 não tiveram o BNP colhido; 7 não apresentavam janela ecocardiográfica adequada; 2 mostravam disfunção ventricular esquerda; e 2, arritmia significativa. Dessa forma, o grupo final estudado se constituiu de 100 pacientes. Fatores predisponentes para TEP incluíram tromboembolismo venoso (29%), neoplasia (24%),

cirurgia (22%) e viagem aérea de longa distância (6%). Em 19% dos pacientes não foram identificados fatores predisponentes para TEP. Somente 4 pacientes estavam hemodinamicamente instáveis e foram, portanto, submetidos a trombólise, sendo os demais tratados de maneira conservadora. A maior parte dos pacientes era do sexo masculino (60%), com média de idade de 55 ± 17 anos. O refluxo tricúspide esteve presente em 66 pacientes, e pressão sistólica da artéria pulmonar a partir do refluxo tricúspide foi de 41 ± 13 mmHg.

Avaliação do VD

Em todos os pacientes foi possível a obtenção de traçados adequados de Doppler pulsado tecidual para medidas da onda *s*; para medidas de *strain*, 17 % dos pacientes não apresentavam traçados satisfatórios para a análise e em 26 % dos pacientes não foram obtidos traçados satisfatórios para medidas de *strain rate*, não sendo essa medida utilizada para análise. A análise do Doppler tecidual mostrou média de velocidade da onda *s'* de $12,4 \pm 3,4$ cm/s, com valores médios de $21,4 \pm 9,5$ % para o *strain*, e o IPM aumentado ($0,53 \pm 0,25$). Do total de 100 pacientes, 28 apresentavam disfunção sistólica do VD pelo ecocardiograma bidimensional. A capacidade da onda *s'* do Doppler tecidual em prever disfunção sistólica do VD foi analisada pela curva ROC, que mostrou um valor de corte de 10,8 cm/s, com especificidade de 85 %, sensibilidade de 54% e área sob a curva de 0,78 (Figura 1). As medidas de *strain* não permitiram a identificação de um ponto de corte adequado para a identificação da disfunção do VD. Foi testada a correlação entre as medidas de BNP e as velocidades miocárdicas do Doppler tecidual, que mostraram uma correlação inversa significativa (*p* = 0,01), porém modesta (*r* = - 0,39, Figura 2). Não houve correlação significativa, no entanto, entre os níveis de BNP e o IPM, ou para as medidas de *strain*.

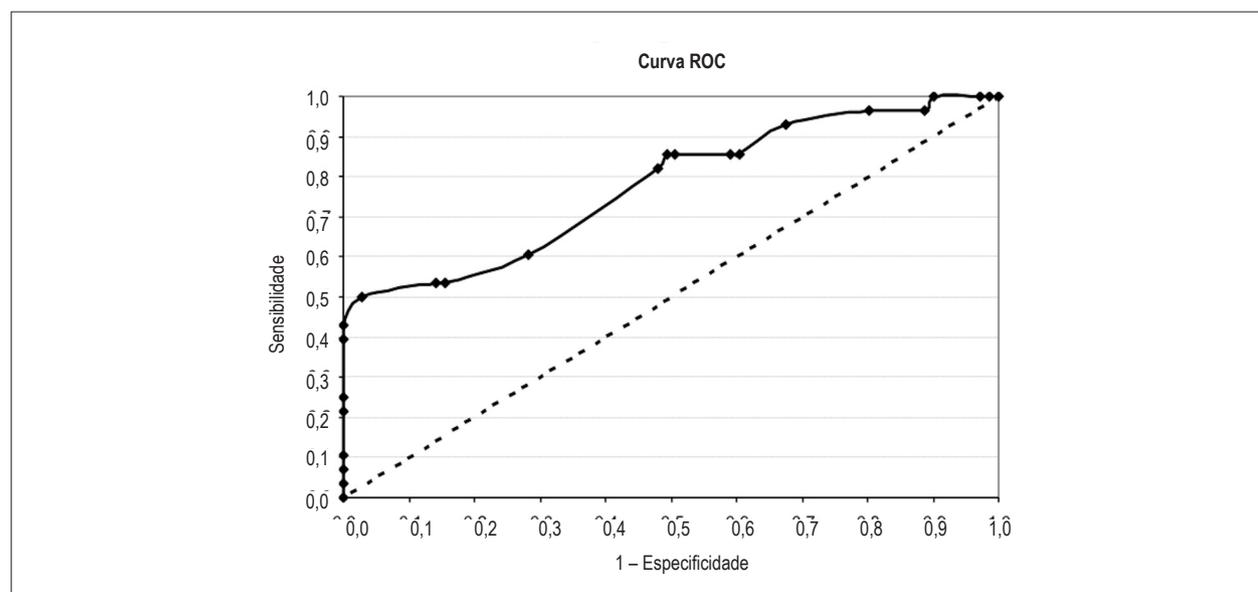


Figura 1 – Curva ROC (Receiver Operating Characteristic) para a definição do melhor ponto de corte de velocidade da onda sistólica do Doppler tecidual (*s'*) para a disfunção do ventrículo direito.

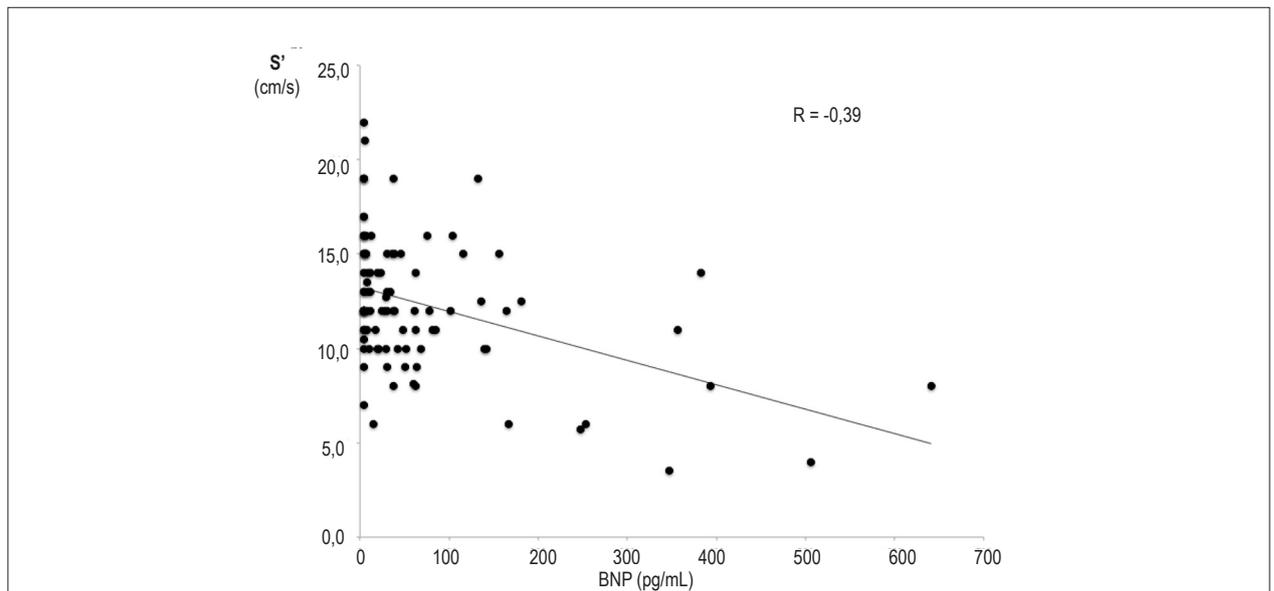


Figura 2 – Correlação entre os níveis de peptídeo atrial natriurético (BNP) e a velocidade sistólica do Doppler tecidual (s') do ventrículo direito.

Avaliação dos grupos

Sessenta e oito pacientes apresentavam BNP < 50 pg/mL, sendo incluídos no grupo I. O grupo II (n = 32) consistia de pacientes mais idosos (Tabela 1), com maior prevalência de refluxo tricúspide (88% vs. 56%, $p < 0,01$) e pressões de artéria pulmonar mais elevadas (48 ± 11 vs. 35 ± 11 mmHg, $p < 0,001$) quando comparado com o grupo I. O grupo II ainda apresentava maior prevalência de disfunção sistólica do VD (59% vs. 13%, $p < 0,001$) e menores velocidades da onda s' e do $strain$ do VD. Não houve, no entanto, diferença entre o IPM, estando em ambos os grupos aumentado (Tabela 2). A estimativa das pressões de enchimento do VE (relação E/e') foi semelhante para ambos os grupos.

Variabilidade intra e interobservador

O coeficiente de correlação intraclassa foi de 0,98 (intraobservador) e 0,96 (interobservador) para a velocidade da onda s' , e 0,91 (intraobservador) e 0,90 (interobservador) para as medidas de $strain$.

Os valores de $strain$ rate não foram usados para análise em função de sua grande variabilidade e limitada obtenção.

Discussão

O tromboembolismo pulmonar é uma causa importante de morbimortalidade, e seu prognóstico está associado à instabilidade hemodinâmica decorrente da disfunção sistólica do VD¹. Na literatura, a prevalência de disfunção do VD pelo ecocardiograma varia de 30% a 50%^{1,2}; em nossa casuística a disfunção do VD foi um pouco menor (28%), possivelmente em razão da exclusão de pacientes com disfunção sistólica do VE, eliminando dessa forma eventual comprometimento do VD associado à cardiomiopatia. Níveis elevados de BNP (≥ 50 pg/mL) estiveram associados à maior prevalência de disfunção sistólica do VD, seja qualitativamente (pelo ecocardiograma bidimensional) ou de maneira semiquantitativa, pelas variáveis do Doppler tecidual (velocidades da onda s' e $strain$ do VD). O Doppler tecidual constitui-se de um método simples, rápido e não

Tabela 1 – Características clínicas dos grupos I (BNP < 50 pg/mL) e grupo II (BNP ≥ 50 pg/mL)

| | Grupo I (n = 68) | Grupo II (n = 32) | p |
|-----------------------|------------------|-------------------|-------|
| Idade (anos) | 50 ± 14 | 64 ± 19 | 0,001 |
| Sexo masculino (n, %) | 18 (56) | 42 (62) | NS |
| neoplasia (n, %) | 13 (19) | 11(34) | 0,09 |
| cirurgia (n, %) | 12 (18) | 10 (31) | NS |
| TVP (n, %) | 17 (25) | 12 (37) | NS |
| Hipotensão/choque (n) | 0 | 4 | 0,009 |

BNP: peptídeo atrial natriurético; TVP: trombose venosa profunda.

Tabela 2 – Características ecocardiográficas do Grupo I (BNP < 50 pg/mL) e Grupo II (BNP ≥ 50 pg/mL)

| | Grupo I | Grupo II | p |
|-----------------------|------------|------------|---------|
| FEVE (%) | 67 ± 5 | 68 ± 7 | NS |
| IPM VD | 0,50 ± 0,2 | 0,59 ± 0,3 | NS |
| s' VD (cm/s) | 13,1 ± 3,1 | 10,5 ± 3,4 | < 0,001 |
| e' septal (cm/s) | 8,7 ± 2,9 | 7,4 ± 2,8 | 0,05 |
| E/e' (VE) | 8,3 ± 3,0 | 8,2 ± 2,7 | NS |
| strain do VD (%) | 24 ± 9 | 19 ± 9 | 0,03 |
| Razão VD/VE | 0,9 | 1,1 | < 0,001 |
| Disfunção do VD (n,%) | 9 (13) | 19 (59) | < 0,001 |
| PSAP (mmHg) | 35 ± 11 | 48 ± 11 | 0,002 |

BNP: peptídeo atrial natriurético; VE: ventrículo esquerdo; FE: fração de ejeção; IPM: índice de performance miocárdica; VD: ventrículo direito; s': velocidade sistólica do Doppler tecidual; e': velocidade diastólica inicial do Doppler tecidual; E: velocidade diastólica precoce transmitral; PSAP: pressão sistólica da artéria pulmonar.

invasivo para a avaliação da performance ventricular; porém os valores de corte para a identificação de disfunção sistólica do VD não são inteiramente consistentes^{7,8}. Em nossa série, valores de onda s' < 10,8 cm/s foram capazes de identificar a disfunção sistólica do VD com boa especificidade; no entanto, a sua sensibilidade foi baixa. Acreditamos que isso se deva basicamente a duas razões: primeiramente, valores de velocidades miocárdicas são particularmente influenciados pela idade¹⁴; assim, a redução da onda s' na disfunção do VD poderia não ser tão marcante em pacientes mais jovens, que apresentam habitualmente velocidades miocárdicas maiores, sendo essa situação particularmente evidente na disfunção discreta do VD. Diferentemente da literatura, a idade média da nossa série é mais baixa (55 anos), com proporção significativa de jovens em pós-operatório. Adicionalmente, os valores de corte para velocidades s' propostos na literatura para a identificação da disfunção do VD foram obtidos de estudos incluindo populações completamente distintas, ou seja, a partir da comparação de um grupo de indivíduos saudáveis com pacientes com disfunção do VD, com resultante separação mais precisa entre os grupos. Hsiao e cols.¹⁵, estudando pacientes com TEP e Doppler tecidual, mostraram que os pacientes com TEP apresentavam menores valores de onda s' (10,6 cm/s) comparados a um grupo de indivíduos normais (13,1 cm/s); Meluzin e cols.⁷, por sua vez, estudando pacientes com insuficiência cardíaca e disfunção ventricular direita, obtiveram um ponto de corte um pouco menor (10,5 cm/s) para a disfunção sistólica do VD concomitante, também comparado a indivíduos normais. Como nossa população consistiu-se exclusivamente de pacientes com a doença (TEP), observamos diferentes performances do VD, variando desde ventrículos completamente normais até falência global da câmara; nessa situação há maior probabilidade de sobreposição da estimativa, e consequentemente menor sensibilidade do método. Em alguns casos, observamos ainda que a avaliação da região basal do VD pelo Doppler tecidual não refletia a alteração visualizada nas demais paredes, que eventualmente poderiam apresentar-se hipocinéticas e/ou com dilatação localizada.

Avaliação das pressões intracardíacas pelo BNP

Em relação ao BNP, níveis aumentados desse biomarcador foram encontrados primordialmente na presença de disfunção sistólica do VD (predominantemente disfunção acentuada do VD), sugerindo que o acometimento significativo dessa câmara seja crucial para a elevação desse peptídeo. Em razão da vasoconstrição pulmonar resultante do TEP, ocorre um aumento do trabalho do VD na tentativa de manter elevada a pressão pulmonar; na dependência do grau de elevação da pressão, pode ocorrer a dilatação e falência do VD. Como o BNP é secretado em resposta a aumento do estresse ventricular ou atrial, reflete sobrecarga de volume ou pressão¹⁶, daí resultando sua elevação em pacientes com disfunção sistólica do VD. No entanto, a correlação entre a disfunção do VD e o BNP não é linear, havendo um sem número de fatores que influenciam essa relação, incluindo a secreção e a eliminação do biomarcador. A disfunção sistólica do ventrículo esquerdo, por exemplo, está fortemente associada a um aumento de pressões intracardíacas (e consequentemente do BNP); em razão dessa associação, pacientes com fração de ejeção do VE diminuída foram excluídos. Como a disfunção diastólica também se relaciona com níveis elevados de BNP¹⁷, sua influência foi analisada a partir da estimativa da pressão intraventricular pelo Doppler convencional e tecidual (obtida pela razão E/e'); na nossa série, apesar de os pacientes com níveis mais elevados de BNP serem mais idosos, e presumivelmente com maior prevalência de disfunção diastólica, ambos os grupos tinham medidas similares de pressões de enchimento do VE. Particularmente em pacientes sem disfunção sistólica associada, a disfunção diastólica apresenta correlação apenas modesta com os níveis de BNP^{18,19}. Sendo assim, acreditamos que a influência da disfunção diastólica sobre o BNP pode ser minimizada nesse grupo.

Em relação ao IPM, observamos um aumento desse índice nos pacientes com TEP, independentemente da presença de disfunção do VD ou do nível de BNP. O aumento da resistência pulmonar (tal como ocorre no TEP) ocasiona um prolongamento do intervalo de contração

isovolumétrica, e dessa forma, mesmo na ausência de disfunção do VD, podemos antecipar um aumento do IPM. Hsiao e cols.¹⁵ observaram que pacientes com TEP poderiam ser especificamente identificados através do IPM, em relação a pacientes com hipertensão pulmonar decorrente de outras causas. Em nossa série, no entanto, esse índice não foi capaz de diferenciar os pacientes com BNP maior ou menor que 50 pg/mL.

Limitações

Algumas limitações relacionadas ao estudo necessitam comentários: a metodologia para a avaliação do VD foi essencialmente subjetiva, mesmo quando acrescida de parâmetros semiquantitativos. Outras técnicas, como a medida da fração de mudança da área do VD (*fractional área change* – FAC) e a fração de ejeção pelo método de Simpson poderiam acrescentar maior consistência aos resultados; no entanto, a característica da população estudada (exames realizados frequentemente à beira do leito, com pacientes dispnéicos) limitou essa avaliação em um número significativo de pacientes. Adicionalmente, somente o segmento basal da parede do VD foi analisado pelo Doppler tecidual, e possíveis alterações em outros segmentos não seriam detectadas. No entanto, no TEP, o envolvimento do VD ocorre mais frequentemente em toda a extensão de sua parede, eventualmente poupando o ápex (sinal de *McConnell*)²⁰, dessa forma possibilitando a utilização do Doppler tecidual como representativa da *performance* global do VD. Adicionalmente, o mapeamento colorido utilizado pelo Doppler tecidual é extremamente dependente da qualidade da imagem, fazendo-se necessário um elevado número de quadros para a obtenção de traçados adequados. A influência da respiração, em muitos casos, mais rápida, contribuiu para a dificuldade na aquisição das imagens, com maior comprometimento para algumas variáveis como o *strain* e *strain rate*. Finalmente, como para qualquer das técnicas relacionadas ao Doppler,

o ângulo de insonação pode influenciar as medidas, tendo sido redobrada a atenção para a obtenção das imagens de maneira adequada.

Conclusão

A elevação do BNP é um marcador de disfunção de VD pelo ecocardiograma em pacientes com TEP agudo; embora as medidas de velocidades miocárdicas pelo Doppler tecidual se apresentem adequadas para a confirmação de disfunção do VD, sua sensibilidade limitada sugere, no entanto, que sua utilização seja primordialmente para a complementação de outras técnicas.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Rodrigues ACT, Cordovil A, Monaco C, Guimarães L, Cury A, Lira-Filho E, Vieira MLC, Morhy S; Obtenção de dados: Rodrigues ACT, Cordovil A, Monaco C, Guimarães L, Cury A, Naccarato GAF, Fischer CH, Lira-Filho E, Vieira MLC; Análise e interpretação dos dados: Rodrigues ACT, Guimarães L; Obtenção de financiamento: Rodrigues ACT, Morhy S; Análise estatística: Rodrigues ACT; Redação do manuscrito: Rodrigues ACT; Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual: Rodrigues ACT, Monaco C, Fischer CH, Vieira MLC.

Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo foi financiado pelo IIEP e parcialmente financiado pelo BNP

Vinculação Acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

Referências

1. Ribeiro A, Lindmarker P, Juhlin-Dannfelt A, Johnsson H, Jorfeldt L. Echocardiography Doppler in pulmonary embolism: right ventricular dysfunction as a predictor of mortality rate. *Am Heart J*. 1997;134(3):479-87.
2. Hsiao SH, Lee CY, Chang SM, Yang SH, Lin SK, Huang WC. Pulmonary embolism and right heart function: insights from myocardial Doppler tissue imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2006;19(6):822-8.
3. Wahl A, Praz F, Schwerzmann M, Bonel H, Koestner SC, Hullin R, et al. Assessment of right ventricular systolic function: Comparison between cardiac magnetic resonance derived ejection fraction and pulsed-wave tissue Doppler imaging of the tricuspid annulus. *Int J Cardiol*. 2010;51(1):58-62.
4. Rydman R, Larsen F, Caidahl K, Alam M. Right ventricular function in patients with pulmonary embolism: early and late findings using Doppler tissue imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010;23(5):531-7.
5. Troughton RW, Richards AM. B-type natriuretic peptides and echocardiographic measures of cardiac structure and function. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2009;2(2):216-25.
6. Pieralli F, Olivetto I, Vanni S, Conti A, Camaiti A, Targioni G, et al. Usefulness of bedside testing for brain natriuretic peptide to identify right ventricular dysfunction and outcome in normotensive patients with acute pulmonary embolism. *Am J Cardiol*. 2006;97(9):1386-90.
7. Meluzin J, Spinarova L, Bakala J, Toman J, Krejci J, Hude P, et al. Pulsed Doppler tissue imaging of the velocity of tricuspid annular systolic motion; a new, rapid, and non-invasive method of evaluating right ventricular systolic function. *Eur Heart J*. 2001;22(4):340-8.
8. Miller D, Farah MG, Liner A, Fox K, Schluchter M, Hoit BD. The relation between quantitative right ventricular ejection fraction and indices of tricuspid annular motion and myocardial performance. *J Am Soc Echocardiogr*. 2004;17(5):443-7.
9. Logeart D, Saudubray C, Beyne P, Thabut G, Ennezat PV, Chavelas C, et al. Comparative value of Doppler echocardiography and B-type natriuretic peptide assay in the etiologic diagnosis of acute dyspnea. *J Am Coll Cardiol*. 2002;40(10):1794-800.
10. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the

Artigo Original

- 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(12):1440-63.
11. Nagueh SF, Appleton CP, Gillebert TC, Marino PN, Oh JK, Smiseth OA, et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2009;22(2):107-33.
 12. Zimbarra Cabrita I, Ruisanchez C, Dawson D, Grapsa J, North B, Howard LS, et al. Right ventricular function in patients with pulmonary hypertension; the value of myocardial performance index measured by tissue Doppler imaging. *Eur J Echocardiogr.* 2010;11(8):719-24.
 13. Kucher N, Printzen G, Goldhaber SZ. Prognostic role of brain natriuretic peptide in acute pulmonary embolism. *Circulation.* 2003;107(20):2545-7.
 14. Dalen H, Thorstensen A, Vatten LJ, Aase SA, Stoylen A. Reference values and distribution of conventional echocardiographic Doppler measures and longitudinal tissue Doppler velocities in a population free from cardiovascular disease. *Cir Cardiovasc Imaging.* 2010;3(5):614-22.
 15. Hsiao SH, Yang SH, Wang WC, Lee CY, Lin SK, Liu CP. Usefulness of regional myocardial performance index to diagnose pulmonary embolism in patients with echocardiographic signs of pulmonary hypertension. *Am J Cardiol.* 2006;98(12):1652-5.
 16. Martinez-Rumayor AA, Vazquez J, Rehman SU, Januzzi JL. Relative value of amino-terminal pro-B-type natriuretic peptide testing and radiographic standards for the diagnostic evaluation of heart failure in acutely dyspneic subjects. *Biomarkers.* 2010;15(2):175-82.
 17. Lubien E, DeMaria A, Krishnaswamy P, Clopton P, Koon J, Kazanegra R, et al. Utility of B-natriuretic peptide in detecting diastolic dysfunction: comparison with Doppler velocity recordings. *Circulation.* 2002;105(5):595-601.
 18. Troughton RW, Prior DL, Pereira JJ, Martin M, Fogarty A, Morehead A, et al. Plasma B-type natriuretic peptide levels in systolic heart failure: importance of left ventricular diastolic function and right ventricular systolic function. *J Am Coll Cardiol.* 2004;43(3):416-22.
 19. Tschope C, Kasner M, Westermann D, Gaub R, Poller WC, Schultheiss HP. The role of NT-proBNP in the diagnostics of isolated diastolic dysfunction: correlation with echocardiographic and invasive measurements. *Eur Heart J.* 2005;26(21):2277-84.
 20. McConnell MV, Solomon SD, Rayan ME, Come PC, Goldhaber SZ, Lee RT. Regional right ventricular dysfunction detected by echocardiography in acute pulmonary embolism. *Am J Cardiol.* 1996;78(4):469-73.