

Correlação entre Medidas Ecocardiográficas e Hemodinâmicas na Avaliação do Átrio Direito e Ventrículo Direito em Pacientes com Hipertensão Pulmonar

Correlation Between Echocardiographic and Hemodynamic Measurements in Right Atrium and Right Ventricle Assessments of Patients with Pulmonary Hypertension

Ana Tereza Azeredo Bastos Brito¹ , João Batista Masson Silva¹ , Daniela do Carmo Rassi¹ , Daniela Graner Schuwartz Tannus Silva¹ , Sandra Araújo Costa² , Diogo Sampaio de Oliveira² , Flavio de Souza Veiga Jardim² , Leandro Zacarias F. de Freitas² , Aguinaldo F. de Freitas Júnior¹ , Salvador Rassi¹ 

Hospital das Clínicas, Universidade Federal de Goiás,¹ Goiânia, GO; Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Goiás,² Goiânia, GO, Brasil.

Resumo

Introdução: Hipertensão Pulmonar (HP), uma condição clínica grave, pode levar à disfunção sistólica do ventrículo direito (DSVD), com implicações prognósticas. Pacientes com suspeita de HP devem ser submetidos ao ecocardiograma transtorácico (ECOTT) para diagnóstico e avaliação, colocando-o como o principal exame de triagem e acompanhamento.

Objetivo: Verificar a associação e a concordância das medidas referentes à pressão média no átrio direito (AD) e à disfunção sistólica do ventrículo direito (DSVD) ao (ECOTT) e ao cateterismo de câmaras direitas (CCD) em pacientes com (HP).

Métodos: Foram incluídos indivíduos com diagnóstico de (HP). Todos os pacientes foram submetidos ao ECOTT e CCD. Avaliou-se pelo ECOTT: área do átrio direito (AAD), pressão média do átrio direito (AD) através por meio do diâmetro e da colapsabilidade da veia cava inferior (PMAD_{ECOTT}), *strain* AD (SAD), TAPSE (excursão sistólica do plano anular tricúspide), MAF (mudança da área fracional), SPLVD (*strain* da parede livre do VD) e onda s' tricuspídea. Pelo CCD avaliaram-se pressão média do (PMAD_{CCD}) e índice cardíaco (IC).

Resultados: Dos 16 pacientes, 13 eram do sexo feminino. A idade média foi de 44,4 anos ($\pm 14,9$). Constataram-se associação entre pressão média do átrio direito PMADCCD com área do átrio direito, PMADECOTT pressão média do átrio direito e SAD *strain* do átrio direito ($r=0,845$, $r=0,621$ e $r=-0,523$, respectivamente; $p < 0,05$). Verificou-se associação entre as categorias de risco de mortalidade, mensuradas pelas medidas AAD da área do átrio direito e pressão média do átrio direito PMADCCD ($X^2=10,42$; $p=0,003$), com concordância moderada ($k=0,44$; $p=0,012$). DSVD A disfunção sistólica do ventrículo direito estava presente em dez pacientes. Houve associação entre disfunção sistólica do ventrículo direito DSVD (presente ou ausente) e índice cardíaco IC ($r=0,522$; $p=0,04$), com concordância moderada ($k=0,43$; $p=0,037$).

Conclusão: As medidas do ecocardiograma transtorácico (ECOTT) e cateterismo de câmara direita (CCD) demonstraram associação na avaliação da pressão média do átrio direito com melhor associação entre área do átrio direito AAD e pressão média do átrio direito (PMAD_{CCD}). Houve associação com concordância moderada quanto à disfunção sistólica do ventrículo direito (DSVD) entre métodos

Palavras-chave: Hipertensão pulmonar, Ecocardiografia, Disfunção Ventricular Direita, Cateterismo.

Abstract

Introduction: Pulmonary hypertension (PH), a serious clinical condition, can lead to right ventricular systolic dysfunction (RVSD) with prognostic implications. Patients with suspected PH should undergo transthoracic echocardiography (TTE) for diagnosis and evaluation as the main screening and follow-up exam.

Objective: To verify the associations of and agreement between measurements of mean pressure in the right atrium (RA) and RVSD with TTE

Correspondência: Ana Tereza Azeredo Bastos Brito •

Avenida Primeira Avenida, quadra 68, lote AR 1, Setor Leste Universitário. CEP 74605-020 – Goiânia, GO, Brasil.

E-mail: anaterazaa@hotmail.com

Artigo recebido em 23/5/2022; revisado em 18/7/2022; aceito em 8/8/2022

DOI: 10.47593/2675-312X/20223503eabc308



and right chamber catheterization (RCC) in patients with PH.

Method: Individuals diagnosed with PH were included. All patients underwent TTE and RCC. The following were evaluated by TTE: right atrial area (RAA), mean right atrial pressure through the diameter and collapsibility of the inferior vena cava (RMAPTTE), RA strain (RAS), tricuspid annular plane systolic excursion, fractional area change, RV free wall strain, and tricuspid s' wave. Mean RA pressure (RMAPRCC) and cardiac index (CI) were evaluated through the RCC.

Results: Of the 16 patients, 13 were female. The mean patient age was 44.4 (± 14.9) years. An association was found between RMAPRCC and AAD, RMAPTTE, and RAS ($r=0.845$, $r=0.621$, and $r=-0.523$, respectively; $p<0.05$). There was an association between the mortality risk categories measured by the RAA and RMAPRCC measures ($X^2=10.42$; $p=0.003$), with moderate agreement ($k=0.44$; $p=0.012$). RVSDI was present in 10 patients. There was an association between RVSD (present or absent) and CI ($r=0.522$; $p=0.04$) with moderate agreement ($k=0.43$; $p=0.037$).

Conclusion: The TTE and RCC measurements showed an association in the assessment of mean right atrial pressure, especially between RAA and RMAPRCC. An association with RVSD and moderate agreement between methods were also noted.

Keywords: Hypertension, Pulmonary, Echocardiography, Ventricular Dysfunction, Right, Catheterization.

INTRODUÇÃO

A hipertensão pulmonar (HP) é uma condição clínica potencialmente grave caracterizada por alterações hemodinâmicas decorrentes de diversos mecanismos fisiopatológicos, os quais podem gerar insuficiência ventricular direita progressiva e até levar ao óbito.¹

A detecção precoce, a classificação precisa e o estabelecimento da gravidade da doença são os objetivos essenciais do diagnóstico da HP, pois, assim, os pacientes podem se beneficiar da melhor forma de tratamento.²

Todos os pacientes com suspeita de HP devem ser submetidos ao ecocardiograma transtorácico (ECOTT) com o objetivo de diagnóstico e avaliação das repercussões da HP, colocando-o como principal exame de triagem.^{3,4} Ao ECOTT, estimam-se a pressão sistólica do ventrículo direito (VD) e a pressão média do átrio direito (AD); além disso, avaliam-se as características das câmaras direitas, principalmente quanto às anormalidades estruturais e funcionais relacionadas à HP.^{2,3,5}

As medidas realizadas pelo ECOTT têm importância prognóstica no paciente com HP. Dentre elas, destacam-se tradicionalmente as que se referem à avaliação da função sistólica do VD, que pode ser determinada da quantificação da excursão sistólica do plano anular tricúspide (TAPSE), da mudança da área fracional (MAF) do VD, da velocidade sistólica anular tricúspide (s' tricúspideo) e da análise do *strain* (deformidade miocárdica) da parede livre do VD (SPLVD).⁶ A avaliação adequada do AD apresenta grande relevância no contexto da HP, pois a pressão média do AD e o aumento de sua dimensão são também fatores prognósticos para pacientes com HP;⁷⁻⁹ mas a confiabilidade e a precisão da avaliação não invasiva são limitadas. Além disso, a análise do *strain* (deformidade miocárdica) do AD (SAD) tem demonstrado importância prognóstica para pacientes com HP.⁶

O tratamento da HP está atrelado ao adequado diagnóstico, o qual se inicia após a suspeita clínica e o ecocardiograma compatível com a doença, seguido da identificação do grupo de HP (Grupos 1 a 4). Após fechar o diagnóstico de hipertensão arterial pulmonar (Grupo 1), faz-se o diagnóstico diferencial entre as várias causas, com posterior estratificação

de risco (mortalidade em 1 ano). Essa estratificação leva em consideração parâmetros clínicos, de imagem e hemodinâmicos, nos quais a área do AD (AAD) e a pressão média obtida pelo cateterismo de câmara direita (CCD) fazem parte. Essa avaliação é recomendada a cada 3 a 6 meses, sendo a meta atingir/manter um perfil de baixo risco com o tratamento, o qual está associado com boa capacidade de exercício, boa qualidade de vida, boa função do VD e baixo risco de mortalidade.⁴

A maior parte dos pacientes com HP são encaminhados para realização do CCD com intuito de confirmação diagnóstica, avaliação da gravidade, prognóstico e resposta a terapias específicas durante o curso da doença, sendo essa modalidade de exame considerada padrão-ouro para esses objetivos.¹⁰ Embora seguro, o CCD é realizado de forma invasiva, não sendo adequada sua aplicação generalizada, além de exigir atenção especial e *expertise* na aquisição e interpretação dos dados.^{11,12}

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi verificar a acurácia e a precisão entre os parâmetros correspondentes à pressão média no AD e a disfunção do VD ao ECOTT com as medidas correspondentes obtidas pelo CCD em pacientes com HP.

MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido de acordo com as Diretrizes e Normas Regulamentadoras das Pesquisas Envolvendo Humanos (resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde e Declaração de Helsinki) e aprovado pelo Comitê de Ética institucional. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Participantes

A população deste estudo foi constituída por pacientes encaminhados para realizar CCD para avaliação de HP entre 2019 e 2021. Foram incluídos indivíduos (acima de 14 anos) de ambos os sexos com diagnóstico de HP do Grupo 1 (hipertensão arterial pulmonar, incluindo a doença idiopática) e do Grupo 4 (HP tromboembólica crônica), de acordo com a classificação clínica de HP.¹³

Indivíduos com arritmia significativa e insuficiência cardíaca grave foram excluídos, bem como aqueles com janela ecocardiográfica inadequada ao ECOTT ou medidas invasivas incompletas.

Instrumentos e procedimentos

Inicialmente, os pacientes compareceram às consultas pré-agendadas nos ambulatorios de cardiologia para verificar se atendiam ou não aos critérios de inclusão e exclusão do estudo. Os pacientes incluídos foram submetidos à avaliação para coleta de dados demográficos (idade, sexo, índice de massa corporal – IMC), clínico e do exame físico (classe funcional, grupo, uso de medicamentos) após assinatura do TCLE.

Posteriormente, todos os pacientes foram submetidos ao ECOTT no laboratório de ecocardiografia e, após 3 a 4 horas, ao cateterismo cardíaco direito (CCD) na sala de hemodinâmica.

Ecocardiograma transtorácico

Todos os pacientes foram submetidos ao ECOTT realizado por um único ecocardiografista experiente, utilizando um ecocardiógrafo Philips CX 50, equipado com um transdutor multifrequencial de 2,5 a 3,5 MHz. As medidas e a avaliação ecocardiográfica das câmaras cardíacas seguiram as *Guidelines for Performing a Comprehensive Transthoracic Echocardiographic Examination in Adults: Recommendations from the American Society of Echocardiography*¹⁴ e o consenso da *European Society of Cardiovascular Imaging* e *American Society of Echocardiography*.¹⁵

As seguintes medidas hemodinâmicas foram obtidas e/ou calculadas pelo ECOTT: pressão sistólica do VD (PSVD, mmHg), calculada pela fórmula $4 \times \text{velocidade de pico de regurgitação tricúspide}^2 + \text{pressão estimada média do AD}$ (pressão média no átrio direito de acordo com ecocardiograma transtorácico – $\text{PMAD}_{\text{ECOTT}}$), e pressão média da artéria pulmonar (PmAP, mmHg) calculada pela fórmula $0,6 \times \text{PSAP}$.

Foram realizadas medidas referentes à AAD (cm²) obtidas pelo plano apical de 4 câmaras no final da sístole ventricular (*frame anterior* à abertura da valva tricúspide).

Para a análise da SAD e da SPLVD, foram obtidas imagens otimizadas no plano apical de 4 câmaras e focada no VD, com *frame rate* > 50 Hz, tendo o início QRS como o ponto de referência. O software empregado para a análise foi o QLAB 13 (Philips), versão 13.0 (2019). O SPLVD foi calculado pela média da deformidade do pico sistólico de cada um dos três segmentos longos da parede livre e expresso como um valor absoluto. Para o SAD, foi calculada a média de cada um dos segmentos da parede atrial (função reservatório) por meio da onda pico positiva no final da sístole ventricular.

Os parâmetros empregados para a análise da função sistólica do VD obtidos no plano apical 4 câmaras foram mobilidade do TAPSE obtida do posicionamento do cursor no modo unidimensional (M) na região basal do anel tricúspide lateral (VN > 16mm); MAF obtida no modo bidimensional e tracejando as bordas endocárdicas do VD e na área na sístole e diástole e empregando a fórmula $\text{MAF} = 100 \times (\text{área VD na diástole} - \text{área VD na sístole}) / \text{área VD na diástole}$ (VN > 34%); velocidade da onda *s'* tricúspide com o posicionamento da

amostra do volume ao Doppler tecidual na região basal do anel tricúspide lateral (VN > 9,4 cm/s) e SPLVD já descrito (VN absoluto > 19%). Quando um dos quatro parâmetros se apresentava alterado, o diagnóstico de disfunção sistólica do VD (DSVD) ao ecocardiograma era confirmado.

Para a estimativa da $\text{PMAD}_{\text{ECOTT}}$ avaliada pela veia cava inferior (VCI), foram adquiridas imagens na janela subcostal. Mediu-se o diâmetro 1 a 2cm distante da junção da VCI com o AD e avaliou-se o diâmetro no final da expiração. Para um diâmetro da VCI < 2,1 cm e que colapsou > 50% com a inspiração, foi dado o valor de 3 mmHg para a PADM, enquanto um diâmetro da VCI > 2,1 cm e que colapsou < 50%, foi dado o valor de 15 mmHg. Em cenários em que o diâmetro e o colapso do IVC não se encaixavam nesse paradigma, utilizou-se valor intermediário de 8 mmHg.⁴

Cateterismo cardíaco direito

O CCD foi realizado de acordo como as diretrizes da *American Heart Association* (AHA),⁴ utilizando a fluoroscopia do aparelho FD10 Philips e o polígrafo SP12 da TEB. O cateter JR foi introduzido pela veia cubital direita ou femoral direita e avançado com auxílio da radioscopia pela veia cava superior, AD e valva tricúspide até atingir a artéria pulmonar.

Nessa posição, foram aferidas as pressões sistólica, diastólica e média da artéria pulmonar, além da pressão capilar pulmonar, débito cardíaco (DC) e índice cardíaco (IC). O DC foi calculado pelo método de Fick indireto.

Em relação ao CCD, as seguintes medidas foram extraídas: pressão sistólica pulmonar (TPsistólica, mmHg) e pressão sistólica média (TPmédia, mmHg). Também foi mensurada a pressão medida no AD (ADM, mmHg) e IC (L/min/m²), o qual foi utilizado para identificar pacientes com disfunção ventricular (< 2,8L/min/m²) e sem disfunção (> 2,8L/min/m²).

Análise estatística

Os dados coletados foram analisados por meio do *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS, versão 25.0).

Inicialmente, a normalidade e a homogeneidade foram verificadas por meio do teste Shapiro-Wilk e teste de Levene, respectivamente.

As variáveis categóricas foram apresentadas como frequência absoluta (n) e relativa (%).

As variáveis contínuas paramétricas foram apresentadas como média e desvio-padrão (DP) ou como mediana e intervalo interquartil.

Com o objetivo de verificar a associação entre as medidas do ECOTT e CCD foram realizadas as análises de regressão linear e o teste do qui-quadrado de Pearson para variáveis contínuas e categóricas, respectivamente. A magnitude das correlações foi analisada com base na classificação de Munro: baixa (0,26 a 0,49), moderada (0,50 a 0,69), alta (0,70 a 0,89) e muito alta (0,90 a 1,00).¹⁶ Foi considerado um nível de significância de 5% para o estudo.

Após identificar as associações, foram realizadas análises de Bland-Altman e Coeficiente de Correlação Intraclass (CCI; Kappa). A análise de Bland e Altman, traz duas informações importantes: (1) o viés, que consiste na diferença entre as medidas

Artigo Original

e se esta é constante entre a gama de medidas, e (2) o limite de concordância, o qual representa a gama de possíveis erros. O viés informa a acurácia e o limite de concordância, a precisão.¹⁷ Para todas as análises, foi considerado um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Participantes

O estudo incluiu 19 indivíduos que foram encaminhados para realizar CCD, sendo três excluídos por indisponibilidade de dados do ECO ou CCD.

Dos 16 pacientes que participaram do estudo, 13 eram do sexo feminino (81,3%). A idade variou de 14 a 69 anos, sendo que apenas três participantes apresentavam idade superior a 60 anos (18,8%). O IMC variou de 13,9 a 42,30kg/m², com a maioria dos participantes na faixa considerada normal (n=10; 62,5%). Em relação à Classe Funcional pela *New York Heart Association* (NYHA), 37,5% dos pacientes foram considerados classe III e 31,2%, classe II. O grupo predominante foi o 1 (n=13; 81,2%) com a maior parte etiologia congênita (n=7; 53,8%) seguido da idiopática (n=4; 30,8%).

A Tabela 1 apresenta os dados demográficos, clínicos e do exame físico dos pacientes.

Tabela 1 - Dados demográficos, clínicos e de exame físico dos pacientes (n=16).

Dados	Valores
Sexo (n/%)	
Feminino	13 (81,2)
Masculino	3 (18,8)
Idade (anos)	44,4 (14,9)
IMC (kg/m ²)	26,5 (7,5)
Categoria IMC (n/%)	
Baixo peso	1 (6,2)
Normal	10 (62,6)
Sobrepeso	1 (6,2)
Obesidade Grau I	1 (6,2)
Obesidade Grau II	1 (6,2)
Obesidade Grau III	2 (12,5)
Classe Funcional - NYHA (n/%)	
I	3 (18,8)
II	5 (31,2)
III	6 (37,5)
IV	2 (12,5)
Grupo HP	
1	13 (81,2)
Congênita	7 (53,8)
Idiopática	4 (30,8)
Reumatológico	2 (15,4)
4	3 (18,8)
TEP Crônico	3 (18,8)
Uso de medicamentos	
Sim	8 (50,0)
Não	8 (50,0)

IMC: Índice de Massa Corpórea. NYHA: New York Heart Association. TEP: Tromboembolismo pulmonar. HP: Hipertensão Pulmonar. Os dados de idade e IMC foram apresentados como média e desvio padrão e os dados de sexo, categoria IMC, classe funcional, etiologia e uso de medicamentos foram apresentados como frequência absoluta (n) e relativa (%).

A Tabela 2 apresenta as medidas ecocardiográficas das cavidades cardíacas e da função ventricular dos pacientes.

A Tabela 3 apresenta os valores das medidas hemodinâmicas obtidas ao ECOTT e ao CCD.

Átrio direito

Na análise de regressão linear, constatou-se associação positiva e forte entre PMAD_{CCD} e AAD; associação positiva e moderada da PMAD_{CCD} entre e PMAD_{ECOTT}; e associação negativa e moderada entre ADM e ASAD (Tabela 4 e Figura 1). No entanto, não foi observada concordância entre as medidas (Figura 2).

Foi verificada associação entre as categorias de risco (mortalidade de HP em 1 ano), mensurada pelas medidas de PMAD_{CCD} e PMAD_{ECOTT} (X²=10,42; p=0,003), com concordância moderada (k=0,44; p=0,012). (Tabela 5)

Tabela 2 – Medidas Ecocardiográficas

Variável	Valores
AE	35,19 (±3,67)
VD VSVD	35,13 (±7,56)
VD basal	48,13 (±11,18)
VD medio	36,81 (±10,34)
VD longitudinal	78,25 (±8,09)
VD espessura	6,08 (±1,94)
AAD	23,71 (±9,34)
DDVE	45,38 (±7,03)
DSVE	29,31 (±5,06)
FEVE	64,50 (4,50)
TAPSE	1919 (±5,83)
s' tricuspídea	10,61 (±2,79)
MAF	34,56 (±15,03)
SLPLVD	19,68 (±8,50)
SAD	24,57 (±11,27)

Dados apresentados em média e desvio padrão, exceto FEVE e SGLVD que estão apresentados como mediana e intervalo interquartil. AE: átrio esquerdo; VD: ventrículo direito; VSVD: via de saída do VD; AAD: área do átrio direito; DDVE: diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo; DSVE: diâmetro sistólico do ventrículo esquerdo; FEVE: fração de ejeção do ventrículo esquerdo; TAPSE: mobilidade do anel tricuspídeo; s' tricuspídeo: onda s' do anel tricuspídeo; MAF: mudança da área fracional; SLPLVD: strain da parede livre do ventrículo direito; SAD: strain função reservatório átrio direito.

Tabela 3 - Medidas hemodinâmicas do ECOTT e CCD.

Medida	ECO TT
PSVD (mmHg)	59,44 (24,10)
TPmédia (mmHg)	44,21 (20,37)
Medida	CCD
TPsistólica (mmHg)	68,50 (28,71)
PmAP	37,37 (15,37)
PMAD _{CCD} (mmHg)	12,69 (8,14)
IC (l/min/m ²)	3,43 (1,57)

Dados apresentados em média e desvio padrão. PSVD: Pressão sistólica do ventrículo direito; Tpmédia: pressão média na artéria pulmonar; TP sistólica: Pressão sistólica na artéria pulmonar; PmAP: Pressão média da artéria pulmonar, PMAD_{CCD}: pressão média no átrio direito; IC: Índice cardíaco.

Disfunção ventricular e índice cardíaco

A DSVD estava presente em dez pacientes (62,5%).

Observou-se associação moderada entre as categorias de disfunção ventricular (presente e ausente) mensuradas pelo ECOTT e pelo CCD ($r=0,522$; $p=0,04$), com concordância moderada ($k=0,43$; $p=0,037$). (Tabela 6) Entretanto, não foram observadas associações das categorias (com e sem disfunção) identificadas pela variável IC (CCD) para cada um dos critérios ecocardiográficos analisados de forma isolada (TAPSE, S' anel tricúspide, MAF, SAD e SLPLVD) (Tabela 7)

DISCUSSÃO

O estudo verificou associação das medidas realizadas pelo ECOTT e pelo CCD em um grupo de pacientes com HP, referentes à avaliação morfofuncional do AD e do VD.

A medida da pressão média do AD avaliada pelo CCD ($PMAD_{CCD}$) apresentou associação com as medidas

relacionadas do AD pelo ECOTT (AAD , $PMAD_{ECOTT}$ e SAD). Este dado é concordante com o estudo conduzido por Fukuda et al., em que houve correlação moderada com a soma dos três componentes do SAD (reservatório, contido e bomba) e a $PMAD_{CCD}$ ($r=0,56$; $p=0,005$). Além de se correlacionar com a medida hemodinâmica, a soma do SAD demonstrou valor prognóstico neste estudo.⁹ Entretanto, neste estudo, apesar da associação, não houve concordância para as medidas, provavelmente devido ao tamanho amostral.

A avaliação precisa da AAD é realizada por meio da planimetria bidimensional somente no plano apical 4 câmaras. Isso tem implicações, pois o desempenho do AD é um fenômeno tridimensional. Entretanto, quando comparadas as medidas que avaliam o AD em nosso estudo, a AAD foi a que apresentou maior associação com a $PMAD_{CCD}$, sendo essa uma associação forte. Uma maior disponibilidade de *softwares* no futuro, incluindo a ressonância cardíaca, provavelmente nos trará informações relevantes sobre essa estrutura no contexto da HP.⁹

Tabela 4 – Associação entre $PMAD_{CCD}$ e AAD , $PMAD_{ECOTT}$ e SAD .

Variável	Valor de r	Valor de p
AAD	0,845	<0,001
PAD	0,621	0,010
ASAD	-0,523	0,038

$PMAD_{CCD}$: pressão média do átrio direito pelo cateterismo de câmaras direitas; AAD : área do átrio direito; $PMAD_{ECOTT}$: pressão média do átrio direito pelo ecocardiograma transtorácico; SAD : SAD; strain função reservatório átrio direito.

Tabela 5 – Associação entre as categorias determinadas pelo AD e ADM.

ADM: categorias de risco	AD: categorias de risco		
	Baixo	Intermediário	Alto
Baixo	3 (18,75)	2 (12,50)	0 (0,00)
Intermediário	1 (6,25)	3 (18,75)	1 (6,25)
Alto	0 (0,00)	2 (12,50)	4 (25,0)

Dados apresentados como frequência absoluta e relativa. Legenda tabela 4.

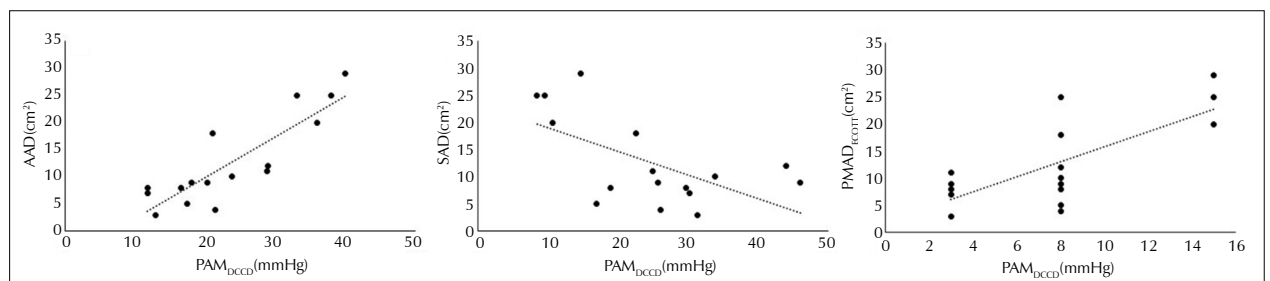


Figura 1 – Gráfico de associação entre $PMAD_{CCD}$, AAD , $PMAD_{ECOTT}$ e SAD .

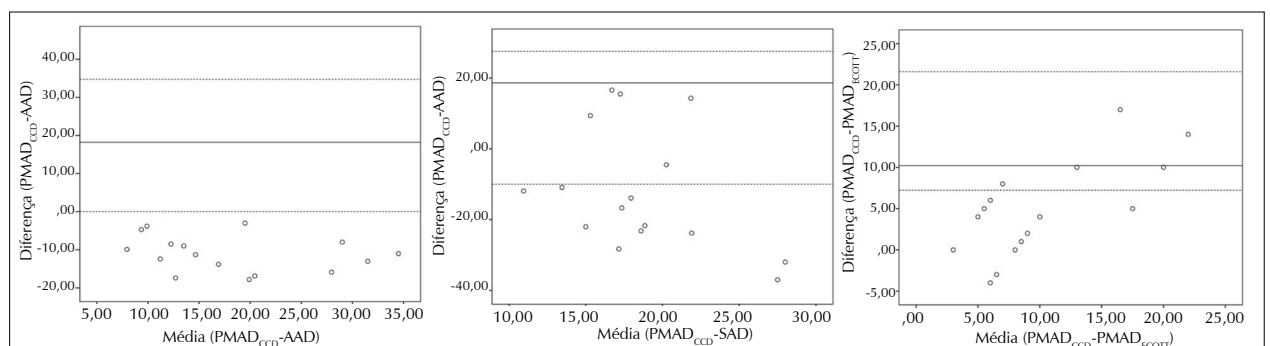


Figura 2 – Bland-Altman das medidas da $PMAD_{CCD}$, AAD , $PMAD_{ECOTT}$ e SAD .

Artigo Original

Tabela 6 – Associação entre as categorias de disfunção ventricular mensuradas pelo ECO e CAT.

CCD: presença de IC	ECO: presença de IC	
	Ausente	Presente
Ausente	6 (37,5)	5 (31,2)
Presente	0 (0,00)	5 (31,2)

Dados apresentados como frequência absoluta e relativa. CCD: cateterismo de câmaras direitas; IC: índice cardíaco.

Tabela 7- Associação entre as variáveis de disfunção ventricular mensuradas pelo ECO e CAT.

Variável	Presença de disfunção	IC: Presença de disfunção		Valor de p
		Não	Sim	
TAPSE	Não	9 (56,2)	2 (12,5)	0,107
	Sim	2 (12,5)	3 (18,8)	
S'tricuspídea	Não	9 (56,2)	2 (12,5)	0,107
	Sim	2 (12,5)	3 (18,8)	
MAF	Não	7 (43,8)	1 (6,2)	0,120
	Sim	4 (25,0)	4 (25,0)	
SAD	Não	7 (43,8)	1 (6,2)	0,120
	Sim	4 (25,0)	4 (25,0)	
SLPLVD	Não	5 (31,2)	1 (6,2)	0,363
	Sim	6 (37,5)	4 (25,0)	

Dados apresentados como frequência absoluta e relativa. Legenda: Tabela 2.

A medida da pressão média do AD pelo ECOTT é feita pela variabilidade respiratória da VCI, o que já mostrou ter acurácia limitada, pois é um método relativamente subjetivo. Além disso pode ser necessário um certo grau de elevação da pressão no AD antes de causar dilatação da VCI. Como essa medida é usada no cálculo das pressões pulmonares (PSAP e PmAP), pode ocorrer soma inadequada de valores. Essa influência depende do nível de HP, sendo menos importante nos casos mais graves do que nos casos borderline¹⁸ Venkateshvaran et al. demonstraram que a estimativa da pressão no AD pelo ECO estava falsamente elevada em mais de um terço dos casos em sua amostra, o que levou a uma superestimativa da PSVD e da PAPm²⁰. Assim, recomenda-se o uso da velocidade absoluta da regurgitação tricúspida na avaliação da HP pelas diretrizes internacionais.^{4,19}

O paciente com HP pode ser classificado como de baixo, intermediário ou alto risco de piora clínica ou óbito. Pacientes categorizados como baixo risco, intermediário ou alto têm mortalidade estimada <5%, 5 a 10% e >10% em 1 ano, respectivamente.⁴ As medidas da pressão média do átrio direito avaliada pelo CCD (PMAD_{CCD}) e da AAD pelo ECOTT são utilizadas nos escores de prognóstico de HP.⁴ Foi observado neste estudo forte associação com concordância moderada entre essas medidas para cada grau de risco (baixo, intermediário e alto), demonstrando boa acurácia entre as medidas para cada graduação de risco.

O VD é a câmara cardíaca que apresenta maior dificuldade de análise funcional devido à sua complexidade anatômica.²⁰ A ressonância cardíaca, padrão-ouro para análise morfofuncional do VD, não apresenta limitações técnicas na aquisição da imagem, porém sua menor disponibilidade, maior complexidade e altos custos inviabilizam seu emprego

como método escolha. Em contrapartida, o ECOTT, por seu baixo custo e exequibilidade, tornou-se o método mais atrativo para avaliação inicial da função global do VD, deixando a ressonância cardíaca para casos selecionados.^{21,22}

No contexto da HP, a disfunção DSVD tem papel importante quanto ao prognóstico desses pacientes.⁴ A função sistólica do VD pode ser avaliada pelo CCD através do IC. Em nosso estudo foi avaliado se os pacientes que possuíam valores reduzidos do IC no CCD, apresentavam DSVD ao ECOTT. Houve associação entre as medidas, com concordância moderada. Em nossa pesquisa, o débito cardíaco foi calculado pelo método de Fick indireto, o qual tem menor precisão do que o Fick direto e a termodiluição com o Swan Ganz, o que pode justificar esse resultado. Além disso, as medidas do VD pelo ECOTT se alteram de forma precoce, antes de ocorrer uma alteração efetiva no débito cardíaco calculado pelo CCD, que poderia corroborar com esse achado.^{17,23}

Não foram observadas associações das categorias (com e sem disfunção) avaliadas por meio da variável IC (CCD) para cada um dos critérios ecocardiográficos analisados de forma isolada. Esse resultado é decorrente provavelmente do número reduzido de pacientes nesta amostra.

Limitações do estudo

Este estudo apresenta limitações, como o tamanho amostral. Porém considera-se esta pesquisa um estudo-piloto, a partir do qual a amostra será ampliada com a finalidade de se obterem resultados mais robustos. No serviço estudado, não havia ressonância cardíaca para a realização da correlação das medidas ecocardiográficas com o método padrão-ouro, porém os exames foram realizados por um ecocardiografista experiente, e pacientes com janelas inadequadas foram excluídos da pesquisa. A utilização do método de Fick indireto para realização de medidas hemodinâmicas do CCD pode ser outro fator limitante do, porém os custos elevados do cateter de Swa-Ganz limitam seu uso de forma rotineira, logo não foi usado o método de termodiluição para realizar as medidas deste estudo.

CONCLUSÃO

As medidas do ECOTT e CCD demonstraram associação na avaliação da pressão média do átrio direito com melhor associação entre AAD e PMAD_{CCD}. Verificou-se associação entre as categorias de risco de mortalidade para HP, mensuradas pelas medidas, com concordância moderada. Houve associação com concordância moderada quanto a DSVD entre métodos.

Contribuição dos autores

Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento deste artigo. Jardim FV, Zacarias L, Masson JB, Zeredo AT: Redação e Realização de Cirurgias; Azeredo AT, Rassi D, Rassi S: Análise dos Dados e Redação; Azeredo AT, Graner D, Rassi S, Figueiredo A, Costa S, Sampaio D: Revisão do Artigo e Conceito Intelectual do Artigo.

Conflito de interesses

Os autores declaram não terem conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

- Alves JL Jr, Oleas FG, Souza R. Pulmonary Hypertension: Definition, Classification, and Diagnosis. *Semin Respir Crit Care Med*. 2017;38(5):561-70. doi: <https://doi.org/10.1055/s-0037-1606577>
- Hoeper MM, Ghofrani HA, Grünig E, Klose H, Olschewski H, Rosenkranz S. Pulmonary Hypertension. *Dtsch Arztebl Int*. 2017;114(5):73-84. doi: <https://doi.org/10.3238/arztebl.2017.0073>
- Fisher MR, Forfia PR, Chamera E, Houston-Harris T, Champion HC, Girgis RE, et al. Accuracy of Doppler echocardiography in the hemodynamic assessment of pulmonary hypertension. *Am J Respir Crit Care Med*. 2009;179(7):615-21. doi: <https://doi.org/10.1164/rccm.200811-1691OC>
- Foale R, Nihoyannopoulos P, McKenna W, Kleenebenne A, Nadazdin A, Rowland E, et al. Echocardiographic measurement of the normal adult right ventricle. *Br Heart J*. 1986;56(1):33-44. doi: <https://doi.org/10.1136/hrt.56.1.33>. Erratum in: *Br Heart J* 1986;56(3):298298. Kleenebenne A [corrected to Kleenebenne A]. Erratum in: *Br Heart J* 1987 Apr;57(4):396. Kleenebenne A [corrected to Kleenebenne A].
- Galiè N, Humbert M, Vachiery JL, Gibbs S, Lang I, Torbicki A, et al. 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: The Joint Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS): Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC), International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT). *Eur Respir J*. 2015;46(4):903-75. doi: <https://doi.org/10.1183/13993003.01032-2015>. Epub 2015 Aug 29. Erratum in: *Eur Respir J*. 2015;46(6):1855-6.
- Hambly N, Alawfi F, Mehta S. Pulmonary hypertension: diagnostic approach and optimal management. *CMAJ*. 2016;188(11):804-12. doi: <https://doi.org/10.1503/cmaj.151075>
- Sato T, Tsujino I, Ohira H, Oyama-Manabe N, Ito YM, Yamada A, et al. Right atrial volume and reservoir function are novel independent predictors of clinical worsening in patients with pulmonary hypertension. *J Heart Lung Transplant*. 2015;34(3):414-23. doi: <https://doi.org/10.1016/j.healun.2015.01.984>
- Benza RL, Miller DP, Gomberg-Maitland M, Frantz RP, Foreman AJ, Coffey CS, et al. Predicting survival in pulmonary arterial hypertension: insights from the Registry to Evaluate Early and Long-Term Pulmonary Arterial Hypertension Disease Management (REVEAL). *Circulation*. 2010;122(2):164-72. doi: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.898122>
- Raymond RJ, Hinderliter AL, Willis PW, Ralph D, Caldwell EJ, Williams W, et al. Echocardiographic predictors of adverse outcomes in primary pulmonary hypertension. *J Am Coll Cardiol*. 2002;39(7):1214-9. doi: [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(02\)01744-8](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(02)01744-8)
- Fukuda Y, Tanaka H, Ryo-Koriyama K, Motoji Y, Sano H, Shimoura H, et al. Comprehensive Functional Assessment of Right-Sided Heart Using Speckle Tracking Strain for Patients with Pulmonary Hypertension. *Echocardiography*. 2016;33(7):1001-8. doi: <https://doi.org/10.1111/echo.13205>
- Dunlap B, Weyer G. Pulmonary Hypertension: Diagnosis and Treatment. *Am Fam Physician*. 2016;94(6):463-9. PMID: 27637122.
- D'Alto M, Romeo E, Argiento P, D'Andrea A, Vanderpool R, Corra A, et al. Accuracy and precision of echocardiography versus right heart catheterization for the assessment of pulmonary hypertension. *Int J Cardiol*. 2013;168(4):4058-62. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2013.07.005>
- Hemnes AR, Forfia PR, Champion HC. Assessment of pulmonary vasculature and right heart by invasive haemodynamics and echocardiography. *Int J Clin Pract Suppl*. 2009;(162):4-19. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1742-1241.2009.02110.x>
- Simonneau G, Gatzoulis MA, Adatia I, Celermajer D, Denton C, Ghofrani A, et al. Updated clinical classification of pulmonary hypertension. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62(25 Suppl):D34-41. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.10.029>. Erratum in: *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(7):746. Erratum in: *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(7):746
- Mitchell C, Rahko PS, Blauwet LA, Canaday B, Finstuen JA, Foster MC, et al. Guidelines for Performing a Comprehensive Transthoracic Echocardiographic Examination in Adults: Recommendations from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2019;32(1):1-64. doi: <https://doi.org/10.1016/j.echo.2018.06.004>
- Badano LP, Kolias TJ, Muraru D, Abraham TP, Aurigemma G, Edvardsen T, et al.; Industry representatives; Reviewers: This document was reviewed by members of the 2016–2018 EACVI Scientific Documents Committee. Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2018;19(6):591-600. doi: <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeu042>. Erratum in: *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2018;19(7):830-3.
- Munro BH. Statistical methods for health care research. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
- D'Alto M, Romeo E, Argiento P, D'Andrea A, Vanderpool R, Corra A, et al. Accuracy and precision of echocardiography versus right heart catheterization for the assessment of pulmonary hypertension. *Int J Cardiol*. 2013;168(4):4058-62. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2013.07.005>
- Hoeper MM, Bogaard HJ, Condliffe R, Frantz R, Khanna D, Kurzyna M, et al. Definitions and diagnosis of pulmonary hypertension. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62(25 Suppl):D42-50. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.10.032>
- Masson-Silva JB, Silva Júnior CG. Como eu faço a avaliação ecocardiográfica na hipertensão pulmonar. *Arq Bras Cardiol: Imagem Cardiovasc*. 2022;35(1):ecom18.
- Venkateshvaran A, Seidova N, Tureli HO, Kjellström B, Lund LH, Tossavainen E, Lindquist P. Accuracy of echocardiographic estimates of pulmonary artery pressures in pulmonary hypertension: insights from the KARUM hemodynamic database. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2021;37(9):2637-45. doi: <https://doi.org/10.1007/s10554-021-02315-y>
- Vijjiac A, Onciul S, Guzu C, Scarlatescu A, Petre I, Zamfir D, et al. Forgotten No More-The Role of Right Ventricular Dysfunction in Heart Failure with Reduced Ejection Fraction: An Echocardiographic Perspective. *Diagnostics (Basel)*. 2021;11(3):548. doi: <https://doi.org/10.3390/diagnostics11030548>
- Evaldsson AW, Lindholm A, Jumatate R, Ingvarsson A, Smith GJ, Waktare J, et al. Right ventricular function parameters in pulmonary hypertension: echocardiography vs. cardiac magnetic resonance. *BMC Cardiovasc Disord*. 2020;20(1):259. doi: <https://doi.org/10.1186/s12872-020-01548-4>
- Hemnes AR, Forfia PR, Champion HC. Assessment of pulmonary vasculature and right heart by invasive haemodynamics and echocardiography. *Int J Clin Pract Suppl*. 2009;(162):4-19. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1742-1241.2009.02110.x>