

Pablo Rodrigues Costa Alves | Paulo Cesar Gottardo
(Organizadores)

ULTRASSONOGRRAFIA À BEIRA LEITO

O QUE
TODO
MÉDICO
DEVERIA
SABER

VOLUME ÚNICO

EJ Editora
UFPB

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

Reitor Valdiney Veloso Gouveia
Vice-Reitora Liana Filgueira Albuquerque

EDITORA UFPB

Direção Natanael Antonio dos Santos
Gestão de Editoração Sâmella Arruda Araújo
Gestão de Sistemas Ana Gabriella Carvalho

Conselho Editorial Adailson Pereira de Souza (Ciências Agrárias)
Eliana Vasconcelos da Silva Esrael (Linguística, Letras e Artes)
Fabiana Sena da Silva (Interdisciplinar)
Gisele Rocha Côrtes (Ciências Sociais Aplicadas)
Ilda Antonieta Salata Toscano (Ciências Exatas e da Terra)
Luana Rodrigues de Almeida (Ciências da Saúde)
Maria de Lourdes Barreto Gomes (Engenharias)
Maria Patrícia Lopes Goldfarb (Ciências Humanas)
Maria Regina Vasconcelos Barbosa (Ciências Biológicas)

Editora filiada à:

Pablo Rodrigues Costa Alves
Paulo Cesar Gottardo
(Organizadores)

ULTRASSONOGRAFIA À BEIRA LEITO

O QUE TODO MÉDICO DEVERIA SABER

Volume único

Editora UFPB
João Pessoa
2021

Direitos autorais 2021 – Editora UFPB.

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS À EDITORA UFPB.

É proibida a reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio.

A violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610/1998) é crime estabelecido no artigo 184 do Código Penal.

O conteúdo e a revisão de texto/normalização desta publicação são de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

Projeto Gráfico Editora UFPB

Editoração Eletrônica e

Design de Capa

Revisão Gráfica

Foto da Capa

Ilustrações

Michele Holanda

Alice Brito

Freepik

Paulo César Gottardo

André Luiz Norberto Seco Barbosa

Catálogo na fonte:

Biblioteca Central da Universidade Federal da Paraíba

U47 Ultrassonografia à beira leito : o que todo médico deveria saber [recurso eletrônico] / Organizadores: Pablo Rodrigues Costa Alves, Paulo Cesar Gottardo. - João Pessoa : Editora UFPB, 2021.

206 p. : il.

Recurso digital (6,90 MB)

Formato: PDF

Requisito do Sistema: Adobe Acrobat Reader

ISBN 978-65-5942-095-7

1. Ultrassom. 2. Ultrassonografia à beira leito. 3. Ecocardiografia – Terapia intensiva. 4. Ultrassonografia pulmonar. I. Alves, Pablo Rodrigues Costa. II. Gottardo, Paulo Cesar. III. Título.

UFPB/BC

CDU 616-07

Livro aprovado para publicação através do Edital N° 01/2020/Editora Universitária/ UFPB – Programa de Publicação de E-books.

EDITORA UFPB

Cidade Universitária, Campus I

Prédio da Editora Universitária, s/n

João Pessoa – PB

CEP 58.051-970

<http://www.editora.ufpb.br>

E-mail: editora@ufpb.br

Fone: (83) 3216.7147

PREFÁCIO

O Brasil conta hoje com cerca de 289 faculdades de medicina que apresentam uma ampla variedade de métodos de ensino, currículos, disciplinas e ementas. Durante a graduação, procedimentos médicos – considerados básicos para a atuação como generalista na atenção primária, em emergências ou enfermarias – nem sempre são ensinados ou praticados pelos estudantes. E mesmo na ausência de tais déficits, muitos alunos e médicos generalistas não se sentem capacitados ou confortáveis em performar alguns desses procedimentos. Todavia, durante a prática clínica – seja na residência ou no campo de atuação do especialista –, independentemente do seu contexto pessoal, tanto médico quanto estudante podem se deparar com a necessidade de realizá-los. É visando atender essa demanda que surge a presente obra, produzida por médicos assistentes, professores e estudantes da graduação em medicina. Além disso, tem como ponto de partida o desejo de disseminar conhecimento e estimular o desenvolvimento da ultrassonografia *point-of-care*, de forma gratuita, para médicos e estudantes de medicina espalhados pelo Brasil e por países lusófonos.

A ultrassonografia *point-of-care*, ou à beira leito e, sobretudo, os procedimentos guiados por ultrassom, são frequentemente ignorados pela literatura, havendo pouquíssimos livros publicados, no Brasil, que se propõem a abordar esta seara. O Serviço de Terapia Intensiva do Hospital Universitário Lauro Wanderley (HULW) vinculado à Universidade Federal da Paraíba (UFPB) – campo de prática de parte dos organizadores, autores e coautores deste livro, seja como alunos, internos, médicos residentes ou docentes/preceptores – foi

pioneiro no Brasil, realizando e ensinando tais procedimentos há décadas. Portanto, este livro também é uma ode ao papel educador e transformador do HULW e da UFPB na vida de milhares de médicos espalhados pelo Brasil que, além de realizar tais procedimentos, também os ensinam e divulgam, dando continuidade ao legado da Universidade.

Sempre que possível, os capítulos de cada sessão respeitarão os tópicos padronizados: (1) introdução, realizando uma revisão histórica breve e/ou contextualização do procedimento; (2) responsável pela prescrição e execução, esclarecendo o papel atribuído a cada um dos atuantes da equipe; (3) indicações, listando as situações mais adequadas à realização do procedimento; (4) contraindicações, observando situações em que o procedimento talvez traga mais risco do que benefícios; (5) revisão anatômica e da fisiologia, revisitando conceitos fundamentais para a compreensão e realização do procedimento ou do exame; (6) material necessário, orientando ao profissional qual o instrumental requisitado para performar o procedimento; (7) descrição da técnica, objetivando elucidar de maneira sucinta e, quando possível, em tópicos, o passo-a-passo para a realização adequada do procedimento e; (8) complicações, descrevendo adversidades relacionadas ao procedimento ou ao exame. São exceções a esta estrutura os capítulos de Ecocardiografia em Terapia Intensiva, Introdução à Ultrassonografia Pulmonar e Ecocardiografia na Parada Cardiorrespiratória que servem de base teórica para os demais capítulos. Além de possuírem estrutura diferenciada, estes capítulos apresentam um volume de páginas maior, bem como acervo de imagens mais abrangente.

Pablo Rodrigues Costa Alves

Paulo Cesar Gottardo

SUMÁRIO

CAP 01

INTRODUÇÃO À ULTRASSONOGRAFIA PULMONAR 9

- » João Marçal Medeiros de Sousa
- » Pablo Rodrigues Costa Alves
- » Cristianne da Silva Alexandre
- » Paulo César Gottardo

CAP 02

ULTRASSONOGRAFIA CARDÍACA NA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA 21

- » Paulo César Gottardo
- » Ciro Leite Mendes
- » Igor Mendonça do Nascimento

CAP 03

PROTOCOLO BLUE (BEDSIDE LUNG ULTRASOUND IN EMERGENCY) 75

- » Pablo Rodrigues Costa Alves
- » Thiago Nabil Hanna
- » Paulo César Gottardo

CAP 04

PROTOCOLO FALLS (ADMINISTRAÇÃO DE FLUIDOS GUIADA POR ULTRASSONOGRAFIA PULMONAR) 86

- » Pablo Rodrigues Costa Alves
- » João Marçal Medeiros de Sousa
- » Lucas Costa Macedo
- » Paulo César Gottardo

CAP 05

PROTOCOLO E-FAST (AVALIAÇÃO FOCADA COM ULTRASSONOGRAFIA EM TRAUMA) 98

- » João Marçal Medeiros de Sousa
- » Pablo Rodrigues Costa Alves
- » Paulo César Gottardo

CAP 06

UTILIZAÇÃO DA ULTRASSONOGRAFIA NO MANEJO DA PARADA CARDIORRESPIRATÓRIA 107

- » Paulo César Gottardo
- » Ciro Leite Mendes
- » Igor Mendonça do Nascimento

CAP 07

ULTRASSONOGRAFIA DE RINS E VIAS URINÁRIAS 129

- » Cristianne da Silva Alexandre
- » Thiago Nabil Hanna
- » Pablo Rodrigues Costa Alves

CAP 08

AVALIAÇÃO ULTRASSONOGRÁFICA DO DIÂMETRO DA BAINHA DO NERVO ÓPTICO 147

- » José Geraldo de Souza Castellucci
- » Paulo César Gottardo

CAP 09

ACESSO VENOSO CENTRAL GUIADO POR ULTRASSONOGRAFIA..... 155

- » Pablo Rodrigues Costa Alves
- » Cristianne da Silva Alexandre
- » Lucas Costa Macedo
- » Paulo César Gottardo

CAP 10

PARACENTESE GUIADA POR ULTRASSONOGRAFIA..... 174

- » Davi Macedo da Rocha
- » Thiago Catão de Vasconcelos

CAP 11

TORACOCENTESE GUIADA POR ULTRASSONOGRAFIA..... 182

- » Davi Macedo da Rocha
- » Lucas Costa Macedo
- » José Geraldo de Souza Castellucci

CAP 12

PERICARDIOCENTESE GUIADA POR ECOCARDIOGRAMA 193

- » Fábio Antônio Serra de Lima Júnior
- » André Telis de Vilela Araújo

ORGANIZADORES E EDITORES.....202

COLABORADORES203

CAP 01

INTRODUÇÃO À ULTRASSONOGRAFIA PULMONAR

João Marçal Medeiros de Sousa
Pablo Rodrigues Costa Alves
Cristianne da Silva Alexandre
Paulo César Gottardo

1. INTRODUÇÃO

O uso do aparelho de ultrassonografia (USG) tem crescido bastante, graças à aquisição de melhores imagens, ao desenvolvimento de aparelhos portáteis com custos cada vez mais acessíveis¹, a ser um método inócuo, dinâmico, à beira do leito e livre de radiação ionizante, podendo ser utilizado sem grandes restrições.² A USG pulmonar e torácica são destaque, sobretudo, em serviços de terapia intensiva, urgência e emergência, possibilitando a detecção de alterações de arcos costais, pleura/espaço pleural e parênquima

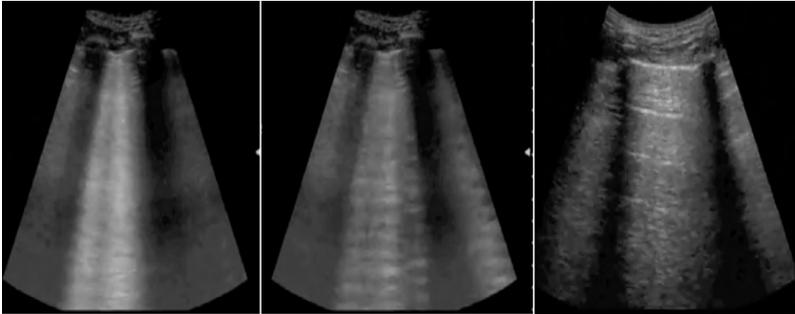
pulmonar.^{1,3} Ademais, a USG pode ser bastante útil na avaliação da recuperação de pneumonia associada ao uso de ventilador⁴ e evolução da síndrome da angústia respiratória aguda (SARA).⁵

2. ANATOMIA TORÁCICA ULTRASSONOGRÁFICA

Para a avaliação ultrassonográfica, o paciente deve estar em posição supina e o examinador deve iniciar o exame pela parede anterior (no cruzamento entre o segundo espaço intercostal e a linha hemiclavicular) e anterolateral do tórax (no cruzamento do quarto/quinto espaços intercostais com a linha axilar média). A porção posterior do pulmão e da pleura pode ser visualizada com o paciente na posição vertical.⁶

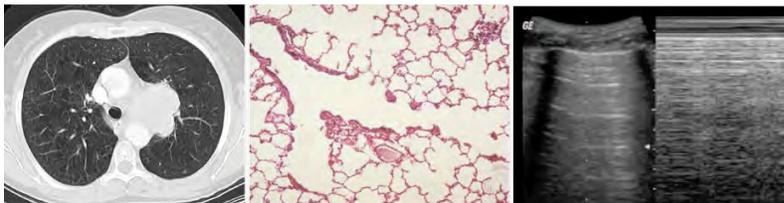
Outrora, a presença de ar dentro do parênquima pulmonar e as estruturas ósseas da parede torácica eram vistas como fatores limitantes para o uso da USG na cavidade torácica, por gerarem muitos artefatos acústicos subpleurais, hoje denominadas linhas A, e não permitirem a visualização do parênquima. Entretanto, a sua ressignificação e padronização internacional trouxeram a capacidade de detectar as diversas alterações parenquimatosas que acometem o pulmão. Por exemplo, na **Figura 1** observam-se os constituintes da parede torácica e como eles se apresentam na imagem ultrassonográfica. Em 1 pode-se observar o tecido celular subcutâneo, levemente hipoecogênico. Em 2 observa-se a costela, vista em corte transversal, pois esse é o posicionamento do transdutor; é uma estrutura redonda-ovalada, hiperecogênica e com sombra acústica posterior. Em 3 observa-se o eco pleural normal.

Figura 1 – Eco pleural normal: é uma linha hiperecogênica, ou seja, branca, que desliza junto com a respiração do indivíduo e é a partir dos artefatos gerados por ela que obteremos diferentes diagnósticos.¹



A linha pleural tende a se encontrar a uma distância média de 0,5 cm do rebordo costal superior e se apresenta na imagem ultrassonográfica como uma linha hiperecoica. Quando não há ar entre as pleuras, essas devem manter seu deslizamento preservado (exceto nos casos onde não há ventilação ou em outras circunstâncias específicas). No modo M, avaliando um ponto específico da linha pleural, quando há deslizamento, evidencia-se o “sinal da praia”, o qual pode ser útil em caso de dúvida sobre o deslizamento ou mesmo para seu registro gráfico em prontuário médico (**Figura 2**).

Figura 2 – Linha pleural e “sinal da praia”, evidenciando um pulmão normal, como destacado na imagem tomográfica; além do parênquima completamente aerado, conforme ilustrado na peça histopatológica.



Linhas A: vistas abaixo do eco pleural, são reverberações da linha pleural dentro do campo pulmonar. São horizontais, paralelas e equidistantes, sendo observadas em indivíduos saudáveis. Podem ser apagadas ou realçadas por linhas B (serão discutidas a seguir) ou realçadas, em um pneumotórax (**Figura 3**).⁶

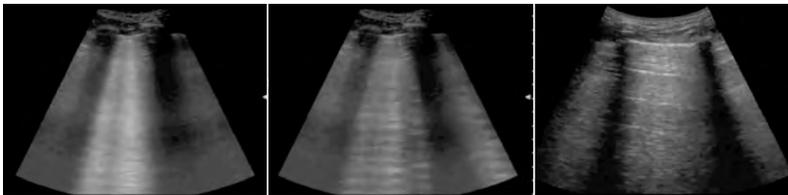
Figura 3 – Linhas A: artefatos originados da reverberação da linha pleural.



Linhas B (Figura 4): são, ao contrário das linhas A, verticais, perpendiculares ao eco pleural do qual se originam. Têm aspecto de cauda de cometa, são bem definidas, movem-se junto à linha pleural e apagam as linhas A. Podem ser observadas uma ou duas linhas B por espaço intercostal em até 30% dos indivíduos saudáveis, sobretudo em regiões pulmonares decúbito-dependentes. As linhas B são o reflexo do preenchimento dos septos inter e/ou intralobular, de modo que a sua presença se traduz como edema pulmonar ou doenças intersticiais. Quando há coalescência de linhas B – um feixe de linhas B contíguas –, chamamos este achado de “linha B coalescente”, representando o vidro fosco visto nas tomografias computadorizadas.^{3,6} A quantificação de linhas B encontradas na USG do paciente apresenta correlação direta com a água pulmonar extravascular (APEV). Portanto, quanto maior o volume de APEV, maior o número de linhas B ao exame. Neste sentido, este achado pode

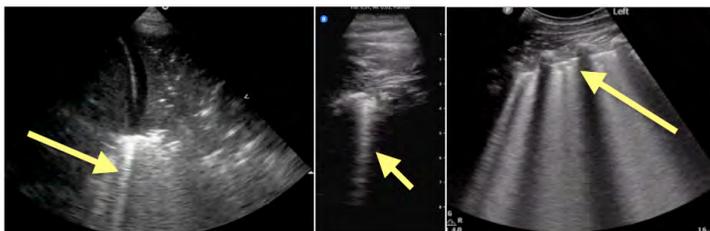
disponibilizar informações importantes tanto para o diagnóstico da etiologia do choque circulatório, como para o seu tratamento, com base no seu padrão de acometimento e na dinâmica de sua quantificação ao longo do tempo.

Figura 4 – Linhas B em um paciente com choque cardiogênico, derivado de uma insuficiência cardíaca descompensada perfil C: inicialmente com linhas B coalescentes, com posterior espaçamento desse artefato, até seu clareamento, com retorno da visualização de linhas A.



Linhas C (Figura 5): são hipocogenicidades subpleurais descontínuas com o eco pleural. São produzidas pelo pulmão condensado. Semelhantes às linhas B, esse artefato se diferencia por se originar de consolidações, que podem ser justapleurais ou com grande comprometimento parenquimatoso.¹

Figura 5 – Linha C oriunda de consolidações de diferentes tamanhos (desde justapleurais, até uma grande área de consolidação).



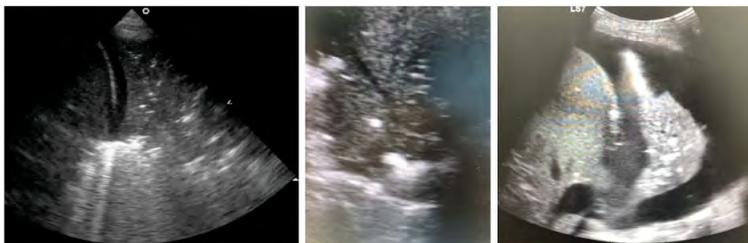
Linhas E: encontradas no enfisema subcutâneo. Podem ser resultado tanto de eventos traumáticos, quanto não traumáticos e iatrogênicos. Clinicamente notamos crepitação palpável e, ao exame radiográfico, ar na

parede torácica. A coleção gasosa é o local da gênese destas linhas verticais e não da pleura, tal qual ocorre nas linhas B. Ademais, diferente das linhas B, as linhas E não guardam qualquer sincronização com a respiração. Entretanto, além de verticais, apagam linhas A e são igualmente bem definidas, tal qual as linhas B.⁶

Linhas Z: são outro tipo de falsa linha B – um artefato da técnica – e está presente em até 80% da população. Estas são verticais, originam-se da linha pleural na forma de feixes agrupados, entretanto não são bem definidas, não apagam as linhas A e não estão bem sincronizadas ao movimento respiratório.⁶

Consolidações pulmonares (Figura 6): são processos, geralmente infecciosos, que tendem a tornar o parênquima pulmonar semelhante ao hepático, pois há substituição do alvéolo por conteúdo denso. Entretanto, a interposição de parênquima pulmonar sadio, aerado, impede a detecção de consolidações ao aparelho de USG, a menos que sejam periféricas. Estas consolidações podem ser de tamanhos variados e, caso sejam observados focos hiperecogênicos permeativos, deve-se pensar em broncogramas aéreos.⁵ Se for observado fluxo dentro da consolidação, ao utilizar o Doppler, pode-se fazer o diagnóstico diferencial de consolidação e atelectasia.⁷

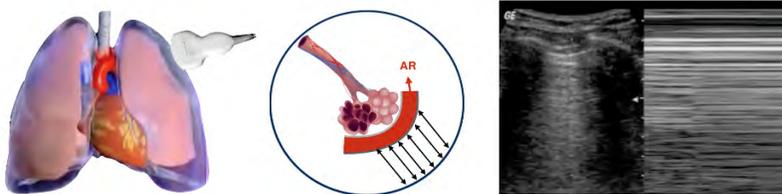
Figura 6 – Consolidações pulmonares.



Pneumotórax: a ausência de deslizamento pleural, na USG, com presença de linhas A, sugere pneumotórax. No modo M será encontrado o “sinal da estratosfera” ou “sinal do código de barras” (**Figura 7**): uma sucessão

de linhas horizontais que indica a ausência completa de dinâmica na linha pleural e abaixo dela. O ponto pulmonar (local onde é possível visualizar uma área com deslizamento pleural normal e uma área sem deslizamento pleural) aumenta a confiança no diagnóstico ultrassonográfico de pneumotórax.^{6,8}

Figura 7 – Obtenção da imagem de USG pulmonar em paciente com pneumotórax. A ausência de deslizamento pleural é decorrente da reverberação da última estrutura visualizada antes de atingir a coleção e ar, ou seja, a pleura parietal, a qual é reverberada, gerando linhas A; contudo, sem deslizamento pleural. No modo M, como todas estruturas avaliadas pela USG estão praticamente paradas ao redor do tempo, apenas serão visualizadas linhas retas, o que configura o “sinal da estratosfera”.



Derrame pleural, hemotórax e empiema pleural (Figura 8): as três condições clínicas se referem à presença patológica de líquido na cavidade pleural. O derrame pleural pode ser transudativo, com baixo conteúdo proteico, ou exsudativo, com alto conteúdo proteico. Pode, também, ser secundário a pneumonias, infecção pleural, pleurite, insuficiência cardíaca congestiva, cirrose, hipoalbuminemia, traumas, dentre outras condições. Seu diagnóstico clínico-radiológico é razoavelmente simples, entretanto possui baixa sensibilidade e especificidade, no qual a USG possui resultados muito melhores ao detectar derrames de 5 a 20 ml, com sensibilidades de 81 a 97% e especificidade de 95 a 100%.^{9,10} À USG, o líquido transudativo é sempre anecoico, enquanto o líquido exsudativo pode ser anecoico ou hiperecoico (**Figura 9**). Já no empiema torácico, em

estágio inicial, o líquido pode ser não-septado anecoico ou hipoecoico, que, com o progredir da doença, se torna hiperecoico, posteriormente com septos ou loculação. Já no hemotórax, a aparência é altamente variável: anecoico, hipoecoico ou hiperecótico.⁶

Figura 8 – Esquema demonstrando a existência de efusão pleural e da progressão dos feixes de USG por esse meio, no qual há um incremento de sua velocidade de propagação, configurando uma imagem anecoica.

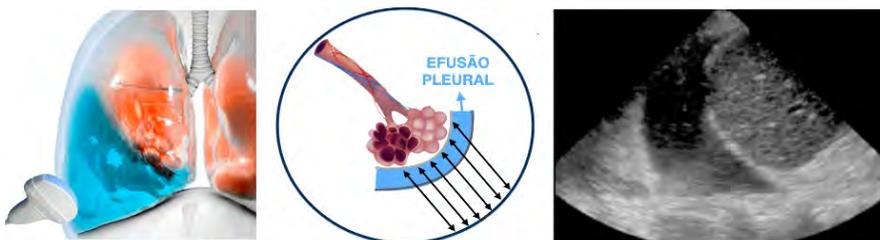


Figura 9 – Diferenciação do derrame pleural: empiema x transudato.



Nos próximos capítulos serão apresentados diversos protocolos que utilizam estes achados e artefatos obtidos através da USG pulmonar para abordagem de pacientes com choque, insuficiência respiratória aguda etc.

3. ESCORE ULTRASSONOGRÁFICO PULMONAR (LUNG ULTRASONOGRAPHIC SCORE)

A extubação de pacientes é um passo crítico para a redução das complicações pulmonares associadas à ventilação mecânica. Até 30% dos pacientes apresentam desconforto respiratório nas primeiras horas após a extubação, fazendo-os regredir ao uso de ventilação mecânica invasiva; a perda da aeração pulmonar é uma característica típica desta falha.¹¹ Essa má aeração pulmonar pode ser quantificada através da USG pulmonar pelo escore ultrassonográfico pulmonar, uma aplicação da USG pulmonar.¹²

Deve-se avaliar todos os espaços intercostais das regiões anterior, posterior e lateral de ambos os hemitórax e para cada região considera-se o pior padrão observado.¹³

Deslizamento pulmonar e a presença de linhas A ou até duas linhas B indicam aeração normal, como já previamente discutido, que caso observado na região pulmonar se atribui um escore 0 a ela. Perda moderada da aeração ocorre na presença de múltiplas linhas B regularmente espaçadas ou não, sendo atribuído 1 ponto no escore pulmonar. Já um grau maior de perda da aeração é ilustrado por linhas B coalescentes em vários espaços intercostais, o que resulta em 2 pontos no escore. Perda completa da aeração pulmonar ocorrendo, por exemplo, na consolidação, pontua 3 no escore (**Tabela 1**).¹²

Figura 10 – Lung score.

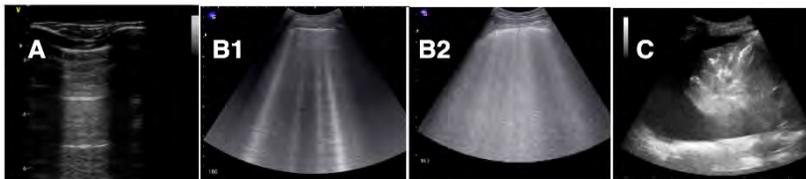


Tabela 1 – Pontuação no Escore Ultrassonográfico Pulmonar de acordo com a aeração observada

Grau de aeração	Achados ultrassonográficos	Pontuação
Normal	Deslizamento pulmonar e linhas A ou até três linhas B	0
Perda moderada	Múltiplas linhas B espaçadas	1
Perda grave	Linhas B coalescentes	2
Perda completa	Consolidação pulmonar	3

A somatória da pontuação das 12 regiões resulta no escore pulmonar, que varia de 0 a 36.¹²

O escore pulmonar é capaz de prever a necessidade de reposição de surfactante – primeira e segundas doses – em prematuros extremos com síndrome da angústia respiratória, ademais, escore pulmonar < 13 ao final da tentativa da respiração espontânea é um preditivo de sucesso do ato, em oposição a um escore > 17, sugerindo que o recrutamento pulmonar inadequado pode ser o grande responsável pela falha na extubação dos pacientes, podendo ser útil o uso de ventilação mecânica não invasiva profilática ou, ainda, oxigênio nasal com fluxo elevado para se prevenir falhas na extubação dos pacientes.^{14–16}

Como pode-se observar, a USG trata-se de uma entidade bastante útil nos estudos de afecções pulmonares, sejam elas primárias ou secundárias. É considerada equivalente à radiografia de tórax para a detecção de pneumotórax, e superior a ela, caso o pneumotórax seja localizado.⁶ Há inúmeros protocolos em estudo atualmente que fazem uso dos achados da USG pulmonar, utilizando-os, por exemplo, para o diagnóstico etiológico de insuficiência respiratória aguda, do choque sistêmico, além de auxiliar na segura reposição volêmica dos pacientes e na predição do sucesso do processo de extubação dos pacientes.^{3,12,17}

4. REFERÊNCIAS

1. Francisco MJ, Rahal A, Vieira FAC, Silva PSD da, Funari MB de G. Advances in lung ultrasound. *Einstein (Sao Paulo)*. 2016;14(3):443-448. doi:10.1590/S1679-45082016MD3557
2. Kaiser Ururahy Nunes Fonseca E, Do Amaral E Castro A, Sameshima YT. Emergency thoracic US. *Radiographics*. 2016;36(7):2238.
3. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure the BLUE protocol. *Chest*. 2008;134(1):117-125. doi:10.1378/chest.07-2800
4. Bouhemad B, Liu ZH, Arbelot C, et al. Ultrasound assessment of antibiotic-induced pulmonary reaeration in ventilator-associated pneumonia. *Crit Care Med*. 2010;38(1):84-92. doi:10.1097/CCM.0b013e3181b08cdb
5. Arbelot C, Ferrari F, Bouhemad B, Rouby JJ. Lung ultrasound in acute respiratory distress syndrome and acute lung injury. *Curr Opin Crit Care*. 2008;14(1):70-74. doi:10.1097/MCC.0b013e3282f43d05
6. Wongwaisayawan S, Suwannanon R, Sawatmongkornkul S, Kaewlai R. Emergency Thoracic US: The Essentials. *RadioGraphics*. 2016;36(3):640-659. doi:10.1148/rg.2016150064
7. Blaivas M. Lung ultrasound in evaluation of pneumonia. *J Ultrasound Med*. 2012;31(6):823-826. doi:10.7863/jum.2012.31.6.823
8. Fonseca EKUN, e Castro A do A, Sameshima YT. Pneumotórax: Entre a praia e a estratosfera. *J Bras Pneumol*. 2017;43(4):324-325. doi:10.1590/s1806-37562017000000079
9. Reuss J. The pleura. In: Mathis G, ed. *Chest Sonography*. ; 2008:24-45.

10. Volpicelli G, Boero E, Sverzellati N, et al. Semi-quantification of pneumothorax volume by lung ultrasound. *Intensive Care Med.* 2014;40(10):1460-1467. doi:10.1007/s00134-014-3402-9
11. Boles JM, Bion J, Connors A, et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J.* 2007;29(5):1033-1056. doi:10.1183/09031936.00010206
12. Caltabeloti FP, Rouby JJ. Ultrassonografia pulmonar: Uma ferramenta útil no processo de desmame? *Rev Bras Ter Intensiva.* 2016;28(1):5-7. doi:10.5935/0103-507X.20160002
13. Bouhemad B, Zhang M, Lu Q, Rouby JJ. Clinical review: Bedside lung ultrasound in critical care practice. *Crit Care.* 2007;11(1):1-9. doi:10.1186/cc5668
14. Martino L De, Yousef N, Ben-Ammar R, Raimondi F, Shankar-Aguilera Shiv, Luca D De. Lung ultrasound score predicts surfactant need in extremely preterm neonates. *Pediatrics.* 2018;142(3). doi:10.1542/peds.2018-0463
15. Soummer A, Perbet S, Brisson H, et al. Ultrasound assessment of lung aeration loss during a successful weaning trial predicts postextubation distress. *Crit Care Med.* 2012;40(7):2064-2072.
16. Frat JP, Thille AW, Mercat A, et al. High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. *N Engl J Med.* 2015;372(23):2185-2196. doi:10.1056/NEJMoa1503326
17. Lichtenstein D. FALLS protocol. 2013;5(3):142-147.

CAP 02

ULTRASSONOGRAFIA CARDÍACA NA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA

Paulo César Gottardo
Ciro Leite Mendes
Igor Mendonça do Nascimento

1. INTRODUÇÃO

A utilização da ultrassonografia (USG) para a avaliação da função cardíaca é de extrema valia para a rotina do médico intensivista, fazendo parte da formação básica do especialista em Terapia Intensiva. Entre tantas possibilidades de sua utilização, destacaremos o diagnóstico diferencial do choque circulatório, a monitorização hemodinâmica dos pacientes gravemente enfermos e a avaliação ventricular direita como limitante de segurança das estratégias de ventilação mecânica invasiva (VM) e de análise prognóstica no paciente com Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo. Além de propiciar informações importantes para o processo de desmame ventilatório de pacientes em VM. Nesse capítulo iremos abordar tais indicações, com

ênfase na avaliação holística, baseada na análise subjetiva da função ventricular e na obtenção das principais janelas para tais análises na beira-do-leito da Unidade de Terapia Intensiva (UTI).

2. COMO OBTER AS PRINCIPAIS JANELAS DE ULTRASSONOGRRAFIA CARDÍACA PARA SEU USO NA UTI

Inúmeras janelas podem ser utilizadas para a avaliação cardíaca. Contudo, em geral, para uma análise básica das funções do coração direito e esquerdo, com subseqüentes análises das diferentes situações clínicas que envolvem o contexto do paciente gravemente enfermo, com a utilização de poucas janelas e a identificação de dados básicos envolvendo a morfologia e função cardíaca. Entre essas, destacaremos a janela subxifoide com avaliação de veia cava inferior (VCI) e com avaliação cardíaca, com o subcostal 04 câmaras; a paraesternal eixo longo e eixo curto e, por fim, a janela apical 04 e 05 câmaras. O princípio básico da utilização de qualquer corte é determinar as estruturas observadas e avaliar as possíveis alterações encontradas em cada uma delas, associando ao quadro clínico vigente para um manejo mais adequado e direcionado do caso. Para facilitar o entendimento do posicionamento do índice do transdutor para a aquisição de cada corte ecocardiográfico podemos utilizar a figura de um relógio analógico, em que as doze horas correspondem ao queixo do paciente, conforme ilustrado na **Figura 1**.

Figura 1 – Ilustração referente ao posicionamento do transdutor e do índice em relação a parede torácica do paciente. Para maior simplificação do direcionamento do transdutor, pode-se imaginar um relógio analógico sobre a parede torácica do paciente, conforme ilustrado.

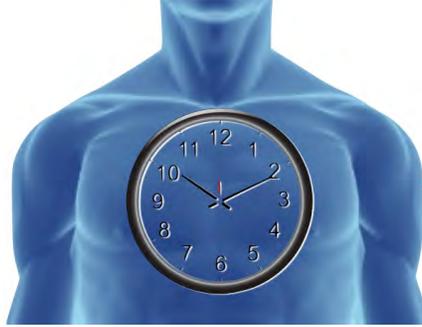
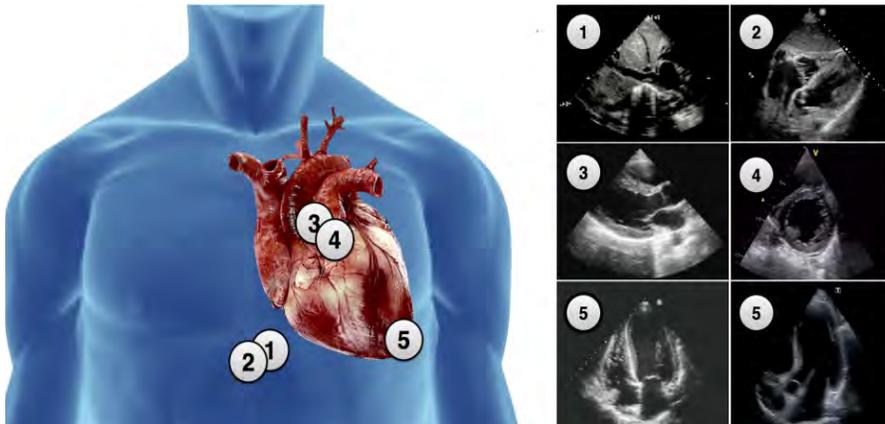


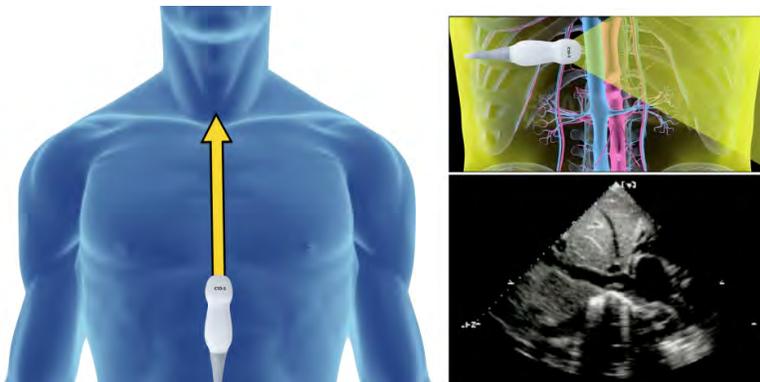
Figura 2 – Cortes ecocardiográficos mais utilizados na UTI perante a localização do transdutor: (1) subcostal com avaliação de VCI; (2) subcostal com avaliação cardíaca 04 câmaras; (3) paraesternal eixo longo (longitudinal); (4) paraesternal eixo curto (transversal); (5) apical: 04 câmaras a esquerda (centro da página) e 05 câmaras a esquerda (margem da página).



2.1 Janela subcostal (subxifoide) com avaliação de VCI

Para a visualização da VCI devemos colocar o transdutor cardíaco logo abaixo do apêndice xifoide, com o índice voltado para o centro do mento do paciente (12 horas). A VCI encontra-se geralmente logo à direita da aorta e pode ser diferenciada tanto pela sua possível variabilidade, como pela iminência da entrada da veia hepática em seu lúmen, como por se comunicar com o átrio direito, além de ter sua posição geralmente a esquerda da referida artéria.

Figura 3 – Posicionamento do transdutor para obtenção da janela subcostal e visualização da VCI (no quadrante inferior direito, destacando-se a VCI com a visualização da veia hepática desembocando nela e sua entrada no átrio direito - AD).



Nessa, busca-se encontrar a VCI em seu eixo longitudinal, com o intuito de avaliar a sua variabilidade perante o ciclo ventilatório do paciente (diâmetro máximo e mínimo). Para isso, a utilização do modo M pode ser muito útil, proporcionando uma melhor verificação ao redor do tempo dos limites máximos e mínimos de seu diâmetro. A sua avaliação no eixo transversal

pode também proporcionar algumas informações, como por exemplo, a relação do seu diâmetro com o da aorta, conferindo ainda mais dados acerca do estado volêmico do paciente.

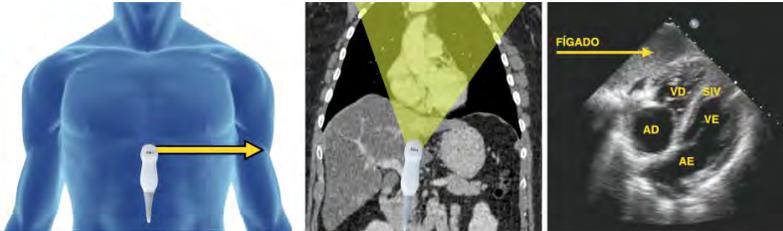
Figura 4 – Avaliação da variabilidade da VCI durante o ciclo ventilatório do paciente para análise de fluidoresponsividade.



2.2 Janela subcostal 04 câmaras (SC4C)

Seguindo com o transdutor na mesma região em que foi realizada a avaliação de VCI (epigástrica/subxifóide), a simples rotação do índice do transdutor em 45 graus, com o índice apontando para o lado esquerdo do paciente (03 horas) e inclinando-o para que os feixes ultrassonográficos sejam emitidos em direção cranial e assim ultrapassando as estruturas atinjam o coração e possibilitem sua interpretação. Sendo assim, ao analisarmos essa imagem, veremos na tela as estruturas que estão mais próximas do transdutor e sucessivamente as demais, conforme a progressão dos feixes de ultrassom, assim sucessivamente: fígado, câmaras direitas (ventrículo direito (VD) e átrio direito (AD)), septo interventricular (SIV) e câmaras esquerdas (ventrículo esquerdo (VE) e átrio esquerdo (AE)).

Figura 5 – Posicionamento do transdutor para obtenção da janela subcostal com visualização das 04 câmaras cardíacas.



Em inúmeras circunstâncias, essa é a janela mais facilmente obtida no cotidiano da UTI, chegando a ser considerada por muitos como a “janela do intensivista”, até mesmo pela maior facilidade de sua obtenção. Com ela, os principais questionamentos acerca dos parâmetros hemodinâmicos dos pacientes podem ser facilmente elucidados (**Figura 6**). Contudo, algumas vezes pode ser difícil adquirir imagens adequadas, como em casos de distensão abdominal, ou devido a drenos e curativos relacionados à procedimentos cirúrgicos. A realização de algumas manobras pode levar a uma maior facilidade técnica e, até mesmo, a uma possível melhora da qualidade da imagem, tal como a realização de pausa inspiratória, o que leva a um deslocamento caudal cardíaco e o aproxima do transdutor. Além disso, pode-se realizar o relaxamento da musculatura abdominal com a flexão dos joelhos.

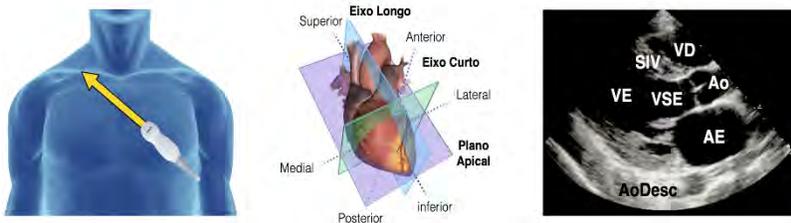
Figura 6 – Corte SC4C em diferentes etiologias de choque circulatório. Da direita para a esquerda: tamponamento cardíaco; tromboembolismo Pulmonar (TEP); cardiogênico.



2.3 Janela paraesternal eixo longo do Ventrículo Esquerdo (PLVE)

A colocação do transdutor ecocardiográfico próximo à linha paraesternal, entre o terceiro e quarto espaço intercostal, com o seu índice direcionado para o ombro direito do paciente (11 horas), possibilita um corte longitudinal do coração, com a visualização de suas estruturas partindo das mais superficiais para as mais profundas, de modo sequencial. Como o VD tende circundar o VE, ele será a primeira estrutura cardíaca visualizada, seguida do septo interventricular, e do VE. Nesse corte ainda pode ser visualizada a raiz da aorta (Ao), o AE, a artéria pulmonar direita (APd), a aorta torácica descendente (Ao Desc) e as valvas mitral (VM) e aórtica (VAo).

Figura 7 – Obtenção do Corte PLVE, com a obtenção de um corte no eixo longo, com visualização de VD, SIV, VE, VSVE, Ao AE e Ao Desc. *Adaptado de Mitchel A et al.¹*



O paciente internado na UTI em Ventilação Mecânica, muitas vezes, apresenta uma hiperinsuflação pulmonar que dificulta a obtenção dessa janela. Uma alternativa para minimizar esse problema e facilitar a aquisição de uma janela adequada, é levar coração do paciente para uma topografia mais próxima da parede torácica. Para isso, deve-se posicionar o paciente em decúbito lateral esquerdo.

Figura 8 – Decúbito lateral esquerdo e realização do USG cardíaca com obtenção da janela PLVE. Adaptado²



Com a obtenção desse corte, inúmeras interpretações clínicas podem ser realizadas. Destaca-se a mensuração do diâmetro da raiz da aorta, para o cálculo do débito cardíaco; a aferição da relação entre o diâmetro de VD e de VE, para avaliação de sobrecarga de VD; a relação entre o diâmetro da Aorta ascendente e do AE para avaliar possíveis aumentos dessas estruturas (a relação entre ambas tende a ser próxima a um, aquele que estiver maior em relação a outra deve ser considerada com diâmetro aumentado) e a mensuração da distância E-Septo para avaliação de função sistólica de VE são algumas das variáveis avaliadas. Além disso, a diferenciação entre um derrame pleural e pericárdico pode ser constatado perante sua relação com a AODesc, conforme ilustrado na Figura 9.

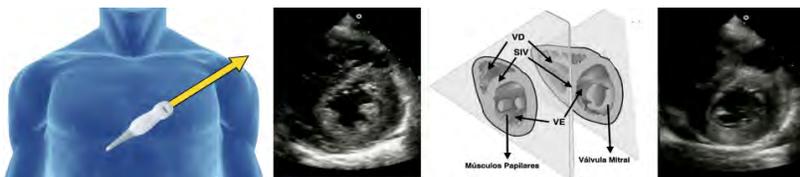
Figura 9 – Diferenciação entre derrame pleural (amarelo) e derrame pericárdico (verde) perante o posicionamento em relação à AODesc (vermelho): o derrame pleural tende a se acumular abaixo da mesma, enquanto o pericárdico a envolve em sua posição superior.



2.4 Janela paraesternal eixo curto

Mantendo-se o transdutor na topografia onde foi realizada a obtenção do PLVE (linha paraesternal, entre o terceiro e quarto espaço intercostal) e redirecionando o seu índice para o ombro esquerdo do paciente (2 horas), passaremos a realizar um corte transversal do ventrículo esquerdo (Figura 10). Conforme inclinamos o transdutor nesse ponto em diferentes posições, podemos analisar o VE em diferentes planos e, assim, visualizar todas as suas estruturas. Ao realizar a varredura ao nível da válvula mitral, podemos obter o **corte paraesternal transversal da valva mitral** (PTVM), onde visualizamos o VD, o SIV o VE e em seu interior a Válvula Mitral (VM). A báscula do transdutor em sentido caudal proporciona a obtenção do **corte paraesternal transversal do VE** (PTVE), deixando-se de visualizar a VM e proporcionando a identificação dos papilares e assim até o ápice de VE. Assim como na janela PLVE, o decúbito lateral esquerdo também tende a proporcionar uma melhor visualização desse corte.

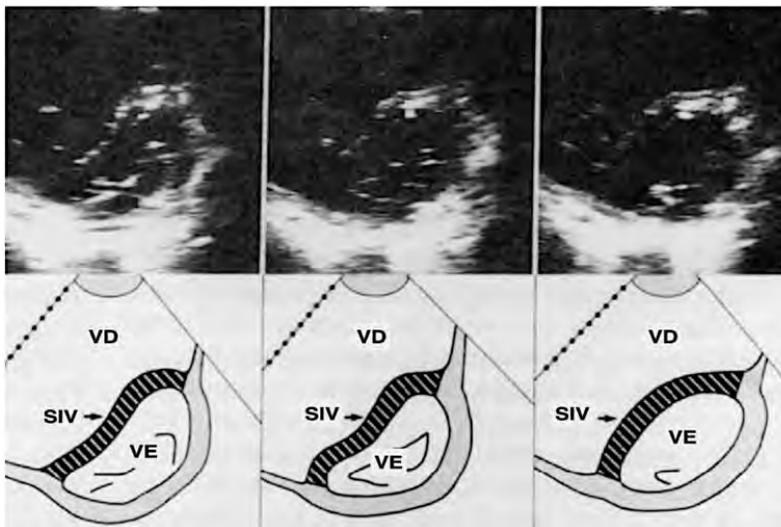
Figura 10 – Cortes paraesternais eixo curto (transversal): PTVE e PTVM.



Inúmeras informações relevantes para a avaliação hemodinâmica dos pacientes em UTI podem ser obtidas com esses cortes, como por exemplo, o diagnóstico de cor pulmonale (sobrecarga de VD, com sinal do D), a visualização de um VE hiperdinâmico com sinal de hipovolemia severa (*"Kissing Walls"*), além de

possibilitar a avaliação de VE (subjetiva e objetiva, inclusive possibilitando o cálculo da fração de ejeção de VE (FEVE)) e o diagnóstico de áreas de déficit contrátil segmentar (hipocinesia/acinesia), evidenciando áreas de infarto miocárdico.

Figura 11 – Sobrecarga de VD visualizada durante o ciclo cardíaco em um paciente com cor pulmonale agudo, demonstrando a presença de septo paradoxal, na janela PTVM: a sobrecarga de VD proporciona uma inversão na curvatura do SIV, deslocando-o para a esquerda, distorcendo o VE no final da sístole. *Adaptado de Louie EK et al³.*

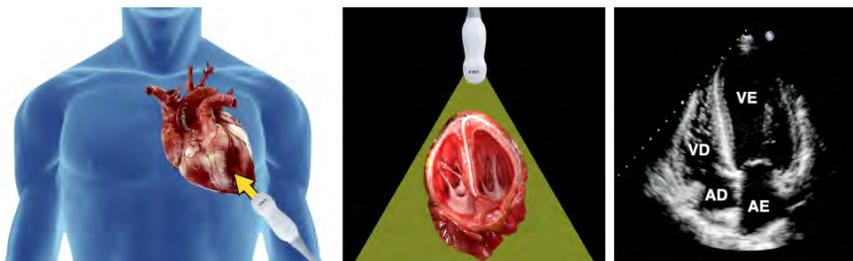


2.5 Janela apical 04 câmaras (A4C)

A janela apical 04 câmaras (A4C) é obtida com a colocação do transdutor ecocardiográfico sobre o ictus cardíaco, o qual tende a se

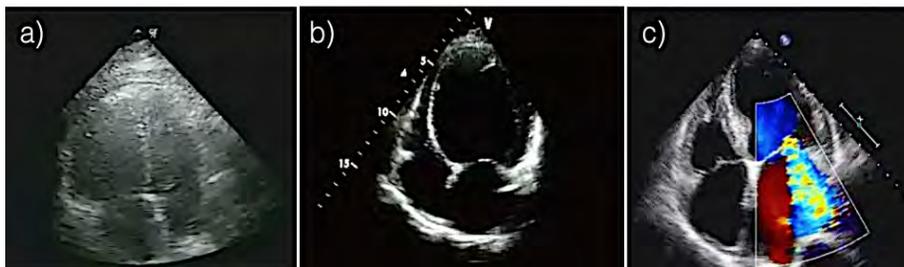
encontrar em torno do quinto espaço intercostal, na linha hemiclavicular (podendo estar tanto em espaços intercostais acima ou abaixo do indicado, quanto mais voltado para a esquerda ou para direita da linha de base, o que pode ser explicado pelo biotipo do paciente e pela dimensão das câmaras cardíacas); com o índice voltado para o lado esquerdo do paciente (03 horas). A aproximação do ictus cardíaco com a parede torácica tende a levar uma melhor nitidez e clareza para a interpretação dessa janela, portanto, também podemos colocar o paciente em decúbito lateral esquerdo para esse fim. Nesse corte podemos visualizar o VD, o SIV, o VE, as VM, a Válvula Tricúspide (VT), o AE, o AD, além de poder ser visualizada a veia cava superior e as veias pulmonares, contudo, para isso, geralmente é necessário um maior nível de treinamento e expertise. A diferenciação das câmaras ventriculares nesse corte pode ser realizada com a detecção de algumas características básicas do VD, como a presença de bandas moderadoras e a inserção da VT, que se encontra acima da inserção da VM, em relação a sua apresentação na imagem do aparelho de ecocardiografia.

Figura 12 – Janela A4C, com visualização do VD, VE, SIV, VT (entre VD e AD), VM (entre VE e AE) e AE.



São inúmeras as informações que podem ser obtidas com o corte A4C, como a avaliação de VE e de VD de modo objetivo, como por exemplo com a mensuração do TAPSE e do MAPSE; além da avaliação das valvas mitral e tricúspide, com a suas análises morfológicas e com a utilização do Doppler color, pulsado e contínuo, dependendo das aferições a ser avaliadas.

Figura 13 – (a) Sobrecarga de VD; (b) Sobrecarga de VE (insuficiência cardíaca esquerda); (c) refluxo mitral.



2.6 Janela apical 05 câmaras (A5C)

Mantendo-se o transdutor no ictus de VE, basculando-o em sentido cranial, além das 04 câmaras visualizadas no A4C, a raiz da Aorta (Ao) pode ser identificada, assim como a valva aórtica (VA) e a Via de Saída de Ventrículo Esquerdo (VSVE). Este corte é conhecido como Apical de 05 Câmaras (A5C). Nessa janela podemos visualizar o fluxo da VSVE e aferir a Velocidade Integral Tempo (VTi) do VE, para a mensuração do Volume Sistólico (VS) de VE e por conseguinte do Débito Cardíaco (DC).

Figura 14 – Corte A5C: (a) Ilustração das cavidades cardíacas demonstrando as valvas aórtica (VA) e a Mitral (VM), evidenciando o motivo da necessidade de angulação do transdutor para visualizar o A5C em relação ao A4C; (b) Ilustração esquemática das estruturas visualizadas: VE, VD, SIV, AD, AE, Ao, VSVE, VM, VT e VA; (c) Corte A5C com todas estruturas apontadas no esquema ao lado; (d) visualização do fluxo da VSVE e o posicionamento do Doppler Pulsado sobre esse para quantificar a Vai da VSVE.

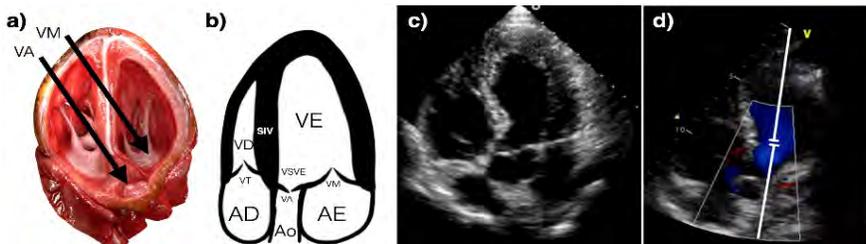
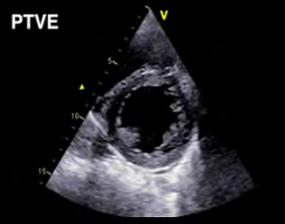
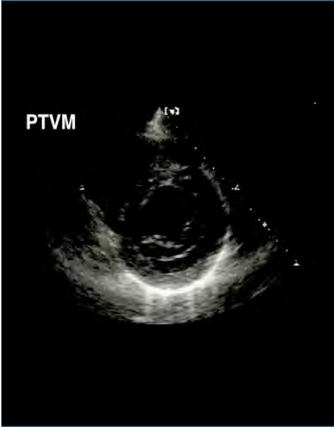
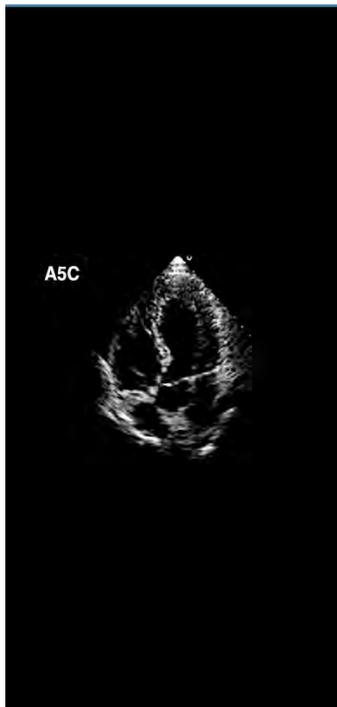


Tabela 1 – Cortes ecocardiográficos: posicionamento do transdutor, estruturas avaliadas e informações pertinentes a serem analisadas em cada imagem

Corte Ecocardiográfico	Posicionamento do Transdutor	Estruturas Avaliadas	Potenciais Dados Clínicos
 <p>SC4C</p>	Subxifóide, com índice para esquerda (3h)	AD, AE, VD, SIV, VE, VT, VM	Avaliação de VD, VE Diagnóstico: choque circulatório Pericardiocentese guiada Peri-RCP

 <p>PLVE</p>	<p>Linha Paraesternal, 3-5 EIC, índice para ombro direito (11h)</p>	<p>VD, VE, SIV, Ao, AE, APd. Ao Desc, VAo, VM</p>	<p>Avaliação de VD, VE</p> <p>Aferir relação VD/VE e AE/Ao</p> <p>Diagnóstico: choque circulatório</p> <p>Mensuração de FEVE</p> <p>Medir diâmetro da raiz da Ao</p> <p>Diferenciar Derrame Pleural e Pericárdico</p> <p>Avaliação valvar</p> <p>Avaliar déficit segmentar</p>
 <p>PTVE</p>	<p>Linha Paraesternal, 3-5 EIC, índice para ombro esquerdo (2h)</p>	<p>VD, SIV, VE, músculos papilares</p>	<p>Avaliação de VD, VE</p> <p>Mensuração de FEVE</p> <p>Diagnóstico: choque circulatório</p> <p>Avaliar déficit segmentar</p>

	<p>Linha Paraesternal, 3-5 EIC, índice para ombro esquerdo (2h)</p>	<p>VD, SIV, VE, VM</p>	<p>Avaliação de VD, VE</p> <p>Mensuração de FEVE</p> <p>Diagnóstico: choque circulatório</p> <p>Avaliar déficit segmentar</p>
	<p>Ictus: linha hemiclavicular no 5 EIC, com índice para esquerda (3h)</p>	<p>AD, AE, VD, SIV, VE, VT, VM,</p>	<p>Avaliação de VD, VE</p> <p>Diagnóstico: choque circulatório</p> <p>Avaliação valvar</p> <p>Avaliar déficit segmentar</p> <p>Aferir TAPSE</p> <p>Aferir MAPSE</p> <p>Avaliação valvar</p>



* EIC: Espaço Intercostal

Ictus: linha
hemiclavicular no
5 EIC, com índice
para esquerda
(3h)

AD, AE, VD,
SIV, VE, VT, VM,
VA, Ao, VSVE

Avaliação de
VD, VE

Diagnóstico:
choque
circulatório

Avaliação valvar

Avaliar déficit
segmentar

Aferir TAPSE

Aferir MAPSE

Avaliação valvar

Aferir VTi da
VSVE

3. O QUE DEVO PROCURAR E COMO REALIZO A INTERPRETAÇÃO DAS IMAGENS CARDÍACAS?

3.1 Avaliação cardíaca objetiva / quantitativa

A avaliação objetiva ou quantitativa envolve uma série de variáveis com diferentes graus de complexidade para a avaliação das diferentes estruturas cardíacas. Contudo, a maioria das respostas necessárias na beira-do-leito de UTI são relativamente simples e muitas vezes necessitam apenas de uma interpretação subjetiva. Dessa forma, alguns conceitos que envolvem a análise

de VE e de VD são de grande valia e necessitam ser entendidos, até mesmo para construir um substrato básico para uma correta avaliação subjetiva. Para essa análise objetiva, além da interpretação de imagens bidimensionais, é necessária a aplicação de alguns recursos, como o Modo-M e o Doppler.

3.2 Avaliação objetiva da função sistólica de VE

A avaliação da função sistólica de VE leva em consideração inúmeras técnicas, com diferentes níveis de complexidade. Nesse capítulo iremos abordar algumas das mais utilizadas em pacientes críticos internado na UTI. Vale ressaltar que algumas situações clínicas são potencialmente factíveis de cursarem com disfunção de VE e, por conseguinte, merecem sempre ser avaliadas:

- a. Alterações neurohumorais relacionadas as respostas inflamatórias e anti-inflamatórias: Síndrome da Resposta Inflamatória Sistêmica, Sepsis e Pancreatite Aguda Grave e paciente grande queimado, por exemplo;
- b. Pós-Parada Cardiorrespiratória;
- c. Intoxicações Exógenas: beta-bloqueadores, bloqueadores de canais de cálcio, cocaína, quimioterápicos, monóxido de carbono;
- d. Síndrome de Takotsubo;
- e. Pacientes Neurocríticos: Hemorragia Subaracnóide, Traumatismo Cranioencefálico, Acidente Cerebrovascular, Hematoma Subdural, Morte Encefálica;
- f. Insuficiência Respiratória Aguda: obstrução de vias aéreas superiores, tromboembolismo pulmonar, síndrome da angústia respiratória aguda (SARA);
- g. COVID-19.

3.2.1 Fração de Ejeção de Ventrículo Esquerdo (FEVE):

- a. Pode se dizer que esse é o dado objetivo mais tradicionalmente empregado para a avaliação da função de VE. Tem como princípio básico a relação entre o volume total ejetado e o atingido pelo VE durante seu enchimento máximo. Contudo, ele muitas vezes pode gerar erros de interpretação dentro da UTI e, por conseguinte, de análises que conduzam a erros nas tomadas de decisão. Existem duas formas básicas para a sua mensuração. Uma baseada na fórmula de Teicholz (variações dos diâmetros de VE) e outra, com a Fórmula de Simpson (método do disco). O cálculo da FEVE, pela fórmula de Teicholz é baseado na mudança dos diâmetros do VE durante o seu enchimento máximo (volume diastólico final: VDF) e ao término da sístole (volume sistólico final: VSF). Partindo do pressuposto que o volume dessa câmara é diretamente proporcional ao seu diâmetro, obviamente que a relação entre os diâmetros máximos e mínimos também serviriam para estimar a variação do volume ejetado pelo VE (VSF) em relação ao seu volume de enchimento máximo (VDF). Essa relação é a FEVE. Para seu cálculo, podemos utilizar as duas principais janelas paraesternais: a PLVE ou a PTVE. Nessas, utilizando o Modo-M, centralizando o cursor no meio do VE, devemos seguir com a obtenção dos diâmetros máximos e mínimos de VE durante o ciclo cardíaco. Com a obtenção desses diâmetros passaríamos a realizar a estimativa do VDF e o do VSF, com a utilização da fórmula: $\text{Volume (mL)} = (7 \times \text{Diâmetro}^3) / (2,4 + \text{diâmetro})$. Obtendo-se os valores máximos e mínimos dos volumes de VE, basta aplicar a fórmula para a obtenção da estimativa da FEVE: $(\text{VDF} - \text{VSF}) / \text{VDF}$. Apesar dessa fórmula ser

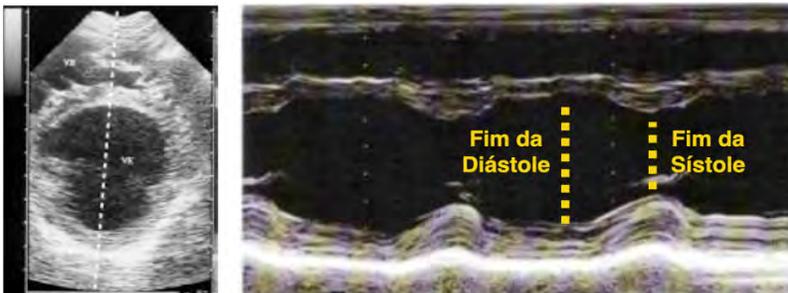
de fácil realização, ela apresenta inúmeros problemas. O principal deles se encontra na sua confiabilidade em diferentes situações. Caso haja algum déficit contrátil segmentar, obviamente sem esse que haverá também uma redução da variação do diâmetro da cavidade naquele segmento, o que implicaria em um erro dessa estimativa. Portanto, em pacientes com déficits segmentares, essa não é uma opção muito adequada. Outro ponto muito relevante na UTI, se aplica à FEVE propriamente dita. A obtenção de um valor de FEVE pode não influenciar diretamente na conduta do intensivista e pode inclusive induzir a erros. Por exemplo, em um paciente com choque hipovolêmico, a FEVE pode estar adequada, mas o DC deve ser aumentado com a melhora da pré-carga. Isso porque FEVE não é uma estimativa de débito e sim de função, contudo pode ser que em alguns contextos ela seja mal interpretada. Somado a isso, muitas vezes, a má qualidade de imagem pode levar a dificuldade, ou mesmo impossibilidade, em delimitar a borda endocárdica do ventrículo, além de alinhamento inadequado do feixe ultrassônico em relação ao maior eixo ventricular, com conseqüente erro no dimensionamento da câmara e dos volumes ventriculares.⁴⁻⁶

Tabela 2 – Estimativa da função de VE com base na fração de ejeção

Função de VE	Fração de Ejeção de VE (%)
Preservada	> 55
Redução Discreta	45 - 54
Redução Moderada	30 - 44
Redução Grave	< 30

* Uma FEVE > 70% geralmente é associada a um VE hiperdinâmico. Quando exceder 75%, o VE apresenta o sinal de Kissing Walls (hipovolemia severa ou cardiomiopatia hipertrófica).⁴⁻⁶

Figura 15 – Estimativa de FEVE pelo método de Teicholz (Corte PTVE): $FEVE = (VDF - VSF) / VDF$.

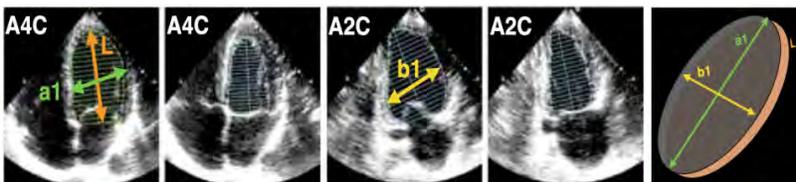


- b.** O cálculo de FEVE baseado na Fórmula de Simpson tem a vantagem de conferir maior fidedignidade em casos de disfunção segmentar. Isso porque ele utiliza avaliação planimétrica do VE em diferentes avaliações, aferidas com a janela apical 02 e 04 câmaras (A2C e A4C). Contudo, pode ser estimada apenas com a Janela A4C, em algumas circunstâncias. Conhecido como método do Disco, ele não determina uma forma pré-estabelecida do VE e assume que realizando seu corte em diferentes circunstâncias, com o cálculo de sua planimetria, o VE pode ser construído baseado em um empilhamento de discos, permitindo sua estimativa. Assim, fragmentando o VE em discos, a FEVE é obtida pela média total das frações, de modo isolado, de cada um dos discos avaliados. Portanto, deve-se obter essas duas janelas e realizar a avaliação de suas áreas, para assim, estimar a variação do volume do VE⁴⁻⁶. As Etapas da Aferição da FEVE pelo Método de Simpson:

- I.** Obter corte A4C;
- II.** Identificar a borda endocárdica durante o ciclo cardíaco;
- III.** Realizar manualmente o contorno da borda endocárdica do VE no final da diástole (pico da onda R no ECG) e da sístole (final da onda T);

IV. Obter corte A2C e repetir medidas do final da sístole e da diástole.

Figura 16 – Aferição da FEVE com base no método de Simpson.



- c. Fração de encurtamento de VE:** segue os mesmos princípios da aferição da FEVE pela fórmula de Teicholz. Contudo, sem a necessidade da conversão de diâmetros em estimativas de volume. Portanto, a lógica de sua utilização é a simplificação do exame, onde uma maior fração de encurtamento ($\Delta D \% = \text{Diâmetro Diastólico Final de VE} - \text{Diâmetro Sistólico Final de VE} \times 100 / \text{Diâmetro Diastólico Final de VE}$) denota uma melhor função sistólica e quanto menor for o valor obtido, proporcionalmente podemos inferir uma função mais reduzida.⁴⁻⁶

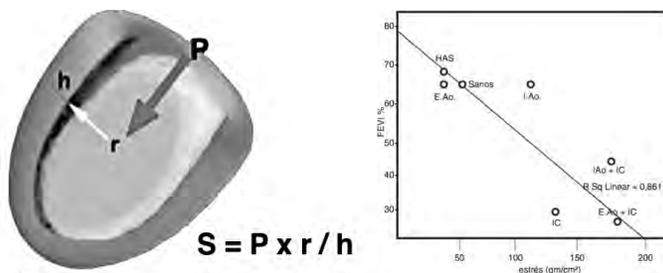
Tabela 3 – Estimativa da função de VE com base na fração de encurtamento

Função de VE	Fração de encurtamento de VE (%)
Preservada	27 - 45
Redução Discreta	22 - 26
Modernamente Reduzida	17 - 21
Gravemente Reduzida	< 16

- d. Estresse parietal de VE:** inicialmente avaliado por estudos hemodinâmicos invasivos, essa avaliação é baseada na lei de

Laplace, sendo uma força que se opõe a contração ventricular (pós-carga). Sendo assim, quando há um aumento da pressão ou da área sistólica ventricular, por conseguinte, há um aumento da resistência ao esvaziamento ventricular. Em contrapartida, em situações em que ocorre redução da pós-carga (diminuição da pressão ou da área sistólica), a contração ventricular decorrerá com maior facilidade. Portanto, podemos inferir que o estresse parietal de VE é inversamente proporcional à sua FE e diretamente ao consumo de oxigênio miocárdio. Esse comportamento encontra-se de acordo com a lei de Laplace, onde o estresse (S) é diretamente proporcional à pressão (P) pelo raio (r) e inversamente proporcional à espessura da parede (h). Portanto, pode ser calculado com a seguinte fórmula: $S = (P \times r) / 2h$, com valor normal de $41 \pm 8 \text{ gm/cm}^2$.^{2,7,8}

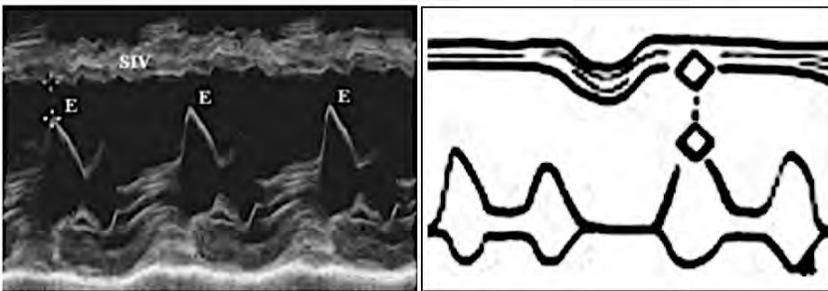
Figura 17 – Estresse Parietal de VE (S) e sua relação inversa com a FEVE.
Adaptado de Guadalajara JF et al.⁸



- e. **Distância E-Septo:** um VE com uma funcionalidade adequada deve possuir uma força contrátil que proporcione a aproximação de suas paredes durante a sístole e uma propulsão satisfatória da válvula mitral durante a sua abertura. Considerando tais princípios,

ao realizar um corte PLVE e selecionar o Modo-M sobre a abertura da válvula mitral, em um VE com função sistólica preservada, encontraremos uma boa aproximação da válvula com a parede septal de VE. Não obstante, caso haja redução da função sistólica, essa distância deverá ser maior devido à pouca abertura da válvula mitral. Uma distância E-Septo < 10 mm é relacionada com a preservação da função sistólica de VE.

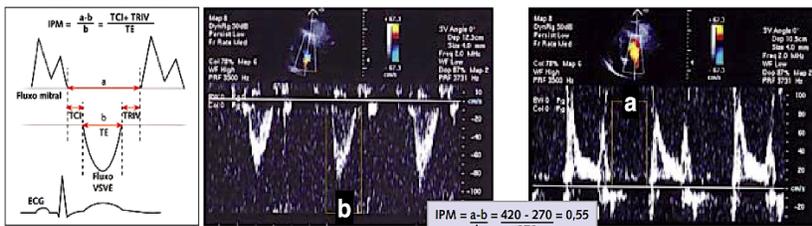
Figura 18 – Distância E-Septo.



- f. Índice de Performance Miocárdica (IPM):** também conhecido como Índice de Tei, ele avalia a função global de VE (sistólica e diastólica) por meio da utilização do Doppler, com análise dos fluxos Transmitral e transaórtico, para a aferição do tempo de contração isovolumétrica (TCI), que é relacionado com a função sistólica e o tempo de relaxamento isovolumétrico (TRIV), que por sua vez, tem correlação com a função diastólica. A soma do TCI e do TRIV, dividida pelo tempo de Ejeção (TE) resulta no IPM. Quanto mais elevado o IPM, portanto, pior a função cardíaca e, também, pior o prognóstico

para esses pacientes; possuindo um ponto de corte em geral de 0,45 para aferir prognóstico e disfunção de VE.⁹⁻¹¹

Figura 19 – Ilustração referente à obtenção do IPM e a sua mensuração em um paciente com função global de VE preservada. *Adaptado de Salgado AA et al.*¹¹



- g. Excursão sistólica do plano anular mitral (*mitral annular plane systolic excursion - MAPSE*):** a excursão sistólica do plano anular da válvula mitral pode ser utilizada como um indicador de função sistólica e, também, diastólica, de fácil execução, confiável e com baixa variação intra e interobservadores. Apesar de ter relação direta com a FEVE, cujos cálculos são baseados sobretudo na ação das fibras subepicárdicas que são circunferenciais, a MAPSE é mais relacionada com a função das fibras subendocárdicas, que são longitudinais e possibilita a avaliação de disfunções sutis da função de VE¹²⁻¹⁶. Para sua avaliação é necessária a obtenção de uma janela A4C, com a seleção do Modo M, selecionando a inserção da válvula mitral e, assim, aferir de modo direto a excursão do plano anular da mitral^{15,16}. Além de ser relacionado com patologias que afetam a função de VE, como infarto agudo do miocárdio e sepse, por exemplo, a MAPSE foi relacionada com a mortalidade de pacientes em UTI com patologias cardiovasculares^{12,17-21}. Além disso, apresentou boa correlação com a FEVE, os índices

de Doppler tecidual da função diastólica do VE (E', E/E') e com a troponina T de alta sensibilidade ($p < 0,001$, $p = 0,039$, $p = 0,009$, $p = 0,003$, respectivamente)²². Um valor médio para MAPSE > 10 mm foi associado com FEVE preservada ($\geq 55\%$) e valores < 8 mm, com FE reduzida (< 50%).^{19,23-25}.

Figura 20 – (a) MAPSE em paciente com função de VE preservada; (b) MAPSE em paciente com função de VE reduzida; (c) Pontos para aferição da MAPSE (seleção do Modo-M) e dos pontos para a sua mensuração; (d) MAPSE - inserção medial; e (e) em inserção lateral, em um paciente com função de VE reduzida. *Adaptado de Hu K et al.*²⁶

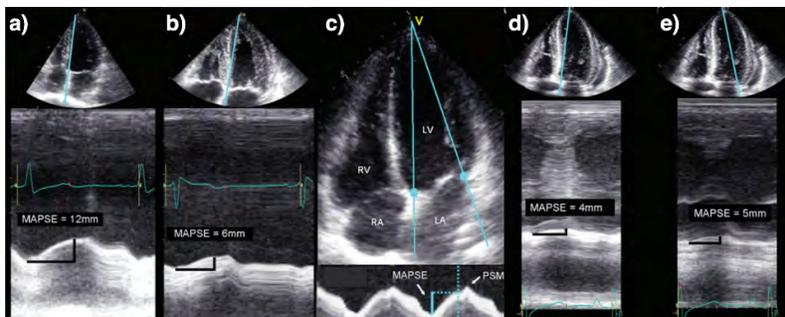


Tabela 4 – Relação do MAPSE com a FEVE. Adaptado de Hu K et al.²⁶

MAPSE	FEVE	Sensibilidade (%)	Especificidade (%)
> 10 mm	> 55%	90 - 92	87
< 8 mm	< 50%	98	82
< 7 mm	< 30%	92	67

h. Velocidade sistólica do miocárdio ventricular (Onda s): aferida na região do anel valvar mitral, reflete o encurtamento sistólico miocárdico longitudinal, além de auxiliar na identificação da disfunção diastólica. Também pode auxiliar na avaliação de

sincronia ventricular e como complementar em ecocardiografia sob estresse. Contudo, pode sofrer influência da angulação do feixe ultrassonográfico e tem limitações quanto a análise dos segmentos apicais de VE.

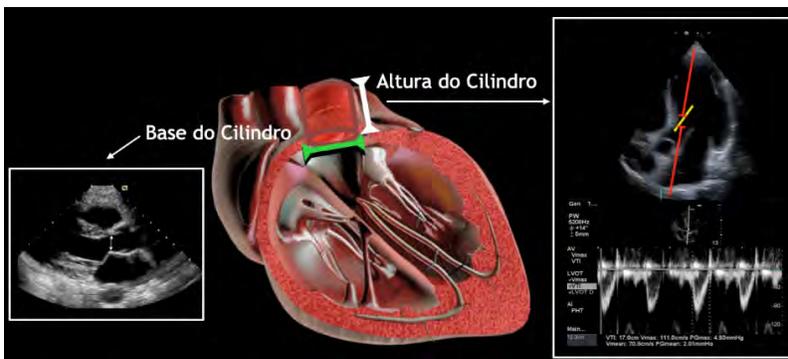
- i. Derivada do aumento da pressão em função do tempo (dP/dT):** quando há presença de refluxo mitral, a mensuração da velocidade do jato, com o Doppler contínuo, pode possibilitar uma medida da função ventricular baseada no fato que a velocidade do jato é dependente do gradiente de pressão entre o VE e o AE em função do tempo, sendo um parâmetro independente de pós-carga ventricular. Contudo, é limitada nos pacientes com insuficiência mitral. Para sua mensuração, devemos empregar o princípio que o gradiente de pressão entre os pontos de 1 m/s e 3 m/s é de 32 mmHg, sendo assim a variação de pressão ao longo do tempo do VE é de 32 dividido pelo tempo empregado para ocorrer a variação de 1 para 3 m/s (t). portanto, a fórmula do dP/dT é $32 / t$ (s) e o valor normal 1.000 e 1.200 mmHg/s

3.2.2 Estimativa de Débito Cardíaco (DC)

O DC é o produto do Volume Sistólico (VS) pela Frequência cardíaca (FC). O VS (volume de sangue ejetado a cada ciclo cardíaco) pode ser estimado pelo US cardíaco com base na fórmula do orifício hidráulico, o qual o fluxo através de um orifício fixo é igual ao produto da sua área seccional transversa, pela velocidade do fluxo através do mesmo, e do princípio de conservação das massas, que determina que o volume ou o fluxo de sangue que atravessa uma determinada região do coração é o mesmo que atravessa outra região. Para o cálculo do VS com base nesses princípios, podemos aferir o volume de sangue que é ejetado para dentro da raiz da aorta a cada batimento cardíaco.

Considerando que a aorta possui um formato cilíndrico, para realizar essa estimativa precisamos adquirir a área de sua base e a sua altura. Para o cálculo da base do cilindro devemos realizar o Corte PLVE e mensurar o diâmetro da VSVE. Esse valor será considerado o diâmetro da base do cilindro. Sendo que a área de um círculo é a multiplicação de π pelo raio ao quadrado ($(\text{diâmetro de VSVE} / 2)^2$). O segundo dado necessário é a altura do cilindro. Esse pode ser obtido com base no cálculo da Velocidade Integral Tempo (VTi) da VSVE, a partir do Doppler pulsado da VSVE. A VTi é a soma das velocidades das hemácias ejetadas a cada ciclo cardíaco e que, por conseguinte, reflete a distância média que o sangue percorre a cada batimento cardíaco. Com esse dado, basta multiplicar a área da base pela altura do cilindro e assim obter o valor do VS ($\pi r^2 \times h = \pi(\text{Diâmetro de VSVE} / 2)^2 \times \text{VTi}$). Para o cálculo do DC, basta multiplicar pela FC e para o cálculo do índice Cardíaco (IC), dividir o DC pela superfície corpórea do paciente. As medidas de DC pelo US cardíaco, em geral, apresentam uma boa acurácia, com uma boa correlação com os dados obtidos em métodos invasivos (cateter de artéria pulmonar) e minimamente invasivos (análise de contorno de pulso e termodiluição transpulmonar)²⁷⁻²⁹.

Figura 21 – Aferição do VS com base na obtenção do diâmetro da VSVE, no corte PLVE e da UTi no corte A5C.



3.3 Avaliação objetiva da função diastólica de VE

Apesar de muitas vezes negligenciada, a avaliação diastólica de VE é de grande importância, sobretudo, em pacientes com dispneia, com insuficiência cardíaca descompensada, com sepse e em processo de desmame ventilatório. A disfunção diastólica é uma consequência das alterações do relaxamento que pode ou não ter alterações de contratilidade associada, muitas vezes precedendo a disfunção sistólica. Para a sua avaliação, inúmeras variáveis podem ser utilizadas e para sua obtenção as principais técnicas empregadas são: as avaliações do fluxo mitral (Doppler Pulsado) e do Doppler tecidual do anel mitral, os quais tem relação com as pressões de enchimento instantâneas do VE; o volume do átrio esquerdo (AE) indexado pela superfície corpórea, que expressa o efeito a longo prazo das pressões de enchimento sobre o VE (marcador de possível alteração diastólica crônica); e a velocidade do refluxo tricúspide, podendo ainda ser avaliado de modo complementar o fluxo venoso pulmonar e a manobra de Valsava. Contudo, algumas alterações clínicas podem apresentar dificuldades e limitações para essas medidas, como a cardiomiopatia hipertrófica, a calcificação do anel mitral, a presença de um refluxo mitral importante, ou de arritmias cardíacas, assim como o pós-operatório de transplante cardíaco.³⁰⁻³²

A presença de dois ou mais critérios pode definir o diagnóstico de disfunção diastólica em pacientes com função sistólica preservada, sem doença estrutural cardíaca:^{30,31}

- a. Relação E/e' média > 14; e/ou
- b. Velocidade e' septal < 7 cm/s ou lateral < 10 cm/s; e/ou
- c. Velocidade do refluxo tricúspide > 2,8 cm/s ; e/ou
- d. Volume indexado do AE > 34 mL/m.

Nesses pacientes com função sistólica preservada, a onda s medida na região do anel mitral pode estar reduzida, de modo precoce, em pacientes com disfunção diastólica, conferindo um bom indicador adicional para essa análise.

Nos pacientes com doença cardíaca estrutural ou com disfunção sistólica, a disfunção diastólica pode ser graduada e as pressões de enchimento estimadas, iniciando-se pela avaliação do fluxo transmitral, conforme a tabela 5, conferindo a graduação da disfunção diastólica conforme descrito na tabela 6.³⁰⁻³³

Tabela 5 – Estimativas da alteração diastólica partindo da avaliação do fluxo transmitral (Relação E/A)

Relação E/A	Interpretação Clínica
<0,8 com onda E<50 cm/s	Relaxamento alterado isolado compressões de enchimento normais
0,8 - 2	Alterações de > 2 dos critérios para confirmar aumento das pressões de enchimento: E/e' Velocidade do refluxo tricuspíde Volume Indexado do AE
> 2,0	Elevações das Pressões de Enchimento

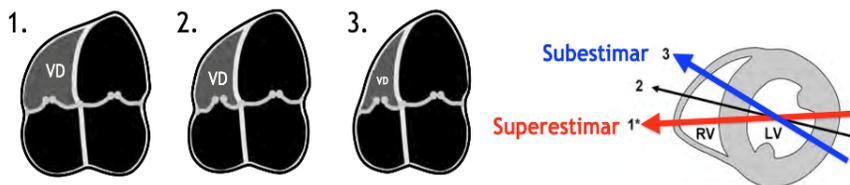
Tabela 6 – Graduação da Disfunção Diastólica

Grau de Disfunção Diastólica	Descrição
Grau I	Alteração de relaxamento ventricular Ausência de aumento pressões de enchimento
Grau II	Alteração de relaxamento ventricular (padrão "pseudonormal" do fluxo mitral; Elevação das pressões de enchimento
Grau III	Padrão restritivo do fluxo mitral Pressões de enchimento muito elevadas.
Indeterminado	Ausência de critério para definir graduação exata.

3.4 Avaliação da função de VD

A avaliação de VD no ambiente de terapia intensiva tem grande relevância, sobretudo, diante de casos de Síndrome da Angústia Respiratória Aguda (SARA) e em casos de Tromboembolismo Pulmonar (TEP). Além disso, pode ser utilizada como um balizado de segurança em pacientes que necessitem de ventilação mecânica invasiva com níveis elevados de pressão expiratória final (PEEP) de modo contínuo ou intermitente (recrutamento alveolar). Algumas das principais aferições diretas de função de VD são sua relação com o VE, o TAPSE, a Onda S'Tecidual e a variação da área fracional (FAC).^{34,35}

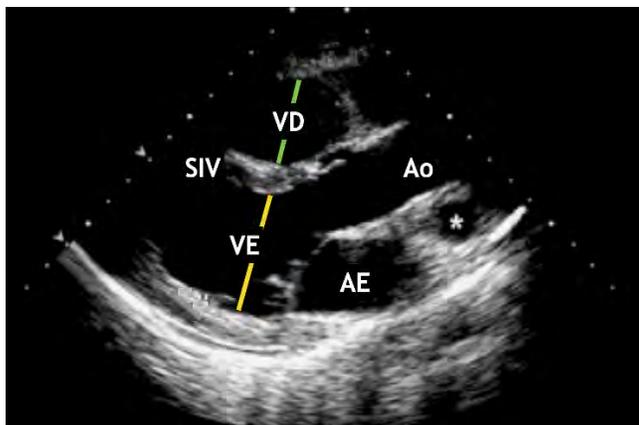
Figura 22 – Morfologia do VD, evidenciando a necessidade de obtenção de mais de um corte para uma melhor avaliação.³⁴



- a. Relação VD / VE:** o VD possui uma morfologia complexa, que envolve o VE, com paredes finas e que em seu maior diâmetro não chega a metade do diâmetro diastólico final de VE. Nas situações onde ocorre disfunção de VD, com a sobrecarga de pressão sobre essa câmara de paredes finas, tende a ocorrer a sua dilatação. Nessas circunstâncias, o diâmetro de VD passa a ter uma relação progressivamente maior, tendo como referência o VE. Portanto, tanto o diâmetro diastólico final de VD, como a

sua área (ADFVD) pelas medidas de VE (ADFVE), determinam se o VD apresenta-se aumentado (relação $> 0,6$). Quando a relação for superior a 1, ou seja, quando o VD for maior que o VE, podemos classificar como dilatação importante de VD. Vale ressaltar que a complexidade morfológica de VD exige sempre uma avaliação de VD em no mínimo dois cortes distintos para uma avaliação mais confiável e acurada.^{34,35}

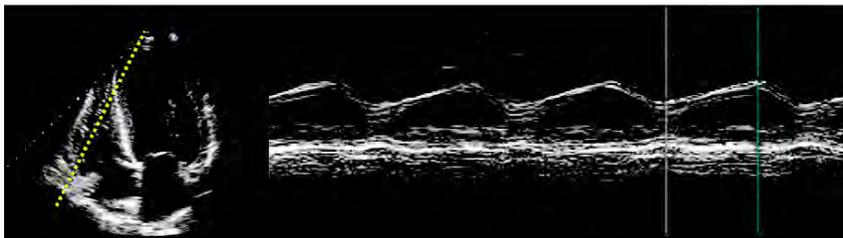
Figura 23 – Relação da área diastólica final de VD sobre a de VE e dos diâmetros diastólicos finais de VD e de VE, no Corte PLVE.



- b. Excursão Sistólica do Plano Anular da Tricúspide (*Tricuspid annular plane systolic excursion - TAPSE*):** A excursão sistólica do anel tricúspide é um bom método para a avaliação sistólica de VD e pode ser obtido facilmente exigindo pouco treinamento e, mesmo assim, apresentando boa acurácia. Para sua obtenção é necessária a realização de um corte A4C no Modo-M, apontando o cursor deste em direção a base lateral da valva tricúspide e, a

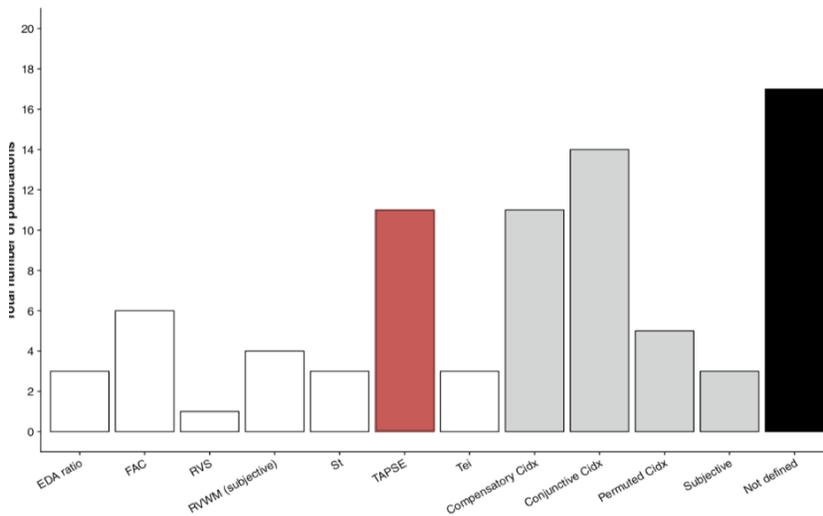
partir disso, realizar a aferição do seu deslocamento longitudinal. A obtenção de um TAPSE > 17 mm configura um perfil de função sistólica de VD preservada, com uma acurácia de 94%. Tem a vantagem de ser simples e acurado, contudo, avalia apenas um segmento de VD.^{34,35}

Figura 24 – Medida do TAPSE, utilizando o Modo-M no Corte A4C.



- c. **Onda S':** é o pico da velocidade de deslocamento do anel lateral tricúspide, na sístole, avaliado pelo Doppler tecidual. O valor máximo obtido de velocidade aferida representa o pico de velocidade do deslocamento do anel tricúspide, representando sua função sistólica, a qual é considerada normal quando assume valores > 9,5 cm/s. Apesar de ser um método relativamente simples, necessita de um pouco mais de treinamento do que o TAPSE e, como esse, também tem como limitação o fato de estudar apenas um ponto isolado de VD.^{34,35}
- d. **Varição da área fracional (FAC):** parâmetro de maior acurácia para avaliação do VD baseado na aferição da variação entre a ADFVD e a ASFVD, durante a sístole na janela A4C $((ADF - ASF) / ADF)$, com valor de normalidade de > 35%.^{34,35}

Figura 25 – Métodos utilizados para avaliação da disfunção de VD, conforme sua frequência de utilização. Adaptado de Huang SJ et al.³⁵

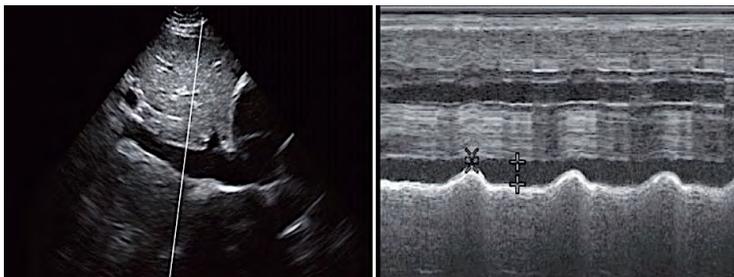


- e. Predição da Pressão de AD:** a estimativa da pressão de átrio direito pode ser obtida com a mensuração do diâmetro da veia cava inferior (VCI) e de sua variabilidade durante o ciclo ventilatório. Em geral, podemos simplificar que um diâmetro inferior a 2 cm, com uma variação acima de 50%, tende a apresentar uma PAD entre 0 e 5 mmHg (média de 3 mmHg). Quando o diâmetro for superior a 2 cm, mas mantendo uma variação acima de 50%, a PAD deve estar entre 5 e 10 mmHg (média de 8 mmHg). E quando variar menos de 50%, entre 10-20 mmHg. [(média de 15 mmHg).³⁴

Tabela 7 – Estimativa da Pressão Venosa Central (PVC) com base no diâmetro da Veia Cava Inferior (vci) e de sua variação durante o ciclo ventilatório.³⁴

Diâmetro VCI (cm)	Varição com respiração	Estimativa de PVC (mmHg)
< 1,5	Colapso (100%)	0 - 5
1,5 - 2,5	> 50%	6 - 10
	< 50%	11 - 15
> 2,5	< 50%	16 - 20
	Ausente	> 20

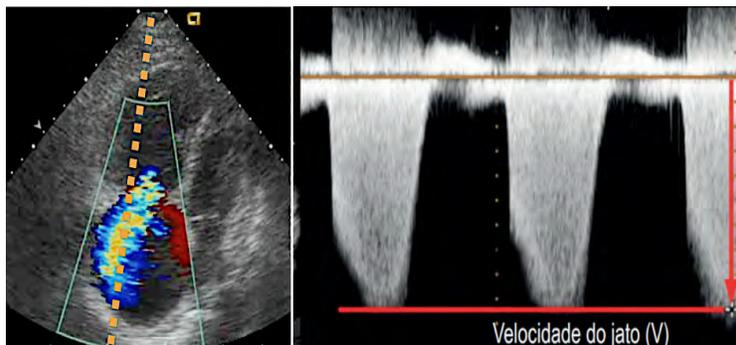
Figura 26 – Mensuração da variação do diâmetro de VCI com a utilização do Modo-M na Janela Subcostal.



- f. Pressão Sistólica de Artéria Pulmonar (PSAP):** baseia-se na equação de Daniel Bernoulli, em que a relação da velocidade do fluxo e o gradiente de Pressão envolvido, com o princípio de conservação de energia (*energia muda de posição/forma, mas a quantidade total de energia em um sistema fechado deve permanecer constante*). De modo simplificado, podemos aferir que a PSAP pode ser obtida por meio da velocidade do fluxo tricuspíde com base na utilização do Doppler Contínuo e da estimativa de átrio direito, pela fórmula, $PSAP = 4.V^2 + PAD$, cujo valor normal se encontra abaixo de 30 mmHg. Seus

valores, quando elevados, podem ser considerados como leve (entre 30-50 mmHg), moderado (50-70 mmHg) ou severa (> 70 mmHg).

Figura 27 – Aferição do pico de velocidade do refluxo tricúspide na janela A4C, com a utilização do Doppler contínuo para o cálculo da PSAP.



Além disso, a avaliação de valvopatias, com sua constatação com o color Doppler e sua mensuração com o Doppler Pulsado ou Contínuo, também podem ser realizadas na beira-do-leito. Contudo, já fazem parte de uma análise mais especializada e não são de rotina na prática diária do intensivista. Nesses cenários sempre deve ser realizada a avaliação em conjunto com um especialista (ecocardiografista).

3.5 Avaliação cardíaca subjetiva / holística (*Eyebolling*)

Para a resposta das principais indagações da rotina do intensivista, apenas a análise subjetiva tende a ser mais do que suficiente, mantendo uma elevada acurácia quando comparada as medidas objetivas (quantitativas). As respostas básicas que necessitam ser respondidas à beira-do-leito, ao avaliarmos o VE, em geral, são acerca de se apresentar uma boa contratilidade, se está envolvido na etiologia do choque circulatório e se vale a pena otimizar

o DC do paciente. Para a realização dessa estimativa visual, empregamos os mesmos princípios adotados pelos métodos quantitativos, contudo, sem a aplicação de suas fórmulas, o que tende a tornar o exame muito rápido, sem perder sua precisão em situações usuais da UTI.³⁶⁻⁴¹

Para a avaliação sistólica de VE podemos empregar alguns princípios básicos adotados no cálculo da FEVE e da fração de encurtamento, do estresse parietal sistólico, do MAPSE e da distância E-Septo. Sendo assim, diante de um VE com função sistólica preservada, esperamos que ele apresente uma boa aproximação de suas paredes durante a sístole, que haja um espessamento satisfatório de suas paredes, com uma boa amplitude de abertura da válvula mitral, a qual deve se aproximar o máximo possível do septo interventricular. Em contrapartida, um VE com função reduzida tende a se apresentar dilatado, com paredes finas, sem uma aproximação significativa de suas paredes, as quais não devem se espessar de modo significativo, além de ter uma baixa amplitude de abertura da válvula mitral, a qual tende a se manter distante do septo interventricular mesmo durante sua abertura máxima. Empregando esses princípios básicos, inúmeros estudos demonstraram ser factível realizar essa diferenciação sobre a função sistólica de VE, mesmo por médicos com pouca experiência no método, mantendo boa correlação com o cálculo da FEVE por métodos quantitativos.³⁶⁻⁴¹

4. QUANDO E POR QUE REALIZAR ULTRASSONOGRRAFIA CARDÍACA NA UTI?

A utilização da US cardíaca na UTI é extremamente ampla. Devendo ser realizada de rotina pelo médico na beira-do-leito, como uma parte do exame físico, configurando-se numa parte essencial da formação do intensivista. Além disso, o US deve ser empregado sempre que houver qualquer dúvida perante o perfil hemodinâmico de um paciente. Nesse cenário propicia o

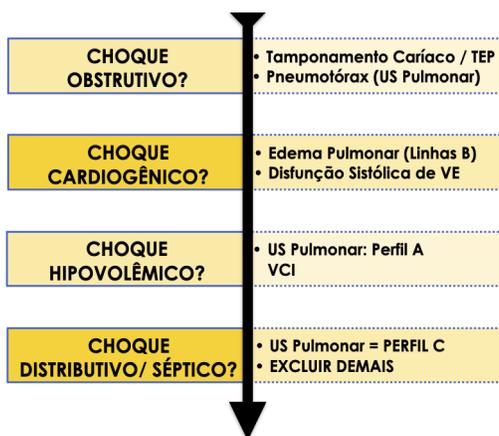
diagnóstico de choque circulatório de modo rápido e com elevada acurácia, além de oferecer parâmetros para aferir a resposta a diferentes medidas terapêuticas adotadas para o suporte, como análises da função miocárdica, e da aferição do estado volêmico da resposta à infusão de fluidos, com o intuito de aumentar o volume sistólico desses pacientes.

4.1 Diagnóstico etiológico do choque circulatório

A avaliação do coração pode propiciar indicadores diretos da etiologia do choque circulatório. A visualização de uma veia cava inferior dilatada e fixa leva ao delineamento de uma provável etiologia obstrutiva ou cardiogênica, excluindo a probabilidade de choque hipovolêmico. A distinção desses fatores é facilmente realizada com a obtenção da avaliação direta do coração. Em pacientes com choque obstrutivo temos três etiologias básicas: tamponamento cardíaco, pneumotórax hipertensivo e tromboembolismo pulmonar. Esse último é facilmente diferenciado com a avaliação direta do pneumotórax pelo US pulmonar (conforme discutido no capítulo referente a esse tema). O tamponamento cardíaco é caracterizado pela visualização de um derrame pericárdico associado a um colapso de câmaras cardíacas (inicialmente com colapso de átrio direito, seguido do ventrículo direito e em casos extremos de átrio esquerdo), além de serem observadas alterações de fluxos valvares conforme o ciclo ventilatório do paciente. Nos pacientes com TEP, alguns achados típicos serão encontrados, como a dilatação de câmaras direitas, onde o VD passará a apresentar um diâmetro, no mínimo, superior a metade do VE, associado a alterações do fluxo valvar com o ciclo ventilatório e uma hipercinesia apical (sinal de Macconel). O choque cardiogênico pode ser visualizado de modo direto com a análise subjetiva ou objetiva do VE, observando-se hipocinesia e baixa fração de ejeção. O choque hipovolêmico, em contrapartida, tende a se apresentar com um padrão de hipercinesia de ventrículo direito, com redução

do volume intravascular, que propicia o contato das paredes cardíacas durante a sístole (sinal “Kissing-Walls”), o qual pode ser melhor visualizado no modo-M. Esses achados, frequentemente, se relacionam com uma VCI com diâmetro reduzido e com ampla variabilidade durante o ciclo ventilatório.^{42,43}

Figura 28 – Protocolo de diagnóstico da etiologia do choque circulatório baseado no Protocolo FALLS desenvolvido pelo Dr Lichtenstein e col.⁴²



4.2 Avaliação de fluidorresponsividade e monitorização hemodinâmica

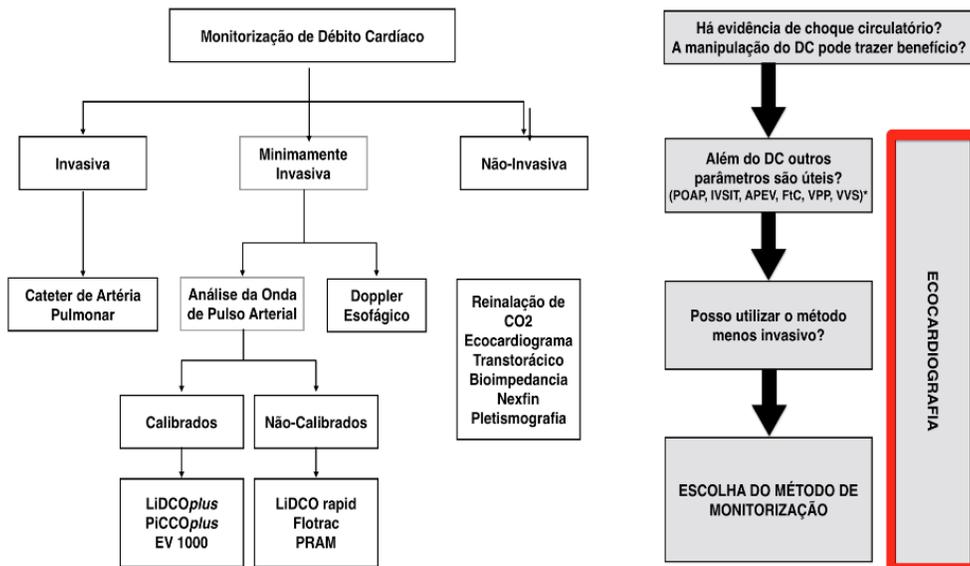
A avaliação da variação do débito cardíaco (DC), ou mesmo da velocidade integral tempo (VTI) pode conferir informações importantes acerca da fluidorresponsividade do paciente, com base na dinâmica da relação coração-pulmão, sobretudo em pacientes sob Ventilação Mecânica com Pressão Positiva. Variações acima de 15% do DC ou da VTI indicam que a infusão de fluidos pode proporcionar um incremento no DC dos pacientes. Para isso é necessário a obtenção de uma janela apical 05 câmaras com a

mensuração do fluxo da via de saída do ventrículo esquerdo (VSVE) e também de uma janela paraesternal eixo longo, para mensuração do diâmetro da VSVE. Com base nesses dados, parte-se para o princípio da lei da conservação de massas, assumindo-se que a aorta tem um formato cilíndrico, o volume sistólico seria considerado como o volume que preenche esse cilindro a cada batimento cardíaco. Então, considerando-se a base do cilindro como a VSVE e a altura como a VTI, a multiplicação da área da VSVE pela VTI proporcionaria o valor do VS, o qual multiplicado pela frequência cardíaca, levaria a estimativa do DC, conforme ilustrada Figura 29. Além disso, nas situações em que medidas adotadas para melhora do DC foram tomadas, como a infusão de drogas inotrópicas, o US cardíaco pode propiciar dados diretos do desempenho cardíaco e sua resposta perante as medidas adotadas. Além disso, a variação da VCI durante o ciclo ventilatório também pode auxiliar com dados pertinentes para a aferição do comportamento do DC perante a infusão de fluidos. Os índices de distensibilidade e colapsabilidade podem ser utilizados para esse fim. Como ponto de corte de 12%, a subtração do diâmetro máximo menos o mínimo dividido pela média desses $((D_{\text{máx}} - D_{\text{mín}}) / [(D_{\text{máx}} + D_{\text{mín}}) / 2])$, ou de 18% quando a subtração dos diâmetros for dividida pelo diâmetro mínimo $((D_{\text{máx}} - D_{\text{mín}}) / D_{\text{mín}})$ podem ser utilizadas para avaliar a possibilidade de o paciente ainda ter benefícios perante a infusão de fluidos para incremento do VS.⁴⁴⁻⁴⁶

Tabela 8 – Comparação do Ecocardiograma e do Cateter de Artéria Pulmonar (CAP) na avaliação do paciente gravemente enfermo. *Adaptado de Porter TR et al.*⁴⁸

Parâmetro	Ecocardiografia	CAP	Vantagem
Pressões de Enchimento	PAD, PCP (indetadamente)	PAD, PCP (medida direta)	CAP
DC	Derivado do Doppler (VTI)	Termodiluição	Igualdade
Avaliação Valvar	Anatomia + Doppler	Não é possível	Ecocardiografia
Função Sistólica/ Diastólica	Parâmetros Ecocardiográficos	Estimativa pela PCP e DC	Ecocardiografia
Riscos	Não-Invasivo	Invasivo	Ecocardiografia
Rapidez de Acessibilidade	Depende do Operador	Detecta Mudanças Imediatamente	CAP

Figura 29 – Consenso de Monitorização hemodinâmica da Sociedade Europeia de Medicina Intensiva: destacando o ecocardiograma como método de monitorização de escolha em todas as situações e momentos do atendimento do paciente com choque circulatório, como método único ou complementar. *Adaptado do Consenso Europeu de Monitorização Hemodinâmica.*⁴⁷

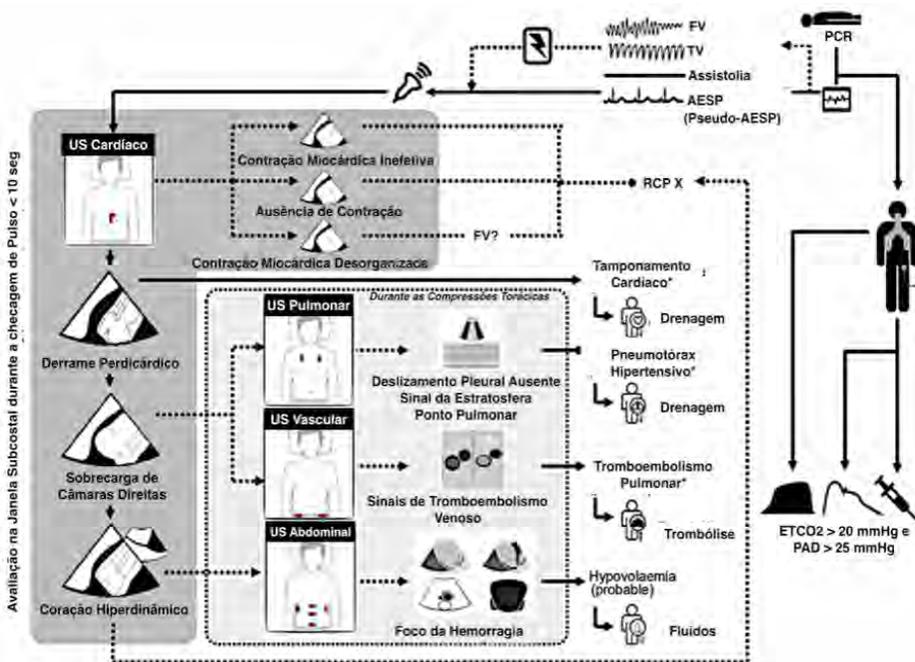


4.3 US Cardíaco perirressuscitação

Conforme descrito no capítulo dedicado exclusivamente ao uso do US no manejo da PCR, o US cardíaco realizado previamente a PCR pode evitar a evolução para esse quadro e até mesmo nortear condutas durante e após a RCP. Além disso, pode confirmar o diagnóstico de PCR e classificar uma atividade elétrica sem pulso (AESP) como verdadeira ou falsa-AESP, o que tem importante papel prognóstico. Durante a RCP além de elucidar o

motivo que gerou o colapso circulatório, o US pode delinear e monitorizar as condutas da equipe, o que segue-se com sua realização após a RCP.⁴⁹

Figura 30 – Algoritmo de US Peri-RCP, utilizando-se o US Cardíaco em conjunto com o US Venoso, Pulmonar e Abdominal. *Adaptado de Tavares J et al.*⁴⁹



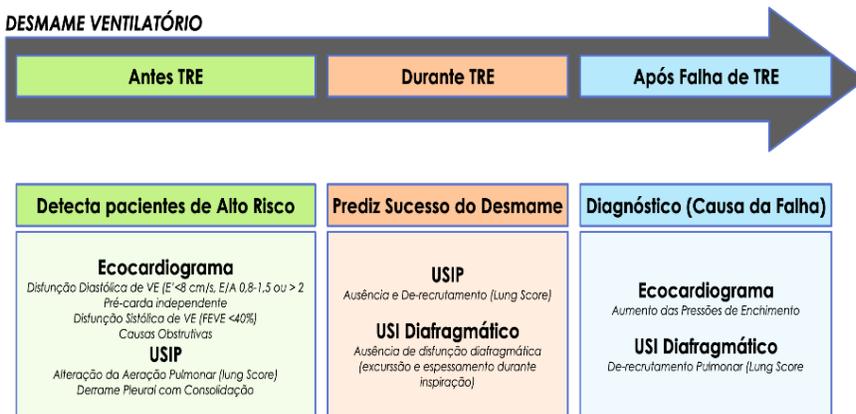
RCP X: Final da RCP; FV: Fibrilação Ventricular; TV: Taquicardia Ventricular; AESP: Atividade Elétrica Sem Pulso

4.4 Desmame ventilatório

Um dos grandes desafios em uma Unidade de Terapia Intensiva é o processo de desmame ventilatório. Nesse contexto, o US cardíaco pode colaborar imensamente, tanto com a avaliação sistólica quanto diastólica de

VE, tanto com a avaliação sistólica ou diastólica de VE, quanto com a associação do US pulmonar (avaliação de derrame pleural e quantificação de aeração pulmonar) e do US diafragmático (avaliando sua movimentação e contração). Previamente ao início do Teste de Respiração Espontânea (TRE), o US cardíaco pode ser utilizado para conferir dados que indiquem um VS adequado para evitar falhas do processo. Além disso, a avaliação diastólica de VE (relação E/A, E/e' e onda S, por exemplo) pode indicar benefício de medidas para negativar o balanço hídrico e evitar hipervolemia que levaria a piores desfechos do processo. Além disso, em casos de falhas do desmame, aquelas com relação a sobrecarga de VE com a redução do suporte ventilatório também podem ser facilmente aferidas de modo rápido, não-invasivo, elevada acurácia e na beira-do-leito com o US Cardíaco.

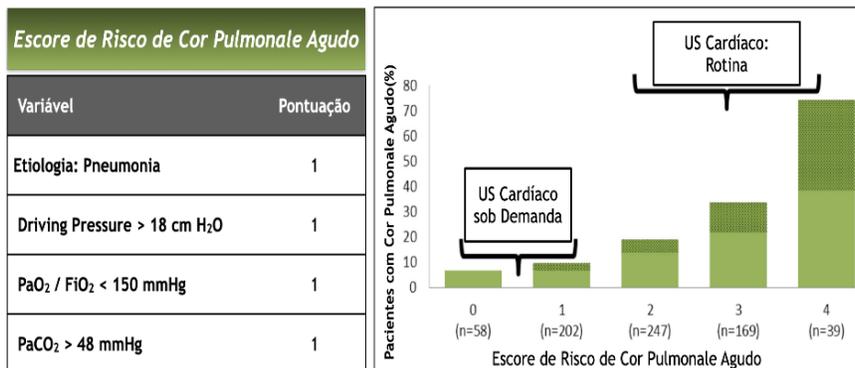
Figura 31 – Algoritmo da utilização do US Cardíaco, em conjunto com o US Pulmonar do Intensivista (USIP) e o US Diafragmático durante o processo de desmame ventilatório. *Adaptado de Mayo P et al.*⁵⁰



4.5 Síndrome Desconforto Respiratório Agudo (SDRA)

Tanto a fisiopatologia da doença como o seu tratamento (suporte ventilatório com pressão positiva) tende a levar a um aumento da pressão da artéria pulmonar e, como consequência a isso, uma sobrecarga de ventrículo direito. A constatação dessa sobrecarga de VD em um paciente com SDRA indica um pior prognóstico, inclusive com aumento da probabilidade de óbito desses pacientes.

Figura 32 – Indicações de US Cardíaco no Paciente com SDRA (algoritmo proposto por Vieillard-Baron et al).⁵¹

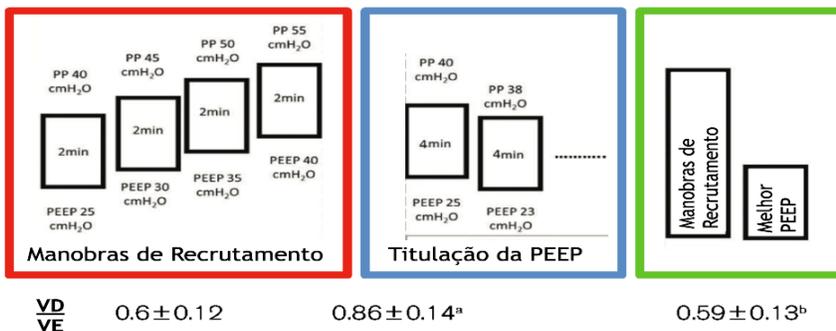


Além disso, pode indicar a realização de ajustes ventilatórios, com redução da PEEP, por exemplo, contribuindo para uma redução dessa sobrecarga e, conseqüentemente, melhora hemodinâmica do paciente. Levando em consideração esse princípio, fica evidente que o US cardíaco deve ser realizado de modo constante nos pacientes com SDRA, sobretudo durante manobras de recrutamento alveolar, com necessidades de aumento da PEEP e quando esses pacientes apresentam deterioração clínica.

Tabela 9 – Incidência de Cor Pulmonale Agudo em conjunto com a Pressão de Plato, com a taxa de mortalidade, em pacientes com SDRA. Adaptado de Jardim F et al.⁵²

Cor Pulmonale Agudo (%)	Pressão de Plato (cm H ₂ O)	Mortalidade (%)
13	<27	30
30	27-35	40
60	35	80

Figura 33 – Alteração da Relação VD/VE durante manobras de recrutamento e sua progressão com redução da PEEP, colaborando para a obtenção de uma PEEP ideal. Adaptado de Mercado P et al.⁵³



4.6 Choque séptico

Em tese, quando classificamos um paciente com choque séptico, esperamos encontrar um padrão hemodinâmico associado a vasoplegia e hiperdinamia, onde o DC pode estar elevado. Sendo assim, o US Cardíaco tende a apresentar evidências de um VE hiperdinâmico, excluindo as demais etiologias de choque, com base nos dados expostos anteriormente nesse capítulo. O US pulmonar pode ainda levar a elucidação do foco diagnóstico na maioria dos casos. Naqueles em que o foco ainda permanecer indeterminado, a avaliação de cavidade abdominal, de seios da face e de outras aplicações do US de todo

corpo, conforme princípios apresentados pelo Dr. Daniel Lichtenstein, podem esclarecer tais indagações. Além disso, a infusão de fluidos e as demais condutas nesses pacientes também podem ser realizadas, de forma seriada, com base nos dados disponíveis. O US Cardíaco pode fomentar inúmeras informações relevantes em pacientes com choque séptico, considerando a frequência de disfunção miocárdica e o impacto do diagnóstico precoce e ajustes terapêuticos direcionados neste grupo de pacientes. Até 32% dos casos de sepse podem evoluir com disfunção de VD, o que geralmente é compensada (DC compensado), a qual tende a ser máxima no segundo dia após o início da sepse e se recuperar em 7-10 dias. Essa alteração pode levar a um aumento do tempo e da necessidade de ventilação pulmonar artificial invasiva e tem relação com a distensão alveolar, com a hipoxemia e acidose. Com base nos dados do US cardíaco é possível titular, indicar e restringir a ressuscitação de fluidos intravenosos, além de buscar uma pressão adequada de perfusão coronariana⁵⁴⁻⁵⁷. Além disso é sempre necessário lembrar que o paciente com choque séptico, além de disfunção miocárdica e de potencial vasoplegia, pode também ter hipovolemia. Todas essas alterações podem ser avaliadas e monitorizadas com o US na beira-do-leito da UTI.⁵⁶

Tabela 10 – Mecanismos Hemodinâmicos potencialmente associados ao processo evolutivo do choque séptico e potenciais benefícios do US em seu manejo clínico na UTI. *Adaptado de Vieillard-Baron et al.*⁵⁶

Hipovolemia	Cardiomiopatia Séptica	Vasoplegia
Muito frequente	Alteração da performance	Estado Hiperdinâmico
Estágio inicial da Sepse	Miocárdica Intrínseca	Vasodilatação
US: Desafio de Fluidos	Alteração Frequente	Periférica grave (baixo índice de resistividade)
US: Fluidoresponsividade	Mascarada pela vasoplegia	Uso de amins vasoativas (noradrenalina).
	Alterações: VD, VE (sístole e diástole)	
	US: Suporte com Inotrópicos	

4.7 COVID-19

O US cardíaco tem um papel de grande relevância na avaliação do paciente com COVID19 grave, internado em UTI. Nesse cenário, o rastreamento de cor pulmonale e de disfunção miocárdica deve ser uma rotina diária da avaliação desses pacientes, sobretudo em situações que os mesmos apresentem deterioração hemodinâmica ou ventilatória.⁵⁸

5. CONCLUSÃO

A utilização do US Cardíaco na avaliação do paciente crítico internado na UTI deve ser uma constante da rotina do intensivista. Sua realização deve ser sempre ponderada no dia-a-dia do cuidado desses pacientes e ser mandatória em todas as situações que decorram com alterações hemodinâmicas significativas. A interpretação de seus dados deve ser rápida e direcionada, com vistas a elucidação diagnóstica e a monitorização hemodinâmica, podendo ainda proporcionar um método para guiar procedimentos para o tratamento do choque circulatório, como a pericardiocentese.

6. REFERÊNCIAS

1. Mark DG, Ku BS, Carr BG, et al. Directed bedside transthoracic echocardiography: preferred cardiac window for left ventricular ejection fraction estimation in critically ill patients. *Am J Emerg Med.* 2007;25(8):894-900. doi:10.1016/j.ajem.2007.01.023
2. Douglas PS, Reicher N, Plappert T, Muhammad A, St. John Sutton MG. Comparison of echocardiography methods for assessment of left ventricular shortening and wall stress. *J Am Coll Cardiol.* 1987;9(4):945-951. doi:10.1016/S0735-1097(87)80253-X

3. Louie EK, Rich S, Levitsky S, Brundage BH. Doppler echocardiographic demonstration of the differential effects of right ventricular pressure and volume overload on left ventricular geometry and filling. *J Am Coll Cardiol*. 1992;19(1):84-90. doi:10.1016/0735-1097(92)90056-5
4. Lang RM, 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(12):1440-1463. doi:10.1016/j.echo.2005.10.005
5. Melamed R, Sprenkle MD, Ulstad VK, Herzog CA, Leatherman JW. Assessment of left ventricular function by intensivists using hand-held echocardiography. *Chest*. 2009;135(6):1416-1420. doi:10.1378/chest.08-2440
6. Slama M, Maizel J. Echocardiographic measurement of ventricular function. *Curr Opin Crit Care*. 2006;12(3):241-248. doi:10.1097/01.ccx.0000224869.86205.1a
7. Balzer P, Furber A, Delépine S, et al. Regional assessment of wall curvature and wall stress in left ventricle with magnetic resonance imaging. *Am J Physiol - Hear Circ Physiol*. 1999;277(3 46-3):901-910. doi:10.1152/ajpheart.1999.277.3.h901
8. Boo JFG, Zárate JG, Reta EB, Pérez P, Carpio RJC. La cuantificación no invasiva del estrés parietal sistólico del ventrículo izquierdo en pacientes con insuficiencia cardíaca y su aplicación clínica. *Arch Cardiol Mex*. 2007;77(2): 120-129.
9. Yeo TC, Dujardin KS, Tei C, Mahoney DW, McGoon MD, Seward JB. Value of a Doppler-Derived index combining systolic and diastolic time intervals in predicting outcome in primary pulmonary hypertension. *Am J Cardiol*. 1998;81(9):1157-1161. doi:10.1016/S0002-9149(98)00140-4

10. Brunelli CP, Poulsen SH, Nielsen JC. The Influence of Heart Rate on the Doppler-Derived Myocardial Performance Index. *J Am Soc Echocardiogr*. 2000;13(5):0379-0384. doi:10.1067/mje.2000.104061
11. Angelo Antunes Salgado, Francisco Manes Albanesi Filho, Márcia Castier RB. Índice de Performance Miocárdica: Fim da Fração de Ejeção? *Rev Bras Ecocardiografia*. 2004;17(3):69-74. http://departamentos.cardiol.br/sbc-depeco/publicacoes/revista/2004/Revista03/10_indice_perform.pdf.
12. Emilsson K. The relation between mitral annulus motion and ejection fraction changes with age and heart size. *Clin Physiol*. 2000;20(1):38-43. doi:10.1046/j.1365-2281.2000.00221.x
13. Cikes M, Solomon SD. Beyond ejection fraction: An integrative approach for assessment of cardiac structure and function in heart failure. *Eur Heart J*. 2016;37(21):1642-1650. doi:10.1093/eurheartj/ehv510
14. Willenheimer R. Assessment of left ventricular dysfunction and remodeling by determination of atrioventricular plane displacement and simplified echocardiography. *Scand Cardiovasc J Suppl*. 1998;48:1—31. <http://europepmc.org/abstract/MED/9636969>.
15. Elnamany MF, Abdelhameed AK. Mitral annular motion as a surrogate for left ventricular function: Correlation with brain natriuretic peptide levels. *Eur J Echocardiogr*. 2006;7(3):187-198. doi:10.1016/j.euje.2005.05.005
16. Matos J, Kronzon I, Panagopoulos G, Perk G. Mitral annular plane systolic excursion as a surrogate for left ventricular ejection fraction. *J Am Soc Echocardiogr*. 2012;25(9):969-974. doi:10.1016/j.echo.2012.06.011
17. Willenheimer R, Cline C, Erhardt L, Israelsson B. Left ventricular atrioventricular plane displacement: An echocardiographic technique for rapid assessment of prognosis in heart failure. *Heart*. 1997;78(3):230-236. doi:10.1136/hrt.78.3.230

18. Emilsson K, Wandt B. The relation between ejection fraction and mitral annulus motion before and after direct-current electrical cardioversion. *Clin Physiol*. 2000;20(3):218-224. doi:10.1046/j.1365-2281.2000.00249.x
19. HÖGLUND C, ALAM M, THORSTRAND C. Atrioventricular Valve Plane Displacement in Healthy Persons: An Echocardiographic Study. *Acta Med Scand*. 1988;224(6):557-562. doi:10.1111/j.0954-6820.1988.tb19626.x
20. Brand B, Rydberg E, Ericsson G, Gudmundsson P, Willenheimer R. Prognostication and risk stratification by assessment of left atrioventricular plane displacement in patients with myocardial infarction. *Int J Cardiol*. 2002;83(1):35-41. doi:10.1016/S0167-5273(02)00007-4
21. Rydberg E, Arlbrandt M, Gudmundsson P, Erhardt L, Willenheimer R. Left atrioventricular plane displacement predicts cardiac mortality in patients with chronic atrial fibrillation. *Int J Cardiol*. 2003;91(1):1-7. doi:10.1016/S0167-5273(02)00578-8
22. Bergenzaun L, Gudmundsson P, Öhlin H, et al. Assessing left ventricular systolic function in shock: Evaluation of echocardiographic parameters in intensive care. *Crit Care*. 2011;15(4). doi:10.1186/cc10368
23. Alam M, Höglund C, Thorstrand C. Longitudinal systolic shortening of the left ventricle: an echocardiographic study in subjects with and without preserved global function. *Clin Physiol*. 1992;12(4):443-452. doi:10.1111/j.1475-097X.1992.tb00348.x
24. Simonson JS, Schiller NB. Descent of the Base of the Left Ventricle: An Echocardiographic Index of Left Ventricular function. *J Am Soc Echocardiogr*. 1989;2(1):25-35. doi:10.1016/S0894-7317(89)80026-4
25. Terada T, Mori K, Inoue M, Yasunobu H. Mitral annular plane systolic excursion/left ventricular length (MAPSE/L) as a simple index for assessing

- left ventricular longitudinal function in children. *Echocardiography*. 2016;33(11):1703-1709. doi:10.1111/echo.13325
26. Hu K, Liu D, Herrmann S, et al. Clinical implication of mitral annular plane systolic excursion for patients with cardiovascular disease. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14(3):205-212. doi:10.1093/ehjci/jes240
 27. Mclean AS, Huang SJ, Kot M, Rajamani A, Hoyling L. Comparison of cardiac output measurements in critically ill patients: Flotrac/Vigileo vs transthoracic Doppler echocardiography. *Anaesth Intensive Care*. 2011;39(4):590-598. doi:10.1177/0310057x1103900409
 28. Mercado P, Maizel J, Beyls C, et al. Transthoracic echocardiography: An accurate and precise method for estimating cardiac output in the critically ill patient. *Crit Care*. 2017;21(1):1-8. doi:10.1186/s13054-017-1737-7
 29. Lefrant JY, Benbabaali M, Ripart J, et al. CO assessment by suprasternal Doppler in critically ill patients: Comparison with thermodilution. *Intensive Care Med*. 2000;26(6):693-697. doi:10.1007/s001340051234
 30. Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2016;29(4):277-314. doi:10.1016/j.echo.2016.01.011
 31. Paulus WJ, Tschöpe C, Sanderson JE, et al. How to diagnose diastolic heart failure: A consensus statement on the diagnosis of heart failure with normal left ventricular ejection fraction by the Heart Failure and Echocardiography Associations of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. 2007;28(20):2539-2550. doi:10.1093/eurheartj/ehm037
 32. Barberato SH, Mantilla DEV, Misocami M, et al. Effect of preload reduction by hemodialysis on left atrial volume and echocardiographic Doppler

- parameters in patients with end-stage renal disease. *Am J Cardiol*. 2004;94(9):1208-1210. doi:10.1016/j.amjcard.2004.07.100
33. Andersen OS, Smiseth OA, Dokainish H, et al. Estimating Left Ventricular Filling Pressure by Echocardiography. *J Am Coll Cardiol*. 2017;69(15):1937-1948. doi:10.1016/j.jacc.2017.01.058
 34. Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, et al. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography. Endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010;23(7):685-713. doi:10.1016/j.echo.2010.05.010
 35. Huang SJ, Nalos M, Smith L, Rajamani A, McLean AS. The use of echocardiographic indices in defining and assessing right ventricular systolic function in critical care research. *Intensive Care Med*. 2018;44(6):868-883. doi:10.1007/s00134-018-5211-z
 36. Shahgaldi K, Gudmundsson P, Manouras A, Brodin LÅ, Winter R. Visually estimated ejection fraction by two dimensional and triplane echocardiography is closely correlated with quantitative ejection fraction by real-time three dimensional echocardiography. *Cardiovasc Ultrasound*. 2009;7(1):1-7. doi:10.1186/1476-7120-7-41
 37. Gudmundsson P, Rydberg E, Winter R, Willenheimer R. Visually estimated left ventricular ejection fraction by echocardiography is closely correlated with formal quantitative methods. *Int J Cardiol*. 2005;101(2):209-212. doi:10.1016/j.ijcard.2004.03.027
 38. Frederiksen CA, Juhl-Olsen P, Hermansen JF, Andersen NH, Sloth E. Clinical utility of semi-automated estimation of ejection fraction at the *point-of-care*. *Hear lung Vessel*. 2015;7(3):208-20816.

39. Johnson BK, Tierney DM, Rosborough TK, Harris KM, Newell MC. Internal medicine *point-of-care* ultrasound assessment of left ventricular function correlates with formal echocardiography. *J Clin Ultrasound*. 2016;44(2):92-99. doi:10.1002/jcu.22272
40. Zidan DH, Helmy TA. Usefulness of mitral annular plane systolic excursion in assessment of left ventricular systolic function in mechanically ventilated obese patients. *J Crit Care*. 2016;34:74-76. doi:10.1016/j.jcrc.2016.03.022
41. Labbé V, Ederhy S, Pasquet B, et al. Can we improve transthoracic echocardiography training in non-cardiologist residents? Experience of two training programs in the intensive care unit. *Ann Intensive Care*. 2016;6(1). doi:10.1186/s13613-016-0150-8
42. Lichtenstein D, Karakitsos D. Integrating lung ultrasound in the hemodynamic evaluation of acute circulatory failure (the fluid administration limited by lung sonography protocol). *J Crit Care*. 2012. doi:10.1016/j.jcrc.2012.03.004
43. Mok KL. Make it SIMPLE: Enhanced shock management by focused cardiac ultrasound. *J Intensive Care*. 2016;4(1). doi:10.1186/s40560-016-0176-x
44. Furtado S, Reis L. Inferior vena cava evaluation in fluid therapy decision making in intensive care: Practical implications. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2019;31(2):240-247. doi:10.5935/0103-507X.20190039
45. Bentzer P, Griesdale DE, Boyd J, MacLean K, Sirounis D, Ayas NT. Will this hemodynamically unstable patient respond to a bolus of intravenous fluids? *JAMA - J Am Med Assoc*. 2016;316(12):1298-1309. doi:10.1001/jama.2016.12310
46. Noritomi DT, Vieira MLC, Mohovic T, et al. Echocardiography for hemodynamic evaluation in the intensive care unit. *Shock*. 2010;34(SUPPL. 1):59-62. doi:10.1097/SHK.0b013e3181e7e8ed

47. Cecconi M, De Backer D, Antonelli M, et al. Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med.* 2014;40(12):1795-1815. doi:10.1007/s00134-014-3525-z
48. Porter TR, Shillcutt SK, Adams MS, et al. Guidelines for the use of echocardiography as a monitor for therapeutic intervention in adults: A report from the american society of echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2015;28(1):40-56. doi:10.1016/j.echo.2014.09.009
49. Tavares J, Ivo R, Gonzalez F, Lamas T, Mendes JJ. Global ultrasound check for the critically ill (GUCCI)—a new systematized protocol unifying *point-of-care* ultrasound in critically ill patients based on clinical presentation. *Open Access Emerg Med.* 2019. doi:10.2147/OAEM.S199137
50. Mayo P, Volpicelli G, Lerolle N, Schreiber A, Doelken P, Vieillard-Baron A. Ultrasonography evaluation during the weaning process: the heart, the diaphragm, the pleura and the lung. *Intensive Care Med.* 2016;42(7):1107-1117. doi:10.1007/s00134-016-4245-3
51. Mekontso Dessap A, Boissier F, Charron C, et al. Acute cor pulmonale during protective ventilation for acute respiratory distress syndrome: prevalence, predictors, and clinical impact. *Intensive Care Med.* 2016;42(5):862-870. doi:10.1007/s00134-015-4141-2
52. Jardin F, Vieillard-Baron A. Is there a safe plateau pressure in ARDS? The right heart only knows. *Intensive Care Med.* 2007;33(3):444-447. doi:10.1007/s00134-007-0552-z
53. Mercado P, Maizel J, Kontar L, et al. Moderate and severe acute respiratory distress syndrome: Hemodynamic and cardiac effects of an open lung strategy with recruitment maneuver analyzed using echocardiography. *Crit Care Med.* 2018;46(10):1608-1616. doi:10.1097/CCM.0000000000003287

54. Parker MM, McCarthy KE, Ognibene FP, Parrillo JE. Right ventricular dysfunction and dilatation, similar to left ventricular changes, characterize the cardiac depression of septic shock in humans. *Chest*. 1990;97(1):126-131. doi:10.1378/chest.97.1.126
55. Vieillard-Baron A, Prin S, Chergui K, Dubourg O, Jardin F. Hemodynamic Instability in Sepsis: Bedside Assessment by Doppler Echocardiography. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;168(11):1270-1276. doi:10.1164/rccm.200306-816CC
56. Guérin L, Vieillard-Baron A. The Use of Ultrasound in Caring for Patients with Sepsis. *Clin Chest Med*. 2016;37(2):299-307. doi:10.1016/j.ccm.2016.01.005
57. Feng M, McSparron JI, Kien DT, et al. Transthoracic echocardiography and mortality in sepsis: analysis of the MIMIC-III database. *Intensive Care Med*. 2018;44(6):884-892. doi:10.1007/s00134-018-5208-7
58. Associação de Medicina Intensiva Brasileira. Recomendações da Associação de Medicina Intensiva Brasileira para a abordagem do COVID-19 em medicina intensiva Abril 2020. *Assoc Med Intensiva Bras*. 2020:1-77.

CAP 03

PROTOCOLO BLUE (BEDSIDE LUNG ULTRASOUND IN EMERGENCY)

Pablo Rodrigues Costa Alves

Thiago Nabil Hanna

Paulo César Gottardo

1. INTRODUÇÃO^{1,2}

O desenvolvimento da ultrassonografia (USG) portátil para uso à beira leito é descrito desde 1982. Contudo, até pouco tempo atrás, a USG não parecia ser uma tecnologia adequada para a avaliação do parênquima pulmonar, considerando que as ondas de ultrassom não se propagam no ar. Apenas em 1989, na UTI François Jardin's, seria criado o padrão para o uso em pacientes críticos. Foi baseado na experiência de 25 anos deste serviço utilizando a USG com essa finalidade que Daniel A. Lichtstein criou o protocolo BLUE para a prática sistemática de USG pulmonar à beira leito, com o objetivo de diagnóstico imediato de insuficiência respiratória aguda, no pronto-socorro.

A insuficiência respiratória aguda é uma situação estressante para o paciente. Na emergência, nem sempre existirão as condições iniciais para se

fazer o diagnóstico imediato das diversas etiologias, o que pode comprometer o seu desfecho. Sendo assim, o uso da USG pulmonar à beira leito foi desenvolvido para auxiliar no rápido diagnóstico de situações críticas que exigem intervenção médica através de um aparelho relativamente disponível em todo hospital, possibilitando a categorização do paciente em determinados perfis.

Estudos têm mostrado que esse protocolo, mesmo não sendo realizado por um especialista, tem atingido a mesma acurácia de outros exames mais dispendiosos. Portanto, é de extrema importância que todo médico generalista se familiarize com a sua propedêutica, em especial os que trabalharão em salas de emergência.

2. RESPONSÁVEL PELA PRESCRIÇÃO E PELA EXECUÇÃO³

O uso do USG para fins diagnósticos é de responsabilidade exclusiva do médico de acordo com a Lei do Ato Médico (artigo 4º, III da lei 12.842, 10 de julho de 2013).

3. INDICAÇÃO

Insuficiência respiratória aguda que pode ser definida por: frequência respiratória ≥ 30 irpm; $\text{PaO}_2 \leq 60$ mmHg; saturação de oxigênio em ar ambiente $\leq 90\%$, medida por oximetria de pulso; ou pressão parcial de gás carbônico (PCO_2) ≥ 45 mmHg com pH arterial $\leq 7,35$.

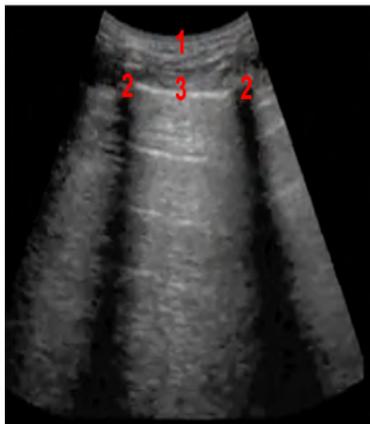
4. CONTRAINDICAÇÕES

Não há contraindicações ao procedimento quando o profissional possui segurança para realizá-lo.

5. REVISÃO ANATÔMICA E FISIOPATOLÓGICA¹

O principal objetivo é compreender características importantes do pulmão e pleura, para definir padrões e características que podem ser encontradas. Primeiramente, a linha pleural está localizada 0,5 cm abaixo da linha das costelas no adulto. A visão da costela superior, linha pleural e costela inferior, forma o “sinal do morcego” na USG (**Figura 1**).

Figura 1 – Em 1 pode-se observar o tecido celular subcutâneo, levemente hipoecogênico. Em 2 observa-se a costela, vista em corte transversal, pois esse é o posicionamento do transdutor; trata-se de uma estrutura redonda-ovalada, hiperecogênica e com sombra acústica posterior. Em 3 observamos o eco pleural normal.



São achados compatíveis com um parênquima pulmonar normal: no modo B, é possível visualizar o deslizamento pleural normal e, abaixo, linhas horizontais decorrentes da linha pleural (linhas A), separadas por intervalos regulares iguais à distância entre a pele e a linha pleural (**Figura 2**). No modo M a dinâmica pulmonar gera deslizamento pleural, que é registrado como um padrão arenoso (**Figura 3**) conhecido como “sinal da praia” ou “sinal da beira-mar” (perfil A).

Figura 2 – Linhas A: artefatos originados da reverberação da linha pleural.

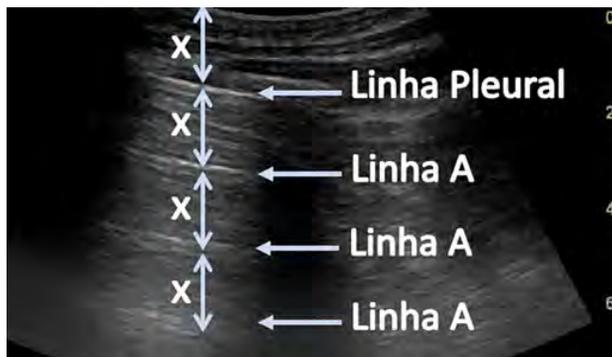
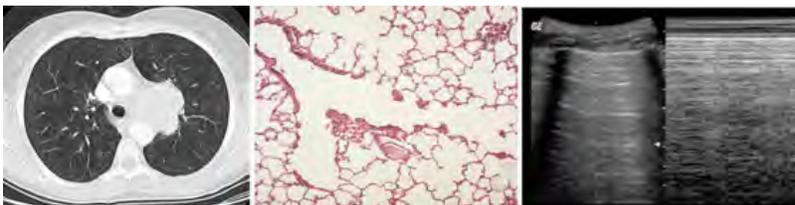
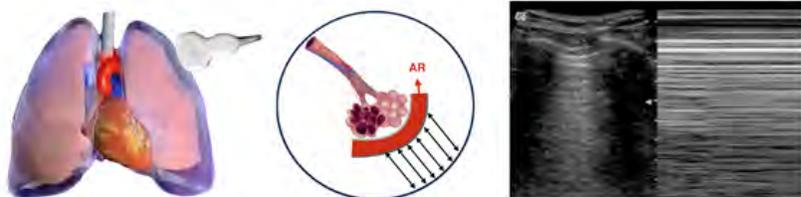


Figura 3 – Linha pleural e “sinal da praia”, evidenciando um pulmão normal, como destacado na imagem tomográfica; além do parênquima completamente aerado, conforme ilustrado na peça histopatológica.



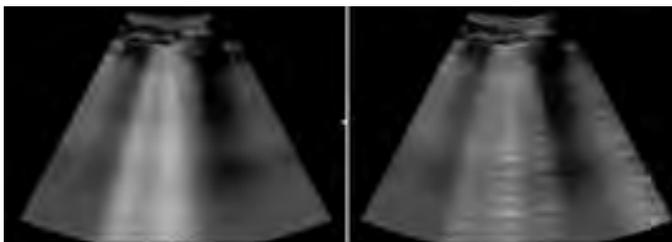
A ausência de deslizamento pleural na USG, com presença de linhas A, sugere pneumotórax. No modo M será encontrado o “sinal da estratosfera” ou “sinal do código de barras” (**Figura 4**): uma sucessão de linhas horizontais, indicando a ausência completa de dinâmica na linha pleural e abaixo dela. O ponto pulmonar (local onde é possível visualizar uma área com deslizamento pleural normal e uma área sem deslizamento pleural) aumenta a confiança no diagnóstico ultrassonográfico de pneumotórax. A presença destes achados sugere choque obstrutivo por pneumotórax.

Figura 4 – Obtenção da imagem de USG pulmonar em paciente com pneumotórax. A ausência de deslizamento pleural é decorrente da reverberação da última estrutura visualizada antes de atingir a coleção e ar, ou seja, a pleura parietal, a qual é reverberada, gerando linhas A; contudo, sem deslizamento pleural. No modo M, como todas estruturas avaliadas pela USG estão praticamente paradas ao redor do tempo, apenas serão visualizadas linhas retas, o que configura o “sinal da estratosfera”.



A presença de > 3 cometas pulmonares, ou linhas B, por campo (perfil B) indica síndrome intersticial – geralmente edema intersticial. Os cometas pulmonares são caracterizados por um artefato vertical, que se assemelha à cauda de um cometa, surgindo da linha pleural e movendo-se em conjunto com o deslizamento pleural. São bem definidos, não desbotam, descem até a borda da tela e obliteram as linhas A. O encontro de perfil B nesta fase do exame sugere choque cardiogênico (**Figura 5**), especialmente se a contratilidade miocárdica estiver prejudicada na avaliação da janela cardíaca.

Figura 5 – Linhas B em um paciente com choque cardiogênico derivado de uma insuficiência cardíaca descompensada perfil C: inicialmente com linhas B coalescentes, com posterior espaçamento desse artefato.



A aplicação do Protocolo BLUE no pronto-socorro proporciona uma maior celeridade no diagnóstico e nas condutas de pacientes com insuficiência respiratória, o que pode ser relacionado com melhores desfechos e reduções de custos ao serviço.

5.1 Perfis de USG pulmonar na insuficiência respiratória aguda

- **Perfil A:** sinal do deslizamento anteriormente, com linhas A;
- **Perfil A':** perfil A, porém sem sinal do deslizamento;
- **Perfil B:** sinal do deslizamento anteriormente, com três ou mais linhas B no mesmo espaço intercostal;
- **Perfil B':** perfil B, porém sem sinal do deslizamento;
- **Perfil C:** identificação anterior de consolidação pulmonar e/ou espessamento ou irregularidade da linha pleural;
- **Perfil A/B:** perfil A em um pulmão e B no outro;
- **Perfil A-V-PLAPS (síndrome alveolar posterior e/ou síndrome pleural):** combinação do perfil A, ausência de trombose venosa profunda (TVP) e PLAPS.

5.2 Correlação dos perfis do USG pulmonar com as doenças

- a. Pneumonia: perfil A/B, C, B' ou A-V-PLAPS;
- b. Edema pulmonar cardiogênico agudo: perfil B;
- c. Doença pulmonar obstrutiva (asma e DPOC): sem perfil;

- d. Pneumotórax: perfil A' com ponto pulmonar;
- e. Embolia pulmonar: perfil A com TVP;

6. MATERIAL NECESSÁRIO

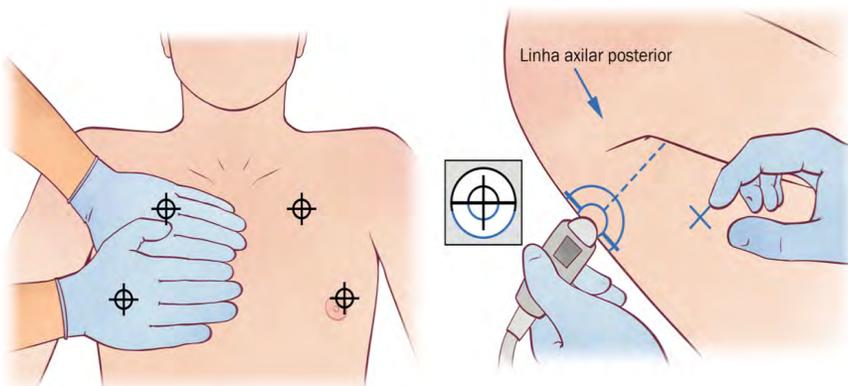
- a. Equipamento de USG, preferencialmente com transdutor curvilíneo de baixa frequência (embora qualquer transdutor pode ser utilizado);
- b. Gel condutor de USG.

7. DESCRIÇÃO DA TÉCNICA¹

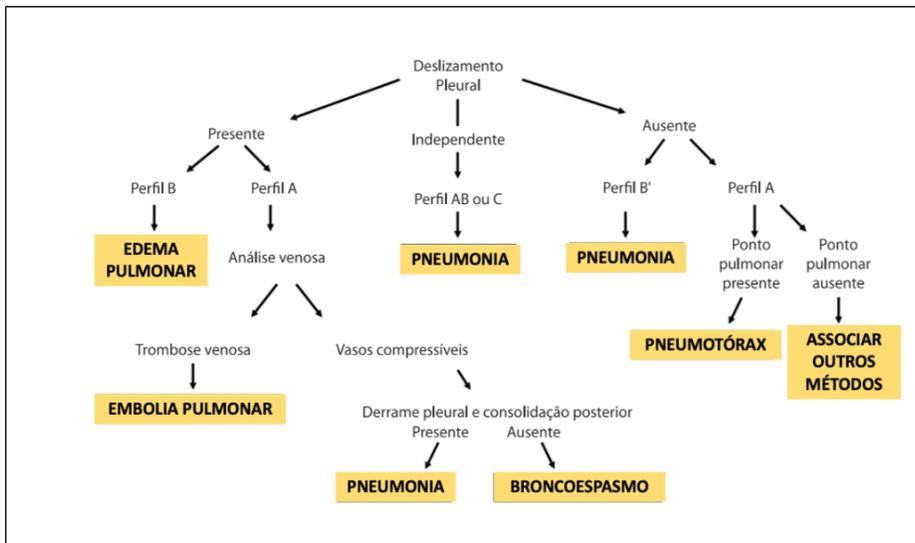
- a. **Posicionamento:** é preferencial a posição sentada, contudo, nem sempre o paciente conseguirá e, portanto, a posição supina é alternativa. O braço ipsilateral à lateral examinada deverá estar abduzido em direção ao lado oposto;
- b. **Posicionamento da máquina e iluminação:** a tela da máquina de USG deverá estar em posição visível para o operador. A luz ambiente deverá estar reduzida ao máximo para melhorar o contraste da tela;
- c. **Preset:** se possível, a configuração para exame abdominal deverá ser escolhida;
- d. **Preparação do *probe*:** escolher o *probe* convexo, aplicar o gel condutor e em seguida, com uma luva, o empacotar de forma a não conter ar. Após isso, aplicar novamente o gel sobre o material;
- e. **Pontos torácicos:** definir padrões bilaterais: anterior, lateral e posterolateral, totalizando 6 pontos.
 - i. Com as duas mãos do examinador espalmadas sobre um dos hemitórax do paciente – excluindo-se os polegares

– e com a mão superior tocando a clavícula, infere-se a posição do pulmão e permite-se a determinação dos três pontos padronizados (**Figura 6**) que deverão ser utilizados para a realização da USG pulmonar: (1) ponto superior (meio da mão superior), (2) ponto inferior (meio da mão inferior) e (3) ponto frênico (intersecção da linha axilar média e uma linha imaginária que se inicia 1 a 2 cm abaixo do ponto pulmonar inferior e segue em região ao dorso do paciente). Deve-se proceder com uma varredura da região posterior do tórax, avaliando a possível presença de derrame pleural ou de consolidações, o que, quando presente, determina a presença de PLAPS (*posterolateral alveolar or pleural syndromes*). Durante este exame, deve-se avaliar primeiro a presença de deslizamento pleural e, em seguida, a presença de perfil B (> 3 cometas pulmonares/ campo).

Figura 6 – Locais de varredura com *probe* na USG pulmonar.



- f. Localização e angulação do *probe*:** nos pontos marcados, o *probe* deverá ser mantido de forma perpendicular na superfície da pele entre o espaço das costelas, em direção cranial;
- g. Definir precisamente a linha pleural e procurar observar se há deslizamento:**
 - I.** Se não houver deslizamento pleural, deve-se avaliar se existem linhas B (perfil B'), sugerindo pneumonia, ou linhas A (perfil A'). Caso exista perfil A' com ponto pulmonar identificável, o provável diagnóstico será pneumotórax. Sem o ponto pulmonar, deve-se prosseguir na investigação.
- h. Caso o deslizamento pleural esteja presente, deve-se definir se há presença de linhas A, B ou C em todos os 6 pontos marcados:**
 - I.** Perfil B bilateral sugere edema pulmonar;
 - II.** Perfil A/B ou C sugere pneumonia.
- i. Pacientes identificados com perfil A, avaliar TVP:**
 - I.** Se houver TVP: embolia pulmonar deve ser a etiologia da insuficiência respiratória.
- j. Se não houver sinais de TVP, procurar padrão PLAPS:**
 - I.** PLAPS presente: pneumonia;
 - II.** Sem PLAPS: doença pulmonar obstrutiva crônica e asma devem ser consideradas.

Figura 7 – Árvore de decisão do protocolo BLUE.

8. COMPLICAÇÕES

O procedimento é seguro e isento de complicações; sobretudo, sua acurácia é operador dependente. Vale destacar que o protocolo BLUE não foi desenhado para fornecer a totalidade dos diagnósticos de dispneia aguda e, assim, não deve cegar o julgamento clínico.

9. REFERÊNCIAS

1. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure the BLUE protocol. *Chest*. 2008;134(1):117-125. doi:10.1378/chest.07-2800

2. Seyedhosseini J, Bashizadeh-fakhar G, Farzaneh S, Momeni M, Karimialavijeh E. The impact of the BLUE protocol ultrasonography on the time taken to treat acute respiratory distress in the ED. *Am J Emerg Med.* 2017;35(12):1815-1818. doi:10.1016/j.ajem.2017.06.007
3. Brasil. Lei nº 12.842, de 10 de julho de 2013. Dispõe sobre o exercício da Medicina. *Diário Of da União.* 2013;132.

CAP 04

PROTOCOLO FALLS (ADMINISTRAÇÃO DE FLUIDOS GUIADA POR ULTRASSONOGRAFIA PULMONAR)

Pablo Rodrigues Costa Alves
João Marçal Medeiros de Sousa
Lucas Costa Macedo
Paulo César Gottardo

1. INTRODUÇÃO

O protocolo FALLS (sigla em inglês para administração de fluidos limitada por ultrassonografia pulmonar) é uma ferramenta proposta para auxiliar o médico na identificação etiológica do choque circulatório apresentado pelo paciente.

O choque circulatório é um dos maiores desafios no dia a dia do médico, na emergência e nas unidades de terapia intensiva; diversas ferramentas, como a ecocardiografia e dispositivos de termodiluição transpulmonar, têm sido utilizadas para a avaliação destes pacientes. Todavia, essas ferramentas não foram projetadas para obtenção de um diagnóstico, pois fornecem apenas uma ideia indireta do mecanismo do choque.^{1,2}

O protocolo FALLS, por outro lado, foi projetado para descartar sequencialmente as principais causas de choque, de acordo com a classificação de Weil, explorando a capacidade da ultrassonografia (USG) em detectar a síndrome intersticial, que será considerada um marcador direto da volemia clínica.³ Este protocolo discrimina os pacientes que podem se beneficiar de fluidoterapia e quando exatamente esta última deve ser interrompida.

2. RESPONSÁVEL PELA PRESCRIÇÃO E PELA EXECUÇÃO⁴

A emissão de laudos de exames de imagem, bem como sua indicação, é de responsabilidade exclusiva do médico de acordo com a Lei do Ato Médico (artigo 4º, VII da lei 12.842, 10 de julho de 2013).

3. INDICAÇÃO

Avaliação de pacientes com quadro de choque circulatório.

4. CONTRAINDICAÇÕES

Não há contraindicações para a realização do protocolo FALLS. São limitações do protocolo FALLS:

- a. Perfil B visto na avaliação inicial que impede a avaliação da pressão de oclusão da artéria pulmonar. Neste contexto, o protocolo FALLS não pode ser aplicado:
 - i. O perfil B ocorre, geralmente, por conta de um edema pulmonar hemodinâmico. Uma USG cardíaca simples pode evidenciar o comprometimento do coração esquerdo;

- i.** Fibrose pulmonar ou qualquer doença intersticial crônica podem ser observadas em pacientes chocados; doenças pulmonares podem gerar linhas B.
- b.** Choque cardiogênico no infarto do ventrículo direito. Nesta situação, o perfil A – e não B, como previsto no choque cardiogênico em geral – pode ser encontrado e sugere a administração de fluidos conforme a proposta do protocolo FALLS. Vale salientar que a administração de fluidos, neste cenário, pode ser a terapia mais apropriada. Além disso, deve-se observar que, entre os testes envolvidos na avaliação de choque, é realizado um ECG de 12 derivações, o que geralmente permite o diagnóstico de infarto de ventrículo direito. Nesse grupo, o ecocardiograma pode possibilitar o diagnóstico de modo precoce (até mesmo antes do ECG), com base na visualização de algum déficit de contratilidade segmentar.

5. REVISÃO ANATÔMICA, FISIOLÓGICA E FISIOPATOLÓGICA:

O choque é uma condição ameaçadora à vida, decorrente de uma má distribuição generalizada de fluxo sanguíneo que resulta em falência da oferta de oxigênio e/ou consumo de oxigênio, levando à hipóxia tecidual.⁵ De acordo com a histórica classificação de choque de Weil, há quatro tipos de choque: hipovolêmico, cardiogênico, distributivo e obstrutivo.⁶ Nesta classificação, o choque distributivo inclui o neurogênico, o anafilático e o séptico. No protocolo FALLS, apenas o séptico é abordado. Considerando que o neurogênico e anafilático são raros e com quadro clínico característico, sua exclusão do protocolo não causa prejuízos.⁷

6. MATERIAL NECESSÁRIO

- a. Equipamento de USG com transdutor curvilíneo de baixa frequência (vale salientar que os transdutores setoriais de frequências médias apresentam melhor acuidade para avaliação cardíaca);
- b. Gel condutor de USG;
- c. Acesso venoso;
- d. Fluidos isotônicos: NaCl 0,9%, ringer lactato ou Plasma-Lyte.

7. DESCRIÇÃO DA TÉCNICA

- a. A primeira janela acústica analisada é a subcostal ou subxifóidea (**Figura 1**), que permitirá uma avaliação cardíaca global. Nesta parte do exame, deve-se procurar por derrame pericárdico e/ou tamponamento cardíaco, bem como dilatação das câmaras direitas. Essas informações permitirão descartar choque obstrutivo por tamponamento cardíaco e tromboembolismo pulmonar (TEP) grave, respectivamente (**Figura 2**). Ademais, pode-se aproveitar esta janela para avaliação da contratilidade miocárdica.
 - I. A presença de um derrame pericárdico extenso, impedindo ou dificultando o enchimento cardíaco, sugere choque obstrutivo por tamponamento cardíaco.⁸
 - II. A presença de aumento das câmaras direitas e/ou movimentação paradoxal do septo interventricular, com uma hipercinesia apical de ventrículo direito (sinal de McConnell) e/ou abaulamento do septo interventricular sugerem choque obstrutivo por TEP.⁹

Figura 1 – Janela acústica subcostal ou subxifóidea.

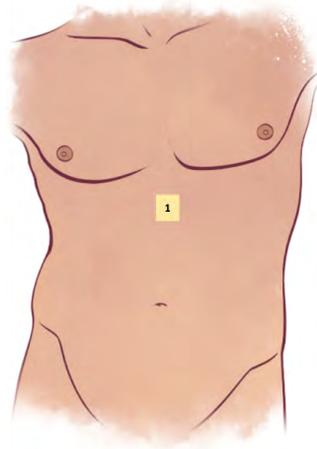


Figura 2 – Corte SC4C em diferentes etiologias de choque circulatório, da direita para a esquerda: tamponamento cardíaco, TEP e choque cardiogênico.



- b.** Com as duas mãos do examinador espalmadas sobre um dos hemitórax do paciente – excluindo-se os polegares – e com a mão superior tocando a clavícula, infere-se a posição do pulmão e permite-se a determinação dos três pontos padronizados (**Figura 3**) que deverão ser utilizados para a realização da USG pulmonar: (1) ponto superior (meio da mão superior), (2) ponto

interior (meio da mão inferior) e (3) ponto frênico (intersecção da linha axilar média e uma linha imaginária que se inicia 1 a 2 cm abaixo do ponto pulmonar inferior e segue em região ao dorso do paciente). Deve-se proceder com uma varredura da região posterior do tórax, avaliando a possível presença de derrame pleural ou de consolidações, o que, quando presente, determina a presença de PLAPS (*posterolateral alveolar or pleural syndromes*). Durante este exame, deve-se avaliar primeiro a presença de deslizamento pleural e, em seguida, a presença de perfil B (> 3 cometas pulmonares/ campo).^{3,7}

- I. São achados compatíveis com um parênquima pulmonar normal: no modo B é possível visualizar o deslizamento pleural normal e, abaixo, linhas horizontais – linhas A – decorrentes da reverberação da linha pleural, separadas por intervalos regulares iguais à distância entre a pele e a linha pleural (**Figura 4**). No modo M, a dinâmica pulmonar gera deslizamento pleural, que é registrado como um padrão arenoso (**Figura 5**) conhecido como “sinal da praia” ou “sinal da beira-mar” (perfil A);
- II. A ausência de deslizamento pleural na USG, com presença de linhas A, sugere pneumotórax. No modo M será encontrado o “sinal da estratosfera” ou “sinal do código de barras” (**Figura 6**): uma sucessão de linhas horizontais, indicando a ausência completa de dinâmica na linha pleural e abaixo dela. O ponto pulmonar (local onde é possível visualizar uma área com deslizamento pleural normal e uma área sem deslizamento pleural) aumenta a confiança no diagnóstico ultrassonográfico de

pneumotórax. A presença destes achados sugere choque obstrutivo por pneumotórax;

- III. A presença de > 3 cometas pulmonares, ou linhas B, por campo (perfil B) indica síndrome intersticial – geralmente edema intersticial. Os cometas pulmonares são caracterizados por um artefato vertical, que se assemelha à cauda de um cometa, surgindo da linha pleural e movendo-se em conjunto com o deslizamento pleural. São bem definidos, não desbotam, descem até a borda da tela e obliteram as linhas A. O encontro de perfil B nesta fase do exame sugere choque cardiogênico (**Figura 7**), especialmente se a contratilidade miocárdica estiver prejudicada na avaliação da janela cardíaca.

Figura 3 – Pontos padronizados para avaliação pulmonar.

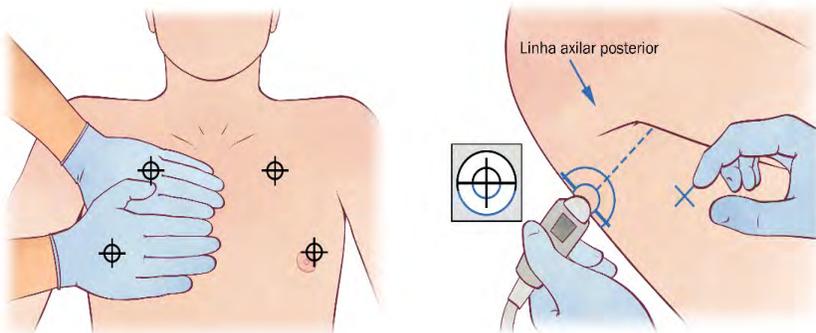


Figura 4 – Linhas A: artefatos originados da reverberação da linha pleural.

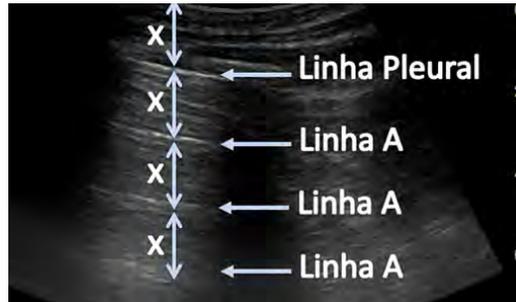


Figura 5 – Linha pleural e “sinal da praia”, evidenciando um pulmão normal, como destacado na imagem tomográfica; além do parênquima completamente aerado, conforme ilustrado na peça histopatológica.

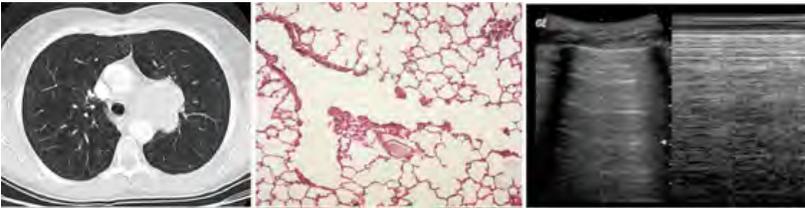


Figura 6 – Obtenção da imagem de USG pulmonar em paciente com pneumotórax. A ausência de deslizamento pleural é decorrente da reverberação da última estrutura visualizada antes de atingir a coleção e ar, ou seja, a pleura parietal, a qual é reverberada, gerando linhas A; contudo, sem deslizamento pleural. No Modo-M, como todas estruturas avaliadas pela USG estão praticamente paradas ao redor do tempo, apenas serão visualizadas linhas retas, o que configura o “sinal da estratosfera”.

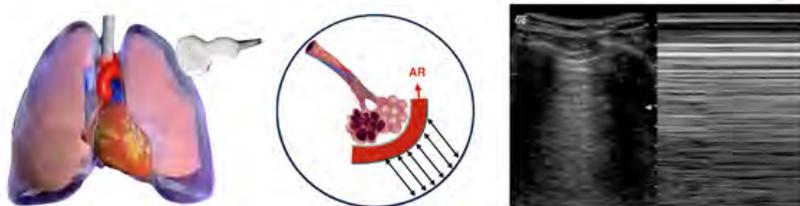


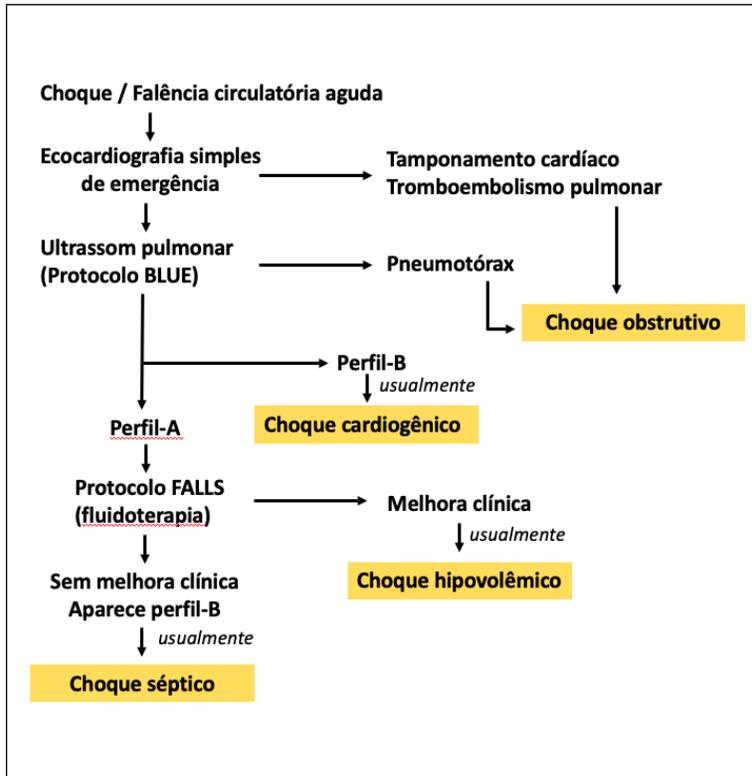
Figura 7 – Linhas B em um paciente com choque cardiogênico derivado de uma insuficiência cardíaca descompensada perfil C: inicialmente com linhas B coalescentes, com posterior espaçamento desse artefato.



- c. Caso o choque obstrutivo (TEP, tamponamento cardíaco e pneumotórax) e o cardiogênico (perfil B no início do exame) tenham sido excluídos nos passos anteriores e o perfil A pulmonar tenha sido encontrado na avaliação inicial, só há duas causas de choque possíveis: distributivo e hipovolêmico; o paciente é dito FALLS-responsivo. Nesse sentido, deve-se iniciar a administração de fluidos limitada pela USG. Após a realização das alíquotas de volume, nova avaliação pulmonar deve ser realizada.
 - I. Choque distributivo, nessa perspectiva, significa choque séptico, uma vez que os choques anafilático e neurogênico são raros e de fácil diagnóstico.
- d. Caso o paciente apresente melhora dos parâmetros circulatórios com a reposição de fluidos, sem a mudança no perfil A na USG pulmonar, dizemos que o paciente apresenta choque hipovolêmico.

- I. Vale lembrar que no choque hemorrágico com sangramento ativo, mesmo com a reposição de fluidos, considerável melhora clínica e manutenção do perfil A pulmonar, o paciente pode ser hemodiluído ao extremo, de modo que para se evitar essa iatrogenia, o sangramento ativo deve ser afastado.
- e. Caso o paciente não apresente melhora do quadro de choque com a administração de fluidos e evolua com o surgimento de linhas B pulmonares isso sugere choque séptico.
 - I. Esse tipo de resposta é indicativo de que o paciente está recebendo um excesso de fluidos, cursando com síndrome intersticial pulmonar;
 - II. A particularidade do protocolo FALLS é que, pela visualização do perfil pulmonar B, é capaz de detectar sobrecarga volêmica a uma condição mínima, de modo a antecipar o edema agudo de pulmão. Este é *endpoint* do protocolo e sinaliza para o médico que a fluidoterapia necessita ser interrompida.

O protocolo FALLS consiste, portanto, de um protocolo terapêutico-diagnóstico de fácil realização, baixo custo e de rápida curva de aprendizado, que pode gerar diagnósticos etiológicos mais rápidos e precisos, de modo a impactar positivamente na alarmante mortalidade destas afecções.⁷

Figura 8 – Árvore de decisão do protocolo FALLS.

8. REFERÊNCIAS

1. Jardin F, Farcot JC, Boisante L, Curien N, Margairaz A, Bourdarias JP. Influence of Positive End-Expiratory Pressure on Left Ventricular Performance. *N Engl J Med*. 1981. doi:10.1056/NEJM198102123040703
2. Reissig A, Copetti R, Kroegel C. Current role of emergency ultrasound of the chest. *Crit Care Med*. 2011;39(4):839-845. doi:10.1097/CCM.0b013e318206d6b8

3. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure the BLUE protocol. *Chest*. 2008;134(1):117-125. doi:10.1378/chest.07-2800
4. Brasil. Lei nº 12.842, de 10 de julho de 2013. Dispõe sobre o exercício da Medicina. *Diário Of da União*. 2013;132.
5. Palazzo JR. Choque circulatório: definição, diagnóstico diferencial e etiologias. *Rev SOCERJ*. 2001;14(2):20-22.
6. Weil MH, Shubin H. Proposed reclassification of shock states with special reference to distributive defects. *Adv Exp Med Biol*. 1971;23(0):13-23. doi:10.1007/978-1-4615-9014-9_3
7. Lichtenstein D. FALLS protocol. 2013;5(3):142-147.
8. Goodman A, Perera P, Mailhot T, Mandavia D. The role of bedside ultrasound in the diagnosis of pericardial effusion and cardiac tamponade. *J Emergencies, Trauma Shock*. 2012;5(1):72-75. doi:10.4103/0974-2700.93118
9. Goldhaber SZ. Echocardiography in the management of pulmonary embolism. *Ann Intern Med*. 2002;136(9):691-700. doi:10.7326/0003-4819-136-9-200205070-00012

CAP 05

PROTOCOLO E-FAST (AVALIAÇÃO FOCADA COM ULTRASSONOGRAFIA EM TRAUMA)

João Marçal Medeiros de Sousa
Pablo Rodrigues Costa Alves
Paulo César Gottardo

1. INTRODUÇÃO

Traumas contusos e suas complicações, como a hipovolemia, são a maior causa de morte em indivíduos com menos de 45 anos de idade.^{1,2} Para detectar a presença de hemoperitônio, bastante frequente neste cenário, a lavagem peritoneal tem sido extensivamente usada. Apesar de sua sensibilidade e especificidade bastante elevadas, acima de 90%, continua sendo um procedimento invasivo e passível de inúmeras complicações.^{3,4}

O exame padrão-ouro para a detecção de lesões intra-abdominais é a tomografia computadorizada, entretanto, dificuldades relacionadas à sua realização (deslocamento para o centro de imagem e imprescindível estabilidade clínica do paciente, algo custoso no contexto de serviços de urgência e emergência) acabam limitando seu uso.³

A ultrassonografia (USG) se apresenta como uma opção, por ser um método passível de ser realizado à beira leito, fácil, reproduzível, não invasivo, inócuo (pois não expõe o paciente à radiação) e barato, tendo seu uso para a detecção de fluido intra-abdominais relatado desde os anos 1970.³ Há a estimativa de que o método tenha sensibilidade e especificidade de cerca de 96% podendo, no contexto de pacientes hipovolêmicos decorrentes de causas traumáticas, chegar a 100%.^{5,6}

O protocolo FAST (avaliação com ultrassonografia focada em trauma, em inglês) é um protocolo que visa aplicar as vantagens da USG no contexto do trauma para a detecção de hemoperitônio e hemopericárdio, em pacientes vítimas de traumas abdominais e/ou torácicos, sejam eles contundentes e/ou penetrantes, sendo realizado em menos de 5 minutos, em média.^{3,6}

A extensão do exame para o tórax, com o rastreamento de possíveis etiologias do choque, com a análise da parede anterior do tórax na procura de um eventual pneumotórax (choque obstrutivo) e da região lateral (ponto frênico), para buscar a etiologia de um choque hipovolêmico (hemotórax) foi adicionada ao exame clássico, o qual passou a ser denominado de E-FAST.

2. RESPONSÁVEL PELA PRESCRIÇÃO E PELA EXECUÇÃO⁷

A emissão de laudos de exames de imagem, bem como sua indicação, é de responsabilidade exclusiva do médico de acordo com a Lei do Ato Médico (artigo 4º, VII da lei 12.842, 10 de julho de 2013).

3. INDICAÇÃO

Avaliação de pacientes com quadro de choque circulatório.

4. CONTRAINDICAÇÕES^{3,8}

Indicação absoluta de laparotomia. Considerando que não se deve postergar manobras de ressuscitação para a realização deste protocolo.

5. MATERIAL NECESSÁRIO

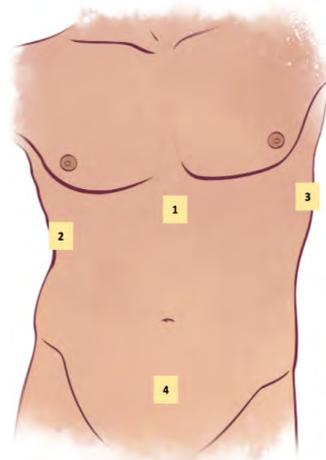
- a. Equipamento de USG com transdutor curvilíneo de baixa frequência (2 a 5 MHz). Transdutores setoriais de frequência média apresentam melhor acuidade para avaliação cardíaca e podem ser utilizados;
- b. Gel condutor de USG.

6. DESCRIÇÃO DA TÉCNICA

- a. **Posicionamento:** decúbito dorsal;
- b. **Posicionamento da máquina e iluminação:** o aparelho deve estar à direita do paciente, pois permitirá que, com a mão direita, o operador manipule o aparelho de USG e com a esquerda realize os ajustes de ganho e profundidade para otimizar a qualidade das imagens. A tela da máquina de USG deverá estar em posição visível para o operador. A luz ambiente deverá estar reduzida ao máximo para melhorar o contraste da tela;
- c. **Pre-set:** se possível, a configuração para exame abdominal deverá ser escolhida;
- d. **Preparação do *probe*:** escolher o *probe* convexo e aplicar o gel condutor;

- e. Janelas (Figura 1):** iniciar o exame pela janela subcostal ou subxifoide, que permitirá uma avaliação cardíaca. Posicionar o transdutor em região subxifóidea, com uma inclinação de aproximadamente 20° em relação ao plano do tórax, em direção cranial (quase paralelo ao tórax) e com o índice voltado para a direita.
- I.** Para visualizar todo o saco pericárdico basta pressionar o aparelho, aumentando sua profundidade. Caso possível, solicitar ao paciente que inspire profundamente ou tentar acessar janelas paraesternais para observar derrame pericárdico, caso exista.³ O exame ultrassonográfico é capaz de detectar quantidades mínimas de derrame, a partir de cerca 20 ml de derrame pericárdico pode ser detectado.⁹ O achado de líquido no espaço pericárdico indica um exame positivo.

Figura 1 – Posicionamento do *probe* na avaliação das janelas iniciais: (1) janela subxifoide ou subcostal, (2) interface fígado-diafragma e espaço de Morrison, (3) interfaces baço-diafragma e rim-baço e (4) janela suprapúbica.



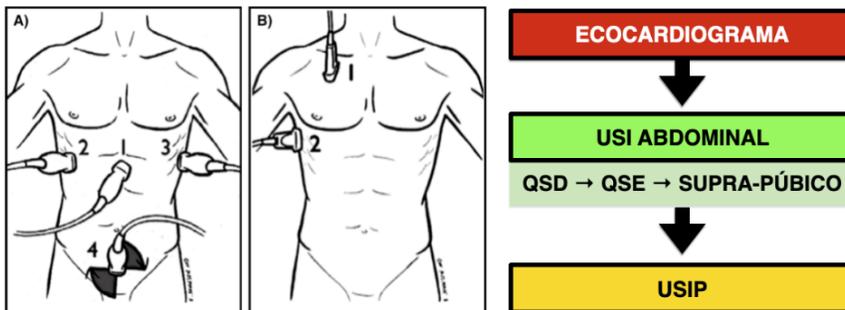
- f.** Continuar com a avaliação do quadrante superior direito (interface fígado-diafragma e espaço de Morrison). O quadrante superior direito será avaliado na intersecção entre a linha axilar média, entre o sétimo e o décimo espaço intercostal. Caso seja possível, o posicionamento ideal para o paciente será Trendelenburg e decúbito lateral direito, pois auxiliam na identificação de líquido livre no espaço de Morrison. O *probe* deve estar perpendicular ao plano do tórax e o índice voltado para cima (cranial).
- I.** Aqui, como dito anteriormente, buscamos observar o diafragma, o fígado e o rim, bem como todo o espaço hepatorenal, denominado espaço de Morrison.⁸ Deve-se movimentar o aparelho de USG de modo a visualizar todo o espaço, bem como a extremidade hepática e a goteira paracólica direita;
 - II.** Nesta etapa, com um movimento ascendente pode-se visualizar o diafragma e a porção inferior do hemitórax ipsilateral, valendo-se do parênquima hepático como janela acústica.³ A sensibilidade e especificidade do aparelho de USG para a detecção de hemotórax é de 92 a 100%;¹⁰
 - III.** As costelas podem atrapalhar a janela, causando sombra acústica, que pode ser esquivada mudando a posição do *probe*. Ademais, caso o paciente esteja alerta e cooperativo, deve-se pedir para inspirar profundamente, deslocando caudalmente o conteúdo abdominal e facilitando a visualização dos recessos.³
- g.** Prosseguir com a avaliação do quadrante superior esquerdo (interfaces baço-diafragma e rim-baço). Posicionar o *probe* da USG

entre o sexto e nono espaço intercostal, na linha axilar posterior, com o índice voltado para cima (cranial).

- i.** Para a visualização dos recessos esplenorrenal e periesplênico, mover o aparelho anterior e posteriormente. Elevar o aparelho para observar o espaço subfrênico; para baixo e para a esquerda, para a visualização da porção inferior do hemitórax esquerdo. Em seguida, mover o transdutor para baixo para visualizar a goteira paracólica esquerda.³ A presença de conteúdo anecoico entre o baço e a fásia de Gerota (fásia renal) indica líquido livre e exame positivo.
- h.** Finalizar a avaliação abdominal com a avaliação da janela suprapúbica. Localizar a sínfise púbica e colocar o transdutor acima dela, com o índice voltado para a direita do paciente. Deve-se fazer um leve movimento de varredura com o transdutor, inclinando-o caudalmente para identificar a bexiga. Para visualizar a região posterior à bexiga, basta pressionar o aparelho, aumentando sua profundidade.
 - i.** Já na região suprapúbica a visualização é feita através de um corte transversal, que alcança resultados superiores quando feito antes da colocação da sonda vesical de demora, pois a bexiga distendida ajuda na visualização de fluidos livres na pelve.⁸ Caso a bexiga esteja vazia, apontar a sonda caudalmente. Visualizar a região posterior à bexiga, pois é lá que o líquido tende a se acumular;
 - ii.** Nas mulheres, analisar os recessos retouterino e vesicouterino. Nos homens, se certificar de que o recesso retovesical tenha sido igualmente checado.³

- i. Iniciar a avaliação torácica com o rastreamento de pneumotórax na parede anterior do tórax. A utilização de um transdutor linear de alta frequência facilita a visualização da pleura, para identificar se ela apresenta ou não deslizamento, assim como a procura do ponto pulmonar e análise no modo M, em busca de avaliar se há o “sinal da praia” ou da “estratosfera”. O transdutor geralmente é colocado no segundo espaço intercostal, na linha hemiclavicular, podendo ser avaliado nos espaços intercostais subjacentes e nas linhas paraesternais ou axilar anterior, se necessário;
- j. Finalizar o exame com a avaliação da região lateral do tórax, para rastreio de possível hemotórax. O rastreamento deve ser realizado no ponto frênico, descrito pelo Dr. Lichtenstein no protocolo BLUE.

Figura 2 – Posicionamento inicial na janela subxifoide: em um paciente com politrauma, uma veia cava inferior (VCI) de pequeno diâmetro com ampla variabilidade, aponta para um choque hipovolêmico e possíveis fontes de sangramento devem ser procuradas (abdome e tórax); enquanto que uma VCI dilatada indica um choque obstrutivo como provável etiologia (seguir com o rastreamento de um possível tamponamento cardíaco e de pneumotórax).
USI: ultrassonografia do intensivista; USIP: USI Pulmonar; QSS: quadrante superior direito; QSE: quadrante superior esquerdo.



7. LIMITAÇÕES

Artefatos não são infrequentes e podem surgir como produto de realces posteriores. Se as pretensas imagens de líquido desaparecerem com o movimento lateral do transdutor, elas devem ser interpretadas como artefatos. Ademais, um exame negativo, denominado FAST negativo, não exclui lesão intra-abdominal, mas afasta – com considerável segurança – que a hemorragia cursando com alterações hemodinâmicas no paciente provenha do abdome. Além do mais, enfisema subcutâneo dificulta a realização do teste, pela dificuldade das ondas se propagarem no ar, assim como a obesidade. Neste último, o ajuste de ganho e frequência do aparelho podem atenuar o impacto deste contratempo e melhorar a qualidade da imagem.⁸

Resultados falsamente negativos podem ocorrer em pacientes em que a hemorragia coagulou, onde à USG irá se observar um padrão misto, no lugar do padrão corriqueiro anecoico do sangue ou líquido. Por outro lado, falso positivo pode ser encontrado na ascite, paciente em diálise peritoneal, cisto ovariano roto, gravidez ectópica rota e pneumoperitônio. A USG também não possibilita a avaliação de hemorragias retroperitoneais. É essencial destacar que o exame é operador-dependente, residindo aqui outra limitação que pode ser contornada.³

8. REFERÊNCIAS

1. Melniker LA, Leibner E, McKenney MG, Lopez P, Briggs WM, Mancuso CA. Randomized Controlled Clinical Trial of *Point-of-Care*, Limited Ultrasonography for Trauma in the Emergency Department: The First Sonography Outcomes Assessment Program Trial. *Ann Emerg Med*. 2006;48(3):227-235. doi:10.1016/j.annemergmed.2006.01.008

2. Teixeira PGR, Inaba K, Hadjizacharia P, et al. Preventable or potentially preventable mortality at a mature trauma center. *J Trauma*. 2007;63(6):1338-1347. doi:10.1097/TA.0b013e31815078ae
3. Bloom BA, Gibbons RC. Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST). In: wiley; 2019. doi:10.1002/9780470755822.ch4
4. Griffin XL, Pullinger R. Are diagnostic peritoneal lavage or focused abdominal sonography for trauma safe screening investigations for hemodynamically stable patients after blunt abdominal trauma? A review of the literature. *J Trauma - Inj Infect Crit Care*. 2007;62(3):779-784. doi:10.1097/01.ta.0000250493.58701.ad
5. Pearl WS, Todd KH. Ultrasonography for the initial evaluation of blunt abdominal trauma: A review of prospective trials. *Ann Emerg Med*. 1996;27(3):353-361. doi:10.1016/S0196-0644(96)70273-1
6. Boulanger BR, McLellan BA, Brenneman FD, et al. Emergent abdominal sonography as a screening test in a new diagnostic algorithm for blunt trauma. *J Trauma - Inj Infect Crit Care*. 1996. doi:10.1097/00005373-199606000-00003
7. Brasil. Lei nº 12.842, de 10 de julho de 2013. Dispõe sobre o exercício da Medicina. *Diário Of da União*. 2013;132.
8. Brasel KJ. Advanced trauma life support (ATLS®): The ninth edition. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013;74(5):1363-1366. doi:10.1097/TA.0b013e31828b82f5
9. Whye DP, Barish R, Almquist T, Groleau G, Tso E, Browne B. Echocardiographic diagnosis of acute pericardial effusion in penetrating chest trauma. *Am J Emerg Med*. 1988;6(1):21-23. doi:10.1016/0735-6757(88)90198-2
10. Brooks A, Davies B, Smethhurst M, Connolly J. Emergency ultrasound in the acute assessment of haemothorax. *Emerg Med J*. 2004;21(1):44-46. doi:10.1136/emj.2003.005438

CAP 06

UTILIZAÇÃO DA ULTRASSONOGRAFIA NO MANEJO DA PARADA CARDIORRESPIRATÓRIA

Paulo César Gottardo
Ciro Leite Mendes
Igor Mendonça do Nascimento

1. INTRODUÇÃO^{1,2}

A utilização da ultrassonografia (USG) durante a parada cardiorrespiratória (PCR) pode fornecer diversas informações relevantes capazes de melhorar o prognóstico do paciente. A elucidação rápida e precisa da etiologia da PCR orienta condutas mais decisivas, conferindo maior rapidez às tomadas de decisão e eficiência nas manobras de ressuscitação. Além disso, as medidas terapêuticas, além de guiadas, podem ter seu resultado aferido pela USG – realização de pericardiocentese, por exemplo. Tudo isso sem conferir gastos ou riscos adicionais, de forma segura, dinâmica e à beira do leito do paciente. Tendo em vista esses benefícios, a *American Heart Association (AHA)* e a *European Resuscitation Council*, desde 2010, passaram a recomendar

em suas diretrizes o uso de ecocardiografia transtorácica durante as manobras de ressuscitação cardiopulmonar (RCP) e, a partir de 2015, incluíram a USG não cardíaca nesse contexto.

2. TÉCNICA DO EXAME^{3,4}

A USG durante as manobras de RCP deve ser utilizada para orientar as principais medidas que interferem positivamente no prognóstico do paciente, sobretudo as compressões torácicas. Sendo assim, o exame deve ser sempre rápido e preciso, e principalmente não deve atrasar ou interferir na qualidade das compressões torácicas ou em quaisquer outras medidas comprovadamente bem estabelecidas no Suporte Cardíaco Vital Avançado (*Advanced Cardiac Life Support - ACLS*). Para isso, é importante que toda a equipe esteja familiarizada com o método e que sua aplicação seja parte do protocolo institucional, sempre que possível.

Quanto à seleção do aparelho de USG, o ideal é que seja o mais portátil possível e de rápida inicialização. No entanto, qualquer dispositivo disponível pode ser empregado para esse fim, desde que não interfira negativamente nas medidas de RCP. Sempre que possível, o aparelho de USG já deve ser ligado, preparado e testado antes do uso nessa circunstância.

Levando em consideração os diferentes protocolos já publicados, pode-se considerar que o exame ultrassonográfico na PCR deve abordar prioritariamente a avaliação cardíaca e pulmonar, podendo, de acordo com o caso, ser ampliado para investigar a cavidade abdominal e eventuais distúrbios vasculares.

A aferição do diâmetro da bainha do nervo óptico e outros exames ultrassonográficos também podem ser utilizados, mas com uma menor relevância inicial. Para tanto, necessita-se de um transdutor que possibilite a

obtenção de imagens adequadas, com uma nitidez mínima, possibilitando a identificação das diferentes estruturas potencialmente envolvidas na gênese da PCR, assim como das patologias pertinentes.

Para a realização da USG cardíaca, obviamente, o transdutor setorial é o preferível. Contudo, caso tal acessório não esteja disponível, podem ser utilizadas as sondas curvilíneas (abdominal) ou mesmo a endocavitária, já que os achados envolvidos nesse contexto são de fácil obtenção e interpretação.

Quando se trata de USG pulmonar, qualquer transdutor pode ser escolhido. Entretanto, na suspeita de pneumotórax, o linear (vascular) permite uma análise mais minuciosa da linha pleural e deve ser a primeira escolha.

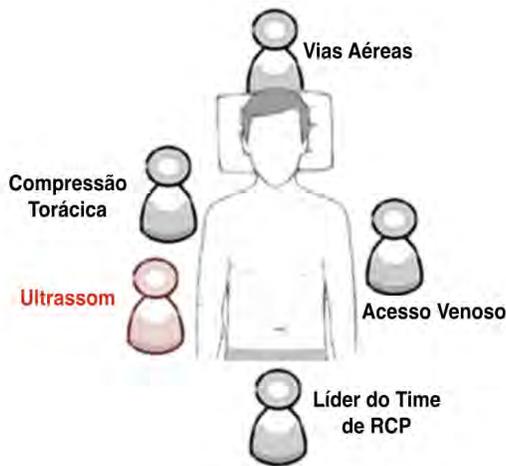
Excetuando-se o transdutor linear, todos os demais podem ser empregados para uma avaliação sumária da cavidade abdominal, tendo em vista a simplicidade do exame nesse contexto, assim como para a avaliação do nervo óptico.

Quando o intuito é a avaliação venosa dos membros inferiores, o transdutor linear é a primeira escolha, mas o curvilíneo pode também ser utilizado. Tendo em vista tais necessidades, geralmente o que ocorre é o uso de mais de um transdutor no mesmo paciente, a depender das estruturas de interesse. Isso permite aprimorar a avaliação, mas não é, obviamente, obrigatório, já que a maioria dos equipamentos modernos dispõem de transdutores curvilíneos, que permitem a obtenção de imagens adequadas nos diferentes cenários envolvidos nesse contexto.

De uma maneira geral, deve-se evitar que o líder da equipe de RCP seja o responsável pela realização da USG. O ideal é que o exame ultrassonográfico seja conduzido por um profissional dedicado, para que haja maior concentração e independência na obtenção e interpretação dos achados, as quais devem ser informadas continuamente ao líder da equipe, no sentido de auxiliá-lo nas tomadas de decisão. O melhor posicionamento

do operador do equipamento é à direita e próximo à altura do quadril do paciente, o que permite acesso à avaliação cardíaca, torácica, abdominal e vascular (membros inferiores), sem obstaculizar as ações dos demais membros da equipe, como ilustrado na **Figura 1**.

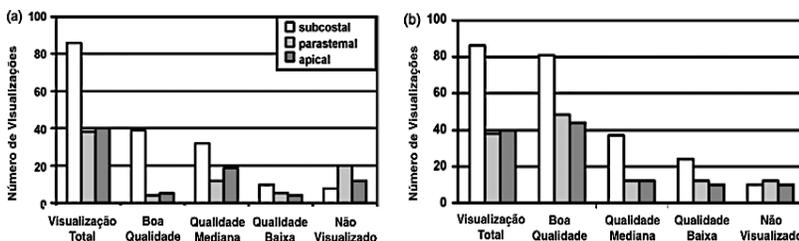
Figura 1 – Disposição da equipe de RCP, contando com o membro responsável pela realização da US. *Adaptado de Tavares J et al.⁴*



O profissional responsável pelo exame deve manter-se neutro às manobras de RCP. As avaliações pulmonares, abdominal e vascular podem ser realizadas durante as compressões torácicas, visando objetivar as intervenções; apenas as conclusões devem ser informadas à equipe. Além disso, a USG cardíaca deve ser sincronizada com as demais medidas do ACLS. Para isso, o protocolo FEER (*Focused Echocardiographic Evaluation in Resuscitation*) orienta a contagem regressiva nos últimos dez segundos de um ciclo de compressões torácicas pela equipe de RCP, antes da pausa para a checagem do pulso. Nesse período, o examinador deve se preparar para posicionar o transdutor

na janela subxifoide e irá dispor de cinco segundos para obter e gravar a imagem cardíaca, que poderá ser interpretada durante o próximo ciclo de compressões. Quando a janela subxifoide não possibilitar uma identificação adequada das estruturas cardíacas, o examinador terá os próximos cinco segundos para tentar obter uma imagem na janela paraesternal. Após dez segundos, as manobras devem seguir com novo ciclo de compressões, sem qualquer atraso, e todos os achados devem ser informados para a equipe. Apesar do tempo aparentemente curto, na maioria das vezes as imagens apresentam informações suficientes para uma correta interpretação do quadro, com imagens de boa qualidade em até 96% dos casos (**Figura 2**).³

Figura 2 – Qualidade das imagens de US cardíaco obtidas (a) durante a RCP; e (b) durante o período perirressuscitação. *Adaptado de Breitzkreutz R.*³



3. DIAGNÓSTICO DA PARADA CARDIORRESPIRATÓRIA E DA SUA ETIOLOGIA

A maioria das etiologias de PCR estão relacionadas às mesmas condições que determinam o desenvolvimento dos choques circulatórios que cursam com baixo débito cardíaco (hipovolêmico, cardiogênico e obstrutivo). Portanto, a USG deve ser utilizada primariamente para responder à questões

básicas que elucidem essas patologias. Além disso, obviamente, informações sobre aspectos prévios à PCR podem auxiliar de modo significativo na condução da RCP, o que justifica a utilização desse exame no período prévio ao evento, já que pode inclusive evitar a evolução para PCR, pois permite orientar melhores suportes hemodinâmico e ventilatório, voltados para a estabilização do paciente. A utilização da USG nesse contexto perirressuscitação pode chegar a alterar as condutas em até 78% das vezes.³

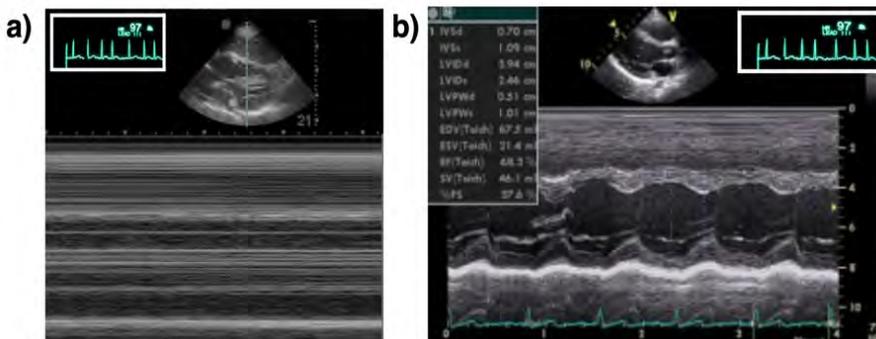
O primeiro diagnóstico relevante que a USG pode proporcionar nesse contexto é exatamente a confirmação de PCR. Aparentemente, é uma questão fácil de ser respondida e até certo ponto vaga, contudo, segundo alguns dados, até 45% dos profissionais de saúde não são capazes de confirmar com exatidão a ausência de pulso diante de uma PCR.^{5,6} Com o auxílio da USG, a checagem de pulso torna-se mais rápida e objetiva, podendo ser obtida por detecção de fluxos arteriais ao Doppler ou mesmo com uma técnica básica de compressão vascular. Em situações usuais, ao comprimir os vasos do pescoço com o transdutor, a veia jugular colaba-se (exceto se houver trombo em seu interior) e a artéria mantém sua morfologia. Contudo, em estado de extrema vasoplegia, como no caso da PCR, ambos os vasos são completamente colabados à compressão.⁷ A adoção dessa simples estratégia pode ser decisiva no desfecho do paciente, pois reduz o tempo necessário para verificar o pulso arterial.^{2,8}

Figura 3 – Checagem de pulso carotídeo por meio da compressão da artéria com o transdutor. Na PCR ocorre colapamento total da artéria, ao contrário do que ocorre quando há pulso arterial. *Adaptado de Simard R et al.*⁸



Além da verificação do pulso, a USG ainda pode proporcionar uma importante diferenciação no paciente com PCR e com atividade elétrica sem pulso (AESP). Em algumas situações, ainda há contratilidade cardíaca na vigência de atividade elétrica organizada, mas que não proporciona pulso palpável. Esses casos são denominados “pseudo-AESP” e correspondem a até 35% dos pacientes. Diferentemente das situações em que realmente não há fluxo sanguíneo efetivo (“AESP verdadeira”), o paciente tem uma probabilidade muito maior de retorno da circulação espontânea e de sobrevivência com as manobras de RCP, com uma chance de alta hospitalar cinco vezes maior de alta hospitalar, segundo alguns estudos, como o realizado por Gaspari, R. e colaboradores, no qual a razão de chances (OR) de alta hospitalar foi de 5,7 (IC de 95% 1,5 - 21,9).^{9,10}

Figura 4 – (a) AESP “verdadeira”: corte paraesternal eixo longo em que se evidencia ausência de contratilidade ao modo M; (b) “Pseudo-AESP”: observa-se contratilidade mesmo com ausência de pulso carotídeo e atividade elétrica organizada ao ECG. *Adaptado de Breitreutz, R.*⁹



A USG ainda é capaz de elucidar a etiologia do choque circulatório que levou o paciente à PCR, de modo rápido, fácil, com elevada acurácia e possibilita reconhecer todas as principais causas cardíacas e pulmonares de PCR, tais como aquelas descritas pelo acrônimo dos “5H” e “5T” (**Tabela 1**).

Tabela 1 – Principais causas de parada cardiorrespiratória.

5 H	5 T
Hipovolemia	Pneumotórax hipertensivo
Hipóxia	Tamponamento cardíaco
Acidose	Toxinas
Hipo/Hipercalcemia	Embolia pulmonar
Hipotermia	Trombose Coronárias (IAM)

A USG pulmonar também pode indicar a causa da PCR ou apontar as patologias mais provavelmente relacionadas. A presença de linhas B em ambos hemitórax, notadamente nas regiões gravitacional dependentes, além de apontar para uma possível etiologia cardíaca (como síndrome coronariana aguda), norteia para a restrição da infusão de fluidos durante a RCP, além de afastar a possibilidade de hipovolemia e pneumotórax. Nas situações em que há uma perda importante da aeração pulmonar associada a “*Lung Score*” elevado, deve-se suspeitar fortemente de hipoxemia como etiologia da PCR. A USG tem altas sensibilidade e especificidade para o diagnóstico de pneumotórax, por meio da identificação de ausência de deslizamento pleural, do sinal da estratosfera ao Modo-M e da visualização do “ponto pulmonar”. A presença de um perfil pulmonar A em todos os campos de avaliação, associada ao deslizamento pleural preservado, aumenta a probabilidade de hipovolemia. Além disso, a ausência de linhas B estabelece segurança para realizar infusão de fluidos intravenosos com o objetivo de aumentar o volume sistólico no manejo hemodinâmico da PCR.¹¹⁻¹³

Ainda antes de realizar a USG cardíaca, a avaliação dos membros inferiores pode desempenhar um papel importante para o raciocínio diagnóstico da PCR, sobretudo nos pacientes com alto risco de tromboembolismo venoso (TEV). Para isso, podem ser avaliadas de modo simplificado as veias femorais,

poplíteas e da panturrilha, conforme protocolo descrito por Lichtenstein, que preconiza pesquisar apenas o colapamento desses vasos. Para isso, deve-se realizar a compressão das veias com o transdutor, ao mesmo tempo em que se procede compressão da região posterior do membro com a outra mão, posicionada perpendicularmente ao transdutor.^{4,13-17}

Tabela 2 – Achados da USG pulmonar compatíveis com o diagnóstico etiológico da PCR e subsequente estratégia terapêutica a ser adotada

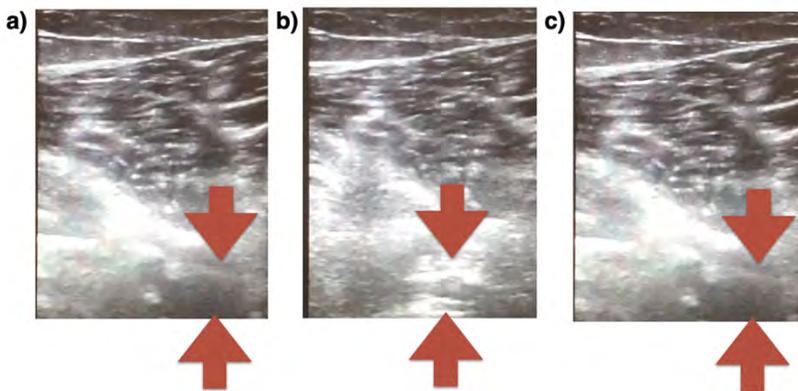
Etiologia da PCR	Aspectos da US pulmonar	Conduta
Pneumotórax	Ausência de deslizamento pleural, sinal da estratosfera e „ponto pulmonar”	Drenagem torácica
Hipovolemia	Perfil A* Derrame Pleural em casos de paciente politraumatizado (Protocolo E-FAST)	Infusão de fluidos
Hipoxemia	Perda difusa da aeração pulmonar, com consolidações e/ou linhas B difusas e confluentes	Otimização ventilatória
Cardiogênica (síndrome coronariana aguda?)	Perfil B**	Restrição de fluidos e otimização de débito cardíaco. Aumenta a probabilidade de indicação de cineangiogramia percutânea pós-RCP

* Deve ser complementada pela avaliação da veia cava inferior (VCI) e da USG cardíaca, que se evidenciarem uma VCI de pequeno calibre, volume diastólico final reduzido de ventrículo direito e, caso disponíveis, dados prévios à PCR evidenciando ventrículo esquerdo hiperdinâmico (sinal do “Kissing Walls”, caracterizado pelo baixo volume de enchimento do ventrículo com aproximação completa das suas paredes durante a sístole), aumentam a probabilidade diagnóstica de hipovolemia.

** Protocolo E-FAST: avaliação de derrame pleural como etiologia da hemorragia em paciente em choque hipovolêmico relacionado a trauma. Quando não houver evidência de líquido pleural pode-se ainda avaliar a cavidade abdominal para analisar a presença de líquido no abdome.

*** Complementação com US de veia cava inferior que tende a estar dilatada e fixa e US cardíaca, que evidencia dilatação de câmaras esquerdas e, no período perirressuscitação, pode detectar hipocinesia segmentar ou focal.

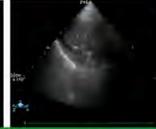
Figura 5 – Compressão da veia femoral em ambos os membros inferiores. Em (b) evidencia-se colabamento do vaso, o que afasta TEV; em (c), observa-se que a veia não colaba quando comprimida, o que sugere o diagnóstico de TEV.



A avaliação cardíaca deve ser sistemática, rápida e precisa, conforme já ressaltado. De início, a visualização de uma veia cava inferior dilatada leva a pensar em choque obstrutivo ou cardiogênico, enquanto um diâmetro reduzido sugere hipovolemia. A dilatação das câmaras direitas sugere tromboembolismo

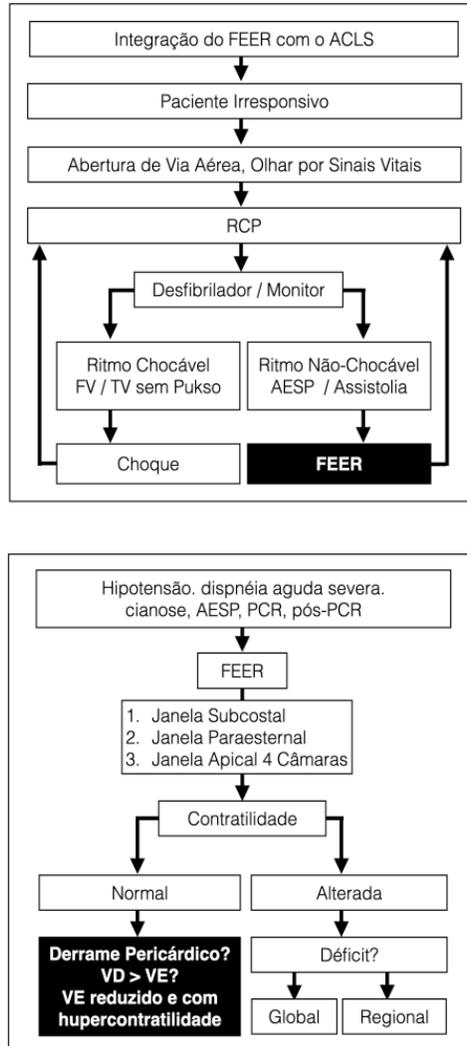
pulmonar (TEP); a presença de líquido livre na cavidade pericárdica, associada ao colapso das câmaras direitas é relacionada ao tamponamento cardíaco. Os achados da USG cardíaca devem sempre ser analisados em conjunto com os dados fornecidos pela USG pulmonar e, conforme necessário, com a avaliação das veias dos membros inferiores.^{4,12,17-20}

Figura 6 – Avaliação da etiologia do choque circulatório com base na integração dos dados fornecidos pela US pulmonar, avaliação da veia cava inferior e achados da US cardíaca, conforme protocolo FALLS, elaborado por Lichtenstein.¹⁸

CHOQUE OBSTRUTIVO?	CARDIOGÊNICO?	HIPOVOLÊMICO?	SÉPTICO
			
<ul style="list-style-type: none"> • TAMPONAMENTO / TEP (USIC) • PNEUMOTÓRAX (USIP) 	<ul style="list-style-type: none"> • USIP + USIC 	<ul style="list-style-type: none"> • USIP + USIC 	<ul style="list-style-type: none"> • USIP • EXCLUIR DEMAIS

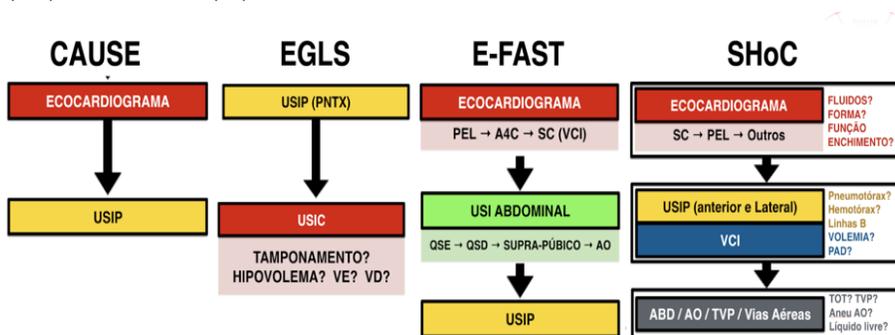
Inúmeros protocolos podem ser utilizados durante a RCP. Os mais simples envolvem apenas a avaliação cardíaca, enquanto outros mais complexos utilizam mais informações e englobam outros dados descritos neste capítulo. Os protocolos FEER/FEEL foram pioneiros ao implementar o uso do ecocardiograma na RCP, contudo, limitaram-se a essa análise, o que pode ser entendido pela pouca abrangência da USG pulmonar e da própria utilização do exame ultrassonográfico na UTI, quando foram elaborados.³

Figura 7 – Utilização do protocolo *Focused echocardiographic Evaluation in Life Support and Peri-Resuscitation*, durante a RCP.³

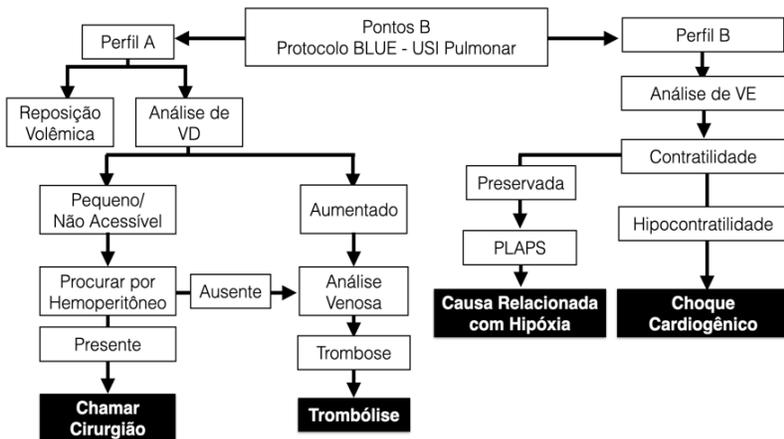


Posteriormente, diversos outros protocolos foram elaborados e validados, passando a utilizar conjuntamente as USG pulmonar, abdominal e venosa. Alguns deles iniciam a avaliação pela USG cardíaca e outros pela USG pulmonar, conforme ilustrado na **Figura 7**.^{12,17,19}

Figura 8 – Protocolos utilizando o ecocardiograma (USIC) por meio da janelas subcostal (SC), paraesternal eixo longo (PEL) e avaliação dos ventrículos esquerdo (VE) e direito (VD), US Pulmonar (USIP), veia cava inferior (VCI) e US abdominal (ABD) na qual são analisados os quadrantes superior esquerdo (QSE), e direito (QSD), região suprapúbica e aórtica (AO), além da investigação de tromboembolismo venoso (TEV) e das vias aéreas (VA).^{12,21–23}



O Protocolo SESAME (*Sequential Emergency Sonography Assessing Mechanism on Origin of Severe Shock of Indistinct Cause*), desenvolvido por Lichtenstein, tem uma particularidade importante: além de abranger a avaliação do corpo inteiro, começa pela USG pulmonar. Essa abordagem tem a vantagem de não interferir nas compressões torácicas e poder ser realizado rapidamente, sem perda da acurácia diagnóstica.¹³

Figura 9 – Protocolo SESAME.¹³**Tabela 3** – Prováveis etiologias da PCR ao lado das alterações à USG cardíaca durante o período perirressuscitação.⁷

Etiologia da PCR	Aspectos do US Cardíaco
Tromboembolismo pulmonar	Aumento de ventrículo direito com “sinal do D”, veia cava inferior pletórica e possível diagnóstico de TEV
Hipovolemia	Hipercontratilidade ventricular, com “Kissing Walls”, associado a um volume reduzido de câmaras direitas, na vigência de taquicardia e de hipotensão
Cardiogênica (insuficiência miocárdica)	Disfunção sistólica moderada ou importante
Tamponamento cardíaco	Efusão pericárdica com sinais de tamponamento cardíaco

4. POTENCIAIS BENEFÍCIOS NO MANEJO DA PARADA CARDIORRESPIRATÓRIA

A USG pode ser utilizada antes, durante e após a RCP. O diagnóstico de um quadro de choque circulatório e sua otimização hemodinâmica e ventilatória guiada pela USG pode evitar que o paciente evolua para a PCR, como ilustrado na **Figura 5**.¹⁸ Nessas circunstâncias, medidas direcionadas à obtenção de euvolemia – com otimização do débito cardíaco e melhora da aeração pulmonar – são essenciais.

Durante o manejo da RCP, além da capacidade de aprimorar o diagnóstico, a USG pode também fornecer dados úteis para o tratamento do paciente, como autorizar a infusão de fluidos frente à presença de um perfil A pulmonar, assim como determinar restrição à oferta de fluidos na vigência de linhas B de etiologia cardiogênica. No caso de um tamponamento cardíaco, além do diagnóstico, a USG pode auxiliar na realização da pericardiocentese guiada, conferindo maior segurança ao procedimento.^{24–26} Alguns estudos sugerem, inclusive, que o exame é capaz de avaliar a efetividade das compressões torácicas e até mesmo de guiar o reposicionamento das mãos do reanimador, para obtenção de compressões torácicas mais eficientes durante as manobras de RCP.^{27,28}

A USG ainda pode auxiliar na avaliação e obtenção de vias aéreas durante a RCP. A simples aferição da espessura da língua ou a medida da distância entre a pele e a epiglote possibilitam diferenciar uma via aérea de difícil obtenção. A verificação da presença do tubo endotraqueal no lúmen da traqueia, associada à visualização do deslizamento pleural bilateral, juntamente à movimentação diafragmática, confirmam o seu bom posicionamento. Além disso, nas circunstâncias onde não for possível a realização da intubação endotraqueal, a USG pode auxiliar na obtenção de uma via aérea, por meio da realização de traqueostomia percutânea guiada.^{29–36} Outros procedimentos também podem

ser guiados pela USG, conferindo maior segurança ao paciente, como a punção venosa central ou mesmo intraóssea, nos casos em que seja necessária maior rapidez na obtenção de um acesso para infusão de drogas e fluidos.³⁷⁻³⁹

Nos pacientes que apresentarem retorno da circulação, a USG possibilita uma boa avaliação prognóstica, além de proporcionar dados relevantes para a estabilização e otimização hemodinâmica e ventilatória. Pacientes que evoluem com importante disfunção miocárdica após a PCR tendem a apresentar pior prognóstico, sobretudo quando essa disfunção é sustentada e refratária às medidas de suporte. Por fim, a aferição do diâmetro da bainha do nervo óptico após a PCR pode definir aqueles pacientes com maior probabilidade de pior desfecho neurológico.^{40,41}

5. CONCLUSÃO

A USG tem um papel fundamental no manejo da PCR, por meio da avaliação pulmonar, cardíaca e de outras estruturas, seja com o intuito de prevenir a evolução do paciente com choque circulatório para PCR, como para o diagnóstico e manejo da RCP ou posteriormente, permitindo avaliação prognóstica e guiando a estabilização hemodinâmica e ventilatória do paciente que apresentou retorno da circulação espontânea. Tais benefícios foram bem detalhados por Breitzkreutz, R. et al, os quais avaliaram 230 pacientes por meio do protocolo FELL e demonstraram que a USG alterou a conduta em 78% dos casos.³ Além disso, o exame foi classificado como ferramenta fundamental por 39% dos entrevistados em um questionário sobre ferramentas básicas no manejo da PCR entre médicos dinamarqueses que trabalhavam em times de RCP.⁴² Tais pontos evidenciam a relevância do US nesse contexto e como a sua utilização pode mudar o curso do paciente e melhorar as condutas diante de uma RCP.

6. REFERÊNCIAS

1. Neumar RW, Otto CW, Link MS, et al. Part 8: Adult advanced cardiovascular life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2010. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.110.970988
2. Link MS, Berkow LC, Kudenchuk PJ, et al. Part 7: Adult advanced cardiovascular life support: 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation*. 2015. doi:10.1161/CIR.0000000000000261
3. Breitzkreutz R, Price S, Steiger H V., et al. Focused echocardiographic evaluation in life support and peri-resuscitation of emergency patients: A prospective trial. *Resuscitation*. 2010. doi:10.1016/j.resuscitation.2010.07.013
4. Tavares J, Ivo R, Gonzalez F, Lamas T, Mendes JJ. Global ultrasound check for the critically ill (GUCCI)—a new systematized protocol unifying *point-of-care* ultrasound in critically ill patients based on clinical presentation. *Open Access Emerg Med*. 2019. doi:10.2147/OAEM.S199137
5. Baskett PJF. Cardiopulmonary resuscitation techniques and instructions: When does evidence justify revision? *Ann Emerg Med*. 1999. doi:10.1016/S0196-0644(99)70105-8
6. Lapostolle F, Le Toumelin P, Agostinucci JM, Cantineau J, Adnet F. Basic cardiac life support providers checking the carotid pulse: Performance, degree of conviction, and influencing factors. *Acad Emerg Med*. 2004. doi:10.1197/j.aem.2004.02.528
7. Clattenburg EJ, Wroe PC, Gardner K, et al. Implementation of the Cardiac Arrest Sonographic Assessment (CASA) protocol for patients with cardiac arrest is associated with shorter CPR pulse checks. *Resuscitation*. 2018. doi:10.1016/j.resuscitation.2018.07.030

8. Simard RD, Unger AG, Betz M, Wu A, Chenkin J. The POCUS Pulse Check: A Case Series on a Novel Method for Determining the Presence of a Pulse Using *Point-of-Care* Ultrasound. *J Emerg Med*. 2019. doi:10.1016/j.jemermed.2019.02.013
9. Breikreutz R, Walcher F, Seeger FH. Focused echocardiographic evaluation in resuscitation management: Concept of an advanced life support-conformed algorithm. *Crit Care Med*. 2007. doi:10.1097/01.CCM.0000260626.23848.FC
10. Gaspari R, Weekes A, Adhikari S, et al. Emergency department *point-of-care* ultrasound in out-of-hospital and in-ED cardiac arrest. *Resuscitation*. 2016. doi:10.1016/j.resuscitation.2016.09.018
11. Lichtenstein D. Lung ultrasound in acute respiratory failure an introduction to the BLUE-protocol. In: *Minerva Anesthesiologica*. ; 2009.
12. Montoya J, Stawicki SP, Evans DC, et al. From FAST to E-FAST: an overview of the evolution of ultrasound-based traumatic injury assessment. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2016. doi:10.1007/s00068-015-0512-1
13. Lichtenstein DA. How can the use of lung ultrasound in cardiac arrest make ultrasound a holistic discipline. The example of the SESAME-protocol. *Med Ultrason*. 2014;16(3):252-255. doi:10.11152/mu.2013.2066.163.dal1
14. Rose SC, Zwiebel WJ, Miller FJ. Distribution of acute lower extremity deep venous thrombosis in symptomatic and asymptomatic patients: imaging implications. *J Ultrasound Med*. 1994;13(4):243-250. doi:10.7863/jum.1994.13.4.243
15. Markel A, Manzo RA, Bergelin RO, Strandness Jr DE. Pattern and Distribution of Thrombi in Acute Venous Thrombosis. *Arch Surg*. 1992;127(3):305-309. doi:10.1001/archsurg.1992.01420030071013
16. Lichtenstein D. *The Whole Body Ultrasound in the Critical Ill*. Springer Ed; 2010.

17. Tsou PY, Kurbedin J, Chen YS, et al. Accuracy of *point-of-care* focused echocardiography in predicting outcome of resuscitation in cardiac arrest patients: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. 2017. doi:10.1016/j.resuscitation.2017.02.021
18. Lichtenstein D, Karakitsos D. Integrating lung ultrasound in the hemodynamic evaluation of acute circulatory failure (the fluid administration limited by lung sonography protocol). *J Crit Care*. 2012. doi:10.1016/j.jcrc.2012.03.004
19. Long B, Alerhand S, Maliel K, Koyfman A. Echocardiography in cardiac arrest: An emergency medicine review. *Am J Emerg Med*. 2018;36(3):488-493. doi:10.1016/j.ajem.2017.12.031
20. Ochagavía A, Baigorri F, Mesquida J, et al. Hemodynamic monitoring in the critically patient. Recommendations of the Cardiological Intensive Care and CPR Working Group of the Spanish Society of Intensive Care and Coronary Units. *Med Intensiva (English Ed)*. 2014;38(3):154-169. doi:10.1016/j.medic.2013.10.002
21. Lanctôt JF, Valois M, Beaulieu Y. EGLS: Echo-guided life support. *Crit Ultrasound J*. 2011;3(3):123-129. doi:10.1007/s13089-011-0083-2
22. Hernandez C, Shuler K, Hannan H, Sonyika C, Likourezos A, Marshall J. C.A.U.S.E.: Cardiac arrest ultra-sound exam-A better approach to managing patients in primary non-arrhythmogenic cardiac arrest. *Resuscitation*. 2008. doi:10.1016/j.resuscitation.2007.06.033
23. Milne J, Atkinson P, Lewis D, et al. Sonography in Hypotension and Cardiac Arrest (SHoC): Rates of Abnormal Findings in Undifferentiated Hypotension and During Cardiac Arrest as a Basis for Consensus on a Hierarchical Point of Care Ultrasound Protocol. *Cureus*. 2016. doi:10.7759/cureus.564

24. Ceriani E, Cogliati C. Update on bedside ultrasound diagnosis of pericardial effusion. *Intern Emerg Med*. 2016. doi:10.1007/s11739-015-1372-8
25. Chandraratna PAN, Mohar DS, Sidarous PF. Role of echocardiography in the treatment of cardiac tamponade. *Echocardiography*. 2014. doi:10.1111/echo.12605
26. Pérez-Casares A, Cesar S, Brunet-Garcia L, Sanchez-de-Toledo J. Echocardiographic Evaluation of Pericardial Effusion and Cardiac Tamponade. *Front Pediatr*. 2017;5:79. doi:10.3389/fped.2017.00079
27. L AK, G CM, M BS, E VT, S BV. Abstract 17933: Ultrasound Guided Chest Compressions Over the Left Ventricle During Cardiopulmonary Resuscitation Increases Coronary Perfusion Pressure and Return of Spontaneous Circulation in a Swine Model of Cardiac Arrest. *Circulation*. 2013;128(suppl_22):A17933-A17933. doi:10.1161/circ.128.suppl_22.A17933
28. Miglioranza MH, Barbisan JN. Is it Time for Ultrasound in Cardiac Arrest? *J Trauma Acute Care Surg*. 2010;68(6). https://journals.lww.com/jtrauma/Fulltext/2010/06000/Is_it_Time_for_Ultrasound_in_Cardiac_Arrest_42.aspx.
29. Men XQ, Yan XX. Tracheal Ultrasound for the Accurate Confirmation of the Endotracheal Tube Position in Obese Patients. *J Ultrasound Med*. 2020;39(3):509-513. doi:10.1002/jum.15127
30. Pinto J, Cordeiro L, Pereira C, Gama R, Fernandes HL, Assunção J. Predicting difficult laryngoscopy using ultrasound measurement of distance from skin to epiglottis. *J Crit Care*. 2016. doi:10.1016/j.jcrc.2016.01.029
31. Yao W, Wang B. Can tongue thickness measured by ultrasonography predict difficult tracheal intubation? *Br J Anaesth*. 2017. doi:10.1093/bja/aex051

32. Hall EA, Showaihi I, Shofer FS, Panebianco NL, Dean AJ. Ultrasound evaluation of the airway in the ED: a feasibility study. *Crit Ultrasound J*. 2018;10(1):3. doi:10.1186/s13089-018-0083-6
33. Lages N, Vieira D, Dias J, et al. Ultrasound guided airway access. *Brazilian J Anesthesiol*. 2018. doi:10.1016/j.bjan.2018.06.014
34. Weaver B, Lyon M, Blaivas M. Confirmation of endotracheal tube placement after intubation using the ultrasound sliding lung sign. *Acad Emerg Med*. 2006. doi:10.1197/j.aem.2005.08.014
35. Gobatto ALN, Besen BAMP, Cestari M, Pelosi P, Malbouisson LMS. Ultrasound-Guided Percutaneous Dilational Tracheostomy: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials and Meta-Analysis. *J Intensive Care Med*. 2020. doi:10.1177/0885066618755334
36. Eslami V, Hosseini J, Talebian M, Ghafari M. Secondary confirmation of endotracheal tube position by diaphragm motion in right subcostal ultrasound view. *Int J Crit Illn Inj Sci*. 2013. doi:10.4103/2229-5151.114269
37. Schmidt GA, Blaivas M, Conrad SA, et al. Ultrasound-guided vascular access in critical illness. *Intensive Care Med*. 2019. doi:10.1007/s00134-019-05564-7
38. Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for internal jugular vein catheterization. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015. doi:10.1002/14651858.CD006962.pub2
39. Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for subclavian or femoral vein catheterization. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015. doi:10.1002/14651858.CD011447
40. Jentzer JC, Anavekar NS, Mankad S V., et al. Changes in left ventricular systolic and diastolic function on serial echocardiography after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2018. doi:10.1016/j.resuscitation.2018.01.050

41. Lee SH, Jong Yun S. Diagnostic performance of optic nerve sheath diameter for predicting neurologic outcome in post-cardiac arrest patients: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. 2019. doi:10.1016/j.resuscitation.2019.03.004
42. Lauridsen KG, Schmidt AS, Caap P, Aagaard R, Løfgren B. Clinical experience and skills of physicians in hospital cardiac arrest teams in Denmark: A nationwide study. *Open Access Emerg Med*. 2017. doi:10.2147/OAEM.S124149

CAP 07

ULTRASSONOGRAFIA DE RINS E VIAS URINÁRIAS

Cristianne da Silva Alexandre
Thiago Nabil Hanna
Pablo Rodrigues Costa Alves

1. INTRODUÇÃO

O uso da ultrassonografia (USG) na nefrologia e urologia expandiu-se nos últimos anos, devido à praticidade clínica no auxílio de exames de triagem e diagnósticos diferenciais de muitas patologias, tanto ambulatoriais quanto emergenciais. O interesse pelo uso da USG por médicos não radiologistas tem aumentado de maneira importante nos últimos anos, sendo hoje empregada em quase todas as especialidades médicas.

O exame físico do aparelho urinário baseia-se nas manobras de inspeção, ausculta, palpação e percussão, entretanto, devido à predominância da localização retroperitoneal de suas estruturas, não há um grande número de achados importantes na grande maioria das patologias. A USG permite a visualização interna do paciente em tempo real, como uma extensão do exame físico – não para realizar exames complexos, mas para responder questões simples à beira leito, de maneira rápida e precisa. Contudo, é

importante frisar que a USG *point-of-care* não substitui a avaliação formal de maior complexidade, realizada por radiologistas.¹

2. RESPONSÁVEL PELA PRESCRIÇÃO E PELA EXECUÇÃO²

A USG de rins e vias urinárias para fins diagnósticos é de responsabilidade exclusiva do médico de acordo com a Lei do Ato Médico (artigo 4º, III da lei 12.842, 10 de julho de 2013).

3. INDICAÇÕES

A avaliação ultrassonográfica dos rins e vias urinárias envolve responder perguntas simples, geralmente com respostas do tipo sim ou não.³ Deverão ser avaliados: topografia, morfologia, dimensões e ecogenicidade das estruturas. As indicações para sua utilização devem surgir como resposta às seguintes perguntas:

- a. Os rins são visíveis nas suas respectivas lojas bilateralmente?
- b. Os rins têm tamanho adequado? Considera-se tamanho normal um comprimento entre 8 e 12 cm;
- c. Qual a espessura do córtex renal? Considera-se adequada quando maior que 1 cm;
- d. Há aumento de ecogenicidade do parênquima renal, quando comparada à ecogenicidade do fígado e do baço?
- e. Há sinais de obstrução urinária como hidronefrose ou bexigoma?
- f. Há formações nodulares no rim?
- g. A bexiga tem paredes espessas ou conteúdo amorfo no seu interior?

4. CONTRAINDICAÇÕES

Não há contraindicações à realização do procedimento.

5. MATERIAL NECESSÁRIO

- a. USG com transdutor convexo (curvilíneo) com frequência de 3 a 5 MHz;
- b. Gel condutor;
- c. Um par de luvas de procedimento.

6. DESCRIÇÃO DA TÉCNICA

- a. **Explicação:** apresentar-se e explicar o procedimento ao paciente;
- b. **Posicionamento:** o rim direito é melhor examinado em decúbito dorsal ou lateral esquerdo por meio do fígado, que serve de janela acústica. Em geral, o rim esquerdo é menos visível, devido à localização mais superior, à falta de janela acústica gerada pelo fígado e à presença de gases intestinais e gástricos sobrejacentes. Acessos posteriores (paciente em decúbito dorsal), através da musculatura paravertebral, são úteis em crianças e adultos magros;
- c. **Preparação:** a hidratação prévia é recomendável para avaliação complementar da bexiga;
- d. **Analgesia e sedação:** Não é necessário;
- e. **Obtenção da imagem renal:**
 - I. Rim direito: a sonda deve ser colocada ao longo da margem subcostal lateral direita, na linha axilar anterior, varrendo pelo fígado, até localizar o rim direito. Após a visualização de todo o rim, o corte longitudinal ideal é obtido com o ajuste

lento da posição da sonda para cima e para baixo ou para os lados. O rim costuma ser medido no eixo mais longitudinal;

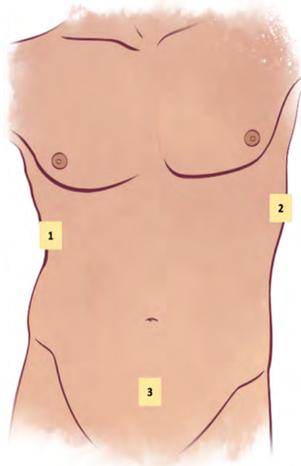
- II. Rim esquerdo: em geral é menos visível e a sonda deve ser colocada na linha axilar posterior ou no ângulo costovertebral esquerdo para melhorar a visualização. O rim direito encontra-se em posição geralmente inferior (1 a 2 cm) com relação ao rim esquerdo, além de ser menor;
- III. O transdutor deverá ser posicionado no sentido longitudinal, com o marcador do lado direito, na posição cranial;
- IV. Cortes transversais serão obtidos ao rotacionar no sentido anti-horário o transdutor;
- V. Inicialmente devemos avaliar a mobilidade renal ao solicitar inspiração profunda do paciente;
- VI. Deve-se, em seguida, aferir o diâmetro bipolar do rim e a espessura média do parênquima;
- VII. O transdutor deverá ser rotacionado no sentido laterolateral e anteroposterior, de modo a varrer todo o rim procurando por lesões focais, cistos, nódulos, alteração no seio renal e presença de cálculos ou dilatações no sistema.

f. Obtenção de imagem vesical:

- I. A bexiga deverá estar cheia, com volume médio entre 200 e 250 ml, sendo importante em algumas situações calcular o volume urinário;
- II. A avaliação é feita pela abordagem transabdominal, com o paciente em decúbito dorsal. A sonda é posicionada 1 cm da sínfise púbica e com o marcador (índex) voltado ao corpo do paciente. Deverá ser realizada a varredura, rotacionando no sentido laterolateral o transdutor. Cortes longitudinais deverão ser feitos;

- III. Deverá ser observada a presença de lesões vegetantes, conteúdos anômalos, cálculos, sedimentos, divertículo e espessamento de parede;
- IV. Os exames transversos e longitudinais fornecem uma avaliação bastante precisa do volume da bexiga, por meio da medida das dimensões horizontal e vertical na imagem transversa e da dimensão longitudinal máxima na imagem longitudinal. O volume aproximado é calculado automaticamente na maioria dos aparelhos de USG. O cálculo ultrassonográfico do volume residual pós-miccional de urina permite o diagnóstico imediato de retenção urinária ou esvaziamento incompleto da bexiga em pacientes com diminuição ou ausência de débito urinário, sem a necessidade do cateterismo ureteral.

Figura 1 – Posicionamento do transdutor para a avaliação do (1) rim direito, (2) rim esquerdo e (3) bexiga.



7. COMPLICAÇÕES

Não há complicações associadas à realização do procedimento. Contudo, sua realização e interpretação é operador-dependente.

8. ACHADOS E INTERPRETAÇÕES

8.1 Os rins são visíveis nas suas respectivas lojas bilateralmente?

Caso um ou ambos os rins não sejam visualizados nas suas lojas bilateralmente, alguns diagnósticos diferenciais precisam ser lembrados:

- a. Agenesia renal: corresponde à ausência congênita de um rim (agenesia unilateral) ou dos dois rins (agenesia bilateral). A ausência de um rim é um defeito congênito bastante frequente, com uma incidência aproximada de 1/1.000 nascimentos. Na maioria dos casos, as repercussões são escassas e caso o outro rim seja normal, essa alteração costuma ser diagnosticada casualmente;
- b. Ectopia renal: o rim ectópico resulta da falha na migração deste, da cavidade pélvica para a fossa renal e, comumente, está relacionado à má rotação. Observa-se leve predileção pelo lado esquerdo e 10% dos casos podem ser bilaterais. Na ectopia simples, o rim está do mesmo lado em que se originou. A localização pélvica, mais comum, está associada à ausência de sua morfologia habitual, pois o rim é frequentemente mal rotacionado e tem sua imagem superposta aos ossos da bacia, dificultando a sua identificação. A ectopia renal cruzada se dá quando um dos rins se

encontra contralateral à inserção de seu ureter na bexiga. Embora a ectopia renal seja uma malformação isolada, também pode estar associada a outros defeitos congênitos, pois a incidência de cálculos e infecções é maior nos rins ectópicos do que nos situados normalmente.⁴

- c. **Rim em ferradura:** essa malformação caracteriza-se pela fusão de ambos os rins, ligados entre si por uma ponte de tecido renal que une os seus polos superiores ou inferiores e passa à frente da aorta e da veia cava. Devido à esta malformação, os rins costumam ficar mais próximos da linha média e, por vezes, mais abaixo do que o normal, o que provoca uma rotação anômala dos ureteres, favorecendo eventuais obstruções na drenagem da urina. Na maioria dos casos, como a malformação não origina sintomas, não é diagnosticada ou apenas é detectada casualmente. Mais raramente pode estar associado a infecção recorrente do trato urinário.

8.2 Os rins têm tamanho adequado?

Considera-se tamanho normal um comprimento entre 8 e 12 cm. Três grupos de patologias devem ser lembradas.⁵

- a. **Rins de tamanho reduzido:** a redução bilateral do tamanho renal está associada, na maioria dos casos, à disfunção renal crônica, sendo obrigatória a avaliação da função renal;
- b. **Rins de tamanho aumentado:** o aumento bilateral dos rins pode estar associado às obstruções bilaterais ou abaixo do trígono vesical, bem como às doenças císticas bilaterais, como será visto adiante;

- c. Assimetria renal (quando a diferença de tamanho entre os rins é maior que 1,5 cm):** vale a pena ressaltar que o rim direito é ligeiramente menor que o esquerdo. Todas as assimetrias devem ser investigadas. Na **Tabela 1**, abaixo, estão resumidas as principais causas, divididas em dois grupos principais:

Tabela 1 – Causas de assimetria renal

Por aumento renal	Por redução renal
Rim hiperplásico;	Infarto renal;
Rim compensatório;	Rim hipoplásico;
Trombose de veia renal;	Estenose de artéria renal;
Trauma renal;	Nefrite por radiação;
Uropatia obstrutiva;	Pielonefrite crônica;
Abscesso renal;	Nefropatia por refluxo.
Pielonefrite aguda;	
Doença policística;	
Cistos ou nódulos;	
Neoplasias.	

Adaptado de Parada et al. (2007)⁶

8.3 Qual a espessura do parênquima renal?

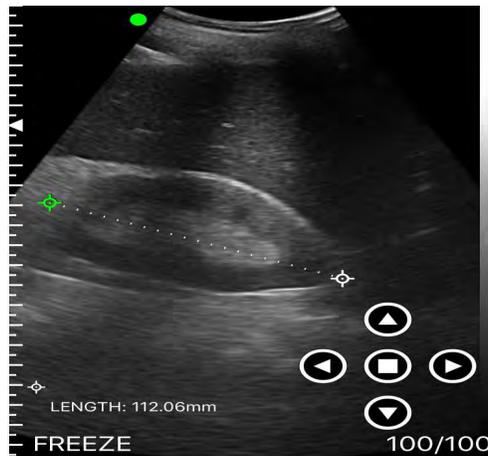
Caso a espessura do parênquima renal seja menor que 1 cm, considere-se que há doença renal crônica, independente da etiologia.

Figura 2 – Rim com tamanho e espessura de córtex normais.



8.4 Há aumento de ecogenicidade do parênquima renal, quando comparada à ecogenicidade do fígado e do baço?

Figura 3 – Rim normal (112,06 mm).



A ecogenicidade cortical resulta da soma dos ecos gerados nos glomérulos, túbulos e interstício. A participação dos glomérulos no volume renal é de apenas 8% e, por isso, eles desempenham um papel secundário na determinação da ecogenicidade cortical. O aumento da ecogenicidade cortical parece ser um marcador muito sensível de doença do parênquima renal. Na maioria dos casos está associada à doença renal crônica. Entretanto, é descrita em algumas causas de doença renal aguda, como a nefrite intersticial aguda.⁷

8.5 Há sinais de obstrução urinária como hidronefrose ou bexigoma?

Figura 4 – Rim com ecogenicidade semelhante ao parênquima hepático.



A uropatia obstrutiva continua sendo o achado mais importante que requer tratamento urgente, uma vez que, na maioria dos casos, é reversível. Em geral, a USG consegue diagnosticar a obstrução com sensibilidade em

torno de 95%. A dilatação do sistema coletor renal (hidronefrose) é o aspecto mais importante da USG na uropatia obstrutiva. A dilatação do cálice e da pelve renal é caracterizada pelo apagamento da gordura do seio renal por uma estrutura ramificada anecoica que permite a transmissão do som. A hidronefrose é caracterizada como leve, moderada ou grave. O grau do dano renal pode ser quantificado com base na redução da espessura do parênquima:

- **Grau I (hidronefrose leve):** refere-se à dilatação mínima do sistema coletor, conhecida como ectasia (**Figura 5**);

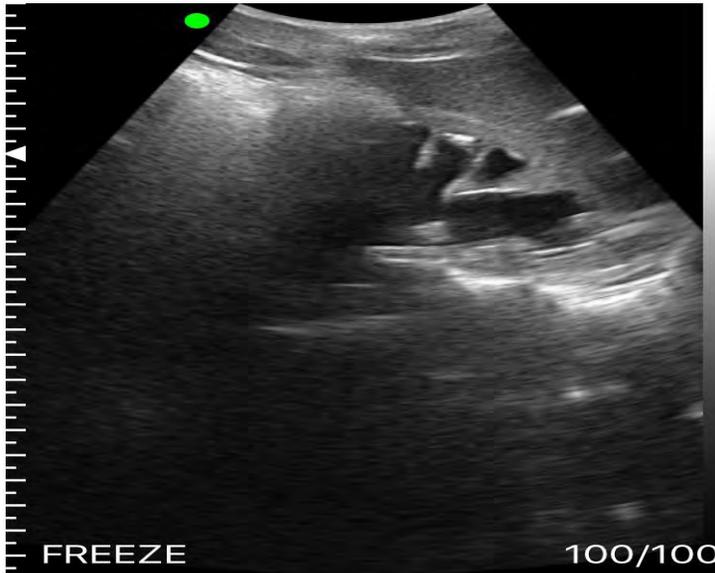
Figura 5 – Rim com hidronefrose leve.



- **Grau II (hidronefrose moderada):** revela arredondamento dos cálices, com obliteração das papilas. O aflamento cortical é mínimo na hidronefrose moderada;

- **Grau III (hidronefrose grave):** faz referência à grande dilatação da pelve renal e dos cálices associados ao afinamento cortical (**Figura 6**).^{8,9}

Figura 6 – Rim com hidronefrose moderada-grave.



8.6 Há formações nodulares no rim?

A presença dessas formações necessita investigação para avaliar as características mais importantes. De forma geral, pode-se dividir em três grupos na avaliação inicial:

- Nefrolitíase:** é um dos problemas renais mais comuns. Os cálculos renais são focos hiperecoicos, com sombreamento acústico posterior. Podem apresentar diferentes tamanhos e localidades

dentro do rim. A USG consegue detectar a grande maioria dos cálculos maiores ou iguais a 5 mm;

Figura 7 – Rim com cálculo coraliforme.



- b. Cistos renais:** são as massas renais mais comumente encontradas. As características ultrassonográficas do cisto simples incluem aparência esférica, lúmen anecoico sem ecos internos, clara demarcação da parede e espessura da parede não mensurável. Cistos solitários ou múltiplos podem estar em qualquer local no rim. Os cistos complexos não atendem aos critérios ultrassonográficos dos cistos simples, pois podem ser septados e multiloculares, requerendo estudos de imagem adicionais, como a tomografia computadorizada com contraste;

Figura 8 – Rim com múltiplos cistos simples.**Figura 9** – Rim com múltiplos cistos de diferentes tamanhos.

Figura 10 – Rim com cisto simples exofítico medindo 18cm.



- c. Massas renais sólidas:** são lesões heterogêneas, isoecoicas ou hipoeicoicas, de dimensões variáveis, adjacentes ao parênquima renal normal. A USG é usada principalmente para diferenciar uma massa sólida de um cisto simples. Todas as massas renais sólidas em adultos devem ser consideradas malignas até que se prove o contrário e requerem avaliação adicional.

8.7 A bexiga tem paredes espessas ou conteúdo amorfo no seu interior?

A presença de espessamento vesical ou de conteúdo amorfo no interior da bexiga requerem avaliação adicional, sendo as alterações mais comumente descritas:¹⁰

- a. Cálculos vesicais:** aparecem como imagens hiperecoicas com sombreamento acústico posterior. Eles se movimentam com as alterações de posição do paciente;

- b. Lesões malignas de parede vesical:** o carcinoma superficial de células transicionais aparece como uma projeção hiperecoica polipoide da parede da bexiga. Embora pequenas lesões possam não ser bem visualizadas, todos os tumores maiores que 10 mm são detectados. A aparência ultrassonográfica não é específica;
- c. Coágulos sanguíneos:** podem ser visualizados em pacientes com hematúria profusa, como massas móveis de ecogenicidade aumentada;
- d. Divertículo:** se apresenta na USG como uma massa hipoecoica adjacente à bexiga. Um divertículo vesical grande nem sempre esvazia e pode ser visível nos exames pós-miccionais;
- e. Deslocamento ou obstrução das sondas de Foley:** uma sonda deslocada ou obstruída é causa comum de oligúria/anúria nos pacientes críticos. A USG da bexiga consegue facilmente visualizar a bexiga distendida e localizar o balão da sonda de Foley, dentro ou fora da bexiga cheia

Figura 11 – Bexiga urinária normal.

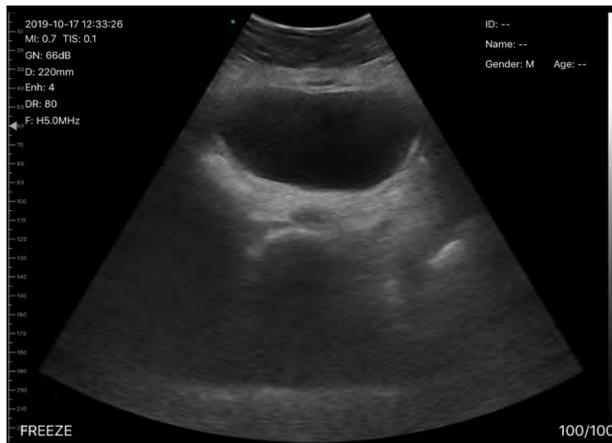


Figura 12 – Balão de sonda vesical de demora insuflado no interior da bexiga.



9. REFERÊNCIAS

1. Novaes AKB, Carmo WB do, Figueiredo AA de, et al. Point of care kidney ultrasonography and its role in the diagnosis of urinary obstruction: a case report. *J Bras Nefrol.* 2017;39(2):220—223. doi:10.5935/0101-2800.20170038
2. Brasil. Lei nº 12.842, de 10 de julho de 2013. Dispõe sobre o exercício da Medicina. *Diário Of da União.* 2013;132.
3. Bastos M, Silveira Vieira AL, Muniz Pazeli Jr J. Uso da ultrassonografia “point-of-care” na prática nefrológica: Transpondo os limites do trato urinário. *HU Rev.* 2019;45(3 SE-Artigos de Revisão da Literatura):341-351. doi:10.34019/1982-8047.2019.v45.28745

4. Oliveira CMC de, Santos DC de O, Gomes DM, Choukroun G, Kubrusly M. Crossed renal ectopia with fusion: report of two cases and review of the literature. *J Bras Nefrol.* 2012. doi:10.5935/0101-2800.20120011
5. Siqueira R, Lima A, Silva GB, Daher EDF. Como investigar assimetria renal? *Rev Assoc Med Bras.* 2008. doi:10.1590/S0104-42302008000300005
6. Parada G SFN. Assimetria renal. In: E B, LF G, eds. *Nefrologia No Consultório.* São Paulo: Artmed Editora; 2007:191-203.
7. Araújo NC, Rioja L da S, Rebelo MAP. Renal parenchymal disease: histopathologic-sonographic correlation. *Rev Assoc Med Bras.* 2008;54(1):48-54. doi:10.1590/s0104-42302008000100020
8. Frokiaer J ZM. Urinary Tract Obstruction. In: *Brenner and Rector's The Kidney.* 9th ed. New York: Elsevier; 2011.
9. Klahr S. Pathophysiology of obstructive nephropathy. *Kidney Int.* 1983. doi:10.1038/ki.1983.36
10. O'Neill W. *Atlas of Renal Ultrasonography.* 1st ed. Philadelphia: WB Saunders; 2000.

CAP 08

AVALIAÇÃO ULTRASSONOGRÁFICA DO DIÂMETRO DA BAINHA DO NERVO ÓPTICO

José Geraldo de Souza Castellucci
Paulo César Gottardo

1. INTRODUÇÃO

Monitorização e controle da pressão intracraniana (PIC) são estratégias importantes em neurointensivismo, objetivando prevenção de dano neurológico secundário. Em cenários como traumatismo cranioencefálico (TCE) grave e hemorragia subaracnóidea (HSA), a aferição da PIC auxilia na tomada de decisão quanto à adoção de medidas para controle de hipertensão intracraniana (HIC) e ajustes de pressão de perfusão cerebral (PPC).

A despeito de sua relevância, a técnica padrão ouro de aferição da pressão intracraniana demanda mão de obra especializada (neurocirurgião) e abordagem invasiva, com implante de cateter intraparenquimatoso ou intraventricular. Em paralelo aos riscos de complicações mecânicas e

infecciosas do procedimento, soma-se o atraso na adoção de medidas para a HIC, devido à demora para o implante cirúrgico do cateter de aferição de PIC. Como estratégia não invasiva, com fácil realização e curta curva de aprendizagem, a aferição do diâmetro da bainha do nervo óptico (DBNO) ascende como alternativa nos cenários de atendimento pré-hospitalar e emergências que se dedicam a pacientes neurocríticos.

A aferição do DBNO é um método complementar de avaliação do paciente com suspeita de hipertensão intracraniana, com sensibilidade estimada em 97% e especificidade de 86%, razão de verossimilhança positiva de 6,93 e negativa de 0,04.¹ Diante do exposto, percebe-se que se trata de um teste acurado (AUROC de 0,94) para predição de HIC, com ponto de corte ótimo de 5 mm de diâmetro, aferido bilateralmente, 3 cm posterior à inserção do nervo na órbita.¹⁻³ Sua realização demanda curto treinamento e aparelho de ultrassonografia (USG) com transdutor linear de alta frequência (7,5 a 14 MHz), prescindindo de transporte intra-hospitalar, do uso de radiação ionizante e de abordagens invasivas ou cirúrgicas.

2. RESPONSÁVEL PELA PRESCRIÇÃO E PELA EXECUÇÃO⁴

A emissão de laudos de exames de imagem, bem como sua indicação, é de responsabilidade exclusiva do médico de acordo com a Lei do Ato Médico (artigo 4º, VII da lei 12.842, 10 de julho de 2013).

3. INDICAÇÕES

Situações onde há suspeita de aumento da pressão intracraniana. Possuindo validação em contextos de TCE, HSA, meningoencefalites e doença cerebrovascular.^{2,5}

4. CONTRAINDICAÇÕES

São limitações à realização do exame a presença de traumatismo ocular e/ou palpebral.^{2,5,6} Merecem destaque, como possíveis causas de perda da acurácia do exame, o passado de cirurgia oftalmológica e doenças oculares progressivas.^{5,6}

5. REVISÃO ANATÔMICA E FISIOLÓGICA

O nervo óptico é um trato de substância branca do sistema nervoso central que se estende através do canal óptico até a órbita. É envolvido pelas meninges e cercado por líquido cefalorraquidiano, que entra no espaço subaracnóideo através da cisterna quiasmática. Desse modo, existe transmissão mecânica, através do líquido cefalorraquidiano, da pressão intracraniana para a bainha do nervo, com sua consequente dilatação em situações de hipertensão intracraniana.^{7,8}

A dilatação da bainha de nervo óptico pode ser facilmente detectada por USG simples com sonda de alta frequência (7,5 a 14 MHz), preferencialmente linear. Utilizando tal método, inúmeros estudos descrevem forte correlação entre aumento de PIC e aumento de diâmetro da bainha do nervo óptico, bem como redução da PIC após medidas para hipertensão intracraniana e diminuição do diâmetro da mesma bainha.^{2,5,6,8}

6. MATERIAL NECESSÁRIO

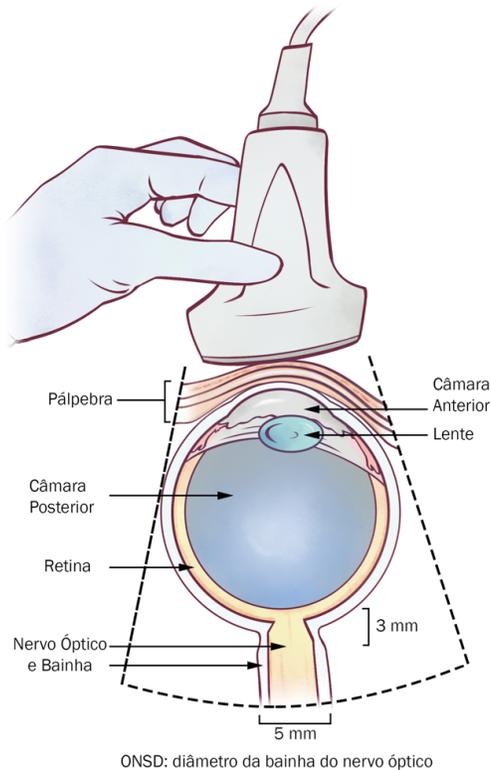
- a. Equipamento de USG com transdutor linear de alta frequência (idealmente de 7,5 a 14 MHz);

- b. Gel condutor de USG ou outro material que possibilite a interface do transdutor com a pele do paciente, sem ocasionar dano a ambos e ser um meio adequado para propagação das ondas de USG.

7. DESCRIÇÃO DA TÉCNICA

- a. **Posicionamento:** o paciente deve ser colocado em decúbito dorsal / posição supina, com as pálpebras cobrindo toda a superfície ocular (atenção aos pacientes com proptose);
- b. **Preparação:** realizar cobertura de toda pálpebra com espessa camada de gel condutor de USG ou de outro material alternativo de escolha – realizar em ambos os olhos, para exame bilateral. Selecionar a sonda (transdutor) linear de alta frequência (caso esse transdutor não esteja disponível, qualquer transdutor pode ser utilizado, priorizando aqueles que tiverem uma frequência mais elevada, para melhor detalhamento da imagem obtida);
- c. **Execução:** o transdutor ultrassonográfico deve ser colocado sem grande pressão na pálpebra superior fechada, coberta com uma espessa camada de gel de USG para evitar pressão excessiva sobre o olho e auxiliar como meio acústico. A posição da sonda deve ser ajustada para exibir claramente a entrada do nervo óptico no globo (**Figura 1**).^{1,2}

Figura 1 – Posicionamento do *probe* para medida do diâmetro da bainha do nervo óptico.
Imagem fora de escala.



- d. Devem ser realizadas duas medições para cada nervo óptico; a primeira medida no plano transversal, com a sonda na posição horizontal, e a segunda medida no plano sagital, com a sonda em posição vertical.²
- e. Adquirida a imagem, deve-se aferir o diâmetro da bainha do nervo óptico a 3 cm da sua inserção no globo ocular (**Figura 2**);³

Figura 2 – Imagem ultrassonográfica de globo ocular demonstrando local para medida do diâmetro da bainha do nervo óptico.



- f. Após realização do exame, utilizando gaze ou algodão, retirar todo o gel transdutor da pálpebra do paciente e se certificar de que não ocorreu lesão cutânea ou de conjuntiva bulbar.

8. INTERPRETAÇÃO

Apesar de alguma variação de ponto de corte ótimo para HIC ser encontrada na literatura¹⁻³, interpreta-se que um diâmetro superior a 5 mm se associa fortemente a uma pressão intracraniana > 20 a 22 mmHg.

9. LIMITAÇÕES DO MÉTODO

Infelizmente – apesar de ser um método não invasivo, com boa acurácia no rastreo de HIC, sem conferir riscos ao paciente e sem agregar custos adicionais ao serviço – o método ainda apresenta inúmeras limitações, como:

- a. Ausência de uma técnica padrão uniforme para a sua realização;
- b. Possível perda de acurácia quando há flutuação da PIC durante o tempo, podendo perder acurácia em eventos subsequentes a um controle da PIC, o que poderia ser explicada pelo possível retardo do retorno da distensão da bainha do nervo óptico;
- c. As revisões sistemáticas e metanálises que avaliaram o método não seguiram padrões específicos de método controle (padrão-ouro), assim como as patologias dos pacientes neurocríticos avaliados; juntando dados de diferentes amostras (TCE e acidente cerebrovascular, por exemplo).

10. COMPLICAÇÕES

Trata-se de procedimento não invasivo, sem complicações previstas.

11. REFERÊNCIAS

1. Koziarz A, Sne N, Kegel F, et al. Bedside optic nerve ultrasonography for diagnosing increased intracranial pressure. *Ann Intern Med.* 2019;171(12):896-905. doi:10.7326/M19-0812
2. Wang LJ, Chen LM, Chen Y, et al. Ultrasonography assessments of optic nerve sheath diameter as a noninvasive and dynamic method of detecting changes

- in intracranial pressure. *JAMA Ophthalmol.* 2018;136(3):250-256. doi:10.1001/jamaophthalmol.2017.6560
3. Dubourg J, Javouhey E, Geeraerts T, Messerer M, Kassai B. Ultrasonography of optic nerve sheath diameter for detection of raised intracranial pressure: A systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med.* 2011;37(7):1059-1068. doi:10.1007/s00134-011-2224-2
 4. Brasil. Lei nº 12.842, de 10 de julho de 2013. Dispõe sobre o exercício da Medicina. *Diário Of da União.* 2013;132.
 5. Geeraerts T, Launey Y, Martin L, et al. Ultrasonography of the optic nerve sheath may be useful for detecting raised intracranial pressure after severe brain injury. *Intensive Care Med.* 2007;33(10):1704-1711. doi:10.1007/s00134-007-0797-6
 6. Launey Y, Nessler N, Le Maguet P, Mallédant Y, Seguin P. Effect of osmotherapy on optic nerve sheath diameter in patients with increased intracranial pressure. *J Neurotrauma.* 2014;31(10):984-988. doi:10.1089/neu.2012.2829
 7. Killer HE, Laeng HR, Flammer J, Groscurth P. Architecture of arachnoid trabeculae, pillars, and septa in the subarachnoid space of the human optic nerve: Anatomy and clinical considerations. *Br J Ophthalmol.* 2003;87(6):777-781. doi:10.1136/bjo.87.6.777
 8. Hansen HC, Helmke K. Validation of the optic nerve sheath response to changing cerebrospinal fluid pressure: Ultrasound findings during intrathecal infusion tests. *J Neurosurg.* 1997;87(1):34-40. doi:10.3171/jns.1997.87.1.0034

CAP 09

ACESSO VENOSO CENTRAL GUIADO POR ULTRASSONOGRAFIA

Pablo Rodrigues Costa Alves
Cristianne da Silva Alexandre
Lucas Costa Macedo
Paulo César Gottardo

1. CONTEXTO HISTÓRICO

Em 1952, o cirurgião militar francês Robert Aubaniac descreveu a primeira técnica de acesso venoso central (AVC) por punção direta, sem utilização de fio-guia. No mesmo ano, Seldinger publicou um trabalho onde descrevia a técnica que acabou se tornando a base desde então, em que se utilizava um fio-guia flexível para inserção de um cateter.¹

Muito se evoluiu no decorrer dos anos, com melhores materiais, melhor conhecimento da anatomia vascular e, recentemente, com o uso da técnica de Seldinger guiada por ultrassonografia (USG).¹ A realização da punção guiada por USG reduz a incidência de complicações associadas ao procedimento.

Em comparação com as técnicas de referência para punção de veia jugular interna, a orientação por USG aumentou a taxa de colocação bem-

sucedida de cateter em 12% e de primeira tentativa bem-sucedida em 57%, além de reduzir o tempo necessário para uma punção bem-sucedida. A incidência geral de complicações foi reduzida em 71%, assim como a incidência de punção arterial inadvertida.² Para o acesso à veia femoral, a taxa de sucesso total na primeira tentativa foi significativamente maior quando guiado por USG, em comparação com as técnicas de referência (RR 1,73, IC 95% 1,34 - 2,22), e a taxa geral de sucesso aumentou (RR 1,11, 95% CI 1,00-1,23). Não houve diferenças significativas na taxa de punção arterial inadvertida ou outras complicações.³

Neste capítulo será descrita a técnica de punção de veia central – pela técnica de Seldinger – das veias jugular interna e femoral, guiada por USG.

2. RELAVÂNCIA PRÁTICA

O AVC é um dos procedimentos mais comuns realizados em ambiente de terapia intensiva, devido à sua ampla gama de indicações, sendo imprescindível para o correto manejo do paciente crítico. Dessa forma, é de extrema importância que qualquer médico tenha o domínio da técnica correta e conhecimento das indicações, contraindicações, manuseio e complicações.

3. RESPONSÁVEL PELA PRESCRIÇÃO E PELA EXECUÇÃO⁴

A punção de AVC, bem como sua indicação, é de responsabilidade exclusiva do médico de acordo com a Lei do Ato Médico (artigo 4º, III da lei 12.842, 10 de julho de 2013).

4. INDICAÇÃO

As principais indicações para inserção de cateter venoso central estão listadas a seguir:

- a. Monitorização hemodinâmica invasiva:** importante em pacientes críticos, facilitando a medida da pressão venosa central (PVC), bem como a saturação venosa da central (SvcO₂);
- b. Terapias extracorpóreas:** em pacientes que necessitam de diálise de urgência, bem como plasmaférese ou aférese, é necessária a punção de uma veia central. Entretanto, nesses casos a técnica e a manipulação do cateter têm algumas especificidades, por conta disso, tal assunto será discutido em um capítulo à parte;
- c. Infusão de medicações e outras terapias:** medicações hiperosmóticas, irritantes ou cáusticas, como alguns antibióticos e quimioterápicos, bem como nutrição parenteral, devem ser administrados por acesso central, pelo risco de flebite se administrados por via periférica;
- d. Impossibilidade de acesso venoso periférico (AVP):** quando não há a possibilidade de um acesso AVP ou quando o regime de infusão é complexo, deve-se obter AVC;
- e. Acesso para intervenção endovascular:** alguns exemplos de terapias intervencionistas são a colocação de filtros de veia cava, cateteres de artéria pulmonar, marcapassos, desfibriladores e terapia trombolítica ou colocação de *stents* em veias.

5. CONTRAINDICAÇÕES

- a. Infecção na região do procedimento:** o médico deve realizar o procedimento em outro sítio;
- b. Coagulopatias e trombocitopenia (relativa):** discrasias sanguíneas graves e moderadas são contra-indicações relativas, sendo a severidade do sangramento não relacionada diretamente

com a gravidade da coagulopatia.⁵ Quando realmente necessário, o AVC de subclávia deve ser evitado, devido à impossibilidade de comprimir o sítio de punção, caso haja sangramento. Além disso, deve-se optar, sempre que possível, proceder com a punção guiada por USG. Interconsulta com médico hematologista e/ou transfusão de hemocomponentes (ver abaixo) podem ser necessárias;⁵

- c. **Alterações anatômicas:** o local deve ser reconsiderado, devido à perda dos referenciais anatômicos ou mudança no trajeto dos vasos.

6. ANTES DE INICIAR O PROCEDIMENTO

- a. Se INR > 3, considerar plasma fresco (1 ml/kg);
- b. Considerar suplementar vit. K (1 a 10 mg);
- c. Considerar concentrado de plaquetas se < 20.000/mm³ (1 U por 7 a 10 kg);
- d. Monitorizar o paciente e colocar em posição de Trendelenburg (para punção em subclávia e jugular interna) ou supina + Trendelenburg inverso (veia femoral).

7. MATERIAL NECESSÁRIO

- a. Kit cateter (cateter, fio-guia e agulha 18 G, seringa, bisturi e dilatadores);
- b. Agulha 40 x 12 mm para aspirar o anestésico;
- c. Agulha 30 x 7 ou 30 x 8 mm para anestesia;
- d. Seringa 10 ml;
- e. Gaze estéril (3 pacotes);
- f. Lidocaína 2% sem vasoconstritor;

- g.** Fio nylon 3-0;
- h.** Luva estéril, capote, gorro, máscara, óculos, campos estéreis;
- i.** Solução fisiológica e equipo de soro;
- j.** 1 pinça Foerster;
- k.** 1 pinça Kelly reta ou curva;
- l.** 1 pinça anatômica sem dente;
- m.** 1 tesoura;
- n.** 1 porta-agulha;
- o.** 1 cuba;
- p.** Esparadrapo;
- q.** 2 seringas de 10 ml;
- r.** 1 torneira de 3 vias;
- s.** Flaconete de NaCl 0,9%;
- t.** Iodopovidona ou clorexidina tópico e degermante;
- u.** Gel de contato para USG;
- v.** Capa estéril para videolaparoscopia;
- w.** USG com transdutor linear.

8. REVISÃO ANATÔMICA

8.1 Veia jugular interna (VJI)

A VJI, na maioria das vezes, se localiza lateral e paralelamente ao músculo esternocleidomastóideo, no triângulo formado entre as duas cabeças do referido músculo, cuja base é a face superior da clavícula.

8.2 Veia femoral

A veia femoral é a continuação da veia poplítea. Inicia-se no canal adutor e termina na margem inferior do ligamento inguinal, localizando-se, na maior parte dos pacientes, medial à artéria femoral, que está medial ao nervo femoral. O ligamento inguinal deve ser localizado e identificado, ele se inicia no púbis e se dirige à crista ílfaca.

8.3 Veia subclávia

Localizada abaixo da clavícula, medial ao ponto hemiclavicular, anterior à artéria e ao plexo braquial. Sua localização inviabiliza sua visualização pela USG, que não consegue adquirir imagens após uma interface óssea. Contudo, pode-se utilizar a USG para localizar a veia braquial, na qual pode ser realizada a punção venosa guiada. No entanto, o acesso a esse vaso necessita de um treinamento mais extensivo e de maior expertise do médico executor.

9. DESCRIÇÃO DA TÉCNICA

9.1 Punção da veia jugular interna

9.1.1 Preparação

- a. Apresentar-se e Explicar o procedimento para o paciente, incluindo indicação e possíveis complicações;
- b. Colocar o paciente em decúbito dorsal, preferencialmente em posição de Trendelemburg;
- c. Posicionar um coxim no ombro ipsilateral à punção;
- d. Lateralizar a cabeça do paciente, voltando a face para o lado contralateral à punção;

- e. Com o índice do transdutor voltado para a direita do paciente, deve-se posicioná-lo perpendicular à pele, na topografia do triângulo formado pelo ventre anterior e posterior do esternocleidomastóideo com o osso clavicular. Quando visualizar os vasos, comprimir o *probe* contra a pele e verificar se existe colapsibilidade da veia:
 - l. Na ausência de colapsibilidade venosa ao exame, suspeitar de trombose venosa e procurar outro sítio de punção.
- f. Colocar gorro e a máscara cirúrgica;
- g. Realizar a antisepsia cirúrgica das mãos;
- h. Vestir o capote cirúrgico estéril;
- i. Calçar as luvas estéreis;
- j. Antisepsia com iodopovidona ou clorexidina degermante, seguido de iodopovidona ou clorexidina alcoólico, utilizando a pinça Foerster e gaze estéril;
- k. Colocação dos campos estéreis;
- l. Vestir o transdutor com plástico estéril ou capa para videolaparoscopia:
 - l. Antes de introduzir o transdutor na capa estéril, solicitar ao auxiliar que despeje gel condutor dentro da capa.

9.1.2 Procedimento

- a. Aspirar o anestésico sem vasoconstritor com a seringa de 10 ml, usando a agulha de 40 x 12 mm; após, trocar a agulha pela de 25 x 7 mm;
- b. Com o índice do transdutor voltado para a direita do paciente, posicioná-lo perpendicular à pele, na topografia do triângulo formado pelo ventre anterior e posterior do

esternocleidomastóideo com o osso clavicular e transversal à veia; visualizar os vasos centralizando a imagem na VJI;

- c. Anestésiar a pele (trajeto possível do cateter), acompanhando a imagem ultrassonográfica;
- d. Introduzir a agulha e puncionar a veia, utilizando a técnica de punção transversal ou longitudinal:

- I. Transversal (Figura 1):** com o transdutor perpendicular à pele (ângulo de 90°), deve-se medir a profundidade entre a pele e a veia na tela da USG. Introduzir a agulha de punção em uma angulação de 45° , a uma distância do transdutor igual à profundidade entre a pele e a veia, de modo que se crie um triângulo retângulo imaginário, no qual a hipotenusa será o trajeto da agulha no vaso. Avançar lentamente sob aspiração contínua.

- i.** Ao longo do trajeto é possível visualizar a ponta da agulha como um ponto hiperecogênico em direção a veia. Movimentos sutis de entra e sai facilitam a visualização da posição da agulha.

Figura 1 – Técnica de punção transversal guiada por USG.

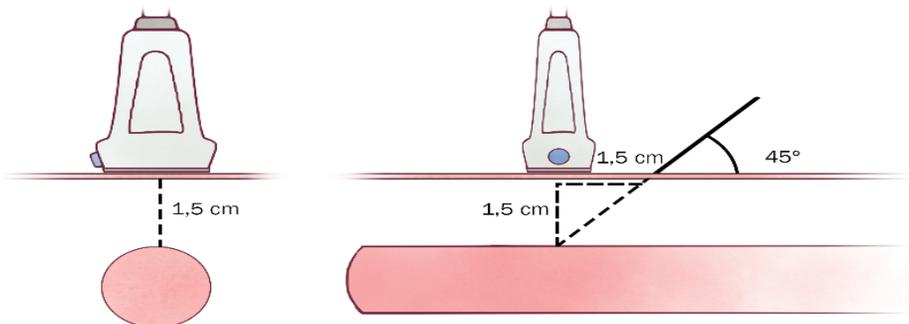
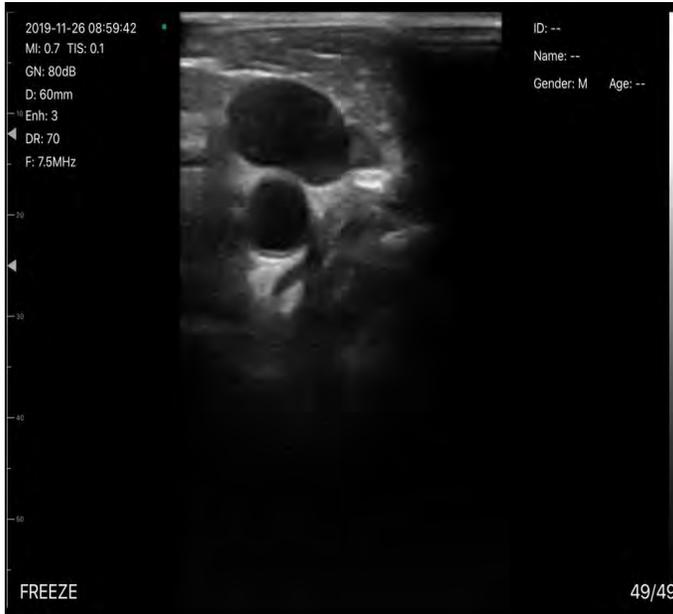


Figura 2 – Imagem ultrassonográfica da VJI (acima) e artéria carótida (abaixo) no corte transversal.



II. Longitudinal (Figura 3): após posicionamento da veia em corte transversal no centro da tela, deve-se rodar o transdutor 90° em seu próprio eixo, sobre a VJI, de modo que o transdutor fique com o índice voltado em direção à cabeça do paciente. Inserir a agulha próxima ao índice do transdutor, em um ângulo de 45° com a pele, mantendo sempre a veia em corte longitudinal na tela.

- i.** Ao longo do trajeto, toda a agulha é visualizada como uma imagem hiperecogênica.

Figura 3 – Técnica de punção longitudinal guiada por USG.

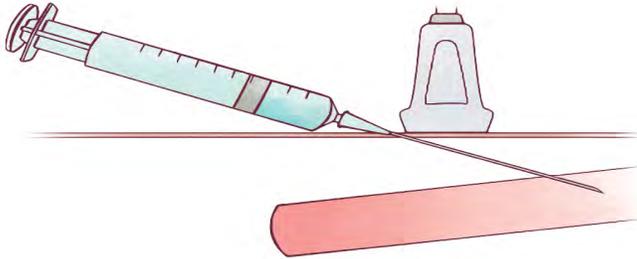
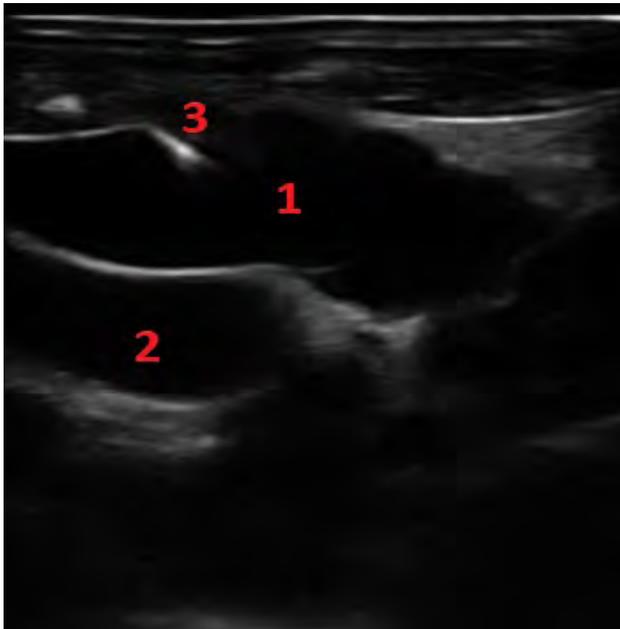


Figura 4 – Imagem ultrassonográfica da VJI direita (1) e da artéria carótida (2) em corte longitudinal. É possível observar imagem hiperecogênica – agulha – no trajeto (3).



- e. Quando o sangue flui livremente dentro da seringa, deve-se soltar o *probe* sobre o campo estéril, diminuir o ângulo, segurar a agulha firmemente e desconectar a seringa;
- f. Ocluir o orifício externo da agulha;
- g. Inserir o fio-guia (deixando cerca de 10 cm para fora) e retirar a agulha;
- h. Fazer uma incisão na pele (3 mm) com a lâmina de bisturi (nº 11) – opcional;
- i. Vestir o fio-guia com dilatador e introduzi-lo na veia. Importante lembrar que, ao introduzir o guia na veia (através do dilatador), deve-se manter um comprimento adequado de guia fora do dilatador, permitindo que ele possa ser segurado todo o tempo;
- j. Visualizar o fio-guia no lúmen vascular, para confirmar o seu posicionamento;
- k. Retirar o dilatador e comprimir o orifício da pele com gaze. Durante o processo, é importante segurar o guia e não o soltá-lo, evitando que o mesmo entre por completo na veia;
- l. Vestir o fio-guia com o cateter e introduzir o conjunto na veia, lembrando-se também de segurar o guia durante todo o processo (primeiro no sítio da punção e, após a visualização do fio guia na via venosa do cateter, nesta extremidade);
- m. Retirar o fio-guia;
- n. Testar o fluxo em todas as saídas do cateter;
- o. Lavar todas as vias com salina e, em seguida, vedá-las;
- p. Realizar o teste de microbolhas para confirmar o posicionamento do cateter: colocar, no lúmen referente à via distal do cateter,

a torneira de 3 vias, deixando-a inicialmente fechada para o paciente; colocar nas outras duas vias, uma seringa de 10 ml com 9 ml de NaCl 0,9% e na outra via, uma seringa de 10 ml, com 1 ml de ar. Realizar sucessivamente a infusão do conteúdo de uma seringa para a outra, mantendo a via do paciente fechada, até gerar um fluido com aspecto esbranquiçado, com microbolhas. Então deve-se infundir esse fluido enquanto realiza um ecocardiograma transtorácico com janela apical de 4 câmaras. O posicionamento correto do cateter pode ser confirmado com a passagem das microbolhas pelas câmaras direitas, com isso, a radiografia pós-cateter pode ser desconsiderada;

- q. Fixar o cateter na pele (sutura com fio nylon 3-0);
- r. Aplicar curativo estéril apropriado.

9.2 Punção da veia femoral

9.2.1 Preparação

- a. Apresentar-se e explicar o procedimento para o paciente, incluindo indicação e possíveis complicações;
- b. Colocar o paciente preferencialmente em decúbito dorsal;
- c. A cabeceira da cama deve ser elevada a 15 graus e com a perna rotada lateralmente.
- d. Pode-se elevar a nádega com um coxim para facilitar a exposição do local.
- e. Com o índice do transdutor voltado para a direita do paciente, posicioná-lo perpendicular à pele, na região inguinal, abaixo do ligamento e da prega inguinal. Ao percorrer a região mais

do ligamento e da prega inguinal. Centralizar a imagem da veia femoral na tela;

- c. Anestésiar a pele (trajeto possível do cateter), acompanhando a imagem ultrassonográfica;
- d. Introduzir a agulha e puncionar a veia utilizando a técnica de punção transversal ou longitudinal:
 - I. **Transversal:** com o transdutor perpendicular à pele (ângulo de 90°), medir a profundidade entre a pele e a veia na tela da USG. Introduzir a agulha de punção, em uma angulação de 45° , a uma distância do transdutor igual à profundidade entre a pele e a veia, de modo que se crie um triângulo retângulo imaginário, no qual a hipotenusa será o trajeto da agulha no vaso. Avançar lentamente sob aspiração contínua.
 - i. Ao longo do trajeto é possível visualizar a ponta da agulha como um ponto hiperecogênico em direção a veia. Movimentos sutis de entra e sai facilitam a visualização da posição da agulha.
 - I. **Longitudinal:** após posicionamento da veia em corte transversal no centro da tela, rodar o transdutor 90° em seu próprio eixo, sobre a veia femoral, de modo que o transdutor fique com o índice voltado em direção à cabeça do paciente. Inserir a agulha próxima do índice do transdutor, em um ângulo de 45° com a pele, mantendo sempre a veia em corte longitudinal na tela.
 - i. Ao longo do trajeto, toda a agulha é visualizada como uma imagem hiperecogênica.

- e. Quando o sangue flui livremente dentro da seringa, soltar o *probe* sobre o campo estéril, diminuir o ângulo, segurar a agulha firmemente e desconectar a seringa;
- f. Ocluir o orifício externo da agulha;
- g. Inserir o fio-guia – deixando cerca de 10 cm para fora – e retirar a agulha;
- h. Fazer uma incisão na pele (3 mm) com a lâmina de bisturi (nº 11) – opcional;
- i. Vestir o fio-guia com dilatador e introduzi-lo na veia. Importante lembrar que, ao introduzir o guia na veia (através do dilatador), deve-se manter um comprimento adequado de guia fora do dilatador, permitindo que ele possa ser segurado todo o tempo;
- j. Confirmar o posicionamento do fio-guia dentro do lúmen venoso com a USG;
- k. Retirar o dilatador e comprimir o orifício na pele com gaze. Durante o processo, é importante segurar o guia e não o soltar, evitando que o guia entre por completo na veia;
- l. Vestir o fio-guia com o cateter e introduzir o conjunto na veia, lembrando-se também de segurar o guia durante todo o processo (primeiro no sítio da punção e, após a visualização do fio guia na via venosa do cateter, nesta extremidade);
- m. Retirar o fio-guia;
- n. Testar o fluxo em todas as saídas do cateter;
- o. Lavar todas as vias com salina e vedar as saídas;
- p. Fixar o cateter na pele (sutura com fio nylon 3-0);
- q. Aplicar curativo estéril apropriado.

Tabela 1 – Visualização na ultrassonografia; vantagens e desvantagens de diferentes veias. *Adaptado*⁶

Veia	Visualização	Vantagem	Desvantagem
Veia Jugular Interna	<ul style="list-style-type: none"> - Longitudinal - Transversal - Obíqua 	<ul style="list-style-type: none"> - Visualização (fácil) - Compressão fácil (avaliar se veia está adequada para punção) - Diâmetro adequado na maioria dos casos 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento o risco de infecção - Aumento o risco de trombose - Não é ideal em paciente traqueostomizado
Veia Braquicefálica	<ul style="list-style-type: none"> - Longitudinal 	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil visualização - Não sofre variação em relação ao ciclo ventilatório - Diâmetro adequado na maioria dos casos 	<ul style="list-style-type: none"> - Visualização mais dificultada em obesos - Requer treino mais avançado
Veia Subclávia	<ul style="list-style-type: none"> - Longitudinal 	<ul style="list-style-type: none"> - Não sofre variação em relação ao ciclo ventilatório 	<ul style="list-style-type: none"> - Pode ter a artéria posponhada acima dela - Proximidade com a pleura - Risco de pneumotórax - Requer treino mais avançado
Veia Axilar	<ul style="list-style-type: none"> - Longitudinal - Transversal 	<ul style="list-style-type: none"> - Menor risco de infecção - Menor risco de trombose 	<ul style="list-style-type: none"> - Depende da variação respiratória - Posição pode ser mais profunda - Risco de pneumotórax - Requer treino mais avançado
Veia Femoral	<ul style="list-style-type: none"> - Longitudinal - Transversal 	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil visualização - Ideal para situações de emergência quando a cabeça e o pescoço não tiverem acesso adequado para realização de procedimentos 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto risco de infecção - Alto risco de remoção acidental - Cateter não proporciona dados para avaliação hemodinâmica (Pressão venosa central ou coleta de gasometria venosa central: saturação venosa central e delta PaCO₂).

10. COMPLICAÇÕES

10.1 Veia jugular interna¹

- a. Punção acidental da carótida;
- b. Punção acidental da traqueia;
- c. Lesão do nervo laríngeo recorrente;
- d. Embolia aérea;
- e. Trombose;
- f. Flebite;
- g. Pneumotórax;
- h. Lesão cardíaca pela ponta do cateter.

10.2 Veia femoral^{1,7}

- a. **Trombose relacionada ao cateter:** dos três locais de punção comumente utilizados, o acesso da veia femoral tem a maior probabilidade de desenvolver trombose;
- b. **Infecção:** estudos mostram risco semelhante aos outros sítios, desde que a técnica asséptica seja estritamente seguida e o paciente não seja obeso;
- c. **Lesão neurológica:** ocorre devido à proximidade do nervo femoral, e a possíveis variações anatômicas. O uso da USG diminui a chance de lesões, devido à visualização direta das estruturas. Outras complicações, menos comuns, incluem:
 - d. **Fístula arteriovenosa;**
 - e. **Hematoma subcutâneo ou retroperitoneal.**

11. MANIPULAÇÃO DO CATETER

A manipulação do cateter deve ser feita por profissionais treinados, com cuidado extremo com assepsia. O mesmo não pode ser molhado durante o banho do paciente.

Para coleta de exames em um cateter salinizado, deve-se aspirar com uma seringa de 10 a 20 ml o soro que estava no interior do cateter; em seguida, com outra seringa, aspira-se o sangue para o laboratório. Após isso, injeta-se novamente o soro que foi retirado ou soro novo.

A morbimortalidade causada pela infecção de cateteres venosos centrais, em especiais aqueles de longa permanência, justifica o cuidado extremo e a vigilância infecciosa desses pacientes.⁸

12. REFERÊNCIAS

1. Zerati AE, Wolosker N, de Luccia N, Puech-Leão P. Cateteres venosos totalmente implantáveis: Histórico, técnica de implante e complicações. *J Vasc Bras*. 2017;16(2):128-139. doi:10.1590/1677-5449.008216
2. Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for internal jugular vein catheterization. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015. doi:10.1002/14651858.CD006962.pub2
3. Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for subclavian or femoral vein catheterization. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015. doi:10.1002/14651858.CD011447
4. Brasil. Lei nº 12.842, de 10 de julho de 2013. Dispõe sobre o exercício da Medicina. *Diário Of da União*. 2013;132.

5. van de Weerd EK, Biemond BJ, Baake B, et al. Central venous catheter placement in coagulopathic patients: risk factors and incidence of bleeding complications. *Transfusion*. 2017. doi:10.1111/trf.14248
6. Schmidt GA, Blaivas M, Conrad SA, et al. Ultrasound-guided vascular access in critical illness. *Intensive Care Med*. 2019. doi:10.1007/s00134-019-05564-7
7. Pires R, Rodrigues N, Machado J, Cruz R. Central venous catheterization: An updated review of historical aspects, indications, techniques, and complications. *Transl Surg*. 2017;2(3):66. doi:10.4103/ts.ts_10_17
8. das Neves MA, Melo RC, de Oliveira Goes AM, et al. Infecções em cateteres venosos centrais de longa permanência: Revisão da literatura. *J Vasc Bras*. 2010;9(1):46-50. doi:10.1590/s1677-54492010000100008

CAP 10

PARACENTESE GUIADA POR ULTRASSONOGRAFIA

Davi Macedo da Rocha
Thiago Catão de Vasconcelos

1. INTRODUÇÃO¹⁻⁵

Saber manejar um equipamento de ultrassonografia (USG) tem se tornado cada vez mais essencial e indispensável na rotina médica, principalmente para aqueles que atuam em um contexto de emergência. Sua utilidade encontra-se tanto em sua capacidade de aumentar a sensibilidade de um diagnóstico específico quanto no auxílio para realizar procedimentos invasivos de forma segura e eficiente, sendo um complemento importantíssimo no exame físico à beira do leito.

Complicações relacionadas ao procedimento são pouco descritas na literatura. Contudo, bridas (aderências fibróticas) abdominais decorrentes de quadros neoplásicos e cirurgias prévias, bem como pequenos volumes de líquido ascítico podem aumentar as taxas de complicações.

Nazeer et al. (2005), em estudo comparativo mostrou eficácia – sem complicações, na realização de paracentese com auxílio de USG versus a técnica convencional – 95% dos procedimentos no grupo com USG tiveram

sucesso, em comparação com 61% no grupo controle. Portanto, lançar mão da USG como ferramenta auxiliar pode aumentar a segurança e a taxa de sucesso do procedimento.

2. FINALIDADE³⁻⁵

Bem como em outros procedimentos, o uso da USG para auxiliar na realização da paracentese tem como principal objetivo reduzir os riscos associados ao procedimento, uma vez que apresenta um perfil de segurança e uma taxa de sucesso maiores.

3. RESPONSÁVEL PELA PRESCRIÇÃO E PELA EXECUÇÃO⁶

A realização da paracentese, bem como sua indicação, é de responsabilidade exclusiva do médico, de acordo com a Lei do Ato Médico (artigo 4º, III da lei 12.842, 10 de julho de 2013).

4. INDICAÇÕES^{2,4}

As indicações são as mesmas relatadas no capítulo de paracentese. O destaque no procedimento guiado por USG é a sua realização com maior segurança para o paciente, tanto aumentando a taxa de sucesso, quanto diminuindo as complicações. Dessa forma, habitualmente é executado em situações com maior risco de complicações, como:

- a. Ascite de pequeno volume;
- b. Gestantes;
- c. Pacientes com organomegalias;

- d.** Pacientes com patologias abdominais agudas, como obstrução intestinal;
- e.** Ascite com presença de loculações (aderências pós-operatórias ou neoplásicas).

5. CONTRAINDICAÇÃO^{4,7}

Não há contraindicação ao uso de USG como ferramenta auxiliar em qualquer paracentese.

6. MATERIAL NECESSÁRIO^{7,8}

- a.** Gorro e máscara;
- b.** Capote, luvas e campo fenestrado estéreis;
- c.** Material para degermação e antisepsia (ex.: clorexidina degermante + tópico, ou iodopovidona degermante + tópico);
- d.** Kit estéril para antisepsia com gaze, cuba e pinça própria (ex.: Foerster, Cheron);
- e.** Equipamento de USG disponível, que seja adequado a este procedimento. Habitualmente utiliza-se um transdutor convexo de 3 a 5 MHz
- f.** Capa protetora estéril para ultrassom;
- g.** Gel condutor estéril;
- h.** Anestésico local (lidocaína 1 ou 2%, com vasoconstritor), agulha 25G e seringa 5 - 10ml para anestesia;
- i.** Cateter periférico calibroso (ex.: 16 ou 18G) e seringa de 60ml;
- j.** Bisturi com lâmina nº 11;
- k.** Frasco de drenagem ou frasco a vácuo;

- l. Frascos para amostra ou para coleta (pelo menos 3);
- m. Material para curativo.

7. DESCRIÇÃO DA TÉCNICA^{5,7,8}

- a. **Explicação:** o paciente deve estar ciente que a paracentese pode oferecer risco e desconforto. Portanto, antes de iniciar o procedimento, deve-se informar ao paciente o objetivo do procedimento, riscos associados e desconforto envolvido, para então se obter seu consentimento;
- b. **Posicionamento do paciente:** o paciente deve ser orientado a esvaziar a bexiga antes do procedimento. Deve-se posicionar o mesmo em decúbito dorsal, com a cabeceira do leito levemente elevada para diminuir a pressão sobre o diafragma e concentrar o líquido ascítico, por ação da gravidade, em porções estratégicas da cavidade peritoneal;
- c. **Preparo do paciente:** anteriormente à punção, o local escolhido deverá ser higienizado com solução degermante e, posteriormente, com solução antisséptica. A limpeza deve ser extrapolada à região que circunda o sítio de punção, uma vez que a palpação de pontos anatômicos após paramentação estéril pode ser necessária;
- d. **Preparo do ultrassom:** devido ao fato de que o equipamento, os cabos e o transdutor de ultrassom não são materiais estéreis, deve ser colocada uma capa estéril protetora sobre o transdutor e respectivo cabo que será utilizado. O profissional que está realizando o procedimento deve segurar a capa protetora de modo a permitir a colocação do transdutor no interior desta sem contaminação da face externa. Um auxiliar deve aplicar gel condutor (não necessariamente estéril) sobre o transdutor e,

cuidadosamente, introduzir este no interior da capa protetora para revestir todo o cabo. Deve-se fixar o cabo do transdutor revestido pela capa protetora em um ponto do campo estéril, de modo que não haja risco de queda e contaminação;

- e. **Avaliação ultrassonográfica do local de punção:** após o correto posicionamento do paciente, deve-se proceder com uma avaliação ultrassonográfica para definir o melhor local de punção. Ao escolher um local, deve-se evitar sítios com infecção cutânea, presença de veias colaterais ou tecido cicatricial. O transdutor deverá ser posicionado em todos os possíveis pontos de punção. Em geral, os quadrantes inferiores bilaterais fornecem acesso confiável ao líquido ascítico com mínima interferência de estruturas vizinhas. A USG pode confirmar o posicionamento adequado, lateral à bainha do músculo reto abdominal, evitando a punção da artéria epigástrica inferior. O local é tipicamente 5 cm cefálico e medial à espinha ílica anterossuperior, porém a visualização ultrassonográfica fornecerá maior segurança na localização compartimental. O líquido ascítico se apresentará como uma imagem hipocogênica envolvendo as estruturas abdominais. As alças intestinais aparecerão como estruturas hiperecogênicas móveis no interior do líquido. Caso seja observada uma região contendo líquido e que não modifica sua forma após compressão com o transdutor, deve-se considerar a possibilidade de se estar diante de uma coleção loculada. Além disso, a presença de partículas hiperecogênicas no interior do líquido ascítico sugere padrão de exsudato ou coleção sanguínea;
- f. **Realização da paracentese:** o procedimento deve respeitar as práticas assépticas recomendadas em cada instituição. Após a definição do ponto exato de punção com auxílio de USG e anestesia local, pode-se deixar o equipamento ultrassonográfico de lado e

puncionar. No entanto, no caso específico da paracentese, é possível realizar a punção com monitorização contínua por USG (**Figura 1**). Nessas situações, deve-se reduzir a profundidade da imagem na USG para que possa ser acompanhada a passagem da agulha por todo o subcutâneo até a entrada na cavidade peritoneal. A punção é realizada tangenciando o transdutor e a agulha aparecerá como uma imagem hiperecogênica na tela; para facilitar sua identificação, pode-se performar sutis movimentos de vai e vem com a agulha. Durante a progressão, é importante se certificar de que nenhuma estrutura abdominal ou alça intestinal estará no percurso da agulha. Com a aspiração de conteúdo líquido, deve-se interromper a progressão da agulha, deixar de lado o transdutor de USG e prosseguir conforme punção de paracentese tradicional.

Figura 1 – Paracentese guiada por USG.

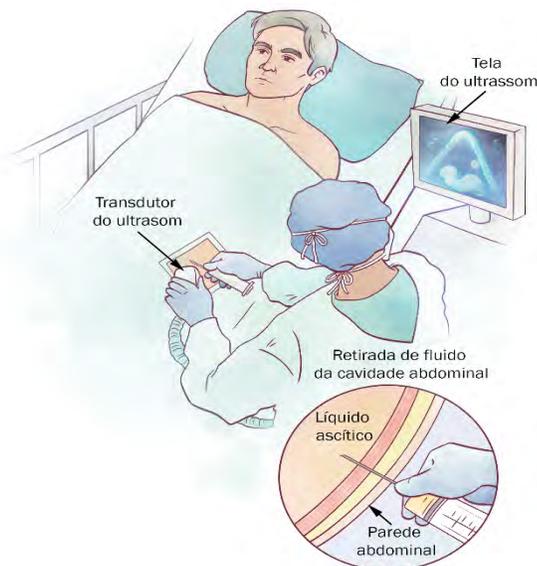
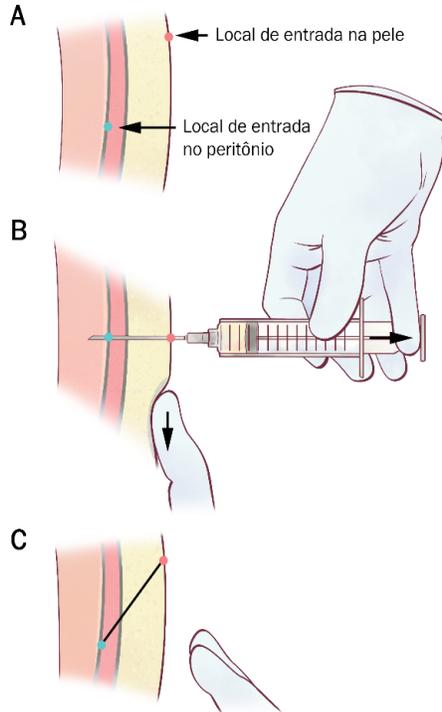


Figura 2 – Visão proximal da técnica de punção em Z.



8. REFERÊNCIAS

1. Hwang JQ, Kimberly HH, Liteplo AS, Sajed D. An evidence-based approach to emergency ultrasound. *Emerg Med Pract.* 2011;13(3).
2. Patel PA, Ernst FR, Gunnarsson CL. Evaluation of hospital complications and costs associated with using ultrasound guidance during abdominal paracentesis procedures. *J Med Econ.* 2012;15(1):1-7. doi:10.3111/13696998.2011.628723

3. Bard C, Lafortune M, Breton G. Ascites: Ultrasound guidance or blind paracentesis? *Can Med Assoc J.* 1986; 135.
4. Nazeer SR, Dewbre H, Miller AH. Ultrasound-assisted paracentesis performed by emergency physicians vs the traditional technique: A prospective, randomized study. *Am J Emerg Med.* 2005;23(3):363-367. doi:10.1016/j.ajem.2004.11.001
5. Cho J, Jensen TP, Reiersen K, et al. Recommendations on the use of ultrasound guidance for adult abdominal paracentesis: A position statement of the society of hospital medicine. *J Hosp Med.* 2019;14(January):E7-E15. doi:10.12788/jhm.3095
6. Brasil. Lei nº 12.842, de 10 de julho de 2013. Dispõe sobre o exercício da Medicina. *Diário Of da União.* 2013;132.
7. Hatch N, Wu TS. Advanced ultrasound procedures. *Crit Care Clin.* 2014;30(2):305-329. doi:10.1016/j.ccc.2013.10.005
8. Rowley MW, Agarwal S, Seetharam AB, Hirsch KS. Real-Time Ultrasound-Guided Paracentesis by Radiologists: Near Zero Risk of Hemorrhage without Correction of Coagulopathy. *J Vasc Interv Radiol.* 2019;30(2):259-264. doi:10.1016/j.jvir.2018.11.001

CAP 11

TORACOCENTESE GUIADA POR ULTRASSONOGRRAFIA

Davi Macedo da Rocha
Lucas Costa Macedo
José Geraldo de Souza Castellucci

1. INTRODUÇÃO¹⁻⁴

Saber manejar um equipamento de ultrassonografia (USG) tem se tornado cada vez mais essencial e indispensável na vida do médico, principalmente para aqueles que atuam em um contexto de emergência. Sua utilidade encontra-se tanto em sua capacidade de aumentar a sensibilidade de um diagnóstico específico quanto no auxílio para realizar procedimentos invasivos de forma segura e eficiente, sendo um complemento importantíssimo no exame físico à beira do leito. Portanto, devem fazer parte dos conhecimentos de todo médico noções básicas sobre seu funcionamento bem como sobre seu uso em procedimentos corriqueiros.

A toracocentese, já apresentada no capítulo 35, muitas vezes se baseia nos achados do exame físico para a correta localização da efusão pleural. O exame físico tradicionalmente utiliza ausculta, percussão e frêmito toracovocal para o diagnóstico e localização, embora a sensibilidade e a especificidade

variem bastante dependendo do nível de habilidade do profissional e da anatomia do paciente.

Embora outras modalidades de imagem identifiquem mais comumente a presença e a possível causa do derrame, a radiografia ou a tomografia computadorizada (TC) não podem ser usadas para prever com segurança os pontos de referência durante a realização de uma toracocentese, pois o derrame pode se redistribuir com o reposicionamento do paciente. Por outro lado, a orientação por USG pode identificar a presença de um derrame e definir sua localização à beira do leito, permitindo maiores taxas de sucesso e menos complicações.

Uma complicação frequentemente encontrada – sobretudo no contexto das enfermarias e UTIs (Unidades de Tratamento Intensivo) –, o derrame pleural pode estar presente em até 60% dos pacientes avaliados por USG. Apesar de a toracocentese ser um procedimento seguro e com baixo risco associado, em algumas situações, como distúrbios da hemostasia, pequenos volumes de derrame pleural e pacientes em ventilação mecânica, existe um maior risco para a ocorrência de complicações. Tais eventos geralmente não apresentam grandes repercussões clínicas, limitando-se à dor, hematoma local e episódios de hipotensão vasovagal. Por outro lado, complicações mais severas, como lesões em vísceras abdominais e pneumotórax, podem ocorrer em cerca de 5 a 10% dos casos. É exatamente nesse contexto que o uso da USG à beira-leito torna-se fundamental, permitindo a realização do procedimento com alta taxa de segurança e sucesso.

Além do conhecimento ultrassonográfico, são indispensáveis o conhecimento anatômico do tórax, a fisiopatologia do derrame pleural e todos os passos técnicos para a realização de uma toracocentese segura.

2. FINALIDADE^{1,3}

Proporcionar uma alternativa à toracocentese clássica. Por apresentar um perfil de segurança e sucesso maiores, tem a principal função de auxiliar nos casos onde a probabilidade de complicações é maior, bem como nas situações de difícil determinação da localização do derrame pleural.

3. RESPONSÁVEL PELA PRESCRIÇÃO E PELA EXECUÇÃO⁵

A emissão de laudos de exames de imagem, bem como sua indicação, é de responsabilidade exclusiva do médico de acordo com a Lei do Ato Médico (artigo 4º, VII da lei 12.842, 10 de julho de 2013).

4. INDICAÇÕES^{2,4,6}

A melhor indicação para se realizar a toracocentese guiada por USG encontra-se naqueles pacientes que apresentam um risco maior de desenvolver complicações com a técnica tradicional, como:

- a. Pacientes em ventilação mecânica;
- b. Discrasias sanguíneas;
- c. Derrame pleural de pequena monta;
- d. Derrame pleural com loculações (por ex.: derrame neoplásico, procedimentos prévios ou pneumonia complicada);
- e. Qualquer derrame pleural que se deseja avaliar e puncionar será melhor conduzido com o auxílio ultrassonográfico.

5. CONTRAINDICAÇÃO¹

Não há contraindicação ao uso da USG como ferramenta auxiliar na condução de uma toracocentese, seja diagnóstica ou de alívio.

6. MATERIAL NECESSÁRIO¹

- a. Gorro e máscara;
- b. Capote, luvas e campo fenestrado estéreis;
- c. Material para degermação e antisepsia (por ex.: clorexidina degermante + tópico, ou povidine degermante + tópico);
- d. Kit estéril para antisepsia com gaze, cuba e pinça própria (ex.: Foerster, Cheron);
- e. Equipamento de USG disponível, que seja adequado a este procedimento;
- f. Capa protetora estéril para ultrassom;
- g. Gel condutor estéril;
- h. Anestésico local (lidocaína 1 ou 2%, com vasoconstritor), agulha 22 G e seringa 5 a 10 ml para anestesia;
- i. Cateter periférico calibroso (por ex.: 14 ou 16 G) e seringa de 20 ml;
- j. Frasco de drenagem ou frasco a vácuo;
- k. Frascos para amostra ou para coleta (pelo menos 3);
- l. Material para curativo.

7. DESCRIÇÃO DA TÉCNICA^{1,2,4,6}

- a. Explicação:** o paciente deve estar ciente que a toracocentese pode oferecer risco e desconforto. Portanto, antes de iniciar o procedimento, apresentar-se e informar ao paciente o objetivo do procedimento, bem como riscos e desconforto associados, para então se obter seu consentimento;
- b. Posicionamento do paciente:** o uso da USG não altera os cuidados com relação ao posicionamento do paciente e à adequada identificação do lado do tórax a ser puncionado. Idealmente o paciente deve ser posicionado sentado, com o tronco levemente inclinado para a frente e com os braços apoiados sobre um suporte com altura próxima ao seu tórax. No caso de pacientes em uso de ventilação mecânica, deve-se posicioná-los com a cabeceira da cama a 45° e sobre a cabeça do paciente deverá ser colocado o braço ipsilateral ao lado que será puncionado;
- c. Avaliação da região:** normalmente a punção é feita acima da 9ª costela, 5 a 10 cm lateralmente à coluna vertebral. Nos pacientes em posição supina, utiliza-se como ponto de referência a linha axilar média, mantendo o limite de punção acima da 9ª costela;
- d. Preparo do paciente:** anteriormente à punção, o local escolhido deverá ser higienizado com solução degermante e, posteriormente, com solução antisséptica. A limpeza deve ser extrapolada à região que circunda o sítio de punção, uma vez que a palpação de pontos anatômicos, como coluna e costelas, após paramentação estéril pode ser necessária;

- e. Preparo do ultrassom:** devido ao fato de que o equipamento, os cabos e o transdutor de ultrassom não são materiais estéreis, deve ser colocada uma capa estéril protetora sobre o transdutor e respectivo cabo que será utilizado. O profissional que está realizando o procedimento deve segurar a capa protetora de modo a permitir a colocação do transdutor no interior desta, sem contaminação da face externa. Um auxiliar deve aplicar gel condutor (não necessariamente estéril) sobre o transdutor e, cuidadosamente, introduzir este no interior da capa protetora para revestir todo o cabo. Deve-se fixar o cabo do transdutor revestido pela capa protetora em um ponto do campo estéril, de modo que não haja risco de queda e contaminação. Pode-se utilizar um transdutor setorial de 5 a 10 MHz ou um transdutor convexo de 5 a 20 MHz para visualizar o derrame pleural e as estruturas circunvizinhas. É preferível um transdutor setorial devido à sua pegada compacta, o que facilita sua manipulação nos espaços intercostais;
- f. Avaliação ultrassonográfica:**

 - I.** O posicionamento do líquido pleural pode variar de acordo com a posição, portanto é ideal que, após avaliação com USG, o paciente não modifique sua posição até que o procedimento termine;
 - II.** Deve-se aplicar gel estéril sobre o local a ser avaliado; então, posiciona-se o transdutor perpendicularmente ao tórax, com o marcador apontado em direção cranial. O transdutor deverá ser inicialmente posicionado no sítio escolhido para a punção, Com a profundidade em cerca de 15 cm, objetiva-se identificar todas as estruturas próximas

ao sítio, como costelas, pulmão, diafragma e órgãos adjacentes. O derrame pleural se apresentará como uma imagem hipocogênica (preta). A visualização de pequenas imagens hiperecogênicas (brancas) no interior do derrame pleural sugere a presença de proteína no interior do líquido e, portanto, possível exsudato;

III. É fundamental identificar e delimitar a linha hiperecogênica formada pelo diafragma, com o intuito de diferenciar a cavidade torácica da abdominal e, conseqüentemente, evitar a punção da cavidade abdominal. Pode-se fazer uma varredura da área de interesse ao movimentar sutilmente o transdutor para cima e para baixo;

IV. A expansão pulmonar durante a inspiração faz com que o parênquima se aproxime da parede torácica. Portanto, objetivando evitar acidentes de punção, deve-se congelar a imagem ultrassonográfica no momento da inspiração e medir a distância entre a parede torácica e a pleura visceral. Valores acima de 15 mm sugerem que a punção pode ser realizada com segurança.

- e. **Realização da punção:** após definir, com o auxílio da USG, o sítio de punção mais seguro, deve-se fazer uma marcação na pele, onde deverá ser feita a anestesia e a punção propriamente dita, que pode ser realizada sem o auxílio do ultrassom (**Figuras 1, 2 e 3**).

Figura 1 – Anestesiar a borda superior da costela inferior, no espaço intercostal escolhido.

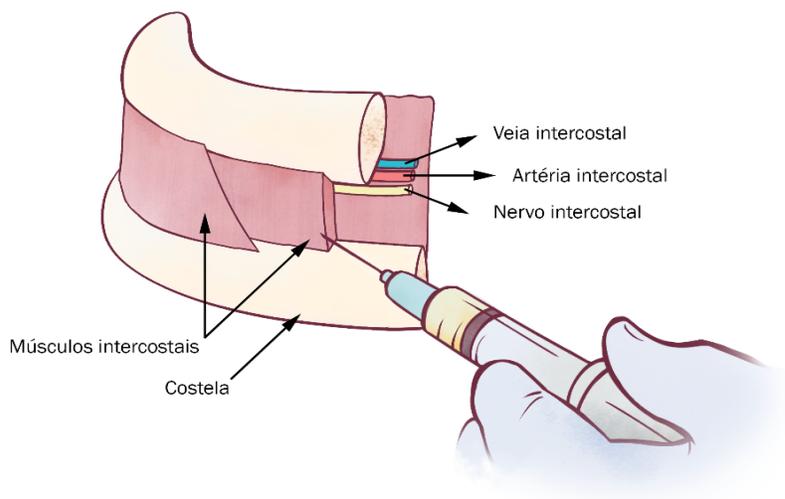
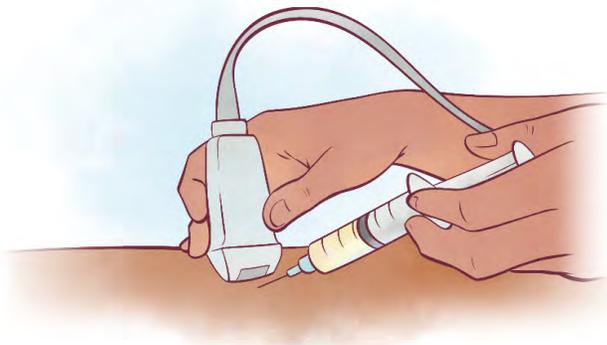


Figura 2 – Punção guiada por USG no paciente sentado.



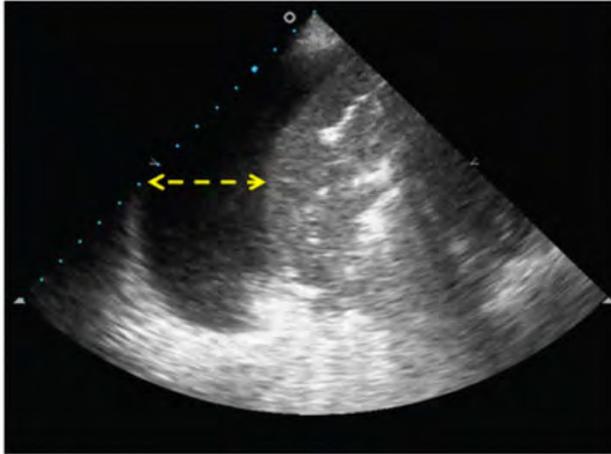
Figura 3 – Punção guiada por USG no paciente em decúbito lateral.



8. ESTIMATIVA DO VOLUME DE DERRAME PLEURAL²⁻⁴

O volume de líquido no espaço pleural pode ser estimado com o auxílio da USG (**Figura 4**) e, ao examinar pacientes em decúbito dorsal, o volume de líquido visto no ultrassom se correlaciona melhor com o volume real do que a quantidade de líquido estimada em uma radiografia de tórax em decúbito lateral.

O transdutor precisa estar perpendicular ao tórax, pois um ângulo oblíquo superestima ou subestima o volume. Com o transdutor em posição craniocaudal (marcador voltado para cima), deve-se identificar o ponto no qual há uma maior quantidade de líquido coletado. Nesse local, deve-se rotacionar o transdutor de modo a posicioná-lo com o marcador voltado para o paciente. Então, após congelamento da imagem, mede-se a maior distância entre a parede torácica e a pleura visceral; valores acima de 50 mm sugerem volumes acima de 800 ml de líquido pleural. Pacientes com tórax mais largos distribuirão o líquido em uma área maior e, portanto, reduzirão o volume estimado observado com o ultrassom.

Figura 4 – Estimativa do volume de derrame pleural.**Figura 5** – Derrame pleural septado.

9. REFERÊNCIAS

1. Hatch N, Wu TS. Advanced ultrasound procedures. *Crit Care Clin.* 2014;30(2):305-329. doi:10.1016/j.ccc.2013.10.005
2. Lichtenstein DA. Ultrasound in the management of thoracic disease. *Crit Care Med.* 2007;35(5 SUPPL.). doi:10.1097/01.CCM.0000260674.60761.85
3. Jones PW, Moyers JP, Rogers JT, Rodriguez RM, Gary Lee YC, Light RW. Ultrasound-guided thoracentesis: Is it a safer method? *Chest.* 2003;123(2):418-423. doi:10.1378/chest.123.2.418
4. Feller-Kopman D. Ultrasound-guided thoracentesis. *Chest.* 2006;129(6):1709-1714. doi:10.1378/chest.129.6.1709
5. Brasil. Lei nº 12.842, de 10 de julho de 2013. Dispõe sobre o exercício da Medicina. *Diário Of da União.* 2013;132.
6. Lichtenstein D, Hulot JS, Rabiller A, Tostivint I, Mezière G. Feasibility and safety of ultrasound-aided thoracentesis in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med.* 1999;25(9):955-958. doi:10.1007/s001340050988

CAP 12

PERICARDIOCENTESE GUIADA POR ECOCARDIOGRAMA

Fábio Antônio Serra de Lima Júnior
André Telis de Vilela Araújo

1. INTRODUÇÃO

A pericardiocentese consiste na aspiração de fluidos localizados na cavidade pericárdica – espaço entre os folhetos visceral e parietal do pericárdio seroso. Em pacientes com acúmulo de líquido nesse espaço, ocorre compressão extrínseca das câmaras cardíacas, impedindo o enchimento diastólico e podendo levar a um choque obstrutivo. Nesse contexto, a pericardiocentese surge como um procedimento que salva vidas.¹

Ela pode ser realizada às cegas ou guiada por exames de imagem, como ultrassonografia, ecocardiograma transtorácico ou fluoroscopia, para reduzir a chance de complicações. O executor pode realizá-la à beira do leito ou em laboratório de hemodinâmica, baseado na estabilidade do paciente, no conforto do operador e na disponibilidade de exames de imagem.²

A detecção do derrame pericárdico foi facilitada pelo desenvolvimento da ecocardiografia, possuindo uma alta taxa de sucesso (97%) e uma baixa taxa de complicações que requerem intervenção (1,3%).³ Com o exame, permite-se observar a localização, a estimativa do tamanho e os efeitos hemodinâmicos, ao averiguar a presença de anormalidades septais, inversão de câmaras direitas e diminuição da variação da veia cava inferior durante a respiração.⁴

2. RESPONSÁVEL PELA PRESCRIÇÃO E PELA EXECUÇÃO⁵

A realização da pericardiocentese, bem como sua indicação, é de responsabilidade exclusiva do médico de acordo com a Lei do Ato Médico (artigo 4º, inciso III da Lei 12.842, 10 de julho de 2013).

3. INDICAÇÕES

A pericardiocentese de emergência será realizada na presença de instabilidade hemodinâmica que ameace a vida em um paciente com suspeita de derrame pericárdico.⁶ Já em um caso sem emergência, poderá ser realizada para diagnóstico, alívio sintomático ou profilaxia; realizada com auxílio de ultrassonografia, tomografia computadorizada, ecocardiograma ou fluoroscopia.⁷

Recomendações de acordo com a I Diretriz Brasileira de Miocardites e Pericardites⁸

- a. No tamponamento cardíaco: está indicada a pericardiocentese ou drenagem pericárdica aberta terapêutica. Grau de recomendação I e nível de evidência C;

- b.** Na pericardite aguda: está sempre indicada a pericardiocentese no derrame pericárdico maior que 20 mm. Nos derrames moderados, indica-se o procedimento na presença de tamponamento, se o derrame for purulento ou se tem mais que 3 semanas;
- c.** No paciente com doença renal crônica com tamponamento ou derrame sintomático: deve-se realizar pericardiocentese associada à instilação intrapericárdica de corticoide (triamcinolona 50 mg, 6 em 6 horas, por 3 dias);
- d.** O ecodopplercardiograma tem grau de recomendação I e nível de evidência B para monitoração da pericardiocentese nas afecções pericárdicas;
- e.** A pericardiocentese com biópsia pericárdica poderá ser realizada:
 - I.** Na suspeita de tuberculose, neoplasia ou etiologia bacteriana ou fúngica (IB);
 - II.** Associada à videopericardioscopia, para aumentar a sensibilidade diagnóstica (IB);
 - III.** No diagnóstico de derrames pericárdicos importantes sintomáticos (IIaB).

4. CONTRAINDICAÇÕES

Especialmente no paciente instável, não há contraindicações absolutas à pericardiocentese, visto que, nesses pacientes, pequenas quantidades de líquido drenado podem ser suficientes para uma melhora hemodinâmica imediata.⁶

Contraindicações relativas incluem: coagulopatias não corrigidas, plaquetopenia e imperícia. Alguns autores incluem o tamponamento cardíaco traumático, por considerarem que esse paciente deve ser abordado com uma toracotomia de emergência.⁹

5. REVISÃO DA ANATOMIA E FISIOLOGIA

O pericárdio é um saco fibrosseroso de parede dupla que envolve o coração e os seus grandes vasos. O pericárdio fibroso se fixa ao centro tendíneo do diafragma através do ligamento pericardicofrênico e ao esterno pelos ligamentos esternopericárdicos. Ele é inflexível, para proteger o coração contra um súbito superenchimento.

O pericárdio seroso é um mesotélio que reveste internamente o saco fibroso como lâmina parietal e externamente – o coração e grandes vasos – como lâmina visceral (epicárdio). Entre as lâminas, existe a cavidade do pericárdio, que possui uma fina camada de líquido para evitar o atrito entre o coração e as paredes do mediastino.¹⁰

Quando surge líquido na cavidade do pericárdio (derrame pericárdico), ocorre uma restrição à diástole, já que o pericárdio fibroso é inflexível. Dessa forma, diminuem-se os volumes diastólicos finais das câmaras cardíacas, incluindo o ventrículo esquerdo. Como consequência, o volume ejetado também é menor e o débito cardíaco vai diminuindo à medida que o derrame aumenta.

Por conseguinte, as bulhas cardíacas se tornam hipofonéticas, ocorre hipotensão por baixo débito e turgência jugular por congestão retrógrada. Essa é a chamada tríade de Beck, sinais clínicos que indicam o tamponamento cardíaco, situação clínica que requer uma pericardiocentese.¹¹

6. MATERIAL NECESSÁRIO

- a. Solução antisséptica;
- b. Luvas estéreis, máscara e gorro;
- c. Anestésico local (lidocaína a 1 a 2%);
- d. Seringas de 10 e 60 ml;
- e. Lâmina de bisturi;
- f. Agulhas de 18 ou 25 G;
- g. Agulha de raquianestesia (18 G; 7,5 a 12 cm);
- h. Aparelho de ecocardiograma.

7. MATERIAL OPCIONAL

- a. Kit de pericardiocentese produzido comercialmente;
- b. Conector tipo jacaré para conexão ao receptor V1 do ECG;
- c. Pinça mosquito estéril.

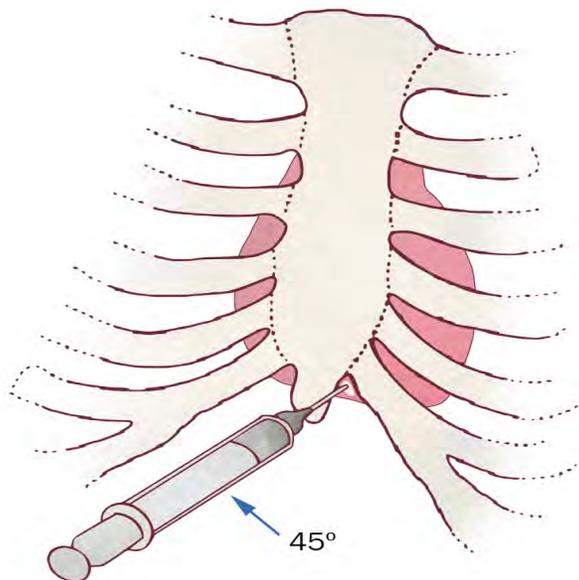
8. DESCRIÇÃO DA TÉCNICA

- a. Apresentar-se e explicar o procedimento ao paciente, quando possível;
- b. Posicionar o paciente inclinado em ângulo de 30 a 45°, desviando o fluido para a superfície anteroinferior, maximizando a drenagem;
- c. Usando o ecocardiograma, pode-se buscar a área onde o espaço pericárdico seja mais próximo da parede torácica e que evite, no trajeto, estruturas vitais, como a artéria torácica interna, os

pulmões, o miocárdio, o fígado e o feixe neurovascular na margem inferior das costelas. Geralmente opta-se por acesso subxifoide, paraesternal ou apical;

- d. Deve-se realizar a tricotomia cuidadosamente, evitando traumas. Realizar a antissepsia e anestesiar o local de punção escolhido com lidocaína a 1 a 2%;
- e. Usando a lâmina de bisturi, pode-se realizar uma incisão de 5 mm para diminuir a resistência durante a inserção da agulha. Na disponibilidade da pinça estéril, utilizá-la para divulsionar o tecido subcutâneo, abrindo espaço para a entrada da agulha (**Figura 1**);
- f. Na disponibilidade do conector de ECG, prendê-lo à parte metálica da agulha de raquianestesia;
- g. Posicionar o *probe* do ecocardiograma ao lado, inferiormente à incisão e iniciar a inserção da agulha em direção ao ombro, enquanto aspira. Avançar até a ponta da agulha estar posterior ao gradil costal e o fluido seja aspirado ou o ECG mostre uma elevação no segmento ST. Neste caso, retirar lentamente a agulha e reinserir em uma direção diferente;
- h. Aspira-se o líquido até perceber melhora hemodinâmica do paciente. Alguns serviços mantêm um cateter *pigtail* para manter a drenagem, após passá-lo por meio de um fio guia. Esse cateter pode ser deixado no espaço por até 24 horas e não se deve usar sucção por pressão negativa.

Figura 1 – Posicionamento da agulha durante a punção.



9. COMPLICAÇÕES^{3,6}

Pode ocorrer lesão miocárdica, com potencial hemorragia para o pericárdio e tamponamento cardíaco, pneumotórax, lesão aos grandes vasos, lesão hepática ou de vísceras abdominais, arritmia e infecção. Todas são minimizadas pelo uso da ecocardiografia, que reduz para 1,3% o risco de complicações.

10. REFERÊNCIAS

1. Chetrit M, Lipes J, Mardigyan V. A Practical Approach to Pericardiocentesis With Periprocedural Use of Ultrasound Training Initiative. *Can J Cardiol*. 2018. doi:10.1016/j.cjca.2018.06.004
2. Willner D, Grossman S. Pericardiocentesis. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
3. Akyuz S, Zengin A, Arugaslan E, et al. Echo-guided pericardiocentesis in patients with clinically significant pericardial effusion : Outcomes over a 10-year period. *Herz*. 2015. doi:10.1007/s00059-014-4187-x
4. Fagan SM, Chan KL. Pericardiocentesis: blind no more! *Chest*. 1999;116(2):275-276. doi:10.1378/chest.116.2.275
5. Brasil. Lei nº 12.842, de 10 de julho de 2013. Dispõe sobre o exercício da Medicina. *Diário Of da União*. 2013;132.
6. Reichman E, Simon R. Pericardiocentesis. In: *Emergency Medicine Procedures*. USA: McGraw Hill; 2004:204-216.
7. Klein S V, Afridi H-R, Agarwal DA, Coughlin BF, Schielke L. CT directed diagnostic and therapeutic pericardiocentesis: 8-year experience at a single institution. *Emerg Radiol*. 2004;11:353-363.
8. Montera MW, Mesquita ET, Colafranceschi AS, et al. I Diretriz Brasileira de Miocardites e Pericardites. *Arq Bras Cardiol*. 2013. doi:10.5935/abc.2013S004
9. Thourani VH, Feliciano D V, Cooper WA, et al. Penetrating cardiac trauma at an urban trauma center: a 22-year perspective. *Am Surg*. 1999;65(9):811-818.

10. Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. *Anatomia Orientada Para a Clínica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2019.
11. Townsend CM, Beauchamp RD, Evers BM, Mattox K I. *Tratado de Cirurgia - A Base Biológica Da Prática Cirúrgica Moderna.*; 2015. doi:130403

ORGANIZADORES E EDITORES

Pablo Rodrigues Costa Alves

- Residência Médica em Clínica Médica – UFPB
- Residência Médica em Nefrologia – UERJ
- Mestre em Saúde da Família e Comunidade pela UFPB/ABRASCO/FioCruz
- Editor de Mídias do Brazilian Journal of Nephrology
- Professor da Disciplina de Nefrologia do DMI/UFPB
- Coordenador da Disciplina de Nefrologia da FCM-PB
- Médico Nefrologista do Hospital De Emergência e Trauma Senador Humberto Lucena

Paulo César Gottardo

- Residência Médica em Clínica Médica e Medicina Intensiva – UFPB
- Médico Intensivista titulado pela AMIB
- Mestre em Medicina – Universidade de Lisboa
- Professor do Curso de Medicina da FAMENE
- Professor do Curso de Medicina da UNIPE
- Coordenador do Ecotin AMIB
- Médico Diarista da UTI adulto do Hospital Nossa Senhora das Neves

COLABORADORES

André Telis de Vilela Araújo

- Residência Médica em Cirurgia Geral – Hospital Santa Marcelina
- Residência Médica em Cirurgia Cardiovascular – UNIFESP
- Doutorado em Medicina Interna e Terapêutica – UNIFESP
- Coordenador do Centro Cochrane do Brasil
- Professor Adjunto do Curso de Graduação em Medicina – UFPB
- Preceptor do Programa de Residência Médica em Clínica Médica – UFPB
- Cirurgião Cardiovascular do Hospital Universitário Lauro Wanderley – UFPB

Ciro Leite Mendes

- Residência Médica em Clínica Médica – Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo
- Residência Médica em Cardiologia – Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia
- Título de Especialista em Medicina Intensiva – AMIB/AMB
- Chefe do da Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Universitário Lauro Wanderley – UFPB
- Preceptor do Programa de Residência Médica em Terapia Intensiva e Clínica Médica – UFPB
- Presidente da Associação de Medicina Intensiva Brasileira biênio 2018-2019

Cristianne da Silva Alexandre

- Residência Médica em Clínica Médica pelo Hospital Santa Marcelina
- Residência Médica em Nefrologia pela Universidade de São Paulo
- Doutora em Nefrologia pela Universidade de São Paulo
- Preceptora da Residência Médica em Clínica Médica – UFPB
- Médica Nefrologista do Hospital Universitário Lauro Wanderley

Davi Macedo da Rocha

- Graduando em Medicina pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB).
- Monitor da disciplina de Hematologia (2018 a 2019).

Fábio Antônio Serra de Lima Júnior

- Graduando em Medicina pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB).
- Presidente da Liga Acadêmica de Cardiologia e Cirurgia Cardíaca, LACC-UFPB (Liga associada à Sociedade Brasileira de Cirurgia Cardiovascular).
- Monitor da disciplina de Bases da Técnica Cirúrgica e Anestésica (2020).
- Monitor da disciplina de Anatomia do Sistema Cardiovascular (2019).

Igor Mendonça do Nascimento

- Residência Médica em Clínica Médica – UFPB
- Residência Médica em Medicina Intensiva – UFPB
- Especialização em Neurointensivismo pelo Hospital Sírio Libanês – São Paulo
- Mestrando em Saúde da Família pela Faculdade de Enfermagem Nova Esperança.
- Coordenador da Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Universitário Nova Esperança – João Pessoa/PB.
- Coordenador da Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Geral da Paraíba.

- Coordenador da Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Alberto Urquiza Wanderley – Unimed João Pessoa/PB.

João Marçal Medeiros de Sousa

- Graduando em Medicina pela Universidade Federal da Paraíba.
- Diretor científico da Liga Acadêmica de Clínica Médica da UFPB (LA CLIMED-UFPB).
- Diretor de mídias e comunicação da Liga Acadêmica de Medicina Tropical e Infectologia (LAMTI-UFPB).
- Presidente da Liga Acadêmica de Dermatologia da UFPB (Liderm-UFPB).
- Membro do projeto de pesquisa: “Avaliação do Impacto do Programa Mais Médicos: Estudo qualitativo na Paraíba”.
- Monitor de Nefro-urologia (2019-2020).
- Monitor de Parasitologia Humana (2017-2018).

José Geraldo de Souza Castellucci

- Residência Médica em Clínica Médica – UFBA
- Residência Médica em Medicina Intensiva – Hospital da Cidade
- Médico Intensivista Titulado AMIB
- Preceptor do Programa de Residência em Clínica Médica do Hospital Regional de Santo Antonio de Jesus
- Coordenador da Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Regional de Santo Antonio de Jesus
- Preceptor do Programa de Especialização em Medicina Intensiva e da Residência Médica em Medicina Intensiva do Hospital da Cidade
- Médico Diarista da UCI do Hospital da Cidade

Lucas Costa Macedo

- Graduando em Medicina pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB).
- Membro da Liga Acadêmica de Neurologia e Neurocirurgia da Paraíba (LANN-PB).
- Representante nacional das ligas acadêmicas de neurocirurgia vinculadas a Sociedade Brasileira de Neurocirurgia (2018-2019).
- Monitor da Disciplina de Parasitologia (2017).

Thiago Catão de Vasconcelos

- Residência Médica em Clínica Médica pela Faculdade de Medicina do ABC
- Residência Médica em Terapia Intensiva pelo Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
- Médico Intensivista Titulado pela AMIB
- Especialista em Cuidados Paliativos – UFPB
- Preceptor do Programa de Residência Médica em Clínica Médica e Terapia Intensiva – UFPB
- Médico Intensivista do Hospital Universitário Lauro Wanderley
- Médico Intensivista do Hospital de Emergência e Trauma Senador Humberto Lucena

Thiago Nabil Hanna

- Graduando em Medicina pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB).
- Presidente da Liga Acadêmica de Nefrologia da UFPB (LANEF).
- Monitor da disciplina de Nefrologia e urologia (2018-2019).



Este livro foi diagramado pela Editora da UFPB, em março de 2021, utilizando a fonte Myriad Pro.

