Acurácia da ultrassonografia point-of-care (POCUS) no diagnóstico de tromboembolismo pulmonar: uma revisão sistemática

Deivid Ribeiro do Amaral[1], Júlio César Cimino Pereira Filho[1], Deborah Ribeiro Nascimento[1], Juliano Bergamaschine Mata Diz[1]

1 Faculdade de Medicina de Barbacena (FAME/FUNJOBE), Barbacena, Minas Gerais, Brasil
E-mail para contato: deivid.amaral98@hotmail.com)

Resumo

A ultrassonografia point-of-care (POCUS) tem se tornado um importante instrumento de avaliação clínica em várias condições de saúde, incluindo, sobretudo, os casos de tromboembolismo pulmonar (TEP). Dada a sua rapidez e segurança para o paciente com TEP, a POCUS pode fornecer achados imaginológicos confiáveis do comprometimento pulmonar, incrementar o diagnóstico diferencial com outras condições cardiovasculares/pulmonares, favorecer um adequado manejo terapêutico e prevenir a instalação de um quadro de instabilidade hemodinâmica grave, evitando-se assim a evolução do paciente para desfechos graves de morbimortalidade. O objetivo da presente revisão narrativa da literatura foi compilar e disponibilizar as evidências mais atuais acerca da acurácia da POCUS na identificação do TEP, bem como apresentar os sinais ultrassonográficos que podem surgir devido a obstrução do fluxo arterial pulmonar e realizar uma análise categórica acerca dos valores de acurácia diagnóstica do exame ultrassonografico.

Abstract

Point-of-care ultrasound (POCUS) has become an important clinical assessment tool in several health conditions, including, especially, cases of pulmonary thromboembolism (PTE). Given its speed and safety for patients with PTE, POCUS can provide reliable imaging findings of pulmonary impairment, increase the differential diagnosis with other cardiovascular/pulmonary conditions, favor adequate therapeutic management and prevent the onset of severe hemodynamic instability, thus preventing the patient from progressing to serious morbidity and mortality outcomes. The objective of this narrative review of the literature was to compile and provide the most current evidence about the accuracy of POCUS in identifying PTE, as well as presenting the ultrasound signs that may arise due to the obstruction of pulmonary arterial flow and perform a categorical analysis of the diagnostic accuracy values of the ultrasonographic examination.

INTRODUÇÃO

A ultrassonografia (USG) point-of-care (POCUS) tem se tornado um importante instrumento de avaliação clínica em várias disfunções orgânicas. Dada a sua rapidez, confiabilidade e segurança para o paciente, muitos autores se referem a esse recurso como o quinto pilar do exame físico. O uso da POCUS pode incrementar o raciocínio clínico, facilitar diagnósticos diferenciais, direcionar a terapêutica, diminuir custos e internações, além de reduzir riscos ao paciente por exposição à radiação ionizante tal como acontece com outros métodos de imagem (e.g., tomografia computadorizada)1-5. Por outro lado, por ser um exame operador-dependente, pode ter acurácia variável conforme a capacitação do examinador, favorecendo diagnósticos equivocados. Ademais, ainda são escassos os dados científicos acerca da utilização da POCUS em diretrizes clínicas nacionais e internacionais, o que limita a ampliação de seu uso, uma vez que o médico fica dependente de métodos diagnósticos menos acessíveis e mais onerosos, aumentando os custos de saúde para os seus pacientes1,5.

No que diz respeito ao tromboembolismo pulmonar (TEP), as diretrizes brasileiras têm orientado o diagnóstico por meio de um método de estratificação de risco que utiliza

os escores de Wells e/ou Genebra, descartando inicialmente todos os possíveis diagnósticos que cursam com dor torácica, dispneia e tosse, para que assim se prossiga na propedêutica e tratamento do evento tromboembólico. Isso pode ser explicado pelo fato da manifestação clínica do TEP ser muito inespecífica e ter diferentes graus de apresentação, necessitando descartar causas cardíacas, pulmonares e/ou traumáticas6-8. A apresentação do quadro clínico está relacionada principalmente com o grau de obstrução das artérias pulmonares e com a função cardiopulmonar prévia do paciente. As manifestações clínicas mais comuns são a instabilidade hemodinâmica, dispneia sem causa aparente e dor torácica ventilatório dependente7. Outros sintomas menos frequentes são: hemoptise, presente quando a circulação colateral pulmonar não é suficiente para compensar o grau de isquemia do território acometido, e dor anginosa, devido à sobrecarga do ventrículo direito (VD) secundária ao evento isquêmico7.

Comparando a apresentação clínica do TEP submaciço e maciço, vemos no primeiro com mais frequência: dor torácica, dor pleurítica, dispneia, taquipneia, tosse, hemoptise, taquicardia, febre e cianose em alguns casos. Já no TEP maciço, pode ser observado sinais/sintomas de síncope, hipotensão arterial, taquicardia, dispneia, cianose, turgência jugular, hiperfonese de B2, surgimento de B3 (com ritmo em galope) e sopro de insuficiência tricúspide7,9,10. Nesse contexto, o uso de escores clínicos para identificação do TEP tais como o de Wells e Genebra tornaram-se essenciais para a estratificação de risco, uma vez que permitem estimar a probabilidade pré-teste6. Metanálises prévias mostraram que o escore de Wells possui sensibilidade de 63,8 a 79,3% e especificidade de 48,8 a 90%, enquanto o de Genebra possui sensibilidade de 55,3 a 73,6% e especificidade de 51,2 a 73,6%, valores que quando associados a dosagem de D-dímero aumentam a acurácia diagnóstica nos casos de TEP7,10-12.

A sequência propedêutica para o diagnóstico do TEP deve incluir exames complementares tais como D-dímero, radiografia de tórax, eletrocardiograma, ecocardiograma, dosagem de enzimas cardíacas, arteriografia pulmonar, angiotomografia e cintilografia. Por se tratar de um diagnóstico complexo, as diretrizes indicam que para todo escore de Wells acima de quatro pontos, deve-se considerar alta probabilidade de embolia pulmonar e assim solicitar a realização de exames comprobatórios como a angiotomografia de tórax ou arteriografia pulmonar. Caso o escore de Wells seja menor ou igual a quatro, deve ser dosado o D-dímero sérico. Caso este esteja abaixo do valor de referência, o diagnóstico de TEP deve ser afastado, e caso esteja aumentado, a propedêutica deve ser estendida6-8.

A utilização da POCUS por profissional capacitado deve ser encorajada como recurso diagnóstico do TEP, sobretudo, nos casos cuja instabilidade hemodinâmica é um fator que limita o transporte do paciente para realização de angiotomografia de tórax ou arteriografia pulmonar13. Os valores de sensibilidade e especificidade dos sinais ultrassonográficos de TEP no contexto da POCUS devem ser conhecidos, compilados e disponibilizados para um uso mais embasado e adequado desse recurso diagnóstico. Sendo assim, o objetivo dessa revisão de literatura foi fornecer as evidências mais atuais acerca da acurácia da POCUS na identificação do TEP, bem como apresentar os sinais ultrassonográficos que podem surgir devido a obstrução do fluxo arterial pulmonar.

MÉTODOS

Trata-se de uma revisão sistemática da literatura na qual foi utilizada a base de dados PubMed/MEDLINE para a busca de artigos publicados sobre o uso da POCUS no diagnóstico de TEP. Os termos/descritores “pulmonary embolism”, “point-of-care ultrasonography” e “echocardiography” foram utilizados nas buscas de forma isolada ou combinada. Foram incluídos estudos com todos os tipos de delineamento, indo desde

relato/série de casos até revisões sistemáticas com metanálise. Foram também excluídos os estudos que tratavam de fenômenos embólicos de origem não trombótica (e.g., embolia gordurosa ou de líquido amniótico) e/ou que não estavam no idioma inglês.

Ademais foi feito uma tabulação dos dados de sensibilidade e especificidade de cada achado dos estudos mais relevantes e, em sequência, feito uma avaliação da sensibilidade e especificidade global dos dados encontrados através de cálculo manual. Também é descrito a posteriori os valores de VPP e VPN do uso do POCUS no cenário de emergência para clínica de TEP somado a um critério de Wells maior ou igual a 2 com e sem instabilidade hemodinâmica.

A definição de instabilidade hemodinâmica para o estudo refletia em achados com níveis elevados de frequência cardíaca ou situações que os achados ultrassonográficos refletiam em um aumento de sobrecarga ventricular direito, sendo esses: TAPSE 20mm e 17mm com FC>110, ESN médio alto, Sinal de McConell, S' reduzido 11-12cm, 60/60 em cenário de TEP maciço, movimentação anormal do septo interventricular, hipocinesia, deformidade do VD, regurgitação grave de tricúspide, TVP com dispneia e consolidação subpleural com mais de 2 achados.

Para o cálculo de VPP e VPN consideramos a prevalência de TEP para valores de Wells maior ou igual a 2, o que remete uma prevalência de 16,2%.

Após a realização das buscas, 40 artigos foram acessados em texto completo e revisados. Destes, sete revisões sistemáticas com metanálise forneceram dados de sensibilidade e especificidade sobre o uso da POCUS no diagnóstico de TEP e foram incluídos na presente revisão. Os dados foram extraídos para uma planilha do Microsoft Excel®, organizados e apresentados descritivamente com as seguintes informações: sinal ultrassonográfico obtida pela POCUS, achado clínico que reforçava a hipótese diagnóstica de TEP (quando disponível) e os valores de sensibilidade e especificidade para os sinais ultrassonográficos descritos (Tabela 1).

RESULTADOS

Os valores de sensibilidade e especificidade da POCUS variaram consideravelmente entre os estudos. Com efeito, a acurácia da técnica e a interpretação dos achados ultrassonográficos podem depender, sobretudo, da experiência do profissional que realiza o exame. Ao se avaliar de forma isolada cada achado ultrassonográfico de TEP, é possível observar que a maioria apresenta baixa sensibilidade e alta especificidade. Assim, quando esses achados são utilizados em conjunto com o escore de Wells, pode-se aumentar a probabilidade pré-teste da POCUS para o diagnóstico do TEP6.

A alteração no diâmetro do VD, excursão sistólica do plano anular da valva tricúspide (TAPSE), aumento da razão volumétrica VD/VE e deformidade do VD apresentaram os valores com maior sensibilidade para identificação de TEP. Esses sinais geralmente expressam um grau de hipertensão da artéria pulmonar e podem ser encontrados também em outras condições clínicas tais como cor pulmonale e insuficiência cardíaca global. Já o sinal de McConell, onda S' reduzida (<9cm) e alteração na avaliação da incisura mesossistólica da artéria pulmonar (ESN) tendem a apresentar altos valores de sensibilidade e especificidade quando são observados concomitante com outros achados clínicos (e.g., embolia maciça) ou na presença de uma estratificação de risco elevada (e.g., escore de Wells), o que aumenta o valor preditivo positivo para um diagnóstico de TEP. Alguns autores inclusive sugerem iniciar o tratamento para TEP em pacientes com instabilidade hemodinâmica na presença de algum desses sinais14,20.

Os demais achados da POCUS no TEP tendem a apresentar uma baixa sensibilidade, mas uma alta especificidade, sendo estes o aumento do gradiente pressórico da artéria pulmonar, regurgitação tricúspide, movimentação anormal do septo interventricular e o sinal 60/60. Na avaliação

multiorgânica, além de alterações do VD, pode-se encontrar também a presença de consolidação subpleural (CSP) e trombose venosa profunda (TVP). A CSP foi avaliada no estudo de Lieveld et al18 que investigaram a sensibilidade desse achado de forma isolada ou associada com outras alterações (e.g., disfunção de VD). Os autores encontraram uma baixa sensibilidade para o diagnóstico de TEP quando havia uma CSP de pelo menos 1cm de tamanho apenas em um foco pulmonar e alta sensibilidade quando havia mais de dois focos pulmonares com CSP de pelo menos 1cm de tamanho. Em contrapartida, esse comportamento foi o inverso quando se avaliou a especificidade desse achado.

A TVP é uma condição clínica cujo diagnóstico é realizado essencialmente através da ultrassonografia. Por ser o padrão-ouro, esse recurso possui uma sensibilidade e especificidade acima de 98% para o diagnóstico de TVP. Quando os sinais/sintomas de TEP estão presentes com TVP confirmada, os valores de sensibilidade e especificidade podem variar entre 24 e 70% e 89 e 99,9%, respectivamente. Ademais, o estudo de Girardi et al19, o qual envolveu poucos critérios de avaliação cardíaca e pulmonar, mostrou que os sinais de disfunção cardíaca (excursão sistólica do plano anular da valva tricúspide - TAPSE e relação VD/VE), síndrome alveolar posterolateral (PLAPS) e TVP tiveram uma similaridade na especificidade (93 a 100%), com uma sensibilidade de 19%.

Como exposto acima, os sinais de TEP observados pela ultrassonografia são de caráter sistêmico, sendo as anormalidades do VD identificadas com maior frequência. Contudo, é de extrema importância a avaliação multiorgânica para o manejo adequado da TEP. Deste modo, é apresentada a seguir uma análise detalhada dos achados da POCUS nessa condição.

Com os resultados de sensibilidade e especificidade dos testes, conseguimos realizar uma análise global dos dados considerando um cenário de TEP com ou sem instabilidade hemodinâmica. Considerando o primeiro cenário, incluímos aquele com achados mais sutis e sem elevados valores de frequência cardíaca, bem como: TAPSE 20mm e 17 mm com FC<110, S' reduzido menor que 9cm, aumento de pressão em artéria pulmonar, regurgitação tricúspide, 60/60, relação VD>VE com ou sem D-dimero, ESN meio e baixo e TVP. Enquanto que o cenário de instabilidade pode ser direcionado para aqueles pacientes que apresentam o antagônico, ou seja: TAPSE 20mm e 17mm com FC>110, ESN médio alto, Sinal de McConell, S' reduzido 11-12cm, 60/60 em cenário de TEP maciço, movimentação anormal do septo interventricular, hipocinesia, deformidade do VD, regurgitação grave de tricúspide, TVP com dispneia e consolidação subpleural com mais de 2 achados. Dados apresentados na Tabela 2.

DISCUSSÃO

Excursão sistólica do plano anular da valva tricúspide (TAPSE)

A TAPSE é um método quantitativo de avaliação da movimentação longitudinal do VD a partir da observação unidimensional da movimentação anular da valva tricúspide. Essa observação fornece um ótimo parâmetro de funcionalidade da sístole, uma vez que a contração longitudinal é responsável por 80% da pós-carga do VD, servindo até mesmo como indicativo de prognóstico no TEP, tendo em vista que normalmente nessa situação o deslocamento anular se reduz para valores próximos a 15–19mm14,21.

Alerhand et al14,21 avaliaram as evidências da literatura e concluíram que para uma frequência cardíaca (FC) >100bpm, pressão arterial sistólica (PAS) <90mmHg e TAPSE <20mm a sensibilidade é de 88% e a especificidade é de 77% para o diagnóstico de TEP. Quando a TAPSE é <17mm, esses valores modificam-se para 66% e 87%, respectivamente. Para uma FC >110bpm e TAPSE <20mm, a sensibilidade é de 93% e a especificidade é de 73% para o diagnóstico de TEP, ao passo que para uma TAPSE <17mm os valores de sensibilidade e especificidade são de 77% e 88%,

respectivamente.

Sinal S' reduzido

Refere-se a avaliação da velocidade de movimentação da parede livre do VD a partir da sua movimentação longitudinal, avaliando-se a base e o ápice da câmara. Esse achado é um ótimo parâmetro para se examinar a fração de ejeção do VD, tendo em vista que o deslocamento longitudinal representa aproximadamente 80% da sua função sistólica14. Os valores de referência estabelecem um S' normal para valores maiores do que 13–15cm/s. Essa pequena variação depende de cada diretriz. Alerhand et al14 reportam que para uma fração de ejeção do VD <50%, observa-se uma sensibilidade de 74 a 90% e uma especificidade de 68 a 85% quando o valor de S' é <11–12cm/s. Já com um S' <9cm/s, para determinação de uma fração de ejeção <30%, tem-se uma sensibilidade de 82 a 83% e uma especificidade de 68 a 86%.

Sinal de McConell

Achado que recebe o epônimo do primeiro pesquisador que o descreveu. Trata-se uma alteração que consiste na hipocinesia do VD com preservação da contração do seu ápice. Esse comportamento mostrou forte relação com a apresentação clínica de TEP, uma vez que descarta causas crônicas de cor pulmonale14. O primeiro estudo a investigar a acurácia desse sinal demonstrou uma sensibilidade em torno de 77% e uma especificidade de 99% para TEP. Além disso, o sinal de McConell é encontrado em 20% dos pacientes com TEP e instabilidade hemodinâmica17.

Estudos recentes avaliaram a sensibilidade do sinal de McConell para uma FC <100bpm e PAS <90mmHg, fornecendo um valor de 35%. Já para uma FC >110bpm, a sensibilidade foi de 36% e a especificidade manteve-se sempre acima de 94% em todos os estudos14,17,22,23. Já quando a avaliação pela POCUS foi realizada por um profissional não especialista a sensibilidade diminuiu para 19–22%14. Diante disso, a presença do sinal de McConell pode confirmar o diagnóstico de TEP e direcionar o manejo do paciente. A diretriz da Sociedade Europeia de Cardiologia (2019) orienta que quando as manifestações clínicas sugestivas de TEP estão associadas com o sinal de McConell, sinal 60/60 ou à presença de trombo em câmara cardíaca direita, o tratamento de reperfusão é justificado sem a necessidade de angiotomografia, tornando-se assim um dos achados mais importantes do TEP17.

Dilatação do ventrículo direito

A dilatação do VD é um dos achados mais esperados em um evento de embolia pulmonar, principalmente, quando se trata da forma maciça, tendo em vista o aumento agudo da resistência arterial pulmonar e a espessura mais delgada da parede do VD24. Associado a isso, a sobrecarga cardíaca induz ao processo isquêmico dos cardiomiócitos e, por consequência, há elevação de enzimas cardíacas como a troponina (frequente em 50% das apresentações de dor precordial), algo que é interpretado como um fator de mau prognóstico nos pacientes com TEP. Nesses casos, a mortalidade em 30 dias é de 37%14,25,26. Recentes estudos de metanálise demonstraram valores de sensibilidade e especificidade para esse achado de 55% e 86%, respectivamente. Porém, esses valores se alteraram para 46% e 91%, respectivamente, quando a avaliação foi feita por médicos emergencistas. Da mesma forma, foram observadas diferenças nos resultados conforme os sinais vitais do paciente, obtendo-se uma sensibilidade de 57% e uma especificidade de 84% para aqueles pacientes com FC >100bpm14.

Sinal 60/60

Trata-se de um sinal referente ao gradiente de regurgitação tricúspide (GRT), cujo valor de corte é <60mmHg e ao tempo de aceleração na artéria pulmonar (TAAP), cujo valor de corte é <60ms. Pacientes normotensos com TEP podem apresentar um GRT em torno de 33mmHg, enquanto pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica podem apresentar um GRT >60mmHg14,27.

Alerhand et al14 fizeram uma análise de vários artigos sobre o tema e apresentaram uma sensibilidade entre 13 e 51% e

especificidade entre 69 e 98% para o sinal 60/60 no TEP. Essa considerável variação da sensibilidade pode ocorrer pela presença de hipotensão arterial em muitos pacientes com TEP. Fields et al15 também reportaram valores similares de sensibilidade (24%) e especificidade (84%). Assim, esse sinal mostra-se pouco sensível mas muito específico, o que pode favorecer o diagnóstico em situações de hipotensão ou choque. Já nos casos em que há ausência dessas manifestações, outros achados de alteração do VD podem aumentar a sensibilidade do sinal 60/6014,27.

Aumento de pressão da artéria pulmonar

O aumento de pressão da artéria pulmonar em pacientes sem história prévia de hipertensão pulmonar crônica pode estar associado à disfunção do VD. Geralmente, suspeita-se de TEP quando a pressão da artéria pulmonar ultrapassa 35mmHg14. Adicionalmente, a avaliação de responsividade da veia cava inferior durante a inspiração também pode corroborar esse achado, uma vez que à medida que a resistência arterial pulmonar aumenta, o mecanismo de colabamento da veia cava inferior é reduzido14. No entanto, é preciso ressaltar que a hiporresponsividade da veia cava inferior durante a inspiração tem sido um dilema quando se avalia pacientes em ventilação mecânica, já que a pressão positiva exercida pelo ventilador impede o processo de colabamento desse vaso14. O valores de sensibilidade e especificidade para o aumento de pressão da artéria pulmonar são de 44% e 84%, respectivamente, havendo certo grau de concordância entre os artigos analisados na presente revisão14.

Regurgitação da valva tricúspide

Trata-se de um achado que decorre da dilatação VD, seguido de dilatação do anel tricúspide. Essa alteração é definida como uma velocidade de regurgitação >2,8–2,9m/s associado a uma pressão sistólica da artéria pulmonar >36mmHg14. A regurgitação tricúspide possui uma sensibilidade de 40% e especificidade de 83% para o diagnóstico de TEP, com discretas diferenças nesses valores quando a POCUS é realizada por médicos ultrassonografistas14,15.

Deslocamento do septo interventricular

Ocorre devido a substanciais variações de pressão entre as câmaras ventriculares direita e esquerda, sendo a câmara direita a que exibe maior pressão no TEP, principalmente, nos casos de embolia maciça. Esse mecanismo produz um arqueamento do septo interventricular com deslocamento para o VE durante o final da sístole e durante a diástole devido a limitação imposta pelo pericárdio14. As evidências mostram uma sensibilidade de 26% e especificidade de 95% desse achado para o diagnóstico de TEP, com variação de 2% quando o exame é realizado por médicos ultrassonografistas15. Nas situações com FC>100bpm e/ou PAS<90mmHg o deslocamento anormal do septo interventricular apresentou uma sensibilidade de 43% e especificidade de 93%, enquanto para os casos de FC>110bpm, a sensibilidade aumentou para 47% e a especificidade manteve-se em 93%14.

Incisura mesossistólica da artéria pulmonar (ESN)

Durante a avaliação da artéria pulmonar por meio da POCUS com uso de doppler, pode ser observado um comportamento em forma de “cúpula” do fluxo sanguíneo, o qual é explicado pelo mecanismo de aumento progressivo da pressão arterial pulmonar durante a sístole. Contudo, em situações de hipertensão pulmonar por acometimento obstrutivo, pode ser observada uma redução progressiva da velocidade de fluxo na artéria pulmonar durante a sístole, a qual passa a exibir um fluxo bifásico14. Por mais que seja um achado muito frequente em doenças que cursam com hipertensão pulmonar, a avaliação da ESN no TEP é recomendada, tendo em vista que esse achado pode ser visualizado em 100% dos pacientes com TEP crônica e em 96% dos casos agudos. Alerhand et al14 reportam uma sensibilidade de 92% e especificidade de 99% para a ESN nos casos de TEP maciço e submaciço. Já nos casos de TEP subsegmentar, a sensibilidade é de apenas 2%.

Aslaner et al16 investigaram a acurácia da ESN e encontraram resultados discordantes do estudo de Alerhand et al14, uma vez que no primeiro estudo foi reportada uma baixa sensibilidade (69%) para a avaliação da ESN mesmo no TEP com grau de severidade intermediária ou elevada. Entretanto, o autor relata importante limitação do estudo no que concerne a sua condução durante a pandemia do COVID-19, o que ocasionou em baixo poder amostral e potencial viés de seleção. Embora tenha-se obtido uma certa precisão do intervalo de confiança quando se investigou a acurácia da POCUS realizada por médicos cardiologistas e emergencistas, ainda não há estudos suficientes que sustentem o uso desse achado isoladamente, sendo necessária a associação com outros dados clínicos16.

Trombo em ventrículo direito

O surgimento de trombo no VD é um evento pouco frequente, sendo muito relacionado ao deslocamento de trombos proveniente de veias dos membros inferiores. No caso de trombo do VD in situ, as causas estão relacionadas a diversas cardiomiopatias, incluindo arritmias, isquemias de parede anterior ou inferior, anormalidades da formação da parede do VD, processos inflamatórios sistémicos, dentre outras28-30. Por ser pouco frequente e ter uma apresentação clínica pobre, a presença de trombo no VD é muitas vezes subdiagnosticada e o médico direciona a terapêutica para outra possível causa não elucidada, já que a sintomatologia é frequentemente manifestada de forma progressiva pelo desprendimento lento de fragmentos trombóticos, o que pode ser fatal caso um fragmento seja capaz de obstruir uma artéria calibrosa29,31.

Existem poucos estudos que estimaram a prevalência de trombo no VD, justamente por ser um evento infrequente. A maioria dos estudos que reportam esse achado são relatos de caso. Ainda assim, é de suma importância avaliar a existência de trombo no VD, sobretudo, porque esse achado é patognomônico de TEP na presença de sinais/sintomas clínicos sugestivos19. Fields et al15 mostram uma sensibilidade de apenas 5% para esse achado no TEP. Contudo, quando a presença de trombo no VD em pacientes com sinais/sintomas clínicos de TEP é identificada pela ecocardiografia, a especificidade é de 99% e o diagnóstico é praticamente conclusivo15,18.

Consolidação subpleural (CSP)

Os eventos tromboembólicos que culminam na obstrução de artérias pulmonares em muitos casos não refletem um evento isquêmico quando observados por métodos de imagem. Isso ocorre porque os pulmões possuem uma irrigação sanguínea dupla, com contribuição da artéria pulmonar e da circulação sistêmica. Porém, em doenças que cursam com redução da perfusão sistêmica, é possível encontrar achados de isquemia do tecido pulmonar que se apresenta em uma forma triangular cuja base fica voltada para a pleura visceral32.

A CSP pode ser observada até no TEP subsegmentar (presente em 90% dos pacientes com TEP), apresentando uma sensibilidade muito alta. Em contrapartida, a especificidade é o que limita o desempenho desse achado para o diagnóstico de TEP, tendo em vista que várias outras doenças podem promover uma CSP. Uma estratégia para melhor definir esse achado no TEP é mensurar a extensão da consolidação e o número de focos pulmonares com alteração na POCUS, já que uma CSP com tamanho >1cm mostra ser mais especifica para TEP do que para as outras doenças33. Lieveld et al18 demonstraram exatamente essa relação, obtendo-se os seguintes valores: com uma apresentação de CSP (>1cm) a sensibilidade e especificidade foram de 8,7% e 78,6%, com duas apresentações de CSP (>1cm) a sensbilidade e especificidade foram de 70,8% e 36,3% e com quatro apresentações de CSP (>1cm) a sensbilidade e especificidade foram de 60,9% e 66%, respectivamente.

Trombose venosa profunda (TVP)

A formação de trombos nos vasos profundos é uma condição clínica em que o diagnóstico deve obrigatoriamente incluir o uso da ultrassonografia. A presença de TVP foi muito estudada durante a pandemia do COVID-19, cujo vírus está implicado no

mecanismo de formação de trombos5,25,34-37. Sobre a acurácia da POCUS para a visualização desse achado, mesmo para os médicos com pouca experiência no método, a sensibilidade e especificidade são de 96% e 97%, respectivamente. Para profissionais com mais experiência no método, a especificidade pode chegar a 100%4,7,18,19,38,39.

A importância do achado de TVP é de tal grandeza que, pelo escore de Wells, somente sinais clínicos dessa condição já direcionam o paciente para a investigação ultrassonográfica, dispensando a utilização do D-dímero por já classificar o paciente como um caso provável de TVP (escore de Wells >2). Vale ressaltar que mesmo uma história clínica pregressa de TVP também é um fator de acréscimo no escore de Wells, indicando uma alta probabilidade de recorrência7,9.

Existem diversos estudos com a POCUS que evidenciam diferentes valores de sensibilidade e especificidade relacionando TVP e TEP. Lieveld et al18 avaliaram pacientes com TVP que testaram positivo para COVID-19 e mostraram que na presença concomitante de TVP e TEP, houve uma sensibilidade de 24% e uma especificidade de 89%, com variação desses valores quando se encontravam achados de consolidação pulmonar ou alteração do VD. Uma metanálise mostrou uma relação em torno de 15% quando se associava TEP e TVP em pacientes com COVID-19, valor que era muito expressivo diante da incidência aumentada da doença durante a pandemia40. Algumas diretrizes sugerem que quando os achados de TEP e TVP estão presentes junto com um D-dímero elevado, o qual possui alta sensibilidade e baixa especificidade (91–96% e 10– 4%, respectivamente), pode-se proceder com o tratamento trombolítico. Para outros guias terapêuticos, somente o achado de TVP em pacientes com manifestações clínicas de TEP já direciona o tratamento, tendo em vista que alguns estudos trazem uma relação de 42,4% entre TVP e TEP, embora exista uma certa variação dessa estimativa na literatura8,10,18,23,36,40,41.

Compilação dos achados

A soma desses valores remete uma análise estatística que define o POCUS como uma boa ferramenta para analise complementar. Nossos resultados quando isolamos condições com e sem instabilidade hemodinâmica, encontramos valores de sensibilidade de 58,55% e 47,68%, respectivamente, além dos valores de especificidade apresentarem 79,64% e 83,68%.

Em sequência, avaliamos esses valores considerando uma prevalência de 16,2% de TEP para wells maior ou igual a 2, o que em geral expressa uma possibilidade baixa quando comparado com valores de prevalência de 37,5% para iguais ou maiores a 642. Porém, são nestes cenários de baixo valor de wells que as situações de dúvida diagnóstica serão mais evidentes, refletindo com maior fidedignidade o cenário do departamento de emergência. Diante disso, os valores de VPP e VPN das situações com e sem instabilidade hemodinâmica são, respectivamente: 6,95% e 7,42%; 89,2% e 90,88%.

Com base nestes valores, pode-se concluir que os valores elevados da especificidade e VPN remetem em uma boa estratégia para descartar o diagnóstico de TEP. Em contrapartida, os valores de sensibilidade e VPP remetem uma possibilidade de subdiagnóstico de TEP ou até de erros diagnóstico, fortalecendo a ideia que o POCUS seja uma ferramenta de melhora da acurácia diagnóstica e não de substituição de protocolos de triagem.

Ademais, os valores de VPP e VPN tão próximos quando comparado as situações de estabilidade e instabilidade hemodinâmica, prova que isso não é um critério decisivo na acurácia diagnóstica, já que a diferença entre os valores de porcentagem é menor que 2% para ambos. Isso justifica o uso do POCUS principalmente em situações de baixo risco, já que, junto com as dosagens de D-dimero, pode ser um excelente teste de exclusão do diagnóstico de TEP.

CONCLUSÃO

Diante dos achados ultrassonográficos que foram expostos e discutidos na presente revisão e pelo fato da apresentação clínica do

TEP ter diferentes padrões e intensidades, o uso da POCUS como extensão do exame físico é de suma importância para um diagnóstico acurado de quadros que cursam com embolia pulmonar. A POCUS pode contribuir positivamente para a avaliação multiorgânica do paciente, sendo capaz de fornecer dados imaginológicos confiáveis para o manejo clínico adequado do TEP, evitando-se assim piores desfechos de morbimortalidade associados a essa condição.

Além disso, o POCUS é uma condição que pode ser ofertado tanto no cenário de instabilidade hemodinâmica como nos casos de estabilidade, tendo em vista que este critério demonstrou pequenas variações estatísticas quanto a sua acurácia diagnóstica, o que conflita com os guidelines atuais no manejo de TEP.

REFERÊNCIAS

1. Narula J, Chandrashekhar Y, Braunwald E. Time to Add a Fifth Pillar to Bedside Physical Examination: Inspection, Palpation, Percussion, Auscultation, and Insonation. JAMA Cardiol. 2018;3(4):346-350.

2. Zieleskiewicz L, Lopez A, Hraiech S, Baumstarck K, Pastene B, Di Bisceglie M, et al. Bedside POCUS during ward emergencies is associated with improved diagnosis and outcome: an observational, prospective, controlled study. Crit Care. 2021;25(1):34.

3. Ravikanth R. Diagnostic Accuracy and Prognostic Significance of Point-Of-Care Ultrasound (POCUS) for Traumatic Cervical Spine in Emergency care setting: A Comparison of clinical outcomes between POCUS and Computed Tomography on a Cohort of 284 Cases and Review of Literature. J Craniovertebr Junction Spine. 2021;12(3):257-262.

4. Arnold MJ, Jonas CE, Carter RE. Point-of-Care Ultrasonography. Am Fam Physician. 2020;101(5):275-285.

5. Theetha Kariyanna P, A. Hossain N, Jayarangaiah A, A. Hossain N, Uppin V, Hegde S, et al. Thrombus in Transit and Impending Pulmonary Embolism Detected on POCUS in a Patient with COVID-19 Pneumonia. Am J Med Case Rep. 2020;8(8):225-228.

6. Rivera-Lebron B, McDaniel M, Ahrar K, Alrifai A, Dudzinski DM, Fanola C, et al. Diagnosis, Treatment and Follow Up of Acute Pulmonary Embolism: Consensus Practice from the PERT Consortium. Clin Appl Thromb Hemost. 2019;25:1076029619853037.

7. Albricker ACL, Freire CMV, Santos SND, Alcantara ML, Saleh MH, Cantisano AL, et al. Joint Guideline on Venous Thromboembolism - 2022. Arq Bras Cardiol. 2022;118(4):797-857.

8. Kline JA. Diagnosis and Exclusion of Pulmonary Embolism. Thromb Res. 2018;163:207-220.

9. Doherty S. Pulmonary embolism An update. Aust Fam Physician. 2017;46(11):816-820.

10. Di Nisio M, van Es N, Buller HR. Deep vein thrombosis and pulmonary embolism. Lancet. 2016;388(10063):3060-3073.

11. Shen JH, Chen HL, Chen JR, Xing JL, Gu P, Zhu BF. Comparison of the Wells score with the revised Geneva score for assessing suspected pulmonary embolism: a systematic review and meta-analysis. J Thromb Thrombolysis. 2016;41(3):482-492.

12. Moreira MV, Vieira JDO, Santos ABB, Netto AF, Fonseca IGNM, Lopes JA, et al. Tromboembolismo pulmonar: dos aspectos epidemiológicos ao tratamento. Brazilian Journal of Health Review. 2021;4(2):8350-8363.

13. Skipina TM, Petty SA, Kelly CT. A near miss: subclinical saddle pulmonary embolism diagnosed by handheld ultrasound. Oxf Med Case Reports. 2021;2021(4):omab011.

14. Alerhand S, Sundaram T, Gottlieb M. What are the echocardiographic findings of acute right ventricular strain that suggest pulmonary embolism? Anaesth Crit Care Pain Med. 2021;40(2):100852.

15. Fields JM, Davis J, Girson L, Au A, Potts J, Morgan CJ, et al. Transthoracic Echocardiography for Diagnosing Pulmonary Embolism: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Am Soc Echocardiogr. 2017;30(7):714-723 e714.

16. Aslaner MA, Karbek Akarca F, Aksu SH, Yazla M, Can O, Kus G, et al. Diagnostic Accuracy of Early Systolic Notching in Pulmonary Embolism. J Ultrasound Med. 2022;41(3):637-644.

17. Silva Marques J, Correia R, Correia J, Ferreira G, Monteiro N. McConnell in Shock. Cureus. 2021;13(6):e15819.

18. Lieveld A, Heldeweg MLA, Smit JM, Haaksma ME, Veldhuis L, Walburgh-Schmidt RS, et al. Multi-organ point-of-care ultrasound for detection of pulmonary embolism in critically ill COVID-19 patients - A diagnostic accuracy study. J Crit Care. 2022;69:153992.

19. Girardi AM, Turra EE, Loreto M, Albuquerque R, Garcia TS, Rech TH, et al. Diagnostic accuracy of multiorgan point-of-care ultrasound compared with pulmonary computed tomographic angiogram in critically ill patients with suspected pulmonary embolism. PLoS One. 2022;17(10):e0276202.

20. Lau YH, See KC. Point-of-care ultrasound for critically-ill patients: A mini-review of key diagnostic features and protocols. World J Crit Care Med. 2022;11(2):70-84.

21. Alerhand S, Hickey SM. Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion (TAPSE) for Risk Stratification and Prognostication of Patients with Pulmonary Embolism. J Emerg Med. 2020;58(3):449-456.

22. Quach AN, Hightower SC, Goldenberg WD, Lopez JJ. Point-of-Care Ultrasound for Submassive Pulmonary Embolism. J Emerg Med. 2021;60(2):248-250.

23. Bitar Z, Maadarani O, Abdelfatah M, Alothman H, Hajjiah A. Multiorgan Ultrasonography for the Diagnosis of Pulmonary Embolism. Eur J Case Rep Intern Med. 2022;9(3):003272.

24. Kuttab HI, Flanagan E, Damewood SC, Cathers AD, Steuerwald MT. Prehospital Echocardiogram Use in Identifying Massive Pulmonary Embolism in Unidentified Respiratory Failure. Air Med J. 2021;40(1):73-75.

25. Bompard F, Monnier H, Saab I, Tordjman M, Abdoul H, Fournier L, et al. Pulmonary embolism in patients with COVID-19 pneumonia. Eur Respir J. 2020;56(1).

26. Chauin A. The Main Causes and Mechanisms of Increase in Cardiac Troponin Concentrations Other Than Acute Myocardial Infarction (Part 1): Physical Exertion, Inflammatory Heart Disease, Pulmonary Embolism, Renal Failure, Sepsis. Vasc Health Risk Manag. 2021;17:601-617.

27. Shah BR, Velamakanni SM, Patel A, Khadkikar G, Patel TM, Shah SC. Analysis of the 60/60 Sign and Other Right Ventricular Parameters by 2D Transthoracic Echocardiography as Adjuncts to Diagnosis of Acute Pulmonary Embolism. Cureus. 2021;13(3):e13800.

28. Akdis D, Chen K, Saguner AM, Stampfli SF, Chen X, Chen L, et al. Clinical Characteristics of Patients with a Right Ventricular Thrombus in Arrhythmogenic Right Ventricular Cardiomyopathy. Thromb Haemost. 2019;119(8):1373-1378.

29. Sousa C, Almeida P, Goncalves A, Rodrigues J, Rangel I, Macedo F, et al. Large right ventricular thrombus. Acta Med Port. 2014;27(3):390-393.

30. Jolobe OM. Right ventricular mural thrombus formation superimposed on previous anterior myocardial infarction. Int J Cardiol. 2015;186:125.

31. Allen J, Miller BR, Vido MA, Makar GA, Roth KR. Point-of-care ultrasound, anchoring bias, and acute pulmonary embolism: A cautionary tale and report. Radiol Case Rep. 2020;15(12):2617-2620.

32. Martini K, Bluthgen C, Walter JE, Nguyen-Kim TDL, Thienemann F, Frauenfelder T. Patterns of organizing pneumonia and microinfarcts as surrogate for endothelial disruption and microangiopathic thromboembolic events in patients with coronavirus disease 2019. PLoS One. 2020;15(10):e0240078.

33. Zotzmann V, Lang CN, Wengenmayer T, Bemtgen X, Schmid B, Mueller-Peltzer K, et al. Combining lung ultrasound and Wells score for diagnosing pulmonary embolism in critically ill COVID-19 patients. J Thromb Thrombolysis. 2021;52(1):76-84.

34. Garcia-Ceberino PM, Faro-Miguez N, Beltran-Avila FJ, Fernandez-Reyes D, Gallardo-Munoz I, Guirao-Arrabal E. Point of care ultrasound (POCUS) in diagnosis of proximal deep vein thrombosis among COVID-19 hospitalized patients with a high rate of low molecular weight heparin prophylaxis. Med Clin (Barc). 2021;157(4):172-175.

35. Alvarez-Troncoso J, Ramos-Ruperto L, Fernandez-Cidon P, Trigo-Esteban E, Tung-Chen Y, Busca-Arenzana C, et al. Screening Protocol and Prevalence of Venous Thromboembolic Disease in Hospitalized Patients With COVID-19. J Ultrasound Med. 2022;41(7):1689-1698.

36. Simon R, Petrisor C, Bodolea C, Csipak G, Oancea C, Golea A. A.B.C. approach proposal for POCUS in COVID-19 critically ill patients. Med Ultrason. 2021;23(1):94-102.

37. Alharthy A, Abuhamdah M, Balhamar A, Faqihi F, Nasim N, Ahmad S, et al. Residual Lung Injury in Patients Recovering From COVID-19 Critical Illness: A Prospective Longitudinal Point-of-Care Lung Ultrasound Study. J Ultrasound Med. 2021;40(9):1823-1838.

38. Fischer EA, Kinnear B, Sall D, Kelleher M, Sanchez O, Mathews B, et al. Hospitalist-Operated Compression Ultrasonography: a Point-of-Care Ultrasound Study (HOCUS-POCUS). J Gen Intern Med. 2019;34(10):2062-2067.

39. Barrosse-Antle ME, Patel KH, Kramer JA, Baston CM. Point-of-Care Ultrasound for Bedside Diagnosis of Lower Extremity DVT. Chest. 2021;160(5):1853-1863.

40. Suh YJ, Hong H, Ohana M, Bompard F, Revel MP, Valle C, et al. Pulmonary Embolism and Deep Vein Thrombosis in COVID-19: A Systematic Review and Meta-Analysis. Radiology. 2021;298(2):E70-E80.

41. Rosovsky RP, Grodzin C, Channick R, Davis GA, Giri JS, Horowitz J, et al. Diagnosis and Treatment of Pulmonary Embolism During the Coronavirus Disease 2019 Pandemic: A Position Paper From the National PERT Consortium. Chest. 2020;158(6):2590-2601.

42. 1-Wells PS, Anderson DR, Rodger M, Stiell I, Dreyer JF, Barnes D, Forgie M, Kovacs G, Ward J, Kovacs MJ. Excluding pulmonary embolism at the bedside without diagnostic imaging: management of patients with suspected pulmonary embolism presenting to the emergency department by using a simple clinical model and d-dimer. Ann Intern Med. 2001 Jul 17;135(2):98-107. doi: 10.7326/0003-4819-135-2-200107170-00010.

Tabela 1. Achados ultrassonográficos e seus valores de sensibilidade e especificidade para o uso da ultrassonografia *point-of-care* (POCUS) no diagnóstico de tromboembolismo pulmonar.

Sinal ultrassonográfico	Achado clínico	Sensibilidade	Especificidade
Alerhand *et al*[14]			
TAPSE *cut-off* 20mm	FC>110bpm	93%	73%
ESN	TEP maciço e submaciço	92%	99%
TAPSE *cut-off* 20mm	FC<100bpm	88%	73%
Onda S' reduzida	<9cm/s	82–83%	68–86%
Sinal de McConell		77%	94%
TAPSE *cut-off* 17mm	FC>110bpm	77%	88%
Onda S' reduzida	<11–12cm/s	74–90%	65–85%
TAPSE *cut-off* 17mm	FC<100bpm	66%	85%
Dilatação do VD		55%	86%
Sinal 60/60	TEP maciço	51%	96%
Aumento na pressão da AP		44%	84%
Regurgitação tricúspide		40%	83%
Deslocamento do septo interventricular		26%	95%
Sinal 60/60		13–51%	69–98%
Fields *et al*[15]			
Sinal 60/60		24%	84%
Hipocinesia do VD		38%	91%
Sinal de McConell		22%	97%
Hipertensão da AP		44%	84%
Deformidade do VD		53%	83%
Trombo no VD		5%	99%
Razão volumétrica do VD/VE		55%	86%
Diâmetro diastólico do VD		80%	80%
Deslocamento de septo interventricular		26%	95%
Regurgitação da valva tricúspide		40%	83%
TAPSE		64%	61%
Pressão sistólica do VD		47%	73%
Aslaner *et al*[16]			
ESN	Severidade média-alta	69%	90%
ESN	Severidade média-baixa	19%	80%
Arnold *et al*[4]			
TVP		96%	97%
TVP	Dispneia	40%	99,9%
Silva Marques *et al*[17]			
Sinal de McConell		77%	94%

TAPSE: excursão sistólica do plano anular da valva tricúspide; ESN: incisura mesossistólica da artéria pulmonar; TEP: tromboembolismo pulmonar; VD: ventrículo direito; AP: artéria pulmonar; VE: ventrículo esquerdo; TVP: trombose venosa profunda; CSP: consolidação subpleural; PLAPS: Síndrome alveolar posterolateral

Tabela 2. Valores de sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e valor preditivo negativo dos dados agregados dos testes realizados pelo POCUS, dividido em situações de estabilidade hemodinâmica e instabilidade hemodinâmica.

Estabilidade hemodinâmica	**Valor (%)**
Sensibilidade	47.68
Especificidade	83.68
Valor Preditivo Positivo (VPP)	7.42
Valor Preditivo Negativo (VPN)	89.2
Instabilidade hemodinâmica	**Valor (%)**
Sensibilidade	58.55
Especificidade	79.64
Valor Preditivo Positivo (VPP)	6.95
Valor Preditivo Negativo (VPN)	90.88