



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

FACULDADE
DE
MEDICINA

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA – TRABALHO FINAL

SOFIA SENRA FURTADO

***A Ecografia à Cabeceira do Doente em
Urgência Pediátrica***

ARTIGO DE REVISÃO

ÁREA CIENTÍFICA DE PEDIATRIA

Trabalho realizado sob a orientação de:

DRA. MARIANA SANTOS DE OLIVEIRA DOMINGUES
PROFESSORA DOUTORA GUIOMAR GONÇALVES DE OLIVEIRA

ABRIL 2019

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

A ECOGRAFIA À CABECEIRA DO DOENTE EM URGÊNCIA PEDIÁTRICA

Sofia Senra Furtado¹

Mariana Santos de Oliveira Domingues²

Guiomar Gonçalves Oliveira^{3, 4, 5}

¹ Mestrado Integrado em Medicina, Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Portugal

² Serviço de Urgência, Hospital Pediátrico, Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra, Portugal

³ Clínica Universitária de Pediatria, Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Portugal

⁴ Centro do Desenvolvimento da Criança do Hospital Pediátrico do Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra, Portugal

⁵ Centro de Formação e Investigação Clínica, Hospital Pediátrico do Centro Hospital e Universitário de Coimbra, Portugal

E-mail: sofia_furtado10@hotmail.com

ÍNDICE

RESUMO	3
ABSTRACT	4
LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS	5
INTRODUÇÃO	6
MATERIAIS E MÉTODOS	8
DISCUSSÃO	9
1. FAST	9
Técnica	10
Vantagens e Desvantagens	12
Aplicabilidade	13
Credibilidade	14
2. ECOGRAFIA PULMONAR	15
Técnica	15
Aplicabilidade	15
3. ECOCARDIOGRAMA	20
Técnica	20
Aplicabilidade	21
4. ECOGRAFIA DOS TECIDOS MOLES	26
Técnica	26
Aplicabilidade	26
5. PROCEDIMENTOS COM ORIENTAÇÃO ECOGRÁFICA	30
6. ENSINO E ACREDITAÇÃO	32
7. ECOGRAFIA À CABECEIRA DO DOENTE EM PORTUGAL	33
CONCLUSÃO	34
AGRADECIMENTOS	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

RESUMO

A ecografia à cabeceira do doente é uma tecnologia facilmente disponível que permite a integração em tempo real dos achados clínicos com as imagens ecográficas obtidas, com potencial impacto imediato na abordagem diagnóstica e terapêutica do doente. Não é invasiva e não implica exposição a radiação ionizante, vantagens muito valorizadas na idade pediátrica. Visa esclarecer questões clínicas específicas, tendo por base uma avaliação essencialmente qualitativa das imagens, não sendo o seu principal objetivo o da exclusão de diagnósticos. Uma vez que pode ser repetida, permite também a monitorização e vigilância do doente.

O objetivo deste estudo é o de rever e analisar o “estado da arte” da ecografia à cabeceira do doente no âmbito da urgência/ emergência pediátrica, com particular atenção para as aplicações com maior evidência científica: FAST, ecografia pulmonar, ecocardiografia, ecografia da pele e dos tecidos moles e procedimentos orientados por ecografia.

Foi realizada uma revisão bibliográfica dos artigos selecionados na base de dados PubMed, com inclusão preferencial de meta-análises e ensaios clínicos publicados na última década. Adicionalmente foi incorporada informação de alguns livros e *sites* com relevância para o tema.

Conclui-se que a ecografia à cabeceira do doente, amplamente utilizada na emergência do adulto, tem-se mostrado promissora na idade pediátrica. Apesar das suas limitações, a generalidade dos estudos salienta as suas boas sensibilidade e especificidade, particularmente na abordagem da pneumonia e das infeções da pele e tecidos moles. Para além disso, proporciona maior eficácia e facilidade na realização de procedimentos tradicionalmente difíceis em crianças, como a introdução de cateteres vasculares. Internacionalmente, a ecografia à cabeceira do doente em pediatria faz parte dos programas curriculares ou é uma prática recomendada. Em Portugal a situação está mal definida, devendo-se começar a incentivar a sua prática de forma estruturada num futuro próximo.

Palavras-chave: Ultrassonografia, Pediatria, Emergências, Testes imediatos.

ABSTRACT

Point-of-care ultrasound (POCUS) is a technology that enables a real-time integration of clinical findings with ultrasound imaging, with a potential impact on the patient's diagnostic and therapeutic approach. It is not invasive and does not imply exposure to ionizing radiation, advantages that are highly valued in the pediatric age. It aims to clarify specific clinical issues based on an essentially qualitative evaluation of the images, considering that its main goal is not to exclude diagnoses. Since it can be repeated, it allows monitoring and surveillance of the patient.

The purpose of this study is to review and analyze the state of the art of POCUS in the pediatric emergency room, with particular attention to the applications with the highest scientific evidence: FAST, lung ultrasound, echocardiography, skin and soft tissue ultrasound and procedural applications of ultrasound.

A literature review was carried out of the selected articles in the PubMed database, with preferential inclusion of meta-analyzes and clinical trials published in the last decade. In addition, some books and websites with relevance to the theme have also been incorporated.

In conclusion, POCUS, which is already widely used in the emergency room of the adult, has shown to be promising in the pediatric age as well. Despite their limitations, most studies emphasize their good sensitivity and specificity, particularly in addressing pneumonia and skin and soft tissue infections. In addition, it provides greater effectiveness and makes performing traditionally difficult procedures in children easier, such as the introduction of vascular catheters. Internationally, pediatric POCUS is part of the curriculum or is a recommended practice. In Portugal, however, the situation is not well defined, and its practice should be encouraged in a structured way in the near future.

Keywords: Ultrasonography, Pediatrics, Emergencies, Point-of-care systems.

LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS

ABCDE – *Airway, Breathing, Circulation, Disability, Exposure*

AESP – Atividade Elétrica Sem Pulso

AFEMED – Associação para Formação em Emergência Médica

ATLS – *Advanced Trauma Life Support*

EcoCD – Ecografia à Cabeceira do Doente

e-FAST – *extended-FAST*

EUA – Estados Unidos da América

EUSEM – *European Society of Emergency Medicine*

FAST – *Focused Assessment of Sonography for Trauma*

IPTM – Infeção da Pele e dos Tecidos Moles

MRSA – *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus*

OMS – Organização Mundial de Saúde

POCUS – *Point-of-care Ultrasound*

PVC – Pressão Venosa Central

QSD – Quadrante Superior Direito

QSE – Quadrante Superior Esquerdo

TC – Tomografia Computorizada

VCI – Veia Cava Inferior

VPN – Valor Preditivo Negativo

VPP – Valor Preditivo Positivo

INTRODUÇÃO

A ecografia à cabeceira do doente (EcoCD), cujo equivalente internacional é o *Point-of-care Ultrasonography* (POCUS) é, tal como o nome indica, um exame realizado em tempo real, onde o doente estiver, sendo que as imagens obtidas são imediatamente interpretadas e integradas no quadro clínico do doente.¹

Esta técnica cada vez mais é considerada uma importante ferramenta complementar ao exame físico tradicional e, por alguns, é encarada como o quinto pilar do exame físico, para além das tradicionais, inspeção, palpação, percussão e auscultação.²

Surgiu por volta dos anos 80, pelas mãos de cirurgiões gerais com o fim de avaliar o trauma abdominal. Nessa altura foi desenvolvido o protocolo *Focused Assessement using Sonography in Trauma* (FAST), método rápido e simples de pesquisa de hemorragia intra-abdominal. Mais tarde passou a incluir a avaliação torácica para deteção de pneumotórax, com a designação de *extended-FAST* (eFAST).³

Desde então, a pressão para a obtenção rápida de diagnósticos e para a utilização eficiente de recursos humanos levou a que esta técnica fosse adotada num número crescente de contextos, desde unidades de cuidados intensivos em hospitais terciários a hospitais de campanha em ambientes carenciados e em situações de emergência pré-hospitalar.⁴ A sua utilização passou a fazer parte da abordagem diagnóstica e terapêutica de várias patologias, o que também foi possível pela evolução tecnológica que permitiu o aparecimento de aparelhos de ecografia facilmente portáteis e baratos.^{1,2,5,6}

Ao contrário da ecografia convencional, realizada por médicos especialistas de radiologia altamente experientes e diferenciados, a EcoCD, é executada por médicos de várias especialidades no âmbito da urgência-emergência e não tem como objetivo a descrição exaustiva e pormenorizada dos achados ecográficos. Na EcoCD pretende-se essencialmente obter uma avaliação qualitativa das imagens obtidas e a análise focada em responder a questões clínicas específicas (*“rule in”*), não devendo ser utilizada para exclusão de diagnósticos (*“rule out”*).⁵

Sendo uma técnica não invasiva, barata, fácil de usar, portátil e potencialmente disponível 24 horas por dia, tem potencial para se tornar numa ferramenta muito útil, principalmente em contextos em que o recurso a exames de imagem é limitado.^{1,7} Ao fornecer resultados em tempo real e ao poder ser utilizada como auxiliar na realização de determinados procedimentos diagnósticos (punção vesical, punção lombar, acessos vasculares) e terapêuticos (toracocentese, bloqueios nervosos), pode ter impacto imediato e significativo no prognóstico dos doentes.^{1,5} Esta técnica tem ainda a vantagem adicional da

repetibilidade, o que permite fazer o seguimento e a monitorização das situações clínicas de acordo com a necessidade avaliada pela evolução clínica.⁵

Na idade pediátrica, onde o risco decorrente da exposição à radiação ionizante é particularmente importante, a ecografia representa uma excelente alternativa à tomografia computadorizada (TC), sobretudo tendo em conta que, nesta faixa etária, as imagens ecográficas têm habitualmente boa resolução, dado o hábito corporal.^{7,8}

Através da revisão da evidência atual, este trabalho objetiva descrever a aplicabilidade da EcoCD na abordagem do doente agudo em idade pediátrica, com potencial impacto na prática clínica diária do pediatra. Foram realçadas as aplicações relativamente bem estabelecidas nos hospitais a nível internacional, nomeadamente a FAST, a ecografia pulmonar, a ecocardiografia, a ecografia dos tecidos moles e a orientação ecográfica de alguns procedimentos diagnósticos/ terapêuticos. Para além disso, foi abordada a situação atual relativa à formação desta técnica e ao papel da EcoCD em Portugal. Não foram focados todos os aspetos técnicos da EcoCD, uma vez que se afasta do objetivo deste trabalho.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o presente artigo de revisão narrativa, procedeu-se à revisão bibliográfica através da base de dados eletrónica PubMed, disponível em www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/. A pesquisa teve como palavras-chave: “*point-of-care ultrasound*”, “*bedside ultrasound*”, “*POCUS*”, “*FAST*”, “*abdominal trauma*”, “*pneumothorax*”, “*pneumonia*”, “*comet tails*”, “*B-lines*”, “*echocardiography in the emergency room*”, “*cardiac ultrasound*” e “*soft tissue infection*” associadas a “*pediatric emergency medicine*”, “*pediatrics*” e “*children*”.

Os artigos foram selecionados atendendo essencialmente ao título, resumo, ano de publicação e/ ou idioma. Foi estabelecido o critério máximo de 10 anos para a data de publicação. Alguns artigos pela sua relevância foram incluídos apesar de mais antigos. Foram privilegiados os ensaios clínicos e as meta-análises aos casos clínicos, tendo sido excluídos os estudos em que a EcoCD fosse realizada por radiologistas, em situações que não a de urgência/ emergência, ou que explanassem de forma preferencial outras aplicações (ocular, obstétrica, ginecológica, etc.).

Adicionalmente, foram incluídos na pesquisa alguns livros e conteúdo publicado em *sites* como o da Associação para a Formação em Emergência Médica (AFEMED), disponível em www.afemed.pt e da Organização Mundial de Saúde (OMS), disponível em www.who.int.

DISCUSSÃO

1. FAST

A *Focused Assessment with sonography in trauma* (FAST) é uma técnica ecográfica utilizada em situação de trauma para detecção de líquido livre nas cavidades peritoneal, pericárdica e pleural decorrente da lesão de órgão sólido. Apesar de não conseguir identificar a estrutura anatômica exata lesada,³ pode ser rapidamente executada à cabeceira do doente, revelando-se por isso uma excelente ferramenta não invasiva em contexto de urgência, permitindo priorizar as lesões e assim decidir o procedimento seguinte mais adequado.⁹

Nas últimas três décadas, a FAST tem vindo a ser estudada e progressivamente incorporada nos protocolos de abordagem dos doentes de trauma, em especial na população adulta. O Colégio de Cirurgiões Americanos integrou-a no programa do *Advanced Trauma Life Support* (ATLS) em 1997.³ Em pediatria, onde o trauma é a principal causa de morbimortalidade e o abdómen a terceira região anatômica mais frequentemente afetada, a FAST tem-se vindo a tornar cada vez mais apelativa,⁹ sobretudo porque as alternativas na abordagem diagnóstica em doentes instáveis são extremamente invasivas, como é o caso da laparotomia exploradora.⁹

Trauma em Pediatria

A lesão abdominal acomete até 25% da população pediátrica vítima de trauma e a mortalidade daí decorrente é de 8,5%.⁹ As crianças têm maior risco de lesão intra-abdominal que a população adulta devido essencialmente a três fatores: menor peso e como tal a força é dissipada por uma área mais pequena; menor quantidade de tecido adiposo e musculatura mais fraca, o que compromete a proteção dos seus órgãos; maior flexibilidade das suas costelas, o que implica menor proteção.⁹ Quanto à sua natureza, o trauma na criança é habitualmente contuso. O baço é o órgão mais frequentemente lesado, seguido pelo fígado.⁹

Na lesão abdominal por contusão opta-se por uma abordagem conservadora em mais de 95% dos casos. Esta atitude inclui ressuscitação com fluídos e observação clínica apertada. Pelo contrário, no trauma de origem penetrante (muito menos comum), a abordagem cirúrgica é preferível num maior número de casos.⁹

Técnica

A FAST é tipicamente realizada com o doente na posição supina, com o ecógrafo no lado direito do doente e com a sonda curvilínea na mão direita do operador. Outras posições, como as de Tredelenburg e Tredelenburg reverso, podem auxiliar a visualização da acumulação do líquido em determinados locais, aumentando a probabilidade de deteção. Devem por isso ser consideradas se houver dificuldades na posição supina e, claro, se o quadro clínico do doente o permitir.¹⁰

O ecógrafo deve estar pré-definido em B-mode (*"brightness modulation"*), para obtenção de imagens bidimensionais, onde as estruturas mais refletivas aparecem como mais brilhantes, e, caso exista, deve selecionar-se a configuração abdominal.¹¹

O exame foca-se essencialmente na avaliação de quatro áreas: pélvica, pericárdica, quadrantes superior direito (QSD) e esquerdo (QSE). O local de acumulação de líquido livre depende da fonte da hemorragia, da posição do doente e da sua idade. O QSD (zona hepatorenal) é consensualmente considerado como o mais sensível para identificação de líquido intra-abdominal nos adultos,^{10,12} o que está de acordo com a propensão do líquido livre fluir para o lado direito do abdómen.¹⁰ Nas crianças, a região pélvica é o local onde mais comumente se acumula, apresentando uma sensibilidade para lesões isoladas do baço de 71% e do fígado de 53%.¹³

Quadrante superior direito

No quadrante superior direito, procura-se o recesso hepatorenal/ fundo de saco de Morison, que é o espaço virtual entre a cápsula de Glisson do fígado e a fáscia de Gerota do rim direito. É a área mais dependente da cavidade abdominal superior/supramesocólica em decúbito dorsal^{3,11} e potencialmente pode acumular líquido livre.

A FAST é positiva em aproximadamente metade das crianças com lesões isoladas do baço e do fígado.³

Quadrante superior esquerdo

O recesso esplenoarenal localiza-se no quadrante superior esquerdo entre o baço e a fáscia de Gerota do rim esquerdo. Tal como no quadrante contralateral, em situação normal, a fáscia aparecerá como uma linha hiperecogénica e, em caso de líquido livre, o recesso mostrará uma zona anecogénica.³

De entre as quatro zonas, esta é possivelmente, a mais difícil de visualizar, uma vez que o baço e o rim esquerdos são cobertos por costelas e são mais superiores e posteriores que o rim direito.³

Nesta localização, a FAST é positiva em 65% das lesões isoladas do baço, contra apenas 9% das lesões do fígado isoladas no trauma pediátrico.¹³

Abordagem pélvica

Na região pélvica, o recesso retovesical é formado pela reflexão do peritoneu do reto para a bexiga no género masculino e o fundo de saco de Douglas pela reflexão do peritoneu do reto para a parede posterior do útero no género feminino.¹¹ É o local mais comum para a acumulação de líquido livre na população pediátrica.⁴

Abordagem pericárdica

Na avaliação deste espaço pode detetar-se derrame pericárdico, o qual pode resultar em tamponamento cardíaco. No âmbito da FAST, pode adotar-se duas abordagens, a subxifóide e a paraesternal longa.¹¹ Relativamente à primeira, permite observar as quatro câmaras.¹¹ No entanto, atendendo à possível distensão abdominal ou à própria dor do doente decorrente do trauma (a abordagem subxifóide implica a aplicação de uma quantidade considerável de pressão), esta pode não ser a mais adequada.^{3,11} Alternativamente, pode-se optar pela abordagem do eixo paraesternal longo. Em qualquer uma das abordagens, é possível identificar líquido residual normal mas a identificação de uma área anecogénica significativa entre o coração e o pericárdio é anormal, devendo o teste ser considerado positivo.¹¹

Scaife *et al.* levaram a cabo um estudo em crianças que pretendeu averiguar a segurança sentida por um grupo de cirurgiões perante os resultados da FAST em cada um dos quadrantes. Os cirurgiões mostraram sentir-se mais confortáveis com os quadrantes superiores direito e esquerdo; a abordagem ao espaço pericárdico apresentou o menor nível de confiança (só estatisticamente diferente do QSD) e correspondeu também ao maior número de resultados inconclusivos.¹⁴

eFAST (*extended*-FAST)

Uma forma mais extensa deste exame, intitulada eFAST (*extended*-FAST) inclui a avaliação bilateral do tórax, averiguando a existência de pneumotórax e hemotórax. A proposta de estender o exame foi primeiramente sugerida por Kirkpatrick *et al.* em 2004.³

Os achados ecográficos característicos do pneumotórax são abordados no capítulo da ecografia pulmonar.

Embora o pneumotórax seja raro no trauma contuso em idade pediátrica, já não o é no caso de trauma penetrante, onde assume maior protagonismo.³ Vários estudos apontam para que a ecografia seja o novo *gold standard* no diagnóstico desta patologia em âmbito de urgência, em detrimento da radiografia torácica.³

Vantagens e Desvantagens

A FAST, à semelhança das outras aplicações da EcoCD, é uma técnica não invasiva que se executa rapidamente (em dois ou três minutos), é repetível e, sendo portátil, pode ser executada à cabeceira do doente. É ainda relativamente barata, não requer radiologistas para a sua execução, fornece imagens em tempo real e tem capacidade multiplanar. Para além disso, não implica utilização de radiação ionizante.^{9,10} Apesar das vantagens descritas, existem limitações que não podem ser ignoradas: é um exame dependente do operador e portanto algo subjetivo, tem dificuldade em identificar lesões específicas de órgão, o hábito do doente afeta a qualidade do exame (quanto maior a quantidade de tecido adiposo pior a definição) e a presença de ar (gás gastrointestinal ou subcutâneo) interfere com a penetração dos ultrassons.¹⁰

Atualmente, a tomografia computadorizada (TC) abdominal é o teste diagnóstico *gold standard* na avaliação de doentes com trauma abdominal hemodinamicamente estáveis. Tem havido um esforço no sentido de encontrar alternativas, como a FAST, uma vez que a TC é cara, implica administração de contraste, não é portátil e pressupõe a exposição a radiação.^{9,10} Nas crianças, este é um fator muito importante, na medida em que a sua maior sensibilidade à radiação,¹⁵ acarreta um risco de carcinogénese significativo: risco de cancro fatal estimado em 0,18% a longo prazo em crianças com um ano de idade ou de 1 em 1000 das TC pediátricas.⁸

A utilização da FAST nesta faixa etária é, contudo, muito limitada comparativamente à da população adulta. Um inquérito de 2009 demonstrou que a FAST é utilizada em 96% dos centros de trauma do adulto, que contrasta com apenas 15% nos hospitais pediátricos.¹⁴ Isto poderá estar relacionado com o facto de mais de um terço das crianças com lesões abdominais não ter líquido livre no abdómen apesar de evidência de lesão de órgão na TC.¹⁴ Se há poucas crianças com lesão intra-abdominal e líquido livre no abdómen e a FAST tem baixa sensibilidade para identificação de lesão de órgão sólido, é provável que muitos profissionais optem pela TC.¹⁶ A baixa sensibilidade para lesões de órgão sólido é transversal e mantém-se mesmo quando a FAST é realizada por radiologistas, sendo tanto menor quanto maior a gravidade das lesões.³ De qualquer forma, em geral, as crianças têm taxas de FAST positivas muito menores que as dos adultos (11,5% vs 30%).³ Apesar de tudo, um trabalho que comparou a utilização da FAST e a subsequente necessidade de TC com base no risco clínico de lesão intra-abdominal: nas crianças com risco de lesão intra-abdominal baixo a moderado (1-10%) a FAST conduziu à diminuição da utilização da TC.¹⁶ Outro argumento para a baixa taxa de FAST em idade pediátrica é a falta de evidência científica documentada nesta faixa etária.⁹

Aplicabilidade

A abordagem do doente com trauma na urgência depende do estado hemodinâmico e da clínica.

Doente hemodinamicamente estável

Quando o doente tem estabilidade hemodinâmica, pode realizar-se a FAST.

Caso a FAST seja positiva e a clínica seja concordante, deverá realizar-se uma TC, para identificar e caracterizar as lesões de órgão.⁹⁻¹¹

Quando a FAST é positiva, mas o exame objetivo e a avaliação laboratorial (incluindo transaminases, hematúria e hematócrito) não são concordantes com o nível de lesões demonstrados na FAST, poderá estar indicado manter vigilância clínica com reavaliação posterior.¹¹

Se a FAST é negativa mas a clínica sugere lesão intra-abdominal, a decisão não é consensual: pode optar-se por vigilância clínica, repetir a FAST, fazer ecografia por radiologista ou considerar fazer TC.⁹⁻¹¹

Se o resultado da FAST for negativo e os parâmetros clínicos forem negativos, é plausível dar alta ao doente após um período de vigilância.¹¹

Doente hemodinamicamente instável

Nestes doentes nem sempre está indicado realizar FAST. Os casos que têm indicação para laparotomia urgente/ emergente são: presença de ar livre intraperitoneal, instabilidade hemodinâmica apesar de ressuscitação intensiva (transusão de mais de 50% do total volume sanguíneo), ferimento abdominal por bala ou outro trauma penetrante e evisceração.⁹ Nestes a realização de uma FAST poderia atrasar a intervenção cirúrgica e portanto não deverá ser realizada.^{9,11} Nos restantes, pode fazer-se FAST.

Se a FAST é positiva, a laparotomia está indicada. Se é negativa ou se os achados encontrados na FAST não parecem suficientes para justificar a instabilidade hemodinâmica, é aconselhável fazer-se investigação adicional, nomeadamente investigar focos de hemorragia extra-abdominal, por TC e/ou angiografia, por exemplo.¹⁰

Abordagem pré-hospitalar

A FAST pode ser realizada no local do trauma ou durante o transporte do doente para o hospital, devendo a atuação ser rápida e precisa. A presença de líquido livre (peritoneal, pericárdico ou pleural) pode ser demonstrada tão facilmente como no hospital, mesmo quando realizado por técnicos de emergência médica com prática. Também pode ser realizada em contexto de transporte aéreo de emergência, realizado por enfermeiros,

paramédicos ou pilotos, desde que ensinados. Outro cenário importante é a sua utilização em contexto de guerra, para fazer a triagem dos doentes e eleger aqueles que necessitam de intervenção cirúrgica mais rapidamente.¹²

Credibilidade

Historicamente, a sensibilidade da FAST em pediatria é mais baixa que na população adulta.¹⁴ Ao longo dos anos, os artigos têm demonstrado sensibilidades entre 52 a 80%, dependendo do foco de estudo.^{14,17,18} Por outro lado, apesar dos valores por vezes díspares na sensibilidade, todos apontam uma especificidade para próximo dos 100%. Isto significa que uma FAST positiva sugere hemoperitoneu e subsequente lesão intra-abdominal, mas uma FAST negativa não exclui lesão intra-abdominal.^{1,17}

No sentido de aumentar a sensibilidade da FAST, vários autores sugerem associar a avaliação das transaminases ou a utilização seriada da FAST. É de salientar que as transaminases aumentam em doentes com trauma abdominal contuso e lesão intra-abdominal, mesmo na ausência de lesões hepáticas. Um estudo concluiu que no caso de uma FAST negativa e transaminases inferiores a 100 UI/L, o risco de lesões não detetadas é baixo e não há necessidade de fazer TC.¹⁹

Relativamente aos exames seriados, estes podem ser vantajosos quando o tempo é escasso e tem que se abordar um caso crítico em contexto cirúrgico ou na unidade dos cuidados intensivos, na medida em que o hemoperitoneu pode demorar algum tempo a acumular-se.¹¹ Por outro lado, os doentes hemodinamicamente estáveis com FAST positiva podem não necessitar de cirurgia urgente e os exames seriados ajudam a monitorizar a situação. Um estudo de Blackbourne *et al.* avaliou um conjunto de 547 doentes de trauma que incluía crianças e revelou que a sensibilidade da FAST aumentou de 31% no primeiro exame para 72% no segundo, com 250 minutos de intervalo entre eles. Contudo os exames seriados não aparentam ter tanta vantagem nas crianças com lesões mais graves com grande quantidade de líquido abdominal.³

2. ECOGRAFIA PULMONAR

Historicamente, acreditava-se que a ecografia não seria um exame adequado para a avaliação pulmonar, na medida em que no pulmão normal, constituído por praticamente apenas ar, os ultrassons seriam totalmente refletidos e não seria possível obter uma imagem. Só recentemente se alterou esse paradigma e se iniciou a sua utilização.^{20,21}

De facto, num indivíduo saudável, a pleura é a única estrutura visível ecograficamente.²⁰ O deslizamento pulmonar (*lung sliding*) traduz o deslizamento da pleura visceral sob a pleura parietal durante a respiração e confere um aspeto cintilante à pleura.^{22,23} A maioria dos outros achados ecográficos, como as linhas A (*A-lines*) e os “*comet-tail artifacts*”, resulta de artefactos que, no entanto, permitem distinguir o padrão normal do patológico.^{22,24}

Técnica

Segundo Lichenstein *et al.*, a ecografia pulmonar pode ser completada em 3 minutos.²⁵ Outros apontam valores que oscilam entre os 2 e os 15 minutos, sendo a média de 5 minutos.²⁶

Aplicabilidade

A EcoCD pulmonar pode ser útil no diagnóstico de múltiplas patologias, para além de poder auxiliar alguns procedimentos, como é o caso da toracocentese.²⁶ Neste trabalho, foi aprofundado o papel da ecografia pulmonar na identificação da pneumonia e do pneumotórax.

A) Diagnóstico de Pneumonia por Ecografia

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a pneumonia é a principal causa de morte pediátrica a nível mundial, sendo ainda mais relevante nos países economicamente mais desfavorecidos.^{27,28} A incidência anual de pneumonia adquirida na comunidade excede os 14 por 10 000 crianças.²⁹

A sintomatologia da pneumonia adquirida na comunidade na criança é muito variável e pouco específica, o que torna o seu diagnóstico um desafio. Ao longo do tempo, têm sido propostos vários critérios diagnósticos, mas, até ao momento, não há consenso na comunidade internacional.^{22,30,31} Na prática e seguindo as orientações da British Thoracic Society, o diagnóstico deve ser evocado na presença de febre, taquipneia e recessão

torácica.³² Segundo a norma de orientação clínica da Direção Geral de saúde (DGS), não há indicação para se realizar exames complementares de diagnóstico em crianças com pneumonia adquirida na comunidade que não apresentem critérios de internamento e a radiografia do tórax não está indicada por rotina na criança com infeção respiratória de gravidade ligeira acima dos 4 anos.³³ A realização excessiva de radiografias do tórax pode conduzir ao sobrediagnóstico e à consequente utilização excessiva de antibioterapia, que, em última instância, contribui para o aumento das resistências bacterianas aos antibióticos.³⁴

Apesar de a radiografia do tórax ser considerada o melhor exame para o diagnóstico de pneumonia em idade pediátrica, as suas limitações não devem ser ignoradas: variabilidade inter e intraobservador, dificuldade em explorar cerca de 40% da área pulmonar numa só projeção (em especial a zona retrocardíaca e as bases pulmonares), latência para obtenção das imagens e baixa sensibilidade relativamente à TC.^{4,21-23,29,35} Para além disso, implica exposição a radiação ionizante, particularmente nociva nas crianças. Em adultos, o *gold standard* para o diagnóstico de pneumonia é a TC, cujas maiores sensibilidade e especificidade permitem um diagnóstico mais precoce; no entanto, tendo em conta a menor disponibilidade, o elevado custo e a exposição a radiação ionizante, é reservada apenas a alguns casos.³⁶

Deste modo, a ecografia, que era até vista apenas como uma opção para avaliação das complicações da pneumonia, pode tornar-se uma ferramenta útil no diagnóstico inicial desta doença. Para além das vantagens já mencionadas, como a acessibilidade, o baixo custo e a ausência de exposição a radiação ionizante, as características físicas da criança (pequeno hábito, tórax reduzido, baixo volume pulmonar) fazem com que a ecografia pulmonar seja particularmente vantajosa em idade pediátrica.^{23,31}

Padrões Ecográficos da Pneumonia

Os achados ecográficos mais comuns no contexto de pneumonia são consolidações pulmonares de tamanho e forma variada (sobretudo subpleurais), broncogramas aéreos, irregularidades da linha pleural, linhas B e derrame pleural.^{20,22,23,30} São também descritos broncogramas líquidos e padrão vascular dentro da consolidação.²²

De notar que, isoladamente, as consolidações pulmonares podem ter outras etiologias, como embolia pulmonar, cancro, metástases, contusões pulmonares. Mas o principal diagnóstico diferencial nesta faixa etária e no contexto clínico de infeção é a atelectasia. A presença de outros achados ecográficos, particularmente do broncograma aéreo, ajuda a determinar a etiologia.²⁰

Num estudo realizado por Guerra *et al.*, 139 das 214 (65%) consolidações identificadas na ecografia torácica apresentavam uma área hipoecogénica subpleural com margens irregulares e linhas B. Nos restantes 35% (75) a ecografia pulmonar evidenciou uma consolidação pulmonar com aparência semelhante à do parênquima hepático, com limite inferior irregular e áreas hiperecogénicas no seu interior compatíveis com broncograma aéreo. Apesar de diferentes, ambos os padrões ecográficos parecem representar o mesmo processo infeccioso, embora em estádios evolutivos diferentes. Com a diminuição gradual do conteúdo aéreo alveolar devido ao preenchimento inflamatório com líquido, o processo de hepatização torna-se cada vez mais evidente.³⁵

Credibilidade da Ecografia para Diagnosticar Pneumonia

Têm surgido vários estudos a comparar a performance da ecografia pulmonar com a da radiografia de tórax no diagnóstico de pneumonia. Na meta-análise de Pereda *et al.*, onde foram incluídas 765 crianças, foram descritas uma sensibilidade de 96% e uma especificidade de 93%.³¹ Em 2017, Claes *et al.* reportou resultados semelhantes (sensibilidade de 98% e especificidade de 92%) e destacou o elevado valor preditivo negativo da ecografia (99%), descrevendo-a como uma excelente técnica para exclusão de pneumonia.³⁷ Em 2014, Esposito *et al.* relatou sensibilidade e especificidade sobreponíveis, mas identificou pouca concordância entre a ecografia e a radiografia quanto ao tipo de lesões encontradas, na medida em que um número considerável de casos com padrão de consolidação alveolar na ecografia não apresentava correspondência na radiografia do tórax.³⁴

A generalidade dos estudos defende, em especial, a alta especificidade da ecografia pulmonar no diagnóstico de pneumonia,^{27,29} sendo considerada mais precisa do que a impressão clínica e o exame físico.²⁷

Uma das principais discrepâncias entre os dois exames de imagem reside na capacidade em detetar derrame pleural, uma das mais frequentes complicações possíveis da pneumonia. Nesse aspeto, foi já amplamente demonstrado que a ecografia pulmonar é superior, tendo Urbankowska *et al.* descrito uma diferença tão grande quanto 42,2% (derrame pleural detetado por ecografia em 54,3% contra 12,1% por radiografia).^{27,29,35} Guerra *et al.* considera a ecografia tão eficaz como a TC na deteção de derrames pleurais, mesmo nos de pequena dimensão, com sensibilidade e especificidade a aproximarem-se dos 100%.³⁵

Existem outras discrepâncias, nomeadamente: 1) maior sensibilidade da ecografia em detetar consolidações <1cm; 2) consolidações retrocardíacas ou subdiafragmáticas

podem não ser visíveis na radiografia posteroanterior; 3) as sombras do fígado e do baço podem levar a erros de diagnóstico de pneumonia na radiografia; 4) consolidações que não atingem a superfície pleural (em localização perihilar ou paracardíaca, por exemplo) podem não ser identificadas na ecografia; 5) consolidações nas regiões retroescapular, supraclavicular ou axilar são locais de difícil acesso à ecografia.^{21,23,29,36,38}

No trabalho de Caiulo *et al.*, a ecografia foi superior à radiografia do tórax a identificar lesões múltiplas. Em 89 doentes, a ecografia detetou lesões múltiplas em 26 casos contra apenas 6 da radiografia torácica. Os autores atribuem esta diferença à capacidade multiplanar da ecografia, que contrasta com a radiografia que oferece apenas imagens em duas dimensões.²⁰

Para além disso, a ecografia apresenta uma grande utilidade no *follow-up* dos doentes com pneumonia.^{20,22,29,36} No estudo realizado por Ho *et al.*, em 2015, fez-se seguimento por ecografia em 23 das 163 crianças com pneumonia nos dias 1, 3-5 e 7-14. Verificou-se diminuição do tamanho das lesões pneumónicas de $10 \pm 8.7 \text{cm}^2$ no dia 1 para $5.5 \pm 8.7 \text{cm}^2$ nos dias 3-5 e finalmente para $2 \pm 1.9 \text{cm}^2$. Adicionalmente, a ecografia permite detetar diminuição do broncograma aéreo, assim como do volume de derrame pleural, quando existentes.²²

B) Diagnóstico de Pneumotórax por Ecografia

O pneumotórax corresponde à presença de ar no espaço pleural. Pode ser classificado como espontâneo ou traumático. O pneumotórax espontâneo pode ser primário ou secundário, dependendo da ausência ou presença de doença pulmonar prévia, respetivamente. É mais comum no género masculino, entre os 10 e os 30 anos de idade e em fenótipos longilíneos. A radiografia torácica é o exame geralmente utilizado na suspeita de pneumotórax, no entanto a TC é o mais sensível. Ambos apresentam limitações na abordagem dos doentes instáveis, limitações essas que a ecografia é capaz de ultrapassar.³⁹

Padrões Ecográficos do Pneumotórax

Os sinais ecográficos sugestivos de pneumotórax são a ausência de deslizamento pulmonar e dos artefactos em cauda de cometa, associada à presença de ponto de perda de sinal ("*lung point*").

O deslizamento pulmonar é um sinal fisiológico normal e a sua ausência traduz a presença de ar entre os dois folhetos pleurais, o primeiro sinal de suspeita de pneumotórax.^{39,40} Em M-mode (*motion-mode*), que é o mais adequado para analisar movimento (neste

caso da pleura), a ausência de deslizamento pulmonar manifesta-se como múltiplas bandas horizontais de artefactos hiperecogénicos, mimetizando um código de barras (sinal do “código de barras”) ou mesmo a camada da estratosfera da atmosfera (“sinal da estratosfera”).⁴¹ Em situação normal, o padrão faz lembrar a paisagem à beira-mar, tomando a designação de “*seashore sign*”, com o deslizamento pulmonar traduzido por uma aparência granulosa tipo areia abaixo da linha pleural.⁴¹

O “*lung point*” representa o ponto em que há a transição de pulmão com ar no espaço pleural para pulmão e pleura normais. De facto, a ausência de deslizamento pulmonar associado ao “*lung point*” é considerado patognomónico neste contexto.²¹ De frisar que nas situações em que se verifica colapso completo ou quase completo do pulmão o “*lung point*” não é evidente.²¹

Alguns estudos sugerem que a ausência de “*lung pulse*” (um sinal ecográfico que corresponde à pulsação pulmonar sincronizada com a atividade cardíaca) também é sugestiva de pneumotórax.^{40,42}

Credibilidade da Ecografia para Diagnosticar Pneumotórax

Um estudo levado a cabo por Jalli *et al.* em adultos comparou a capacidade de deteção de pneumotórax por ecografia e por radiografia do tórax relativamente à TC. Em 92 casos de pneumotórax identificados por TC, a ecografia pulmonar conseguiu detetar 74 e a radiografia do tórax 52. A sensibilidade e a especificidade da ecografia foi de 80,4% e 89%, respetivamente. Assim, pelo menos neste estudo, a ecografia pulmonar mostrou-se superior à radiografia na identificação desta patologia.³⁹ Em crianças, parece ser semelhante mas são necessários mais estudos.^{40,42}

3. ECOCARDIOGRAMA

O ecocardiograma é o *gold standard* para o diagnóstico de múltiplas patologias cardíacas e pericárdicas, algumas das quais potencialmente fatais. No contexto da urgência pediátrica, pode ainda desempenhar papéis no âmbito da paragem cardíaca/ressuscitação, na monitorização das terapêuticas instituídas e a guiar procedimentos (pericardiocentese). É por isso considerado bastante vantajoso na decisão clínica, em complemento e como uma extensão do exame físico.⁴³⁻⁴⁵ No entanto, o ecocardiograma focado utilizado na urgência/emergência não substitui nem deve ser confundido com o ecocardiograma formal. O ecocardiograma focado tem como objetivo fazer uma avaliação qualitativa ou semiquantitativa sumária do coração e do pericárdio, com atenção à presença de derrame pericárdico, ao tamanho relativo das câmaras cardíacas, à função cardíaca global e ao estado de hidratação do doente.^{7,43} Vários estudos têm demonstrado que o ecocardiograma focado pode ser aprendido e levado a cabo por médicos não cardiologistas com uma acurácia elevada.^{44,46,47} Já no ecocardiograma formal a avaliação é minuciosa e morosa, permitindo estabelecer o diagnóstico de patologias como disfunção valvular, massas intracardíacas, endocardite, entre outras, podendo inclusive ter lugar após um ecocardiograma focado duvidoso, para melhor esclarecimento da situação.⁴⁸

Técnica

As abordagens utilizadas no ecocardiograma são a paraesternal de eixo longo, a paraesternal de eixo curto, a apical de quatro câmaras e a subxifóide.⁴³

Paraesternal de eixo longo

Permite visualizar o trato de saída aórtico, a aurícula esquerda, ambos os ventrículos, a válvula mitral e a aorta descendente. É a melhor janela para avaliar a contractilidade ventricular esquerda e, juntamente com a abordagem subxifóide, para identificar derrame pericárdico.^{43,44,49}

Paraesternal de eixo curto

As principais estruturas observadas são os ventrículos (em corte transversal), sendo que mais perto do ápex se visualizam os músculos papilares (em forma de luvas de boxe) e mais perto da base se identificam as válvulas mitral (assemelhando-se à imagem a uma boca de peixe) e aórtica. Nesta perspetiva, pode avaliar-se a função sistólica global e do

ventrículo esquerdo em particular. Permite ainda a avaliação da função valvar e a identificação de derrame.^{44,49}

Apical de quatro câmaras

É a mais vantajosa para avaliar as dimensões relativas das câmaras direitas e esquerdas. Esta é a janela mais difícil de obter e colocar o doente em decúbito lateral esquerdo pode facilitar a visualização, uma vez que o coração fica em posição mais anterior e os artefactos associados ao pulmão esquerdo diminuem.^{43,49}

Abordagem subxifóide/subcostal

É a mais utilizada no contexto de trauma (FAST), uma vez que permite a avaliação cardíaca em simultâneo com as manobras de ressuscitação. Utilizando o fígado como janela acústica, esta abordagem permite visualizar todas as câmaras do coração. É a mais sensível na identificação de derrame pericárdico, detetando-o mesmo no pericárdio posterior, onde habitualmente tem início.⁴³

Nesta posição, é possível visualizar a veia cava inferior (VCI), sendo possível avaliar a sua colapsabilidade.^{43,44}

Aplicabilidade

A) Derrame Pericárdico/ Tamponamento Cardíaco

O derrame pericárdico pode surgir na sequência de uma multiplicidade de doenças (infecciosas, neoplásicas, inflamatórias, pós-cirúrgicas) ou ser idiopático,^{50,51} sendo a etiologia variável com a idade e a localização geográfica.⁴³ Há 50 anos, as causas mais comuns eram a febre reumática e a pericardite bacteriana. Com o advento da antibioterapia e da vacinação, o perfil etiológico mudou, mas Abdel-Haq *et al.*, no seu estudo publicado em 2018, identificaram a infeção ainda como a principal etiologia.⁵¹

O sintoma clássico é a dor torácica precordial, que alivia na posição de sentado e agrava em decúbito dorsal, com a tosse e a inspiração. Frequentemente associa febre.⁵² Quando a acumulação de líquido no pericárdio conduz a um aumento da pressão que limita o preenchimento ventricular durante a diástole, designa-se de tamponamento cardíaco. Este pode levar à redução significativa do débito cardíaco e culminar em morte.^{43,52,53} A quantidade de líquido necessária para causar tamponamento varia consoante a rapidez de instalação do quadro: num quadro agudo, 150mL podem ser suficientes; já num quadro arrastado, considerando a capacidade adaptativa do coração, poderão ser necessários

volumes maiores.^{43,44} A tríade clássica inclui distensão das veias jugulares, hipotensão e hipofonese dos tons cardíacos (tríade de Beck). No entanto, apenas 1/3 dos doentes apresenta esta tríade que representa uma fase avançada da doença com colapso cardiovascular.^{43,53}

A ecografia tem capacidade de detetar derrame pericárdico numa fase muito precoce.⁵³ Pode ser difuso ou loculado, sendo o difuso mais frequente. O derrame loculado geralmente surge na sequência de aderências após cirurgia cardíaca ou trauma.⁴⁵

Na ecografia, os achados mais sensíveis de tamponamento são o derrame pericárdico e a VCI pletórica com diminuição da sua colapsabilidade, ambas com melhor visualização na janela subxifóide.⁵³ A combinação destes dois achados confere uma sensibilidade de 97%, mas uma especificidade que ronda apenas os 40%. A baixa especificidade pode ser explicada, em parte, pela elevada frequência com que se encontra derrame pericárdico fisiológico sem significado clínico.⁵³ Existem, contudo, outros achados ecográficos com maior especificidade, como é o caso do colapso do ventrículo direito durante a diástole (melhor visualizado na janela paraesternal) e o colapso da aurícula direita durante a sístole ventricular (melhor na janela apical de quatro câmaras ou janela subxifóide).^{45,53}

A pericardiocentese diagnóstica e terapêutica pode estar indicada em algumas situações, nomeadamente no caso do tamponamento cardíaco, onde representa uma medida “*life-saving*”. A sua realização guiada por ecografia é altamente recomendada, na medida em que diminui significativamente o risco de complicações e melhora a taxa de sucesso.^{43,48} Um estudo sobre a pericardiocentese ecoguiada em idade pediátrica revelou uma taxa de sucesso de 99% e uma taxa de complicações relevantes de 1%.⁵⁴

B) Função Sistólica Cardíaca Global

Há evidências de que o ecocardiograma possa ser vantajoso na avaliação hemodinâmica, uma vez que o exame físico pode não ter capacidade para avaliar, de forma precisa, a função cardíaca e o perfil hemodinâmico dos doentes, sobretudo em estado crítico.⁴⁵

A função miocárdica é complexa e influenciada por uma série de variáveis dinâmicas que mudam a cada momento, incluindo a pré-carga, a pós-carga, a frequência cardíaca e a contractilidade. Os dois índices mais utilizados para avaliar a função sistólica são a fração de ejeção e a fração de encurtamento, ambos dependentes da pré e pós-carga.⁵⁵

No âmbito do ecocardiograma focado, a análise da função cardíaca é qualitativa e feita com base na visualização da função contráctil do miocárdio, particularmente do

ventrículo esquerdo.⁴⁵ Pode ser realizada em qualquer uma das janelas, embora a mais adequada seja a paraesternal de eixo curto.⁴⁹ Assim, a fração de ejeção do ventrículo esquerdo é estimada com base na análise da espessura miocárdica e da redução do diâmetro da câmara ventricular durante a sístole em comparação com o que acontece na diástole.⁴⁵ Na janela paraesternal de eixo curto, um ventrículo esquerdo com boa contractilidade aparece como um anel muscular que contrai concentricamente durante a sístole. Contrariamente, quando a função ventricular está diminuída apenas se evidencia movimento moderado a limitado durante o ciclo.⁴⁴

Vários estudos têm demonstrado a concordância aceitável entre a avaliação qualitativa e a avaliação quantitativa da função ventricular esquerda e da função cardíaca global, fazendo a distinção entre função normal e disfunção.^{44,56,57}

C) Avaliação do Estado De Volume

A desidratação é um dos problemas mais frequentes em pediatria. A correta avaliação do volume intravascular é determinante na orientação atempada e adequada dos doentes: por um lado, não reconhecer a desidratação pode permitir que esta evolua para choque hipovolêmico e morte; por outro, sobrestimar a depleção de volume pode conduzir à iatrogenia.^{43,58}

A monitorização da pressão venosa central (PVC) é o método *gold standard* na determinação do estado de hidratação. No entanto, sendo uma técnica invasiva e morosa, é reservada para os doentes críticos em contexto de cuidados intensivos⁵⁹. Nos serviços de urgência pediátrica, o estado de hidratação é estimado com base na história clínica e nos achados do exame objetivo, o que confere subjetividade e associa sensibilidade e especificidade variáveis.^{58,59}

No adulto, a medição do diâmetro da VCI por ecografia permite inferir, de forma rápida e não invasiva, o valor da PVC, da pré-carga e do estado de hidratação. No entanto, em idade pediátrica, ainda não há um verdadeiro consenso.^{1,58}

Uma vez que o diâmetro da VCI varia consoante a idade, género e superfície corporal, pode optar-se por examinar a sua colapsabilidade, ou seja, a percentagem de diminuição durante a inspiração.^{44,45,58} Isto porque, durante uma inspiração normal, instala-se uma pressão intratorácica negativa que aumenta o retorno venoso ao coração e induz uma diminuição no diâmetro da VCI. Na presença de volume intravascular diminuído, as variações de diâmetro deste vaso são, contudo, maiores.⁴⁸ Essa avaliação poderá ser quantitativa ou qualitativa, segundo Weekes *et al.*, que obteve uma correlação de Spearman de 0,81 na sua análise.⁵⁶

Para além deste método, tendo em conta que o diâmetro da aorta parece não ser tão influenciado com a desidratação, tem sido também sugerido recorrer à comparação entre o diâmetro da VCI e o diâmetro da aorta (rácio VCI/aorta).⁴³

A melhor janela para apreciação do estado de hidratação, como já foi dito, é a subxifóide, nos planos transversal e sagital.^{43,44}

Num estudo realizado em crianças em 2013, em que se comparou o diâmetro da VCI (colapsabilidade da VCI e/ou rácio VCI/aorta) com a PVC, a VCI demonstrou não se tratar de um indicador confiável do volume intravascular. Contudo, a amostra incluiu doentes com necessidade de monitorização hemodinâmica invasiva numa unidade de cuidados intensivos, 67% dos quais entubados e onde não foi possível determinar o impacto de fatores potencialmente relevantes, como a ventilação assistida, o estado de pós-operatório de cirurgia torácica ou abdominal e os efeitos da sedação e do uso de vasopressores.⁵⁹

Para além de ajudar a estabelecer o diagnóstico de desidratação, a avaliação da VCI por ecografia pode ser utilizada na monitorização da resposta à fluidoterapia, outras terapêuticas expansoras de volume e terapêutica inotrópica.^{1,48} Adicionalmente, permite fazer a distinção entre choque cardiogénico e hipovolémico, o que representa alterações na abordagem terapêutica e, conseqüentemente, no prognóstico.^{43,48}

D) Paragem Cardíaca

A paragem cardiorrespiratória em pediatria resulta de asfixia na maioria dos casos, ao contrário do que acontece no adulto, onde o evento primário é quase sempre cardíaco. A paragem cardíaca em idade pediátrica define-se como a cessação de atividade mecânica do coração e manifesta-se por ausência de pulsos centrais palpáveis, inconsciência e apneia.⁶⁰ Comparativamente aos adultos, as crianças têm maior probabilidade de sobreviver a uma paragem cardíaca.⁴³

Os ritmos de paragem mais frequentemente encontrados nas crianças são a bradicardia, a assistolia e a atividade elétrica sem pulso (AESP).⁶⁰ O ecocardiograma permite rapidamente distinguir a assistolia da existência de atividade cardíaca, o que, em correlação com a presença/ausência de pulso, orienta a conduta terapêutica.^{43,44} Adicionalmente, faz a distinção entre a verdadeira AESP (atividade elétrica no eletrocardiograma e ausência de contração ventricular) e a chamada pseudo-AESP (atividade elétrica no eletrocardiograma e contratilidade ventricular mínima na ecografia). Esta última apresenta débito cardíaco, que apesar de mínimo, confere melhor prognóstico.⁴⁸

De qualquer das formas, na ausência de pulso, está indicada a procura de causas reversíveis de paragem. Dentro das possíveis, a ecografia tem capacidade para identificar o pneumotórax, o tamponamento cardíaco, o tromboembolismo e a hipovolémia.^{43,48}

Já foi sugerido que a ecocardiografia passasse a integrar a sequência de ressuscitação (ABCDE), no seu final ou em cada passo da mesma.⁴³

E) Outros Quadros

A doença cardíaca em pediatria é predominantemente congénita. São exemplos disso a tetralogia de Fallot, o coração esquerdo hipoplásico e os defeitos septais ventriculares e auriculares. No caso de descompensação destes quadros (mas não no diagnóstico) o ecocardiograma focado pode ser vantajoso. Estudos mais aprofundados são ainda necessários.⁴³

Outra aplicação da ecografia poderá ser a avaliação inicial da endocardite infecciosa. Há evidências de que este exame facilita o diagnóstico precoce desta doença e, logo, permite a instituição também precoce da terapêutica médica, com impacto na morbilidade e na mortalidade, especialmente em crianças onde a clínica inespecífica torna o diagnóstico particularmente difícil.⁶¹

4. ECOGRAFIA DOS TECIDOS MOLES

As infecções da pele e dos tecidos moles (IPTM) são um diagnóstico frequente nos serviços de urgência pediátrica.⁶²

No adulto, a aplicação da EcoCD está já bem estudada e documentada: quando comparativamente com o exame físico isoladamente, tem capacidade para alterar a abordagem terapêutica em grande parte dos doentes.^{4,63,64} Na população pediátrica, a sua utilização não está tão bem estabelecida.⁶⁴⁻⁶⁶

Em 2016, o estudo multicêntrico de Lam *et al.* descreveu uma mudança na abordagem terapêutica em aproximadamente um em cada quatro doentes com a EcoCD e considerou-se que o maior benefício seria para os casos clinicamente mais duvidosos.⁶⁷ De facto, a ecografia parece ajudar sobretudo em casos em que o exame objetivo é limitado, como quando há alterações prévias da região afetada (cicatrizes, trauma, etc.).⁴⁹

Outra vantagem descrita é a redução do tempo de permanência no serviço de urgência quando é utilizada a EcoCD em vez de ecografia realizada por radiologistas. No estudo de Lin *et al.*, em 2018, esse tempo foi em média de menos 73 minutos.⁶⁸

É importante referir que, neste contexto, a ecografia tem algumas limitações, nomeadamente a incapacidade para diferenciar uma coleção infecciosa de uma inflamatória e a dificuldade em identificar o surgimento de um abscesso dentro de uma área de celulite.⁴

Técnica

Para este exame, pode ser necessário utilizar uma “almofada” (luva com água ou gel, por exemplo) entre a sonda e a região corporal para afastar a sonda alguns centímetros da pele e permitir melhorar a qualidade da imagem.⁶⁹

Aplicabilidade

A EcoCD tem como principais indicações ajudar a distinguir o abscesso da celulite e localizar corpos estranhos. Para além de diagnóstica, a EcoCD pode orientar a incisão e a drenagem, quando necessárias, e pode permitir a monitorização da resposta à terapêutica.^{4,63,69,70}

Uma outra aplicação possível é a da distinção entre celulite e fascíte necrosante.⁶⁹

A) Celulite e Abscessos

A distinção entre celulite simples e coleções abcedadas pode ser difícil mas é essencial, tendo em conta que a abordagem terapêutica das duas entidades é diferente. Geralmente, a celulite é tratada com antibioterapia sistémica, enquanto os abscessos implicam incisão e drenagem ou aspiração com agulha, o que, na população pediátrica, é feito sob sedação.^{49,63,66,69-71} O diagnóstico correto pode então, por um lado, prevenir a realização desnecessária de um procedimento invasivo e, por outro lado, permitir a rápida instituição da terapêutica mais adequada, diminuindo a probabilidade de complicações.^{62,63,66,71} Isto tem ainda mais impacto se se tiver em consideração que a incidência das IPTM aumentou nos últimos anos, o que parece relacionar-se com a emergência da *methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) adquirida na comunidade.^{62,63,67} Em 2016, Adams *et al.* identificaram *Staphylococcus aureus* em 91% das culturas, sendo que 63% eram MRSA e 28% eram metilino-sensíveis.⁶⁵

Num estudo pediátrico publicado por Iverson *et al.* em 2012 a sensibilidade, a especificidade, o valor preditivo positivo (VPP) e o valor preditivo negativo (VPN) da ecografia para deteção de abscesso foi de, respetivamente, 97,5%, 69,2%, 83% e 94,7%. Comparativamente, as mesmas variáveis em relação ao exame físico isolado foram de 78,7%, 66,7%, 86% e 54,5%. Neste mesmo estudo, a ecografia alterou o diagnóstico em 24,6% dos doentes e alterou a abordagem terapêutica em 13,8%.⁶³

Em 2016, Adams *et al.* relataram uma sensibilidade de 96% e uma especificidade de 87% para a ecografia identificar um abscesso com necessidade de drenagem contra 84% e 60%, respetivamente, do exame físico. A maior diferença foi encontrada nas lesões inicialmente classificadas como equívocas, tendo-se concluído que é nesses que a ecografia tem maior potencial de alterar a abordagem terapêutica selecionada.⁶⁵ Isto está de acordo com o que Marin *et al.* descreveram em 2013.⁶⁶

O padrão ecográfico da celulite é classicamente denominado de “*cobblestoning*” (“pedras da calçada”). Traduz o edema intersticial associado à infeção, com acumulação de líquido (anecogénico/hipoecogénico) entre os adipócitos (hiperecogénicos), promovendo a sua separação.^{4,63,64,66,69}

A aparência ecográfica habitual dos abscessos é a de uma coleção hipoecogénica ou anecogénica de forma esférica ou elíptica. O reforço posterior é comum, especialmente se o conteúdo do abscesso for anecogénico. A compressão ligeira da sonda, ao induzir movimento do conteúdo do abscesso que é visível na ecografia, pode auxiliar no diagnóstico. Uma vez detetada, é importante avaliar a coleção em dois planos ortogonais, de forma a diferenciar um abscesso, que aparecerá redondo/ovoide em ambos os planos, de um vaso, que é redondo num plano e linear no outro. Também pode ser utilizada a funcionalidade

ecodoppler, que demonstrará a ausência de fluxo.^{4,63,64,66,69} Os abscessos podem ser loculados e, nesse caso, existirão ecos internos e septações dentro do espaço cheio de líquido.⁴

Relativamente à localização anatómica destas infeções, estudos revelam que a região nadequeira, a perna e a coxa são os locais mais frequentes.^{63,64,66}

B) Identificação e Remoção de Corpos Estranhos

As feridas e as lacerações são comuns em idade pediátrica. Frequentemente podem conter corpos estranhos, o que aumenta a probabilidade de sobreinfeção e, como tal, de evolução desfavorável. É de rotina realizar uma radiografia para pesquisar a presença de um corpo estranho numa ferida mas esta não é capaz de detetar materiais radiolucentes, como a madeira ou o plástico. A EcoCD representa um método não-radioativo alternativo de deteção de corpos estranhos e tem-se mostrado mais sensível que a radiografia nos objetos com baixa radiopacidade.^{72,73}

As extremidades (mãos e pés) são as partes do corpo mais vezes envolvidas neste tipo de lesões. A sua submersão em água, que é um excelente meio de transmissão de ultrassons, melhora a visualização das estruturas. Para além disso, como não é preciso aplicar a sonda diretamente na pele, é possível diminuir a dor associada ao procedimento.⁷⁴

A maioria dos corpos estranhos surge na ecografia como uma estrutura hiperecogénica com sombra acústica posterior. Quando retido por um longo período de tempo, a reação inflamatória envolvente cria um halo hipoecogénico que facilita a identificação do corpo estranho. No caso do vidro e do metal, pode haver artefactos de reverberação posterior e, no da madeira, com o tempo pode perder-se a ecogenicidade.⁷³

A proposta de Friedman *et al.* é a de utilizar a EcoCD como primeira opção e reservar a radiografia para os casos em que a ecografia seja negativa mas a suspeita de corpo estranho se mantenha.⁷² Varshney *et al.* sublinharam o papel da EcoCD em tempo real na remoção do corpo estranho.⁷³

C) Fasceíte Necrosante

A fasceíte necrosante é uma infeção dos tecidos moles rara mas grave e rapidamente progressiva, que, se não identificada e tratada atempadamente, pode acarretar morbidade e mortalidade elevadas. Numa fase inicial da doença, a fasceíte necrosante pode apresentar sinais inflamatórios cutâneos semelhantes aos da celulite, com eritema, edema, rubor e dor da zona afetada.⁷⁵ Ecograficamente, contudo, apresenta alterações distintas, incluindo espessamento fascial, acumulação de líquido nos planos fasciais e

edema e gás no tecido celular subcutâneo. O recurso à EcoCD pode então auxiliar na distinção das etiologias e permitir a instituição terapêutica mais precoce com impacto no prognóstico.⁷⁶

5. PROCEDIMENTOS COM ORIENTAÇÃO ECOGRÁFICA

No serviço de urgência pediátrica, existem essencialmente quatro grupos de procedimentos: acessos vasculares, drenagem de fluidos, cateterizações urinárias e identificação de corpos estranhos.¹ A utilização da ecografia para orientar esses procedimentos melhora francamente a taxa de sucesso e diminui consideravelmente a ocorrência de complicações.⁷⁷ A orientação por ecografia pode ser estática, ou seja, utilizada para identificar as estruturas anatómicas e as circunstâncias ideais para o procedimento (ecoassistido), ou dinâmica, quando a ecografia e o procedimento ocorrem simultaneamente (procedimento ecoguiado).^{1,4}

Relativamente aos acessos vasculares, o mais habitual na urgência pediátrica é a necessidade de punções venosas periféricas para colheita de sangue ou para colocação de cateter para administração de fármacos. Estes procedimentos estão muitas vezes associados a *stress*, dor e choro, o que pode impedir a sua concretização. A orientação por ecografia, ao diminuir o tempo do procedimento, do número de tentativas e de redirecionamento da agulha, reduz também a ansiedade em situações futuras.⁴

A colocação de cateter venoso central ou de um acesso intraósseo pode ser necessária em situações *life-threatening*, com necessidade de administração de fluidos e ressuscitação farmacológica ou em crianças com acessos difíceis.⁴ A utilização da ecografia para colocação de um cateter venoso central demonstrou ser superior aos métodos tradicionais já descritos.¹ A introdução de cateteres arteriais, úteis para monitorização hemodinâmica contínua ou gasometrias frequentes, é invulgar na urgência pediátrica, mas também beneficia da orientação por ecografia.⁴

A orientação por ecografia tem-se mostrado muito útil em vários procedimentos como a incisão e drenagem de abscessos, a punção lombar, a pericardiocenteses, a toracocentese, a artrocentese, entre outras.¹ Pode ainda ter utilidade na administração de anestesia loco-regional, aumentando a segurança da mesma, ao melhorar a visualização dos nervos periféricos e a anatomia circundante.⁴

A confirmação ecográfica do volume vesical prévia à cateterização e a orientação ecográfica (estática e dinâmica) da punção suprapúbica são técnicas vantajosas e recomendadas.¹

Uma outra aplicabilidade da EcoCD é a da detecção de corpos estranhos, tanto na pele e tecidos moles como esofágicos, gástricos ou intestinais. De facto, esta técnica é capaz de identificar materiais não identificados na radiografia, como madeira, acrílico,

plástico e vidro. Ecograficamente, a maioria dos corpos estranhos apresenta um aspeto hiperecogénico com sombra posterior.¹

6. ENSINO E ACREDITAÇÃO

Dada a multiplicidade de indicações, a EcoCD pode ser integrada em muitos contextos e a sua aprendizagem deve ser feita de modo sistematizado e credenciado. Em países como os Estados Unidos da América (EUA), o internato em emergência médica (pediátrica ou de adultos) tem, desde há anos, a EcoCD como parte integrante do currículo e define-a como uma competência técnica fundamental. Em países em que não é assim, como em Portugal, essa competência pode ser adquirida em cursos e formações “extracurriculares”, presenciais e *online*, com componente teórica, prática e de simulação, sendo a credenciação fulcral. Para além disso, em países como os EUA e o Canadá, esta formação tem vindo a ser introduzida já durante a formação universitária, no curso de medicina.^{7,78}

Mas a EcoCD não é restrita aos médicos hospitalares e cada vez mais se considera necessário estender esta técnica a outros profissionais, como é o caso dos enfermeiros, paramédicos, médicos militares, membros de equipas de resposta a desastres, etc., para que se possa utilizar em ambiente pré-hospitalar, regiões mais isoladas ou até em cenários de guerra.⁷⁸

É importante reter que a quantidade de exames necessária para um indivíduo se tornar apto na técnica é variável e depende do tipo de ecografia e do número de aplicações e patologias que precisam de ser estudadas nessa região anatómica. Está recomendado completar um mínimo de 150-300 exames ecográficos no total ou um mínimo de 25-50 exames com revisão de qualidade para cada aplicação em particular.⁷⁸ Assim, um profissional de um serviço de urgência de menor tamanho que começou a incorporar a FAST e a ecografia associada aos acessos venosos provavelmente não necessita de realizar tantos exames como um médico num serviço de urgência de maior dimensão, que por norma tem um maior número de aplicações para a EcoCD.⁷⁸

Segundo a *American College of Emergency Physicians*, um indivíduo torna-se apto na EcoCD quando: 1) sabe quais são as indicações e as contraindicações da mesma; 2) é capaz de obter imagens sonográficas adequadas (percebe a física inerente a esta técnica e adapta-se a diferentes situações clínicas e a doentes com hábitos variados); 3) sabe interpretar as imagens (é capaz de distinguir a anatomia normal das variações anatómicas e da patologia) e, por fim, 4) integra os achados ecográficos com a situação clínica do doente.^{78,79}

De notar que a formação deve ser contínua, sendo pertinente a constante revisão da qualidade dos exames realizados e a atualização em novas técnicas e aplicações da EcoCD.⁷⁸

7. ECOGRAFIA À CABECEIRA DO DOENTE EM PORTUGAL

A EcoCD é uma realidade bem estabelecida em países como os EUA e o Canadá. Na Europa, existem em desenvolvimento programas de formação e definição de competências estabelecidas pela *European Society of Emergency Medicine* (EUSEM).⁸⁰

No entanto, em Portugal a situação não está assim tão bem definida, não existindo muita informação sobre a utilização desta técnica nos hospitais nacionais, de adultos ou pediátricos. Há alguma evidência de que já se utilize a EcoCD na anestesiologia, onde a colocação de cateteres venosos centrais e a infiltração de nervos periféricos, por exemplo, são ecoguiadas. Na especialidade de cirurgia geral é recomendada a realização do curso ATLS durante o internato, o qual inclui o protocolo eFAST.⁸⁰

Um grupo de médicos internistas de Braga, em colaboração com o grupo da POCUS da Universidade Estadual de Campinas (Brasil), tem-se dedicado ao ensino e à investigação da EcoCD no adulto, tendo já permitido a formação estruturada de mais de 300 profissionais de várias especialidades e de diversos pontos do país.⁸⁰

No que respeita à área pediátrica, a EcoCD é utilizada de forma mais ou menos regular nas unidades intensivas neonatais e pediátricas mas, no âmbito da urgência pediátrica, não se encontram registos e o seu papel parece ser pouco claro, constatando-se contudo a existência esporádica de alguns cursos formativos.

É importante considerar que a introdução rotineira da EcoCD na área pediátrica em Portugal poderá ter implicação na gestão dos recursos humanos do hospital com consequente possível necessidade de reorganização dos mesmos.

CONCLUSÃO

A EcoCD, amplamente utilizada na emergência médica do adulto, tem-se mostrado promissora na idade pediátrica. Tem aplicabilidade tanto no diagnóstico, como na monitorização do doente e na orientação de procedimentos. Nesta faixa etária, pode ser particularmente importante na abordagem da pneumonia e da infeção da pele e dos tecidos moles, causas de elevada morbimortalidade. Para além disso, proporciona maior eficácia e facilidade na realização de procedimentos tradicionalmente difíceis em crianças, como a introdução de cateteres vasculares.

A generalidade dos estudos salienta a sua boa sensibilidade e especificidade. Como extensão do exame físico, ajuda a compreender a sintomatologia apresentada e orienta a abordagem diagnóstica. Apesar disso, apresenta as suas limitações, incluindo ser dependente do operador e acarretar alguns resultados falsos negativos que fazem com que não seja possível excluir algumas suspeitas diagnósticas.

A nível internacional, a EcoCD em pediatria faz parte dos programas curriculares ou é uma prática recomendada. Assim sendo, faz sentido começar a incentivar a sua prática de forma estruturada num futuro próximo em Portugal.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Dr.^a Mariana Domingues, pela inestimável dedicação e contributo para elaboração deste trabalho.

À Professora Doutora Guiomar Oliveira, pela orientação e disponibilidade prestadas a esta dissertação.

Aos meus pais, à minha irmã, restante família e amigos pela presença e apoio constante ao longo de todo o meu percurso académico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Le Coz J, Orlandini S, Titomanlio L, Rinaldi VE. Point of care ultrasonography in the pediatric emergency department. *Ital J Pediatr*. 2018;44(1):87.
2. Mariz J, Silva R, Romano M, Gaspar A, Gonçalves AP, Silva JP, et al. Ecografia à Cabeceira do Doente na Medicina Interna: Uma Mudança de Paradigma na Avaliação do Doente Agudo. *Rev da Soc Port Med Interna*. 2018;25(4):309–19.
3. Friedman L TJ. Extending the Focused Assessment With Sonography Examination in Children. *Clin Pediatr Emerg Med*. 2011;12(1):2–17.
4. Marin JR, Abo AM, Arroyo AC, Doniger SJ, Fischer JW, Rempell R, et al. Pediatric emergency medicine point-of-care ultrasound: summary of the evidence. *Crit Ultrasound J*. 2016;8(1):16.
5. O'Brien AJ, Brady RM. Point-of-care ultrasound in paediatric emergency medicine. *J Paediatr Child Health*. 2016;52(2):174–80.
6. Levy JA, Noble VE. Bedside Ultrasound in Pediatric Emergency Medicine. *Pediatrics*. 2008;121(5):e1404–12.
7. Marin JR, Lewiss RE, American Academy of Pediatrics, Committee on Pediatric Emergency Medicine, Society for Academic Emergency Medicine, Academy of Emergency Ultrasound, American College of Emergency Physicians, Pediatric Emergency Medicine Committee, World Interactive Network Focused on Critical Ultrasound. Point-of-Care Ultrasonography by Pediatric Emergency Medicine Physicians. *Pediatrics*. 2015;135(4):e1113–22.
8. Brenner D, Elliston C, Hall E, Berdon W. Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. *AJR Am J Roentgenol*. 2001;176(2):289–96.
9. Lynch T, Kilgar J, Al Shibli A. Pediatric Abdominal Trauma. *Curr Pediatr Rev*. 2018;14(1):59–63.
10. Patel NY, Riherd JM. Focused Assessment with Sonography for Trauma: Methods, Accuracy, and Indications. *Surg Clin North Am*. 2011;91(1):195–207.
11. Goldstein S SF. Emergency Ultrasound in the Evaluation of Pediatric Blunt Trauma. *Diagnostic Interv Ultrasound Pediatr Pediatr Surg*. 2015;133–8.
12. Savatmongkornkul S, Wongwaisayawan S, Kaewlai R. Focused assessment with sonography for trauma: current perspectives. *Open Access Emerg Med*. 2017;9:57–62.

13. Nance M, Mahboubi S, Wickstrom M, Prendergast F SP. Pattern of Abdominal Free Fluid following Isolated Blunt Spleen or Liver Injury in the Pediatric Patient. *J Trauma Acute Care Surg.* 2002;52(1):85–7.
14. Scaife ER, Rollins MD, Barnhart DC, Downey EC, Black RE, Meyers RL, et al. The role of focused abdominal sonography for trauma (FAST) in pediatric trauma evaluation. *J Pediatr Surg.* 2013;48(6):1377–83.
15. Vieira RL, Bachur R. Bedside Ultrasound in Pediatric Practice. *Pediatrics.* 2014;133(1):1–3.
16. Menaker J, Blumberg S, Wisner DH, Dayan PS, Tunik M, Garcia M, et al. Use of the focused assessment with sonography for trauma (FAST) examination and its impact on abdominal computed tomography use in hemodynamically stable children with blunt torso trauma. *J Trauma Acute Care Surg.* 2014;77(3):427–32.
17. Fox JC, Boysen M, Gharahbaghian L, Cusick S, Ahmed SS, Anderson CL, et al. Test characteristics of focused assessment of sonography for trauma for clinically significant abdominal free fluid in pediatric blunt abdominal trauma. *Acad Emerg Med.* 2011;18(5):477–82.
18. Moylan M, Newgard CD, Ma OJ, Sabbaj A, Rogers T, Douglass R. Association between a positive ED FAST examination and therapeutic laparotomy in normotensive blunt trauma patients. *J Emerg Med.* 2007;33(3):265–71.
19. Sola JE, Cheung MC, Yang R, Koslow S, Lanuti E, Seaver C, et al. Pediatric FAST and Elevated Liver Transaminases: An Effective Screening Tool in Blunt Abdominal Trauma. *J Surg Res.* 2009;157(1):103–7.
20. Caiulo VA, Gargani L, Caiulo S, Fisicaro A, Moramarco F, Latini G, et al. Lung ultrasound characteristics of community-acquired pneumonia in hospitalized children. *Pediatr Pulmonol.* 2013;48(3):280–7.
21. Iuri D, De Candia A, Bazzocchi M. Evaluation of the lung in children with suspected pneumonia: usefulness of ultrasonography. *Radiol Med.* 2009;114(2):321–30.
22. Ho M-C, Ker C-R, Hsu J-H, Wu J-R, Dai Z-K, Chen I-C. Usefulness of Lung Ultrasound in the Diagnosis of Community-acquired Pneumonia in Children. *Pediatr Neonatol.* 2015;56(1):40–5.
23. Stadler JAM, Andronikou S, Zar HJ. Lung ultrasound for the diagnosis of community-acquired pneumonia in children. *Pediatr Radiol.* 2017;47(11):1412–9.
24. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of Lung Ultrasound in the Diagnosis of Acute Respiratory Failure*: The BLUE Protocol. *Chest.* 2008;134(1):117–25.

25. Lichtenstein DA, MG. The BLUE-points: Three standardized points used in the BLUE-protocol for ultrasound assessment of the lung in acute respiratory failure. *Crit Ultrasound J*. 2011;3(2):109–10.
26. Shrestha GS, Weeratunga D, Baker K. Point-of-Care Lung Ultrasound in Critically ill Patients. *Rev Recent Clin Trials*. 2018;13(1).
27. Shah VP, Tunik MG, Tsung JW. Prospective evaluation of point-of-care ultrasonography for the diagnosis of pneumonia in children and young adults. *JAMA Pediatr*. 2013;167(2):119–25.
28. WHO | Pneumonia is the leading cause of death in children. WHO 2011 [cited 2019 Mar 9]; Available from: https://www.who.int/maternal_child_adolescent/news_events/news/2011/pneumonia/en/
29. Urbankowska E, Krenke K, Drobczyński Ł, Korczyński P, Urbankowski T, Krawiec M, et al. Lung ultrasound in the diagnosis and monitoring of community acquired pneumonia in children. *Respir Med*. 2015;109(9):1207–12.
30. Yilmaz HL, Özkaya AK, Sarı Gökay S, Tolu Kendir Ö, Şenol H. Point-of-care lung ultrasound in children with community acquired pneumonia. *Am J Emerg Med*. 2017;35(7):964–9.
31. Pereda MA, Chavez MA, Hooper-Miele CC, Gilman RH, Steinhoff MC, Ellington LE, et al. Lung Ultrasound for the Diagnosis of Pneumonia in Children: A Meta-analysis. *Pediatrics*. 2015;135(4):714–22.
32. Harris M, Clark J, Coote N, Fletcher P, Harnden A, McKean M, et al. British Thoracic Society guidelines for the management of community acquired pneumonia in children: update 2011. *Thorax*. 2011;66(Suppl 2):ii1-ii23.
33. DGS. Circular normativa n°019/2012 de 26/12/2012 “Diagnóstico e Tratamento da Pneumonia Adquirida na Comunidade em Idade Pediátrica.” 2012.
34. Esposito S, Papa SS, Borzani I, Pinzani R, Giannitto C, Consonni D, et al. Performance of lung ultrasonography in children with community-acquired pneumonia. *Ital J Pediatr*. 2014;40(1):37.
35. Guerra M, Cricchiutti G, Pecile P, Romanello C, Busolini E, Valent F, et al. Ultrasound detection of pneumonia in febrile children with respiratory distress: a prospective study. *Eur J Pediatr*. 2016;175(2):163–70.
36. Reissig A, Copetti R, Mathis G, Mempel C, Schuler A, Zechner P, et al. Lung Ultrasound in the Diagnosis and Follow-up of Community-Acquired Pneumonia. *Chest*. 2012;142(4):965–72.

37. Claes A-S, Clapuyt P, Menten R, Michoux N, Dumitriu D. Performance of chest ultrasound in pediatric pneumonia. *Eur J Radiol.* 2017;88:82–7.
38. Reali F, Sferrazza Papa GF, Carlucci P, Fracasso P, Di Marco F, Mandelli M, et al. Can Lung Ultrasound Replace Chest Radiography for the Diagnosis of Pneumonia in Hospitalized Children? *Respiration.* 2014;88(2):112–5.
39. Jalli R, Sefidbakht S, Jafari SH. Value of ultrasound in diagnosis of pneumothorax: a prospective study. *Emerg Radiol.* 2013;20(2):131–4.
40. Liu J. Lung ultrasonography for the diagnosis of neonatal lung disease. *J Matern Neonatal Med.* 2014;27(8):856–61.
41. Lichtenstein DA. Lung ultrasound in the critically ill. *Ann Intensive Care.* 2014;4(1):1.
42. Kosiak W. Sonography of iatrogenic pneumothorax in pediatric patients. *J Ultrason.* 2013;13(55):379–93.
43. Doniger S. Bedside emergency cardiac ultrasound in children. *J Emerg Trauma Shock.* 2010;3(3):282.
44. Longjohn M, Wan J, Joshi V, Pershad J. Point-of-Care Echocardiography by Pediatric Emergency Physicians. *Pediatr Emerg Care.* 2011;27(8):693–6.
45. Gaspar HA, Morhy SS. The Role of Focused Echocardiography in Pediatric Intensive Care: A Critical Appraisal. *Biomed Res Int.* 2015;2015:596451.
46. Thomas-Mohtat R, Sable C, Breslin K, Weinberg JG, Prasad A, Zinns L, et al. Interpretation errors in focused cardiac ultrasound by novice pediatric emergency medicine fellow sonologists. *Crit Ultrasound J.* 2018;10(1):33.
47. Gaspar HA, Morhy SS, Lianza AC, de Carvalho WB, Andrade JL, do Prado RR, et al. Focused cardiac ultrasound: a training course for pediatric intensivists and emergency physicians. *BMC Med Educ.* 2014;14(1):25.
48. Labovitz AJ, Noble VE, Bierig M, Goldstein SA, Jones R, Kort S, et al. Focused cardiac ultrasound in the emergent setting: a consensus statement of the American Society of Echocardiography and American College of Emergency Physicians. *J Am Soc Echocardiogr.* 2010;23(12):1225–30.
49. Shah S, Price D, Bukhman G, Shah S, Wroe E. *Partners in Health Manual of Ultrasound for Resource-Limited Settings.* First Edit. Partners in Health. 2011. 69–102.
50. Kühn B, Peters J, Marx GR, Breitbart RE. Etiology, Management, and Outcome of Pediatric Pericardial Effusions. *Pediatr Cardiol.* 2008;29(1):90–4.
51. Abdel-Haq N, Moussa Z, Farhat MH, Chandrasekar L, Asmar BI. Infectious and Noninfectious Acute Pericarditis in Children: An 11-Year Experience. *Int J Pediatr.*

- 2018;2018:1–12.
52. Tunuguntla H, Jeewa A, Denfield SW. Acute Myocarditis and Pericarditis in Children. *Pediatr Rev.* 2019;40(1):14–25.
 53. Smith AT, Watnick C, Ferre RM. Cardiac Tamponade Diagnosed by Point-of-Care Ultrasound. *Pediatr Emerg Care.* 2017;33(2):132–4.
 54. Beaulieu Y. Bedside echocardiography in the assessment of the critically ill. *Crit Care Med.* 2007;35(Suppl):S235–49.
 55. Klugman D, Berger JT. Echocardiography and Focused Cardiac Ultrasound. *Pediatr Crit Care Med.* 2016;17(8 Suppl 1):S222–4.
 56. Weekes AJ, Tassone HM, Babcock A, Quirke DP, Norton HJ, Jayarama K, et al. Comparison of serial qualitative and quantitative assessments of caval index and left ventricular systolic function during early fluid resuscitation of hypotensive emergency department patients. *Acad Emerg Med.* 2011;18(9):912–21.
 57. Pérez de Isla L, Díaz Sánchez S, Pagola J, García de Casasola Sánchez G, López Fernández T, Sánchez Barrancos IM, et al. Consensus Document of the SEMI, semFYC, SEN, and SEC on Focused Cardiac Ultrasound in Spain. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed).* 2018;71(11):935–40.
 58. Kathuria N, Ng L, Saul T, Lewiss RE. The baseline diameter of the inferior vena cava measured by sonography increases with age in normovolemic children. *J Ultrasound Med.* 2015;34(6):1091–6.
 59. Ng L, Khine H, Taragin BH, Avner JR, Ushay M, Nunez D. Does bedside sonographic measurement of the inferior vena cava diameter correlate with central venous pressure in the assessment of intravascular volume in children? *Pediatr Emerg Care.* 2013;29(3):337–41.
 60. Tress EE, Kochanek PM, Saladino RA, Manole MD. Cardiac arrest in children. *J Emerg Trauma Shock.* 2010;3(3):267–72.
 61. Cheng AB, Levine DA, Tsung JW, Phoon CKL. Emergency physician diagnosis of pediatric infective endocarditis by point-of-care echocardiography. *Am J Emerg Med.* 2012;30(2):386.e1-386.e3.
 62. Barbic D, Chenkin J, Cho DD, Jelic T, Scheuermeyer FX. In patients presenting to the emergency department with skin and soft tissue infections what is the diagnostic accuracy of point-of-care ultrasonography for the diagnosis of abscess compared to the current standard of care? A systematic review and meta-analysis. *BMJ Open.* 2017;7(1):e013688.

63. Iverson K, Haritos D, Thomas R, Kannikeswaran N. The effect of bedside ultrasound on diagnosis and management of soft tissue infections in a pediatric ED. *Am J Emerg Med.* 2012;30(8):1347–51.
64. Sivitz AB, Lam SHF, Ramirez-Schrempp D, Valente JH, Nagdev AD. Effect of Bedside Ultrasound on Management of Pediatric Soft-Tissue Infection. *J Emerg Med.* 2010;39(5):637–43.
65. Adams CM, Neuman MI, Levy JA. Point-of-Care Ultrasonography for the Diagnosis of Pediatric Soft Tissue Infection. *J Pediatr.* 2016;169:122–127.e1.
66. Marin JR, Dean AJ, Bilker WB, Panebianco NL, Brown NJ, Alpern ER. Emergency ultrasound-assisted examination of skin and soft tissue infections in the pediatric emergency department. Moore C, editor. *Acad Emerg Med.* 2013;20(6):545–53.
67. Lam SHF, Sivitz A, Alade K, Doniger SJ, Tessaro MO, Rabiner JE, et al. Comparison of Ultrasound Guidance vs. Clinical Assessment Alone for Management of Pediatric Skin and Soft Tissue Infections. *J Emerg Med.* 2018;55(5):693–701.
68. Lin MJ, Neuman M, Rempell R, Monuteaux M, Levy J. Point-of-Care Ultrasound is Associated With Decreased Length of Stay in Children Presenting to the Emergency Department With Soft Tissue Infection. *J Emerg Med.* 2018;54(1):96–101.
69. Ramirez-Schrempp D, Dorfman DH, Baker WE, Liteplo AS. Ultrasound Soft Tissue Applications in the Pediatric Emergency Department. *Pediatr Emerg Care.* 2009;25(1):44–8.
70. Gaspari RJ, Sanseverino A. Ultrasound-Guided Drainage for Pediatric Soft Tissue Abscesses Decreases Clinical Failure Rates Compared to Drainage Without Ultrasound: A Retrospective Study. *J Ultrasound Med.* 2018;37(1):131–6.
71. Nelson CE, Chen AE, Bellah RD, Biko DM, Ho-Fung VM, Francavilla ML, et al. Ultrasound features of purulent skin and soft tissue infection without abscess. *Emerg Radiol.* 2018;25(5):505–11.
72. Friedman DI, Forti RJ, Wall SP, Crain EF. The utility of bedside ultrasound and patient perception in detecting soft tissue foreign bodies in children. *Pediatr Emerg Care.* 2005;21(8):487–92.
73. Varshney T, Kwan CW, Fischer JW, Abo A. Emergency Point-of-Care Ultrasound Diagnosis of Retained Soft Tissue Foreign Bodies in the Pediatric Emergency Department. *Pediatr Emerg Care.* 2017;33(6):434–6.
74. Teng M, Doniger SJ. Subungual wooden splinter visualized with bedside sonography. *Pediatr Emerg Care.* 2012;28(4):392–4.

75. Pfeifle V, Gross S, Holland-Cunz S, Kämpfen A. Necrotizing fasciitis in children due to minor lesions. *J Pediatr Surg Case Reports*. 2017;25:52–5.
76. Leeson K, Leeson B. Pediatric Ultrasound. *Emerg Med Clin North Am*. 2013;31(3):809–29.
77. Moore CL, Copel JA. Point-of-Care Ultrasonography. *N Engl J Med* . 2011;364(8):749–57.
78. Ultrasound Guidelines: Emergency, Point-of-Care and Clinical Ultrasound Guidelines in Medicine. *Ann Emerg Med*. 2017;69(5):e27–54.
79. Blehar DJ, Barton B, Gaspari RJ. Learning Curves in Emergency Ultrasound Education. Burton JH, editor. *Acad Emerg Med*. 2015;22(5):574–82.
80. Mariz J. Ecografia à cabeceira do doente: um novo paradigma na avaliação do doente agudo [cited 2019 Mar 19]. Available from: <http://afemed.pt/2018/10/20/como-agir-em-caso-de-urgencia/>