

Marcus Gomes Bastos¹
 Ana Luisa Silveira Vieira²
 José Muniz Pazeli Jr³

¹Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Fora; Faculdade de Medicina, Centro Universitário Governador Ozanam Coelho; Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de Juiz de Fora - SUPREMA, Brasil.

²Faculdade de Medicina de Barbacena, Brasil.

³Fundação Hospitalar do Estado de Minas Gerais; WINFOCUS/Brasil, Brasil.

✉ **Marcus Bastos**

Rua José Lourenço Kelmer, 1300, sala 204, São Pedro, Juiz de Fora, Minas Gerais CEP: 36036-330

📧 marcusbastos7@gmail.com

Submetido: 23/10/2019

Aceito: 08/11/2019

RESUMO

Introdução: O modelo tradicional de referenciamento ao radiologista para a realização de ultrassonografia ou ecografia tem se modificado nos últimos 25 anos. Com a diminuição do tamanho e do custo dos aparelhos de ultrassom (hoje já existem mais de 10 unidades “handheld” no mercado), cada vez mais médicos de diferentes especialidades estão utilizando a ultrassonografia a beira do leito, como extensão do exame físico. **Objetivo:** Destacar a importância do uso da ultrassonografia a beira do leito na avaliação objetiva e ampliada dos pacientes renais. **Materiais e Métodos:** Revisão narrativa com seleção dos estudos e a interpretação das informações baseados na escolha arbitrária dos autores. **Resultados:** Na nefrologia, a ecografia ainda tem sido pouco utilizada, sendo o seu maior uso na identificação renal e venosa quando da realização da biópsia renal e do acesso vascular, respectivamente. Contudo, o papel fundamental dos rins no controle da volemia e da pressão arterial, eventualmente quando se tornam disfuncionais, demanda avaliações multiorgânicas. Assim, a utilização da ultrassonografia na nefrologia não deveria se restringir aos procedimentos mencionados ou a avaliação da retenção urinária. As ecografias “focadas” dos pulmões, do coração e da veia cava inferior permite o diagnóstico de complicações frequentes observadas nas doenças renais, como por exemplo, congestão pulmonar, derrame pleural, pneumotórax, disfunção sistólica, diastólica, derrame pericárdico e, assim, incorporadas como extensão do exame físico em nefrologia. **Conclusão:** A multifuncionalidade renal implica em grande número de complicações renais e extra-renais quando os rins são funcionalmente acometidos, o que justifica o uso da POCUS não somente na avaliação do trato urinário, mas também dos pulmões, coração, veia cava inferior, entre outros.

Palavras-chaves: Ultrassonografia; Nefrologia; Sistema Urinário; Coração; Pulmão; Veia Cava Inferior.

ABSTRACT

Introduction: The traditional model of reference ultrasound to radiologist has changed over the past 25 years. With the reductions in size and cost of ultrasound devices (today there are more than 10 handheld units on the market), medical specialists are increasingly using bedside ultrasound as an extension of the physical examination. **Objective:** To highlight the importance of using bedside ultrasound in the objective and expanded evaluation of renal patients. **Material and Methods:** Narrative review with study selection and interpretation of information based on arbitrary choice of authors. **Results:** In nephrology, ultrasound has not been widely used, and its major uses are in renal and venous identifications in renal biopsy and vascular access, respectively. However, the fundamental role of the kidneys in controlling body volume and blood pressure, eventually when they become dysfunctional, requires multiorgan evaluations. Thus, the use of ultrasound in nephrology should not be restricted to the procedures mentioned or the assessment of urinary retention. “Focused” ultrasound of the lungs, heart, and inferior vena cava allows the diagnosis of frequent complications observed in renal diseases, such as pulmonary congestion, pleural effusion, pneumothorax, systolic and diastolic dysfunction, pericardial effusion, and thus be incorporated as extension of physical examination in nephrology. In the present review, the authors highlight the importance of using bedside ultrasound in the objective and expanded evaluation of renal patients. **Conclusion:** Renal multifunctionality implies a large number of renal and extrarenal complications when the kidneys are functionally affected, which justifies the use of POCUS not only in the evaluation of the urinary tract, but also in the lungs, heart, inferior vena cava, among others.

Key-words: Ultrasound; Nephrology; Urinary Tract; Heart; Lung; Inferior Vena Cava.

INTRODUÇÃO

A realização do exame físico de qualidade é fundamental no processo diagnóstico. Tradicionalmente, o exame físico baseia-se nas manobras de inspeção, palpação, percussão e ausculta, mas não nos permite "olhar sob a pele" do paciente, o que é possível com as técnicas de imagens. Entre os métodos de imagem, a ultrassonografia (US) tem ganhado grande aceitação e utilização, particularmente, entre os médicos não radiologistas, por não utilizar radiação ionizante, permitir estudos dinâmicos, não ser invasiva e ser utilizada para orientar procedimentos. Adicionalmente, a excelente portabilidade (hoje já existem unidades que cabem na palma da mão e aplicativos que geram as imagens em "Smart Phones") e diminuição gradativa do custo tornam a US um método com enorme potencialidade de incorporação na prática clínica diária.

A ultrassonografia "point-of-care" (POCUS) é definida como a ecografia médica realizada e interpretada à beira do leito com o objetivo de ampliar o processo diagnóstico e facilitar a realização de procedimentos com segurança e rapidez. O seu propósito é responder a perguntas simples, tipicamente binomiais (sim ou não) e está cada vez mais sendo realizada por médicos não radiologistas de diferentes especialidades.¹ É uma modalidade de imagem que tem sido utilizada para avaliar pacientes à "beira do leito", de maneira rápida e precisa em diferentes situações clínicas.¹

Na presente revisão, apresentaremos, de maneira sucinta, a utilização da POCUS na prática nefrológica, baseado numa proposta recentemente

publicada.² O objetivo é demonstrar que a avaliação ultrassonográfica permite estender o exame físico no paciente renal e, como tal, não deveria ficar restrito ao trato urinário. Contudo, é importante destacar que a US na prática "point-of-care" não está sendo proposta para substituir a avaliação compreensiva formal realizada pelos radiologistas, que deve ser sempre solicitada quando houver indicação.

MATERIAL E MÉTODOS

Na presente revisão, do tipo narrativa, os autores não utilizaram critérios explícitos e sistemáticos para a busca e análise crítica da literatura e, conseqüentemente, não esgotaram as fontes de informações. Ademais, a seleção dos estudos e a interpretação das informações baseou-se na escolha arbitrária dos autores e podem estar sujeitas à subjetividade dos mesmos.




RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ultrassonografia "point-of-Care" na avaliação do trato urinário

Para a obtenção de imagens de qualidade à US 2D ou Modo B (brightness), em geral precisa-se de três conhecimentos básicos: Qual sonda ou transdutor utilizar; como adequar a profundidade da imagem; e como ajustar o ganho da imagem em estudo.^{3,4}

Um princípio básico da US é que a velocidade do som nos tecidos é constante e resulta do produto da frequência versus o comprimento da onda sonora (ou

Quadro 1: Transdutores ultrassonográficos mais utilizados na ultrassonografia "point-of-care" e suas indicações.

Sonda	Frequência da sonda	Comprimento da onda	Indicação do uso
 <p>Convexa</p>	Baixa (2-5 MHz)	Grande	Estruturas profundas: Rins, fígado, aorta, VCI, baço, ...
 <p>Linear</p>	Alta (6-55 MHz)	Pequeno	Estruturas superficiais: tireóide, vasos, músculos, tendões, ...
 <p>Setorial</p>	Baixa (1-5 MHz)	Grande	Coração e estruturas profundas: Rins, fígado, aorta, VCI, baço, ...

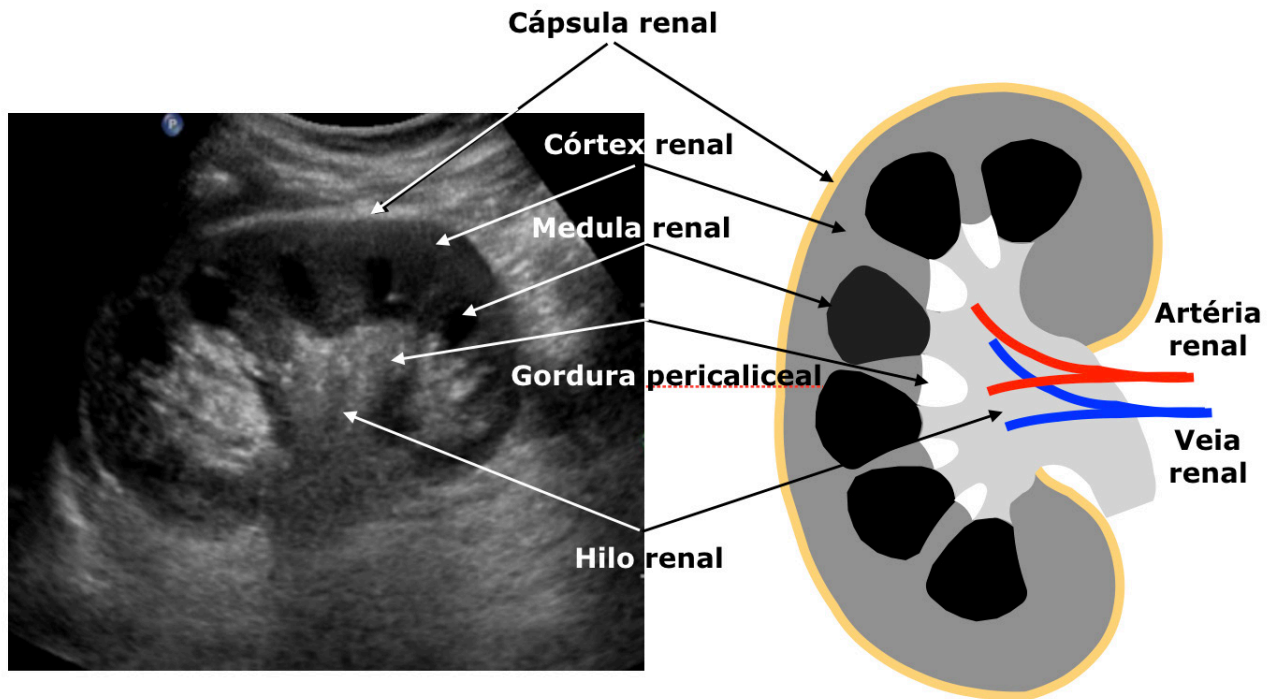


Figura 1: Correspondências ultrassonográficas das estruturas renais.

eco). Quanto maior a frequência, melhor a resolução (qualidade) da imagem, porém menor a penetração das ondas sonoras no organismo; por outro lado, quanto maior o comprimento da onda, maior a penetração corporal e menor é a qualidade de imagem (quadro 1).⁴

A adequação da profundidade é importante para a centralização da imagem no campo de insonação da máquina de ultrassom (particularmente naquelas com foco automático), não só para otimizar a qualidade da imagem obtida mas também para realização dos procedimentos guiados pela US. Já o ganho de imagem, ou seja, a quantidade de eco que retorna do organismo e que é captado pela sonda de US, determina a intensidade do brilho no monitor. A imagem obtida será mais clara ou mais escura de acordo com o maior ou menor retorno do eco, respectivamente. Deve-se usar o menor ganho possível para evitar a saturação da imagem com perda da discriminação das estruturas.⁴

A figura 1 apresenta a anatomia ultrassonográfica renal. Como pode ser observado, a cápsula e o hilo renais são hiperecoicos (criam ecos mais brilhantes do que os tecidos adjacentes), a córtex é hipoecoica (gera ecos menos brilhantes do que os tecidos adjacentes) e a medula é anecoica (livre de ecos, gera imagem completamente escura). As alterações nas ecogenicidade destas estruturas auxiliam na identificação das diferentes patologias.

É importante reconhecer que algumas imagens vistas à US não são verdadeiras, resultam de erros na apresentação das mesmas, sendo denominadas de artefatos.^{3,4} Os artefatos nem sempre constituem problemas e, em muitas situações, serão úteis no reconhecimento dos processos patológicos, como será

abordado ao longo desta revisão.

Na realização da US renal, o paciente deve se posicionar em decúbito dorsal ou lateral, no ajuste de predefinição ("preset") escolher "abdômen" ou "rim" (quando estiver disponível). A sonda indicada é a convexa de baixa frequência ou a setorial e a avaliação dos rins realizada em eixos coronal (longitudinal) e transversal, através de varreduras intercostais utilizando o fígado e o baço como janelas acústicas para o rim direito e o rim esquerdo, respectivamente.^{3,4}

As principais situações clínicas em que a US frequentemente auxilia o nefrologista na extensão do exame físico são: avaliação da hidronefrose, identificação de cálculo renal, cistos, diagnóstico da disfunção renal e nas suspeitas de obstrução urinária.

Avaliação da hidronefrose

Na hidronefrose, a hiperecogenicidade do hilo renal é substituída por imagem anecoica devido a distensão da pelve renal pelo acúmulo de urina.⁵ O quadro 2 apresenta os diferentes graus de hidronefrose de acordo com a avaliação ultrassonográfica.

Identificação de cálculo renal

Embora menos sensível que a tomografia computadorizada (TC) na avaliação da nefrolitíase, a resolutividade da US se equipara à TC em serviços de emergência. Ademais, a portabilidade e o não uso de radiação ionizante tornam a US conveniente para uso do nefrologista em pacientes internados e ambulatoriais, particularmente em mulheres grávidas e pacientes com

Quadro 2: Classificação dos graus de hidronefrose através de imagens ultrassonográficas.

Graus de hidronefrose	Descrição	Exemplo
Leve	Quando ocorre apenas Distensão do sistema coletor	
Moderada	Ocorre a distensão do sistema coletor se associa com distorção dos cálices renais	
Grave	Quando ocorre afinamento da córtex renal	

menos de 14 anos.⁶

Os cálculos renais são formados na papila renal e quando maior do que 5-7 mm aparecem como imagem hiperecoica e geram o artefato sombra acústica (figura 2).³ Nesta localização, os cálculos renais não causam obstrução urinária, o que acontece quando ocorre deslocamento para o ureter. Vale a pena lembrar que o ureter não é normalmente visualizável à US e quando identificado, sugere obstrução urinária. A US com Modo Doppler colorido ou de potência permite mostrar jatos urinários a partir dos orifícios ureterais na região do trígono vesical. A documentação do jato urinário em paciente adequadamente hidratado exclui a possibilidade de obstrução urinária total ipsilateral.⁷

Diagnóstico diferencial na disfunção renal

Em pacientes com retenção nitrogenada (RN), a US continua sendo a modalidade de imagem de escolha por não utilizar material contrastado. As disfunções renais podem ser agudas ou crônicas e em ambas, podem ser de origem pré-renal, renal e pós-renal. Por exemplo, se na vigência de RN a US evidencia rins aumentados de tamanho, o diagnóstico mais provável é de causa aguda tal como infecção, trombose da veia renal ou rejeição aguda do transplante. Por outro lado, rins diminuídos de tamanho, com perda da diferenciação córtico-medular e hiperecogenicidade renal, sugerem o diagnóstico de doença renal crônica (figura 3).⁸

Da mesma maneira, em pacientes com RN por obstrução urinária de origem ureteral (cálculo, tumor,



Figura 2: Identificação de cálculo renal por ultrassonografia: imagem hiperecoica com sombra acústica posterior.

aneurisma de aorta abdominal) ou ureteral (hipertrofia prostática no homem e neoplasia ginecológica na mulher), a US possibilita o diagnóstico imediato.

Diagnóstico da obstrução urinária

A bexiga é facilmente identificada à US e o conteúdo urinário (em mL) pode ser determinado através

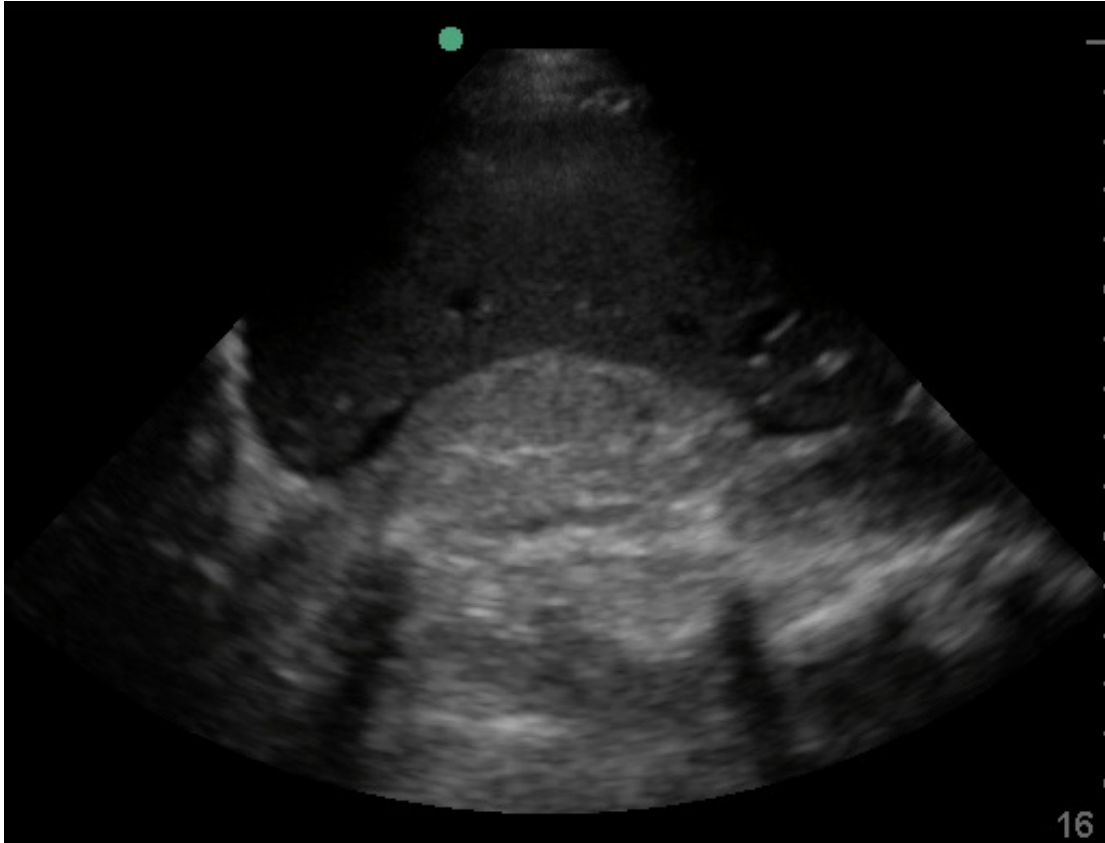


Figura 3: Ultrassonografia de rim crônico decorrente de glomerulonefrite: ecogenicidade aumentada, perda da diferenciação córtico-medular e diminuição do tamanho renal.

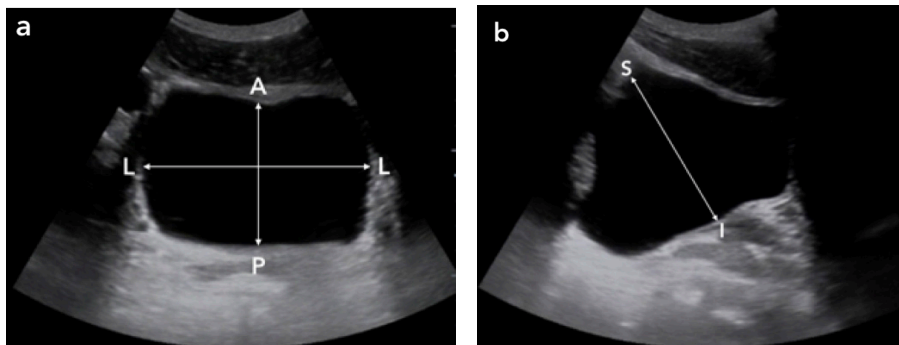


Figura 4: Estimativa do volume urinário vesical com uso da ultrassonografia (a. bexiga, plano transversal; b. bexiga, plano longitudinal; volume da bexiga= $A-P \times L-L \times S-I \times 0,52$).⁹

da multiplicação dos diâmetros antero-posterior (A-P) e latero-lateral (L-L) no plano transversal, superior-inferior (S-I) no plano sagital e a constante 0,52 (figura 4).³ Considera-se retenção urinária se o volume pós-miccional for superior a 100 mL (homens e idosos).⁹ A determinação do volume vesical é particularmente importante em pacientes idosos com RN e crianças anúricas.⁹ Adicionalmente, a US da bexiga permite confirmar a localização adequada da sonda vesical e avaliar a migração do balão de retenção da sonda de Foley.




Procedimentos nefrológicos guiados por

ultrassonografia

Acesso vascular

As vantagens da punção venosa guiada por US incluem a identificação da veia, a detecção de variações anatômicas, o diagnóstico de trombose venosa e a diminuição da ocorrência de complicações, principalmente a punção arterial acidental e o pneumotórax (no caso das veias jugular interna e subclávia). É um procedimento simples e mais rápido do que a punção baseada nos referenciais anatômicos.⁴ Adicionalmente, a ocorrência acidental de pneumotórax

Quadro 3: Técnicas de acesso vascular guiadas por ultrassonografia.

Técnica de punção	Posição da sonda relativamente aos vasos	Introdução da agulha	Vantagem	Desvantagem
Fora do plano	 Artéria Veia	Através do centro da sonda	Identificação simultânea da artéria e da veia	Dificuldade de visualização da ponta da agulha
No plano	 Artéria Veia	Através da extremidade da sonda	Permite visualizar o trajeto da agulha até veia	Só permite a identificação da veia
Oblíquo	 Artéria Veia	Através da extremidade da sonda	Visualização da veia e da artéria e o trajeto da agulha até veia	Inexiste

e hemotórax pode ser facilmente diagnosticada pela US de pulmão realizada imediatamente após punção venosa, com sensibilidade superior à radiografia de tórax.¹⁰ No quadro 3, é apresentado as diferentes técnicas de acesso vascular guiada por US, com suas vantagens e desvantagens.

Biópsia renal

A biópsia renal (BxR) tornou-se um procedimento mais seguro após ser guiado pela US. É recomendado realizar a US antes da BxR para avaliar a localização e a duplicidade dos rins, e situações que podem contraindicar o procedimento tais como anormalidades anatômicas (por exemplo, cisto no polo inferior do rim) ou rins com lesão parenquimatosa em estado avançado. Geralmente, rim com profundidade >10 cm é de difícil localização e visualização, o que torna a biópsia guiada pela US difícil e eventualmente descartada.¹¹

A BxR guiada por US pode ser:

1. Estática, quando a US é utilizada para localizar o ponto de inserção da agulha e determinar a profundidade do rim, com a coleta de tecido sem auxílio da US;
2. Dinâmica, quando todo processo, incluindo a localização, profundidade e acompanhamento da agulha até o rim é guiado pela US. Não existe diferença nos resultados entre os dois métodos de BxR, cuja a escolha deve ser baseada na preferência e experiência do nefrologista e características do paciente.¹²

Ultrassonografia "POINT-OF-CARE" em nefrologia: além do trato urinário

Avaliação Pulmonar

A ultrassonografia vem sendo utilizada desde 1998 para avaliação de água extra-vascular pulmonar em pacientes com falência miocárdica e síndrome do desconforto respiratório agudo, com sensibilidade e especificidade superiores à radiografia de tórax.¹³ As linhas B são linhas verticais hiperecoicas, se originam na pleural visceral, se assemelham a raios lasers ou cauda de cometa, movem-se com a respiração, se estendem até a parte inferior da tela do ultrassom e apagam as linhas A (figura 5). A observação de "linha B" revela a presença de líquido intersticial pulmonar. Em pacientes com insuficiência respiratória, o achado de várias linhas B na região anterior do tórax, indica edema pulmonar com 97% de sensibilidade e 95% de especificidade.¹⁴ As linhas B são observadas em pacientes dialíticos assintomáticos com sobrecarga de volume, se correlacionam com o ganho de peso interdialítico e desaparecem em tempo real quando da ultrafiltração durante a hemodiálise.⁶ As linhas B são de fácil reconhecimento e interpretação à US, podem ser identificadas durante o tratamento hemodialítico, pois não dependem de janelas acústicas ou da posição do paciente. Desta forma, o exame ultrassonográfico de pulmão, pode ser mais uma ferramenta semiótica para avaliação objetiva do peso seco.

Outros achados ultrassonográficos nos pacientes hipervolêmicos são o derrame pleural e a ascite. O derrame pleural (figura 6) é observado nas bases pulmonares, na interface entre o diafragma e o pulmão e identificado como imagem anecoica logo acima do dia-

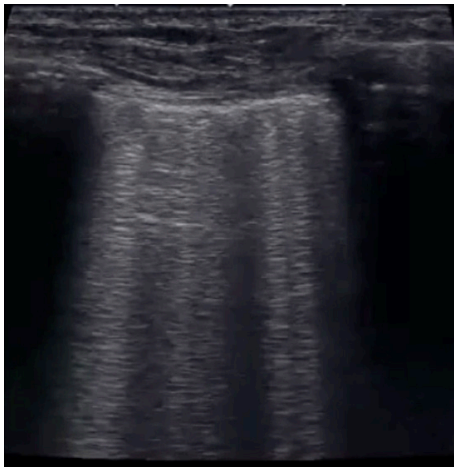


Figura 5: Linhas B pulmonares identificadas com transdutor ultrassonográfico linear.

fragma, a qual permite a identificação dos corpos vertebrais, normalmente não visualizáveis.¹⁵

A ultrassonografia de pulmão também pode fornecer subsídios para o diagnóstico de outras patologias pulmonares, com sensibilidade e especificidade superiores à radiografia de tórax, como pneumotórax, hemotórax, atelectasias, pneumonias e embolia pulmonar.¹⁶

Avaliação cardíaca

A doença cardiovascular é a principal causa de óbito e internação em todos os estágios da doença renal crônica (DRC), sendo responsável por metade das mortes nesta população. Uma parcela significativa dos pacientes em diálise tem disfunção de ventrículo esquerdo (VE), sistólica e principalmente diastólica, e a maioria tem hipertrofia ventricular esquerda que está diretamente relacionada à fibrose miocárdica, disfunção

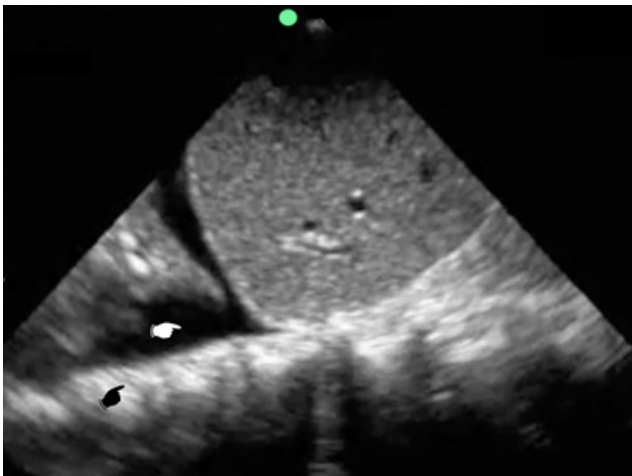


Figura 6: Diagnóstico ultrassonográfico do derrame pleural: imagem anecoica (indicador branco) e visualização dos corpos vertebrais (indicador preto) acima do diafragma.

sistólica e diastólica e morte súbita por arritmia.¹⁷

A utilização da ecocardiografia básica e focada já foi incorporada por médicos emergencistas e intensivistas há décadas. Treinamentos de curta duração (16 horas) envolvendo a avaliação ecográfica do coração é possível, como já demonstrada.² A identificação de derrame pleural, avaliação qualitativa global da função cardíaca sistólica e diastólica e os aumentos ventriculares podem ser alcançados através da ecocardiografia transtorácica, bastando o treinamento das janelas paraesternal esquerda nos eixos longo e curto, apical e subxifóideia. O derrame e tamponamento pericárdicos, por exemplo, podem ser facilmente diagnosticados na janela subxifóideia (figura 7).¹⁸

A avaliação cardíaca global pode ser determinada de forma rápida e confiável através de alguns poucos critérios, utilizando-se a janela paraesternal eixo longo. Uma boa função sistólica se reflete pelo espessamento do septo e da parede posterior e a redução da luz do VE na sístole, pela abertura completa das válvulas

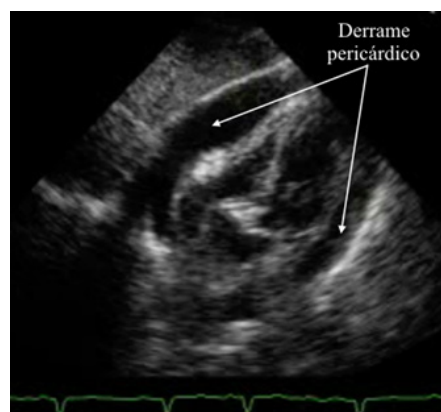


Figura 7: Imagem ultrassonográfica de derrame pericárdico observada na janela cardíaca subxifóide.

aórtica e mitral e pela distância final (<8 mm) do folheto anterior da válvula mitral (VM) relativamente ao septo interventricular na diástole.¹⁹

A avaliação da hipertrofia do VE também é simples e de fácil aprendizado. Após se obter a janela paraesternal eixo longo, procede-se ao congelamento da imagem e, em seguida, a medidas simples da espessura diastólica do septo e da parede posterior do VE ao final da diástole. Valores acima de 10 mm nos homens e 9 mm nas mulheres são considerados positivos para HVE.¹⁹

A avaliação da disfunção diastólica de VE, embora acessível após algum treinamento, é considerada uma aplicação avançada, pois depende da utilização do Modo Doppler (espectral e tissular). Contudo, a observação de HVE e, principalmente, da dilatação do AE relativamente a aorta e limitação da amplitude do deslocamento basal do anel septal da válvula mitral na diástole são fortes indícios de que a função diastólica esteja comprometida.^{20,21}

Avaliação de peso seco no paciente com doença renal crônica em tratamento dialítico

A US vem sendo utilizada para determinação do peso seco em diálise desde 1989, com o clássico trabalho de Cheriex e Cols,²² utilizando a veia cava inferior (VCI). Desde então, diversas outras técnicas ultrassonográficas tem sido propostas, algumas mais simples, outras mais avançadas.²³

A VCI, embora extremamente simples e de fácil aprendizagem, tem diversos fatores confundidores e depende muito do momento em que for visualizada.²⁴ A US de pulmão, excelente ferramenta para avaliar o aumento do líquido no espaço intersticial, depende da função cardíaca. Dessa forma, dentro da filosofia da POCUS, quanto mais setores forem avaliados (coração, pulmão e VCI) e quanto maior for a correlação com os dados clínicos, maior será a chance de um diagnóstico correto (quadro 4).²⁵

Um paciente com episódios de hipotensão arterial e que no período interdialítico apresenta a VCI colabando-se com a respiração, o pulmão sem linhas B e coração com boa função sistólica, muito provavelmente vai se beneficiar de redução da ultrafiltração. Por outro lado, um paciente que tem uma VCI fixa e calibrosa e pulmões com linhas B vai se beneficiar de aumento da ultrafiltração, porém, a magnitude e velocidade da redução do peso seco, vai depender da performance cardíaca. Se o paciente tem disfunção sistólica ou diastólica importante, talvez tenha-se que aumentar o número de sessões de hemodiálise, pois dificilmente ele irá tolerar grandes flutuações volêmicas e poderá evoluir com hipotensão, mesmo estando acima do «peso

seco».²⁶

Avaliação da volemia e fluido-responsividade na injúria renal aguda

A injúria renal aguda (IRA) acomete principalmente pacientes graves, sob cuidados intensivos. A ressuscitação volêmica precoce pode prevenir ou minimizar os efeitos da IRA. Por outro lado, estudos recentes em pacientes graves, têm sugerido que a hipervolemia pode piorar a função renal e agravar a mortalidade.²⁷

O uso da POCUS pode ajudar a estabelecer a fluido-responsividade e guiar a ressuscitação volêmica na IRA, condição clínica frequentemente observada em pacientes graves e instáveis, numa abordagem diferente daquela instituída na DRC. Esse grupo de pacientes muito comumente apresenta disfunção cardíaca associada e insuficiência respiratória, secundárias à intensa inflamação, que é onipresente nessa situação clínica.²⁸ Dessa forma, precisa-se interpretar a US de pulmão, por exemplo, com muito mais cautela, pois o surgimento de linhas B pulmonares pode significar aumento da permeabilidade do capilar pulmonar e não, necessariamente, congestão hidrostática.

Entre as várias técnicas para avaliar fluido-responsividade e prever tolerância à ultrafiltração a manobra de elevação das pernas a 45° (MEP) se destaca por sua alta sensibilidade e especificidade.^{29,30} A MEP gera um aumento transitório da pré-carga através da mobilização do sangue venoso dos membros inferiores (MMII) para o tórax. Esta manobra pode ser descrita como um desafio volêmico reversível, sem a

Quadro 4: Vantagens e limitações da ultrassonografia da veia cava, de pulmão e do coração na avaliação do peso seco.

Avaliação	Vantagens	Desvantagens
Veia cava inferior	Fácil aprendizagem Reflete a pressão venosa central	Baixa sensibilidade e especificidade Depende do momento em que se avalia a volemia relativamente à sessão de diálise
Pulmão	Reflete o acúmulo de líquido no interstício pulmonar Independente de "janelas" pulmonares e da posição do paciente Bem validada	Pode refletir hipervolemia ou disfunção cardíaca, devendo ser correlacionada com a avaliação do coração
Corção	Permite a avaliação das funções sistólica e diastólica do ventrículo esquerdo, da hipertrofia ventricular e da ocorrência de derrame e tamponamento cardíaco	Curva de aprendizagem mais longa A obtenção de janelas cardíacas adequadas é essencial

administração de líquidos. Alterações no volume sistólico induzidas pela elevação dos MMII funcionam como uma auto-transfusão de cerca de 300mL de sangue e nos permite prever se o paciente encontra-se no ramo ascendente da curva de Frank-Straling e, portanto, é fluido-responsivo e não irá tolerar ultrafiltração.^{29,30} A maneira mais simples e prática para avaliar a variação do volume sistólico é através do uso do Doppler pulsado na via de saída do VE, na janela apical e obtenção do VTI (integral velocidade X tempo) na válvula aórtica. Variações maiores que 12%, são consideradas positivas (figura 8).^{31,32}

Na presença de contra-indicações para a MEP (síndrome compartimental abdominal, fratura de MMII e pelve, hipertensão intracraniana, etc.), podemos avaliar o VTI antes e após pequenos desafios volêmicos (100 a 200 mL de salina a 0.9%). Quando o paciente não tem uma boa janela cardíaca, podemos avaliar as variações de fluxo na carótida comum, usando o mesmo princípio.³³

CONCLUSÃO

A POCUS é uma inovação excitante. A miniaturização das máquinas de ultrassom, com a manutenção da qualidade de imagem e preços mais acessíveis, pavimentam o caminho para o uso

disseminado da POCUS em diferentes especialidades, a nefrologia incluída. A multifuncionalidade renal implica em grande número de complicações renais e extra-renais quando os rins são funcionalmente acometidos, o que justifica o uso da POCUS não somente na avaliação do trato urinário, mas também dos pulmões, coração, veia cava inferior, entre outros. A facilidade de uso, rapidez e repetibilidade da POCUS, oferece oportunidade extraordinária na avaliação abrangente dos pacientes renais e na prática mais segura de procedimentos invasivos neles realizados, e juntamente com procedimentos nefrológicos tradicionais, urinálise e biópsia renal, possibilita elevar a prática nefrológica a um patamar ainda mais elevado.

NOTA DOS AUTORES

As figuras e quadros apresentados foram obtidos e elaborados pelos autores.

CONFLITO DE INTERESSES

Nenhum a declarar.

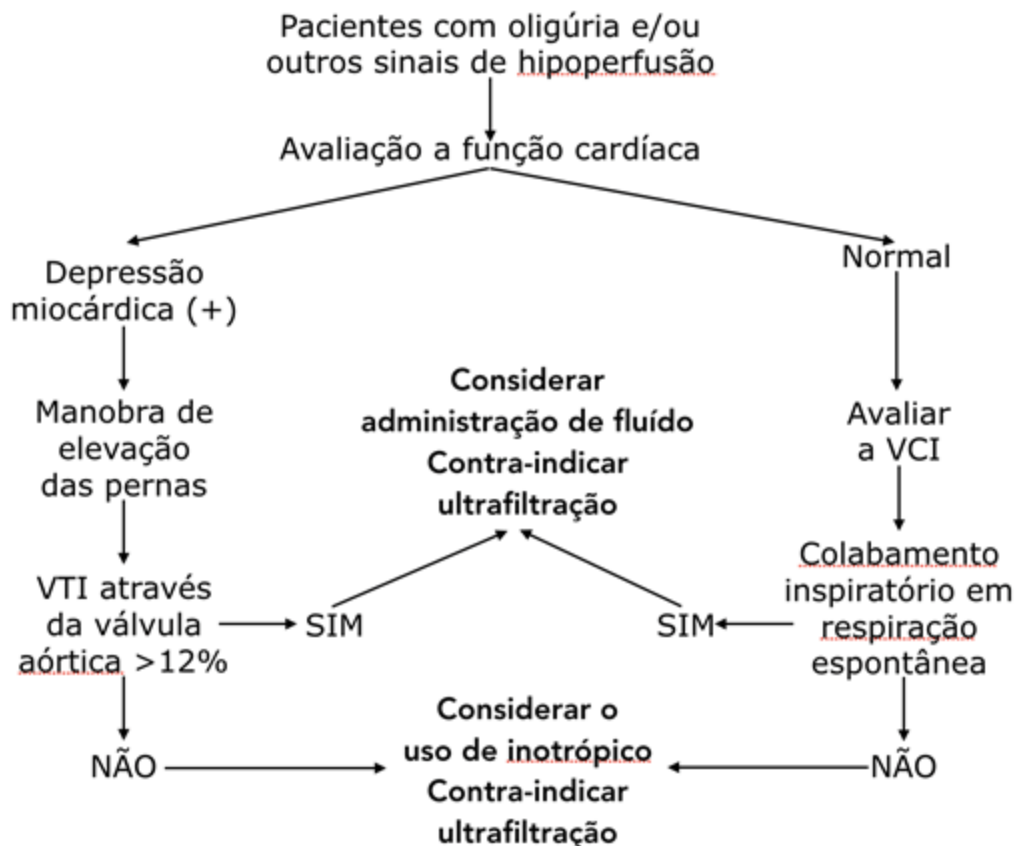


Figura 8: Proposta de algoritmo para a avaliação de fluido-responsividade na injúria renal aguda.

REFERÊNCIAS

1. Moore CL, Copel JA. Point-of-care ultrasonography. *N Engl J Med*. 2011; 364(8):749-57.
2. Nunes AA, Pazeli Júnior JM, Rodrigues AT, Tollendal AL, Ezequiel OS, Colugnati FA et al. Development of skills to utilize point-of-care ultrasonography in nephrology practice. *J Bras Nefrol*. 2016; 38 (2):209-14.
3. Bastos MG, Vieira ALS, Pazeli Jr JM. Avaliação por imagem a beira do leito. In: Barros EP, Stefani SD. *Clínica Médica Consulta Rápida*. Porto Alegre: Artmed; 2020. p. 7-11.
4. Shah S. Fundamentals. In: Shah S, Price D, Bukhman G, Shah S, Wroe E. *Manual of ultrasound for resource limited settings*. Boston: Partners in Health; 2011. p. 21-36.
5. Dalziel PJ, Noble VE. Bedside ultrasound and the assessment of renal colic: a review. *Emerg Med J*. 2013; 30(1):3-8.
6. Smith-Bindman R, Aubin C, Bailitz J, Bengiamin RN, Camargo Jr CA, Corbo J et al. Ultrasonography versus computed tomography for suspected nephrolithiasis. *N Engl J Med*. 2014; 371(26):1100-10.
7. Dubbins PA, Kurtz AB, Darby J, Goldberg BB. Ureteric jet effect: the echographic appearance of urine entering the bladder. A means of identifying the bladder trigone and assessing ureteral function. *Radiology*. 1981; 140(2):513-5.
8. O'Neill WC. Sonography of the kidney and urinary tract. *Semin Nephrol*. 2002; 22(3):242-53.
9. Chan, H. Noninvasive bladder volume measurement. *J Neurosci Nurs*. 1993; 25(5):309-12.
10. Lichtenstein DA, Mezière G, Lascols N, Biderman P, Courret JP, Gepner A et al. Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax. *Crit Care Med*. 2005; 33(6):1231-8.
11. Gesualdo L, Cormio L, Stallone G, Infante B, Di Palma AM, Delli Carri P et al. Percutaneous ultrasound-guided renal biopsy in supine antero-lateral position: a new approach for obese and non-obese patients. *Nephrol Dial Transplant*. 2008; 23(3):971-6.
12. O'Neill WC. Renal relevant radiology: use of ultrasound in kidney disease and nephrology procedures. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2014; 9(2):373-81.
13. Lichtenstein D. Lung ultrasound in acute respiratory failure an introduction to the BLUE-protocol. *Minerva Anestesiol*. 2009; 75(5):313-7.
14. Wang Y, Shen Z, Lu X, Zhen Y, Li H. Sensitivity and specificity of ultrasound for the diagnosis of acute pulmonary edema: a systematic review and meta-analysis. *Med Ultrason*. 2018; 1(1):32-6.
15. Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, Cluzel P, Grenier P, Rouby JJ. Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography, and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology*. 2004; 100(1):9-15.
16. Lichtenstein DA. Lung ultrasound in the critically ill. *Ann Intensive Care*. 2014; 4(1):1-12.
17. Barberato SH, Pecoits Filho R. Valor prognóstico do índice do volume do átrio esquerdo em pacientes em hemodiálise. *Arq Bras Cardiol*. 2007; 88(6):643-50.
18. Maisch B, Seferovic PM, Ristic AD, Erbel R, Rienmüller R, Adler Y et al. Guidelines on the diagnosis and management of pericardial diseases executive summary; the task force on the diagnosis and management of pericardial diseases of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. 2004; 25(7):587-610.
19. Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, Byrd BF, Dokainish H, Edvardsen T et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2016; 29(4):277-314.
20. Patel PA, Ali N. Heart failure with preserved ejection fraction (HF-PEF): a mini-review. *Ann Cardiol Vasc Med*. 2017; 1:1002. Kimura BJ, Kedar E, Weiss DE, Wahlstrom CL, Agan DL. A bedside ultrasound sign of cardiac disease: the left atrium-to-aorta diastolic diameter ratio. *Am J Emerg Med*. 2010; 28(2):203-7.
21. Cheriex EC, Leunissen KM, Janssen JH, Mooy JM, Hooff JP. Echography of the inferior vena cava is a simple and reliable tool for estimation of "dry weight" in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 1989; 4(6):563-8.
22. Ekinci C, Karabork M, Siriopol D, Dincer N, Covic A, Kanbay M. Effects of volume overload and current techniques for the assessment of fluid status in patients with renal disease. *Blood Purif*. 2018; 46(1):34-47.
23. Via G, Tavazzi G, Price S. Ten situations where inferior vena cava ultrasound may fail to accurately predict fluid responsiveness: a physiologically based point of view. *Intensive Care Med*. 2016; 42(7):1164-7.
24. Koratala A, Chamarthi G, Kazory A. Point-of-Care ultrasonography for objective volume management in end-stage renal disease. *Blood Purif*. 2019; 9:1-5. doi: 10.1159/000503000.
25. Jiang C, Patel S, Moses A, DeVita MV, Michelis MF. Use of lung ultrasonography to determine the accuracy of clinically es-

timated dry weight in chronic hemodialysis patients. *Int Urol Nephrol.* 2017; 49(12):2223-30.

26. Hasanin, A. Fluid responsiveness in acute circulatory failure. *J Intensive Care.* 2015; 3:50.

27. Wilson JG, Breyer KEW. Critical care ultrasound: a review for practicing nephrologists. *Adv Chronic Kidney Dis.* 2016; 23(3):141-45.

28. Monnet X, Rienzo M, Osman D, Anguel N, Richard C, Pinsky MR et al. Passive leg raising predicts fluid responsiveness in the critically ill. *Crit Care Med.* 2006; 34(5):1402-7.

29. Jabot J, Teboul JL, Richard C, Monnet X. Passiveleg raising for predicting fluid responsiveness: importance of the postural change. *Intensive Care Med.* 2009; 35(1):85-90.

30. Cecconi M, Parsons AK, Rhodes A. What is a fluid challenge? *Curr Opin Crit Care.* 2011; 17(3):290-5.

31. Michard F, Teboul JL. Predicting fluid responsiveness in ICU patients: a critical analysis of the evidence. *Chest.* 2002; 121(6):2000-8.

32. Mackenzie DC, Khan NA, Blehar D, Glazier S, Chang Y, Stowell CP et al. Carotid flow time changes with volume status in acute blood loss. *Ann Emerg Med.* 2015; 66(3):277-82.