



Universidade Presidente Antônio Carlos - UNIPAC
9º Período de Fisioterapia

**USO DE ULTRASSONOGRAFIA NA FORÇA CONTRÁTIL DO DIAFRAGMA EM
PACIENTE CRÍTICO: Revisão de Literatura**

Acadêmicas: Laura Ribeiro Sosa
Soraia Luziléia de Oliveira
Orientador: Marcelo Henrique de Oliveira Ferreira
Coorientador(a): Patrícia Maria de Melo

RESUMO

O padrão respiratório normal é composto tanto pelos movimentos respiratórios torácico e/ou abdominal, quanto pelas variáveis, como volume corrente (VC), frequência respiratória (FR), volume minuto (VE) e relação entre duração da inspiração e da expiração.

São os músculos respiratórios que, desde o nascimento, vencem as forças elásticas e geram fluxo nas vias aéreas a partir da negativação da pressão intrapleural. O diafragma é responsável por 70% da capacidade vital do indivíduo, sua constituição deve-se a necessidade de contração contínua, mantendo a ventilação pulmonar e vencendo as forças elásticas e resistivas.

A ultrassonografia à beira do leito tornou-se uma ferramenta valiosa para o manejo de pacientes críticos. Devido à gravidade da doença nesses pacientes, a ultrassonografia mostrou-se uma técnica eficaz, não invasiva, que se tem revelado segura, fácil de usar, precisa, superando muitas das limitações normais de outras técnicas de imagem.

Entretanto, os dados sobre a ultrassonografia diafragmática ainda são escassos comparados aos dados para aplicações cardíacas ou de ultrassom de pulmão em pacientes críticos. Neste estudo, foi realizada uma revisão da literatura disponível a fim de descrever e confirmar ou não os benefícios da ultrassonografia diafragmática nas avaliações fisioterapêuticas em pacientes críticos.

Trata-se de um estudo qualitativo, descritivo e exploratório, sendo uma revisão de literatura.

Palavras chave: Ultrassonografia diafragmática; Paciente crítico; Fisioterapia respiratória.

ABSTRACT

The normal breathing pattern is composed by both thoracic respiratory movements and/or abdominal, as the variables, such as tidal volume (VT), respiratory rate (RR), minute ventilation (VE) and the relationship between duration of inspiration and expiration.

Are the respiratory muscles, from birth, overcome the elastic forces and generate flow in the airways from the negative pleural pressure. The diaphragm is responsible for 70% of vital capacity of the individual, their establishment has the need of continuous contraction, maintaining ventilation and winning the elastic and resistive forces.

The ultrasound at the bedside has become a valuable tool for the management of critically ill patients. Due to the severity of the disease in these patients, ultrasonography

shows be efficient, non-invasive, which has proved safe, easy to use, accurate, overcoming many of the normal limitations of other imaging techniques.

However, data on diaphragmatic ultrasound are still scarce compared to the data for heart or lung ultrasound in critically ill patients applications. In this study, a literature review was conducted available to describe and confirm whether or not the benefits of diaphragmatic ultrasound in physical therapy assessments in critically ill patients.

This is a qualitative, descriptive study, with a literature review.

Keywords: Ultrasound diaphragmatic; Critical patient; Respiratory therapy.

1 INTRODUÇÃO

Os músculos respiratórios formam um sistema do organismo que atua funcionalmente como uma bomba, deslocando o ar para dentro e para fora das unidades de troca gasosa dos pulmões de forma coordenada e rítmica (WOLFSON e SHAFFER, 2003).

A caixa torácica está ligada diretamente aos pulmões, desta forma, o ciclo respiratório exige sincronismo entre o pulmão e a musculatura respiratória (CONTESINI *et al*, 2011). Segundo Machado (2012), o padrão respiratório normal é composto tanto pelos movimentos respiratórios torácico e/ou abdominal, com ou sem a presença da atividade dos músculos acessórios, quanto pelas variáveis como volume corrente (VC), frequência respiratória (FR), volume minuto (VE) e relação entre duração da inspiração e da expiração¹.

De acordo com Luque *et al* (2012) a movimentação do sistema respiratório precisa vencer as forças resistivas, elásticas e viscoelásticas naturais e, desde o nascimento, são os músculos respiratórios que a partir da negatização da pressão intrapleural vencem as forças elásticas e geram fluxo nas vias aéreas.

O diafragma é responsável por 70% da capacidade vital do indivíduo, conforme descrito por Sarmento (2009), e sua constituição deve-se a necessidade de contração contínua, mantendo a ventilação pulmonar e vencendo as forças elásticas e resistivas. Quando este músculo se contrai, ocorre queda da pressão abdominal, que é transmitida ao tórax pela zona de aposição, para expandir a caixa torácica inferior. A zona de aposição está diretamente relacionada ao grau de insuflação pulmonar e a diminuição desta zona de aposição compromete a capacidade de gerar força desse músculo e, com isso, a estabilidade da parede torácica, resultando em distorções durante o movimento respiratório (PAPASTAMELOS *et al*, 1995). O diafragma é innervado pelo nervo frênico, cuja origem parte dos ramos dos nervos espinhais C3, C4 e C5 no plexo cervical e cada hemicúpula tem sua inervação própria.

Segundo Tobin, Laghi e Brochard (2009), sendo o diafragma o principal músculo respiratório, sua disfunção predispõe a complicações respiratórias e pode prolongar a duração da ventilação mecânica. A disfunção diafragmática pode ser conceituada como a inabilidade parcial (paresia) ou total (paralisia) do paciente para controlar seu diafragma ou realizar uma inspiração profunda com volumes pulmonares razoáveis (AZEREDO, 2002).

¹ Volume Corrente (VC): Volume de ar inspirado e expirado durante uma respiração normal em um ciclo; Frequência Respiratória (FR): Número de ciclos de inspiração/expiração realizados em um minuto; Volume Minuto (VM): Volume de ar total que entra nas vias respiratórias a cada minuto, equivale ao volume corrente multiplicado pela frequência respiratória (NEDER *et al*, 1999).

Beaulieu e Marik (2005) afirmaram que a ultrassonografia à beira do leito tornou-se uma ferramenta valiosa para o manejo de pacientes críticos. Devido à gravidade da doença nesses pacientes, a ultrassonografia mostra-se uma técnica eficaz, não invasiva, que se tem revelado segura, fácil de usar, precisa, superando muitas das limitações normais de outras técnicas de imagem.

Kim *et al* (2010) descreveram que a avaliação ultrassonográfica do diafragma começou a ganhar popularidade recentemente na UTI. A mobilidade diafragmática anormal é observada em doenças como a lesão do nervo frênico, doenças neuromusculares, abdominais ou cirurgia cardíaca e em pacientes criticamente doentes sob ventilação mecânica.

O movimento diafragmático desempenha um papel essencial na respiração espontânea, por isto, sua observação e avaliação parecem ser tão necessárias, afirmam Grosu *et al* (2012). O uso de ferramentas anteriormente disponíveis para esta finalidade era limitada, devido aos riscos associados de radiação ionizante (fluoroscopia, tomografia computadorizada) ou devido à sua natureza complexa e/ou altamente especializada, exigindo um operador qualificado (medida de pressão transdiafragmática, eletromiografia do diafragma, estimulação do nervo frênico, ressonância magnética).

De acordo com Summerhill *et al* (2008) o ultrassom aplicado à pacientes da UTI pode quantificar os movimentos normais e anormais numa variedade de condições clínicas, podendo servir como um teste de triagem no leito para investigação pós-operatória da disfunção diafragmática e detectar esforços respiratórios com o ventilador, permitindo um ajuste e otimizando a regulação do ventilador.

Por fim, como concluem Matamis *et al* (2012), os dados sobre a ultrassonografia diafragmática ainda são escassos comparados aos dados para aplicações cardíacas ou de ultrassom de pulmão em pacientes críticos. Neste estudo, foi realizada uma revisão da literatura disponível a fim de descrever e confirmar ou não os benefícios da ultrassonografia diafragmática nas avaliações fisioterapêuticas em pacientes críticos.

Justifica-se a elaboração deste artigo devido à fácil e ampla aplicabilidade da ultrassonografia, sendo este um método eficaz e acessível de diagnóstico e avaliação da função respiratória no paciente crítico.

Este trabalho teve como objetivo revisar a literatura sobre o uso da ultrassonografia diafragmática na mensuração e avaliação do músculo diafragma em patologias diversas, principalmente em pacientes críticos.

2 METODOLOGIA

Trata-se de um estudo qualitativo, descritivo e exploratório, sendo uma revisão de literatura.

Para a execução dos objetivos propostos, procedeu-se a análise bibliográfica baseada em livros e arquivos disponíveis nos bancos de dados: Bireme, Lilacs, Medline, Pubmed e Scielo, conduzida para identificar artigos científicos, tanto revisões de literatura como pesquisas de campo, relevantes para o assunto.

Foram selecionados artigos, teses e monografias publicados entre 1989 e 2014, nos idiomas de português e inglês. As palavras chave utilizadas para busca nas bases de dados supracitados foram: Ultrassonografia diafragmática; Paciente crítico; Fisioterapia respiratória.

3 DISCUSSÃO

De acordo com Masselli, Kuan Wu e Pinhedo (2013) um dos principais métodos de diagnóstico na radiologia é a ultrassonografia. Seu uso é altamente difundido na medicina. Atualmente, podemos realizar procedimentos tanto diagnósticos como terapêuticos (como a realização de biópsias guiadas por ultrassom). O ultrassom trata-se da formação de imagens através das propriedades físicas do som, permitindo a visualização e estudo de estruturas anatômicas internas².

Vários estudos têm abordado o tema da precisão e reprodutibilidade do ultrassom para medir o deslocamento do diafragma e espessura em voluntários saudáveis e em pacientes de UTI (BOUSSUGES, 2009).

Alguns autores constataram que, durante a ventilação mecânica, a mobilidade do diafragma é significativamente maior nas zonas não dependentes e que, durante a respiração espontânea, o padrão de mobilidade do diafragma é maior nas zonas dependentes, onde a força de oposição ao deslocamento diafragmático (a pressão hidrostática do abdômen) tende a ser maior (IWASAWA *et al*, 2002).

Em doenças neuromusculares, o ultrassom pode ser utilizado para avaliar o movimento da cúpula e o espessamento do diafragma. Em um estudo ultrassonográfico de três pacientes com esclerose lateral amiotrófica, Yoshioka *et al* (2007) descreveram não haver mudança no movimento diafragmático e espessura comparando a respiração tranquila e

² Ultrassom é definido como a onda mecânica com vibração de frequência superior a 20kHz, inaudível para os humanos. Contudo, no exame ultrassonográfico utilizamos frequências de 2 a 18 MHz (MASSELLI, KUAN WU e PINHEDO, 2013).

esforço inspiratório máximo, sugerindo um grave comprometimento da função contrátil do diafragma.

De Bruin *et al* (1997) estudaram a espessura do diafragma em crianças com distrofia muscular de Duchenne e descobriram que, apesar de uma maior espessura do diafragma na capacidade residual funcional, a fração de espessamento era menor do que durante o máximo esforço inspiratório controlado (1,6 vs 2,3).

Tais estudos sublinham a utilidade da ultrassonografia diafragmática como uma ferramenta não invasiva e útil para o diagnóstico da disfunção diafragmática em pacientes com doenças neuromusculares e, assim, potencialmente, permite a discriminação precoce de uma subpopulação que pode eventualmente precisar de suporte ventilatório mecânico (LEROLLE *et al*, 2009; REMERAND *et al*, 2010).

De acordo com estudo de Toledo *et al* (2003), foi avaliada a mobilidade do diafragma direito pelo deslocamento crânio-caudal do ramo esquerdo da veia porta através do uso de um aparelho de ultrassonografia (*Logiq 500, Pro Series*[®]; *General Electric Medical Systems, Milwaukee, WI, USA*) no modo B. Foi utilizado um transdutor convexo de 3,5 MHz posicionado na região subcostal direita, com incidência perpendicular ao eixo crânio-caudal, direcionado à veia cava inferior. Em seguida, foi identificado um ramo portal intra-parenquimatoso e sua posição foi demarcada com o cursor enquanto o paciente realizava a inspiração e expiração forçadas, sendo o deslocamento crânio-caudal desses pontos considerado como o valor da mobilidade diafragmática direita.

4 CONCLUSÃO

A ultrassonografia parece ser uma ferramenta promissora na avaliação da função diafragmática em pacientes de UTI (LEROLLE E DIEHL, 2011). Tem a vantagem de ser totalmente não invasiva e está se tornando amplamente disponível em um número crescente de UTIs, ultrapassando limitações dos métodos utilizados anteriormente para esta finalidade. Este exame fornece informações qualitativas e quantitativas sobre disfunção diafragmática, como parte de uma avaliação respiratória global em pacientes de UTI.

Para além das conclusões claras, como na paralisia diafragmática, o ultrassom pode tornar-se útil na identificação de uma subpopulação de pacientes de UTI com alto risco de complicações respiratórias.

Novas pesquisas em relação à ultrassonografia diafragmática em patologias como a sepse, disfunção diafragmática e neuromiopia são aguardadas com grande interesse.

REFERÊNCIAS

- AZEREDO, CAC. Fisioterapia Respiratória Moderna. **Manole**, 4ª ed. Barueri-SP. 2002.
- BEAULIEU Y, MARIK PE. Bedside ultrasonography in the ICU: part 1. **Chest**.128/2 August, 2005.
- BOUSSUGES A, GOLE Y, BLANC P. Diaphragmatic motion studied by m-mode ultrasonography: methods, reproducibility, and normal values. **Chest**, 135/2 February, 2009.
- CONTESINI AM, *et al.* Influência das variações da postura sentada na função respiratória: revisão de literatura. **Fisioterapia em Movimento**, v.24, n.4, p.757-767, Curitiba, out./dez. 2011.
- DE BRUIN PF, UEKI J, BUSH A, KHAN Y, WATSON A, PRIDE NB. Diaphragm thickness and inspiratory strength in patients with Duchenne muscular dystrophy **Thorax**, 52,472-475, 1997.
- GROSU HB, LEE YI, LEE J, EDEN E, EIKERMANN M, ROSE K. Diaphragm muscle thinning in mechanically ventilated patients. **Chest**, 142/6 December, 2012.
- IWASABA T, KAGEI S, GOTOH T, YOSHIKE Y, MATSUSHITA K, KURIHARA H, *et al.* Magnetic resonance analysis of abnormal diaphragmatic motion in patients with emphysema. **Eur Respir J**, 19(2):225-31, 2002.
- KIM SH, NA S, CHOI JS, NA SH, SHIN S, KOH SO. An evaluation of diaphragmatic movement by M-mode sonography as a predictor of pulmonary dysfunction after upper abdominal surgery. **Anesth Analg**, 110, 1349–1354, 2010.
- KIM WY, SUH HJ, HONG SB, KOH Y, LIM CM. Diaphragm dysfunction assessed by ultrasonography: influence on weaning from mechanical ventilation. **Crit Care Med**, 39, 2627–2630, 2011.
- LEROLLE N, DIEHL JL. Ultrasonographic evaluation of diaphragmatic function. **Crit Care Med**, 39, 2760–2761, 2011.
- LEROLLE N, GUEROT E, DIMASSI S, ZEGDI R, FAISY C, FAGON JY, DIEHL JL. Ultrasonographic diagnostic criterion for severe diaphragmatic dysfunction after cardiac surgery. **Chest**, 135/2 February, 2009.
- MASSELLI IB, KUAN WU DS, PINHEDO HA. Manual básico de ultrassonografia, **Departamento de Diagnóstico por Imagem da UNIFESP**. São Paulo, 2013.
- MACHADO MGR. **Bases da fisioterapia respiratória: terapia intensiva e reabilitação**. Rio de Janeiro: Guanabara Kogan, 2012.
- MATAMIS D, SOILEMEZI E, TSAGOURIAS M, AKOUMIANAKI E, DIMASSI S, BOROLI F, RICHARD JCM, BROCHARD L. Sonographic evaluation of the diaphragm in

critically ill patients. Technique and clinical applications. **Intensive Care Med**, 134, 013-2823-1, 2012.

NEDER JA; ANREONI S; LERARIO MC *et al.* Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Braz J Med Res** 1999, 32(6):719-27.

LUQUE A, *et al.* **Tratado de fisioterapia hospitalar**: assistência integral ao paciente. São Paulo: Atheneu Editora, 2012.

PAPASTAMELOS C, PANITCH HB, ENGLAND SE, ALLEN JL. Developmental changes in chest wall compliance in infancy and early childhood. **J Appl Physiol**. 1995;78:179-84.

REMERAND F, DELLAMONICA J, MAO Z, FERRARI F, BOUHEMAD B, JIANXIN Y, ARBELOT C, LU Q, ICHAI C, ROUBY JJ. Multiplane ultrasound approach to quantify pleural effusion at the bedside. **Intensive Care Med**, 36, 656-664, 2010.

SUMMERHILL EM, EL-SAMEED YA, GLIDDEN TJ, MCCOOL FD. Monitoring recovery from diaphragm paralysis with ultrasound. **Chest**, 133/2 March, 2008.

SARMENTO, G.J.V. **O ABC da Fisioterapia Respiratória**. Barueri, São Paulo: Manole, 2009.

TOBIN MJ, LAGHI F, BROCHARD L. Role of the respiratory muscles in acute respiratory failure of COPD: lessons from weaning failure. **J Appl Physiol**, 107, 962-970, 2009.

TOLEDO NS, KODAIRA SK, MASSAROLLO PC, PEREIRA OI, MIES S. Right hemidiaphragmatic mobility: assessment with US measurement of craniocaudal displacement of left branches of portal vein. **Radiology**, 228(2):389-94, 2003.

WOLFSON, MR, SHAFFER, TH. **Musculatura Respiratória: Fisiologia, Avaliação e Tratamento**. Fisioterapia Cardiopulmonar. 3ª ed. Barueri-SP: **Manole**, 2003b. p. 318-333.

YOSHIOKA Y, OHWADA A, SEKIYA M, TAKAHASHI F, UEKI J, FUKUCHI Y. Ultrasonographic evaluation of the diaphragm in patients with amyotrophic lateral sclerosis. **Respirology**, 12/2, 304-307, 2007.