

Avaliação Clínica da Função dos Músculos Respiratórios em Adultos: Revisão da Literatura

Clinical evaluation of the role of respiratory muscles in adults: a review of the literature

Romani, J.C.P¹;

Miara², N.;

Carradore³, M. J. K.

RESUMO

Introdução: A avaliação da função dos músculos respiratórios é rotina na prática fisioterapêutica e em estudos sobre terapêutica e avaliação pulmonar. O método utilizado com maior frequência é a manovacuometria, que mede indiretamente a força muscular, através da geração das pressões inspiratórias e expiratórias máximas. Na avaliação funcional a beira do leito, a graduação dos movimentos do músculo diafragma é indispensável, porém este método é qualitativo e subjetivo. **Objetivo:** este estudo, do tipo revisão de literatura, tem característica essencialmente exploratória e buscou investigar os métodos de avaliação clínica não invasiva da função dos músculos respiratórios. **Métodos:** No portal Bireme, foram consultadas as bases de dados Lilacs, Medline, Scielo e PubMed, cujos descritores foram: “PiMáx”, “Músculos Respiratórios”, “PeMáx”, “Manovacuometria”, “Força Muscular Respiratória”, “Testes de Função Respiratória”, “Exame Manual do Diafragma”, “Ecografia Diafragmática”, estabelecendo-se o período entre 2008 a 2013. **Conclusão:** A mensuração das pressões respiratórias máximas por manovacuometria é o método mais utilizado pelos pesquisadores. São descritos também a ultrassonografia diafragmática, o exame manual e o Sniff Test. Apontamos a falta de consenso quanto ao número de repetições, posicionamento do paciente e tempo de intervalo quanto ao exame por meio da manovacuometria.

ABSTRACT

Introduction : Assessment of respiratory muscle function is routine in physical therapy practice and therapeutic studies and pulmonary evaluation . The method most frequently used is the manometer , which measures muscle strength indirectly , through the generation of maximum inspiratory and expiratory pressures . Functional assessment will Bedside graduation movements of the diaphragm is necessary , but this method is qualitative and subjective . **Objective :** This study , like literature review , has characteristic essentially exploratory and sought to investigate the methods of non-invasive clinical assessment of respiratory muscle function . **Methods :** In the portal Bireme were consulted databases Lilacs , Medline , PubMed and SciELO , whose

1 - Docente do Curso de Fisioterapia das Faculdades Integradas do Brasil (UNIBRASIL)

2 - Acadêmica de Fisioterapia das Faculdades Integradas do Brasil (UNIBRASIL), Curitiba, PR – Brasil, e-mail: nicole5m@hotmail.com

3 - Acadêmica de Fisioterapia das Faculdades Integradas do Brasil (UNIBRASIL), Curitiba, PR – Brasil, e-mail: jaynemaiera@hotmail.com

descriptors were : " MIP " , " Respiratory Muscles " , " MEP " , " Manovacuometry " , " Respiratory Muscle Strength , " " Tests Respiratory Function " , " Examination Manual Diaphragm " , " Diaphragmatic Ultrasound " , establishing the period 2008-2013 .
Conclusion : *The measurement of maximal respiratory pressures by manometry is the most common method used by the researchers . Are also described diaphragmatic ultrasound , manual examination and Sniff Test. Pointed out the lack of consensus as to the number of repetitions , patient positioning and time interval through manocavoumetria .*

INTRODUÇÃO

A caixa torácica está diretamente ligada aos pulmões, dessa forma o ciclo respiratório exige sincronismo entre o pulmão e a musculatura respiratória. Diversos fatores podem influenciar seu funcionamento, tais como: fatores hormonais, emocionais, posturais, medicamentos, entre outros. Até mesmo tarefas passivas como a execução de cálculos mentais, exposição a ruídos ou a imagens aversivas podem causar alterações na resistência das vias aéreas, uma vez que as respostas respiratórias dependem da estimulação autonômica, causando alterações dos parâmetros ventilatórios do indivíduo (1).

O padrão respiratório normal é composto pelos movimentos respiratórios torácico e/ou abdominal, com a presença ou ausência da atividade de músculos acessórios, variáveis como volume corrente (VC), frequência respiratória (FR), volume minuto (VE) e relação entre duração da inspiração e expiração (2).

A movimentação do sistema respiratório necessita vencer as forças de natureza resistiva, elástica e viscoelástica. A parte resistiva se deve ao fluxo de gás por meio das vias aéreas e o pelo movimento dos tecidos torácicos e pulmonares. A natureza elástica se deve as propriedades elásticas do tecido pulmonar, tensão superficial alveolar e tecidos da parede torácica. Por fim, a resistência viscoelástica é consequente a adaptação ao estresse tissular. 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 (3).

Os músculos respiratórios apresentam dois tipos de fibras, as fibras do tipo I que permitem trabalho tônico, de baixa intensidade, e de forma contrária, as fibras do tipo II

que são fásicas, sendo de alta intensidade como no exercício físico e na tosse. A composição das fibras pode mudar com o tempo, devido a idade, a desnutrição e ao desuso resultando em atrofia muscular (2).

A força contrátil gerada pelos músculos depende do seu comprimento em repouso, da frequência de estimulação, da velocidade da contração e da massa muscular. A função contrátil pode ser dividida em força, a qual depende do número de unidades motoras contráteis, e endurance, que depende da densidade capilar, mitocondrial e da capacidade enzimática oxidativa (2).

Os principais músculos inspiratórios são o diafragma e os intercostais externos. Os músculos acessórios são os músculos peitoral maior e menor, os esternocleidomastóideos e os escalenos. Quando as inserções extratorácicas dos músculos peitoral maior e menor, serrátil anterior e trapézio estão fixadas, a contração desses músculos ajudam na inspiração pelo aumento do diâmetro do tórax (2,4).

O diafragma é responsável por 70% da capacidade vital do indivíduo, sua constituição deve-se a necessidade de contração contínua, durante 24 horas do dia, mantendo a ventilação pulmonar e vencendo os componentes elásticos e resistivos do sistema respiratório. Quando o diafragma se contrai, ocorre queda da pressão intrapleural e aumento do volume pulmonar. Ao mesmo tempo ocorre o aumento 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. A posição do diafragma varia com a mudança da posição do indivíduo. O diafragma é innervado pelo nervo frênico, e cada hemicúpula tem sua inervação própria e independente (2,4).

Os músculos expiratórios estão localizados na parede abdominal, sendo eles o reto do abdome, os oblíquos interno e externo e o transversos do abdome. Quando esses músculos se contraem a pressão intra-abdominal se eleva e o diafragma é empurrado para cima. Os músculos intercostais internos auxiliam a expiração ativa, tracionando as costelas para baixo e para dentro, fazendo movimentos opostos à ação dos músculos intercostais externos, diminuindo assim o volume torácico. Dessa forma, enrijecem os espaços intercostais a fim de impedir que se tornem salientes durante esforço abdominal (4).

Os músculos respiratórios são diretamente responsáveis pelo funcionamento adequado do sistema respiratório. A mensuração da força muscular respiratória permite o diagnóstico de insuficiência respiratória em diferentes patologias, onde ocorrem

alterações da força contrátil desses músculos que, dependendo da intensidade e quantificação, podem ser classificadas em fraqueza, fadiga ou falência muscular respiratória (²).

A avaliação das pressões respiratórias máximas é um método para investigar as condições de força dos músculos respiratórios. Esta avaliação compreende a mensuração da pressão inspiratória máxima (Pimáx) e da pressão expiratória máxima (Pemáx) (³).

A Pimáx e a Pemáx são medidas comumente com o manovacuômetro, com um bocal ao nível da boca, estando a via aérea ocluída. Podem ser medidas a qualquer nível pulmonar, devendo-se levar em conta que a pressão gerada é dependente do comprimento da fibra muscular. Este equipamento é apropriado para medir pressões positivas (manômetro) e pressões negativas (vacuômetro), conseqüentemente mensurando a força muscular inspiratória e expiratória, durante manobras estáticas e voluntárias (^{3,5}).

A medida da Pimáx e da Pemáx pode ser realizada em ambulatório ou a beira do leito hospitalar. Numa visão geral, os valores da Pimáx acima de 60cmH₂O podem ser considerados normais, valores entre 40 e 60 cmH₂O podem indicar normalidade, a não ser que haja fraqueza visível de outros músculos e valores inferiores a 40 cmH₂O indicam fadiga ou fraqueza muscular respiratória (⁵).

A avaliação dos músculos respiratórios pode ser feita pela inspeção e palpação do seu tônus, estando diretamente ligada aos músculos intercostais e músculos acessórios da respiração e indiretamente, ao diafragma, pela palpação do abdômen durante a inspiração com as mãos posicionadas abaixo do rebordo posterior (conforme Anexo 1) (⁵).

A avaliação da força muscular respiratória difere-se de um teste muscular convencional, podendo ser realizada por meio da palpação e interpretada com base na graduação de força muscular específica, podendo ainda ser avaliado por vários outros métodos (⁶).

A ultrassonografia também pode ser utilizada para a investigação da atividade diafragmática, com base no estudo dos movimentos e variação da espessura dos hemidiafragmas, através da visão direta de imagens das cúpulas em tempo real. As imagens são adquiridas através do ultra-som com transdutores convexos de 3,5 a 7,5 MHz, posicionando o transdutor nos espaços intercostais na parede lateral do tórax (²).

Recentemente foi desenvolvida uma outra alternativa para avaliação da pressão

inspiratória, o teste é denominado “Sniff Test”, representando a PiMáx atingida por meio de uma inspiração a partir da capacidade residual funcional (CRF), transmitida por conexão via fossa nasal (⁷).

O objetivo do estudo é investigar os métodos não invasivos de avaliação clínica da função dos músculos respiratórios descritos na literatura científica.

METODOLOGIA

A seleção dos artigos científicos foi realizada a partir dos indexadores de pesquisa nas bases de dados eletrônicos Bireme (Lilacs, Medline, Scielo e PubMed), no período compreendido entre 2008 a 2013, que utilizaram métodos não invasivos para a avaliação clínica da musculatura respiratória. Foram utilizadas os seguintes descritores: “PiMáx”, “Músculos Respiratórios”, “PeMáx”, “Manovacuometria”, “Força Muscular Respiratória”, “Testes de Função Respiratória”, “Exame Manual do Diafragma”, “Ecografia Diafragmática.” Definiram-se como critérios de seleção: artigos de qualquer natureza, de língua portuguesa, inglesa ou espanhola, publicados entre 2008 a 2013, realizados com seres humanos, adultos, em periódicos especializados e indexados nas bases de dados consultadas. Os critérios de exclusão foram: estudo com amostras utilizando gestantes, neonatos, crianças e idosos (acima de 60 anos) e estudos que utilizaram métodos invasivos de avaliação da função respiratória. Posteriormente foram acrescentados textos clássicos de referências localizadas fora da base de dados indexadas.

Este estudo tem caráter exploratório, que envolve a investigação de algum objeto de estudo que possui poucas informações, visando organizar o conhecimento e desenvolver hipóteses para estudos futuros. Sendo também um estudo quantitativo, definindo-se como um método que possa ser mensurado em números, classificados e analisados, por meio de técnicas estatísticas. Os objetivos de um estudo quantitativo visa resultados que evitem possíveis distorções de análise e interpretação, possibilitando uma maior margem de segurança a respeito do assunto (⁸).

RESULTADOS:

Na pesquisa realizada nas bases de dados eletrônicas, foram inicialmente selecionados 516 artigos, dois quais 479 foram excluídos após a análise do resumo e conforme os fatores de exclusão.

Assim, foram incluídos 37 artigos, sendo 26 de língua portuguesa e 11 em língua inglesa, todos envolvendo a avaliação da musculatura respiratória por meio de métodos não invasivos em adultos.

DISCUSSÃO:

A fisioterapia exerce um grande papel na avaliação da força muscular respiratória, a funcionalidade de qualquer músculo pode ser avaliada por sua força, endurance e resistência á fadiga (^{6,9}). A gravidade de patologias, os comprometimentos funcionais e progresso de diversas disfunções pulmonares e neuromusculares, podem ser avaliadas por meio de testes de função pulmonar (¹⁰).

Dentre os estudos pesquisados, observou-se maior incidência de artigos do tipo randomizados, seguidos de estudos transversais, sendo publicados em maior número no período de 2011. A tabela 1 demonstra as características dos estudos selecionados.

Autor	Ano	Amostra	Tipo de estudo	Comorbidades	Objetivo
CHARUSUSIN; et al	2013	170	Randomizado Controlado	DPOC	Avaliação
PARREIRA; et al.	2012	30	Longitudinal	Gastroplastia Redutora	Comparativo de Pré e P.o
DUNHAN, et al.	2012	15	Randomizado Controlado	Saudáveis	ND
FREGONEZI; et al.	2012	7	ND	DPOC	Avaliação
GALANT; et al.	2012	86	Transversal	Cirróticos. Esp. Transp.	Pré-Op. Transp. Hepático
PETROVIC; et al.	2012	20	Randomizado	DPOC	ND
COELHO; et al	2012	49	Transversal	Saudáveis	Avaliação
BASTOS; et al.	2011	ND	Longitudinal Analítico	Cirurgia Cardíaca	Comparativo Pré – P.o
PEREIRA; et al.	2011	35	Transversal	Cand. Transp. Fígado	Avaliação
KAMINSK; et al.	2011	24	Randomizado	DMII	ND
LOMAX; et al.	2011	13	Randomizado	Saudáveis	ND
PASSARELI; et al.	2011	31	ND	Neurológicos UTI-VM	Avaliação
SCHLEDER; et al.	2011	21	Prospectivo Randomizado	NeoplasiaCabeçaPesc.	Pré-Operatório
GALANT ; et al.	2011	26	Amostra por Conveniência	Transp. Hepático	Avaliação
LIMA; et al.	2011	20	Estudo de Caso	Cirurgia Cardíaca	P.O. Dreno de Tórax
JUNIOR ; et al.	2011	21	Transversal	Obesas\Eutróficas	Comparativo
SILVA ; et al.	2011	15	Ensaio Clínico	Hemodiálise	Avaliação
LORRENS; et al.	2011	14	Amostra por Conveniência	DPOC/Neuromuscular	Avaliação
SCHNAIDER,;et al.	2010	24	Observacional/Prospectivo	Cirurgia Cardíaca	Comparativo de Pré e P.o
ROCHA, C.; ARAÚJO,S.	2010	35	Prospectivo Descritivo	Renais Crônicos	Comparativo Pré e Pós HD
RODRIGUES; et al.	2010	10	ND	Colecistectomia	Comparativo de Pré e P.o
ONAGA; et al.	2010	50	ND	Sedentários	Comparativo Sexos
SILVEIRA; et al.	2010	8	ND	Quadriplégicos	Pré e Pós Treino Muscular
COSTA; et al.	2010	103	Transversal	Obesas\Eutróficas	Comparativo
GASTALDI, A.	2010	8	ND	Tetraplégicos	Avaliação
SEVERINO; et al.	2010	18	ND	Saudáveis	Comparativo de Aparelhos
FERREIRA; et al.	2009	15	Randomizado	Cirurgia Cardíaca	Comparativo de Pré – P.o
FREGADOLLI; et al.	2009	52	Análise Descritiva	Saudáveis	Comparativo Bucal e Máscara
FRANKESTEIN; et al	2009	686	Prospectivo Observacional	Cardiopatas	ND
HARDY ; et al.	2009	3	Observacional Descritivo	Lesados Medulares	ND
BIANCHI, P.	2009	33	ND	IRC	Avaliação
CARVALHO; et al	2008	132	ND	Candidato Transp. Fígado	Avaliação
SUMMERHILL.; et al.	2008	16	ND	Paralisia Diafragmática	Avaliação
KOVELIS; et al.	2008	17	Amostra por Conveniência	Hemodialise	Avaliação
SILVA; et al.	2008	12	ND	DPOC	Avaliação
YELDAN; et al	2008	23	ND	Distrofia Muscular	ND
PINTO, S; CARVALHO, M.	2008	45	ND	ELA	ND

Tabela 1: Características dos estudos selecionados

ND* Não descrito

A mensuração das medidas de pressões respiratórias máximas (Pimáx e PeMáx) pode ser considerada um método confiável de avaliação do trabalho dos músculos respiratórios, sendo PiMáx mensuração da força dos músculos inspiratórios (diafragma e intercostais externos) enquanto a PeMáx avalia a força dos músculos expiratórios (abdominais e intercostais internos) (6).

Esta mensuração pode ser realizada rotineiramente à beira do leito, podendo ser realizadas por fisioterapeutas, sendo um procedimento útil e eficiente na avaliação de pacientes graves. Podendo também ser aplicadas numa ampla gama de situações clínicas (9). Podemos observar este fato conforme as comorbidades apresentadas em ordem na tabela 1, sendo que 5 artigos foram realizados em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), 3 em pacientes obesos, 7 artigos em pacientes saudáveis, 4 em pacientes á espera de transplante hepático, 5 artigos foram realizados em cardiopatas, 1 em pacientes com diabetes mellitus tipo II, 8 em pacientes com desordem neurológica, 1 em pacientes com neoplasia de cabeça e pescoço, 4 em doentes renais crônicos em hemodiálise e 1 artigo de pós-operatório de colecistectomia.

Conforme a análise da tabela 1, os objetivos dos estudos tiveram maior prevalência de estudos comparativos entre pré e pós-operatório de cirurgias torácicas e abdominais. Consecutivamente de estudos de avaliação clínica dos músculos respiratórios em diversas patologias, como em pacientes pré-operatórios de transplante hepático, pacientes em tratamento com hemodiálise, pacientes com lesões neurológicas e em pacientes com DPOC. Apresentaram-se ainda os estudos comparativos entre sujeitos eutróficos e obesos, comparação entre diferentes tipos de aparelhos e bocais e comparativo entre os sexos feminino e masculino.

A tabela 2 demonstra o procedimento de realização do exame. Os estudos utilizaram em sua maioria a mensuração da Pimáx e Pemáx por intermédio do manovacuômetro, sendo o equipamento mais citado. Para a realização dos testes, o paciente deve gerar a máxima pressão possível contra uma peça bucal bloqueada. Este equipamento amplamente utilizado, conforme a literatura, é capaz de mensurar a Pimáx em pressão negativa e a Pemáx em pressão positiva. Os modelos de manovacuômetro disponíveis no comércio, restringe-se a valores máximos de 120, 150 ou 300 cmH₂O (11). Dos artigos revisados, 31 utilizaram esta técnica como forma de mensuração das pressões respiratórias máximas em seu estudo (6,7,8,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37)

Tabela 2-Método de Avaliação e Técnica de Realização do Exame

Autores	Avaliação	Nº Aferições	Posição	Oclusão	Pimáx-Pemáx
---------	-----------	--------------	---------	---------	-------------

CHARUSUSIN; et al	ND	5	ND	ND	ND
PARREIRA; et al.	ND	ND	ND	ND	ND
DUNHAN, et al.	Manovacuômetro	ND	ND	ND	ND
FREGONEZI; et al.	ND	5-8	Sentada	Clipe Nasal	VR-CPT
GALANT; et al.	Manovacuômetro	5	ND	ND	VR-CPT
PETROVIC; et al.	ND	ND	ND	ND	ND
COELHO; et al	Manovacuômetro	6	Sentada	Clipe Nasal	VR-CPT
BASTOS; et al.	Manovacuômetro	3	Sentada	ND	VR-CPT
PEREIRA; et al.	Manovacuômetro	5	ND	Clipe Nasal	VR-CPT
KAMINSK; et al.	Manovacuômetro	ND	ND	ND	ND
LOMAX; et al.	Manovacuômetro	ND	ND	ND	ND
PASSARELI; et al.	Manovacuômetro	ND	Fowler 45°	ND	ND
SCHLEDER; et al.	Manov. TesteMan	3	Sentada	ND	VR-CPT
GALANT ; et al.	Manovacuômetro	ND	ND	ND	ND
LIMA; et al.	Manovacuômetro	3	Fowler 60 °	ND	VR-CPT
JUNIOR ; et al.	Manovacuômetro	3	ND	ND	ND
SILVA ; et al.	Manovacuômetro	ND	Sentada	ND	VR-CPT
LORRENS; et al.	Manovacuômetro	3	ND	ND	ND
SCHNAIDER; et al.	Manovacuômetro	ND	ND	ND	ND
ROCHA, C.; ARAÚJO,S.	Manovacuômetro	3	ND	Clipe Nasal	VR-CPT
RODRIGUES; et al.	Manovacuômetro	3	Semi Sentada	Clipe Nasal	VR-CPT
ONAGA; et al.	Manovacuômetro	3	Ortostática	Clipe Nasal	VR-CPT
SILVEIRA; et al.	Manovacuômetro	10	Sentada/Supina	Clipe Nasal	VR-CPT
COSTA; et al.	Manovacuômetro	5	Sentada	ND	VR-CPT
GASTALDI, A.	Manovacuômetro Manov.	10	Sentada/Deitada	Clipe Nasal	VR-CPT
SEVERINO; et al.	Sniff Test	10	ND	Clipe Nasal	ND
FERREIRA; et al.	Manovacuômetro	3	Sentada	Clipe Nasal	VR-CPT
FREGADOLLI; et al.	Manovacuômetro	3	Sentada	Clipe Nasal	VR-CPT
FRANKESTEIN; et al	Manovacuemetro	ND	ND	ND	ND
HARDY ; et al.	Ultra-som	ND	ND	ND	ND
BIANCHI, P.	ND	5	Sentada	Clipe Nasal	VR-CPT
CARVALHO; et al	Manovacuômetro	3	ND	ND	VR-CPT
SUMMERHILL.; et al.	Manov. Ultrasom	ND	ND	ND	VR-CPT
KOVELIS; et al.	Manovacuômetro	ND	ND	ND	ND
SILVA; et al.	Manovacuômetro	3	Ortostática	Clipe Nasal	VR-CPT
YELDAN; et al	Manovacuômetro	ND	ND	ND	ND
PINTO, S; CARVALHO, M.	Manov. Sniff Test	ND	ND	ND	ND

* ND: não descrito

As diferentes técnicas de medida das pressões respiratórias máximas utilizadas pelos autores, são apontadas como possíveis causas de resultados divergentes. Nestas variações está relacionada o número de manobras necessárias para se obterem os valores máximos, devido ao fato de serem manobras forçadas e dependente da colaboração do avaliado, o aumento do número de medições tem como objetivo descartar o efeito do

aprendizado durante os testes. O número de manobras descritos nos artigos revisados variou de 3 a 10 repetições, utilizando o maior valor obtido desde que este, não fosse o último valor (^{6,9,10,11,13,15,16,17,19,23,24,25,27,28,33,34,38,39,40,44}).

Convencionalmente, para a avaliação Pimáx é solicitado ao indivíduo que realize uma expiração máxima até o volume residual (VR) e após o posicionamento adequado do equipamento na boca do paciente, pede-se para que este realize uma inspiração forçada máxima. Para a avaliação da Pemáx, é solicitado que o indivíduo inicie a manobra a partir da capacidade pulmonar total (CPT), seguida de uma expiração forçada máxima. A mais alta pressão registrada é mantida por um segundo e representa a Pimáx ou a Pemáx (¹⁷).

A PiMáx e a PeMáx mensuradas a partir do VR e pela CPT respectivamente, estavam presentes em 20 artigos (^{6,8,10,11,12,13,15,16,17,19,23,24,25,27,29,31,33,37,38,39}) sendo que outros 17 dos artigos não citaram como foi iniciada a avaliação (^{7,14,18,20,21,22,26,28,30,32,34,35,36,40,41,42,43}).

Durante a manobra é necessário utilizar um clipe nasal para evitar o escape aéreo, pois há uma orifício de fuga, alterando assim os valores das pressões respiratórias máximas (¹⁷). O clipe nasal foi utilizado em apenas 13 artigos (^{6,7,8,10,12,16,17,23,11,33,37,38,39}), entretanto em 24 artigos sua presença não foi descrita (^{13,14,15,18,19,20,21,22,24,25,26,27,28,29,30,31,32,34,35,36,40,41,42,43}) o que ocasionalmente interfere na padronização das medidas (²).

O tempo de sustentação dos esforços máximos utilizados nos artigos revisados variaram entre 1s a 3s. O tempo de intervalo também variou, entre 30 segundos a 2 minutos.

A posição corporal de mensuração descrita nos artigos variou, sendo elas realizadas em decúbito dorsal (¹¹), posição sentada (^{10,11,12,23,24,25,29,38,37,39}), semi-sentada (¹⁶), ortostática (^{6,33}), fowler de 45° (²²) e 60° (²⁷). A posição de decúbito supino (dorsal) favorece o deslocamento cranial do diafragma devida a pressão exercida pelas vísceras abdominais sobre ele, levando a uma posição mais favorável na relação comprimento/tensão. A posição sentada é recomendada para as medidas de PiMáx e

PeMáx apesar de muitos pacientes serem avaliados no pós operatório na posição semi-sentada (2).

A posição do diafragma varia com a mudança da posição do indivíduo. A área de aposição do diafragma em decúbito supino, é de 45% da área total de superfície do diafragma. Na posição ortostática, a zona de aposição representa 30% da área de superfície total da caixa torácica. Devido a posição mais cefálica da hemicúpula diafragmática a direita, a área é 21% maior deste lado e encurta-se mais durante a inspiração quando comparado ao hemidiafragma esquerdo (2). Sendo assim, a posição recomendada para a manobra das pressões respiratórias máximas seria a posição supino, favorecendo uma melhor avaliação da sua função.

Um autor realizou em seu estudo a avaliação diafragmática manual, técnica descrita originalmente por Cuello em 1980. Esta técnica avalia as forças musculares diafragmática e intercostal, graduando a força muscular, palpando-se o músculo diafragma posicionando a mão próximo ao ângulo de Sharpy, logo abaixo do gradil costal. A graduação varia de 0 a III, sendo grau 0 quando há movimento paradoxal, grau I quando há consistência muscular, grau II na presença de consistência e expansão da caixa torácica, e grau III, na presença dos dados do grau II, deslocando anteriormente os dedos do examinador. Para a avaliação dos músculos intercostais tanto superiores quanto inferiores a mensuração é feita através da palpação dos espaços intercostais tendo a mesma graduação do teste manual da força diafragmática (25).

O teste muscular diafragmático não é amplamente utilizado devido a complexidade de quantificação das forças combinadas dos músculos respiratórios acessórios e suas contribuições para o processo respiratório sendo que o mesmo é um teste subjetivo (45). Porém é um importante aliado no raciocínio clínico, pois além de avaliar isoladamente este músculo, podem ser detectadas disfunções unilaterais. Sendo um teste fácil e de simples aplicação, contribuindo para a avaliação fisioterapêutica cotidiana.

Dois artigos utilizaram como técnica a ultrassonografia diafragmática (31,41) que tem como objetivo a mensuração da pressão inspiratória do músculo diafragma. As imagens são adquiridas através do ultra-som de modo B e com transdutores convexos de 3,5 a 7,5 MHz, posicionando o transdutor nos espaços intercostais na parede lateral do tórax. O cálculo da amplitude de movimento (excursão) do diafragma, é feito através do

deslocamento cranio-caudal entre a inspiração e a expiração basal final. O transdutor é posicionado no espaço intercostal entre as linhas axilares, na linha mamária e no espaço subxifóide ⁽²⁾.

A mensuração quantitativa do movimento do diafragma é feito pelo ultra-som em nível de terço médio do diafragma direito. O grau de excursão deste músculo pode ser afetado pela idade, sexo, pelo índice de massa corpórea e pela circunferência abdominal do indivíduo. O diafragma é melhor visualizado em seu comprimento e em sua espessura na zona de aposição. Esta zona é correspondente ao local onde o diafragma entra em contato com o gradil costal inferior, representando em média 30% do total da caixa torácica ⁽²⁾.

Por ser um músculo extenso, o diafragma na sua movimentação sofre influências dos órgãos vizinhos, principalmente fígado, rins e baço. As costelas também interferem, pois frequentemente se interpõem a frente do transdutor durante o ciclo respiratório, dificultando a imagem do diafragma. A visualização da hemicúpula direita se torna melhor e mais fácil que a esquerda, pela presença do fígado, em contraste com o estômago e gases intestinais localizados à esquerda ⁽²⁾.

A limitação do exame ecográfico do diafragma consiste na difícil identificação exata do ângulo de insonação para melhor visualização da imagem, no ponto de referência e no deslocamento crânio-caudal do diafragma ⁽²⁾.

Apesar das dificuldades da aplicação da técnica, a mesma apresenta baixo risco potencial à saúde, não empregando radiação ionizante, baixo custo dos equipamentos e materiais utilizados, não é uma técnica invasiva, possui boa qualidade das informações obtidas, pode ser realizado no paciente restrito ao leito e não exige sedação ⁽²⁾.

Foi utilizado também a técnica descrita como Sniff Test, onde apenas 2 dos autores ^(36,44) citaram o método de mensuração das pressões respiratórias máximas. Para realizar o Sniff Test, é necessário que o avaliado não tenha diagnóstico clínico de desvio de septo nasal, ou rinite, para que o resultado do teste seja mais fidedigno. O teste é realizado por meio da colocação de um clipe nasal em uma das narinas mantendo a narina contra lateral sem oclusão. Para realizar o Sniff Test deve-se conectar o clipe nasal em uma extremidade do prologamento (local onde seria conectado o bocal) enquanto a outra extremidade é ligada ao manovacuômetro na conexão de avaliação da PiMáx extremidade é ligada ao manovacuômetro na conexão de avaliação da PiMáx ⁽⁴⁴⁾.

CONCLUSÃO

As pressões respiratórias máximas constituem um meio eficiente para avaliar a força muscular respiratória. Existem diferentes técnicas e tipos de interfaces e aparelhos utilizados, interferindo também o nível de cooperação do paciente avaliado, sendo que esses fatores podem gerar diferença nos valores encontrados.

A avaliação das pressões respiratórias máximas, por meio da manovacuometria é geralmente realizada com o indivíduo na posição sentada, com o clipe nasal. A $P_{iMáx}$ é mensurada a partir do volume residual e a $P_{eMáx}$ a partir da capacidade pulmonar total. O tempo de sustentação do esforço é comumente mantido por um segundo e geralmente é realizado de três a seis manobras para obter duas manobras com valores aceitáveis sem que haja escape de ar. Mesmo sendo utilizado em grande escala, as limitações do exame da manovacuometria devem ser exploradas em futuros estudos, como a dificuldade de pacientes com dor pós-operatória e com dificuldade de compreensão do procedimento.

O exame manual do músculo diafragma é uma forma de classificar qualitativamente e funcionalmente a função deste músculo e apesar de subjetivo, é um valioso pilar do raciocínio clínico, pois além de avaliar isoladamente este músculo, pode ser detectadas disfunções unilaterais. O exame manual do diafragma é amplamente utilizado por fisioterapeutas especialistas em fisioterapia respiratória, terapia manual e em reeducação postural global (RPG).

A utilização do ultra-som se torna útil para a confirmação da paralisia diafragmática uni- ou bilateralmente, sendo que em pacientes com distrofia muscular o diafragma se torna mais espesso que o normal, e em indivíduos em ventilação mecânica, é possível confirmar a posição adequada do tubo endotraqueal, bem como a sobrecarga inspiratória em pacientes DPOC. A ultrassonografia, apesar de ser um método qualitativo e examinador-dependente, tem um grande potencial a ser explorado pelos fisioterapeutas e pode futuramente fazer parte da avaliação pneumo-funcional.

O Sniff Test é uma alternativa recentemente desenvolvida e representa a $P_{iMáx}$ atingida através de uma inspiração a partir da CRF transmitida por conexão via fossa nasal. Nesse tipo de teste a ativação dos músculos respiratórios, a relação

paciente/equipamento, o aprendizado e a realização podem ser mais simples que a Pimáx. Clinicamente, o *Sniff Teste* foi considerado um método de avaliação complementar no diagnóstico da fraqueza muscular inspiratória quando associado à medida de Pimáx.

Apesar da avaliação das pressões respiratórias máximas serem simples, ela depende da colaboração e coordenação do paciente avaliado, o que pode levar à imprecisão das avaliações e consequentemente, a um diagnóstico incorreto. O uso de um único teste pode não ser suficiente para identificar a disfunção muscular respiratória. Portanto, a combinação dos testes citados melhoraria a precisão do diagnóstico fisioterapêutico de acordo com os valores das pressões respiratórias máximas.

De acordo com os resultados encontrados no presente estudo conclui-se que a manovacuometria é o método mais utilizado para a avaliação dos músculos respiratórios através das pressões respiratórias máximas. Porém podemos observar a falta de padronização do método avaliativo, incluindo divergências entre o número de manobras necessárias para a obtenção do valor aceitável, oclusão nasal onde pode causar escape de ar e alterações nos resultados. Sugerimos assim que houvesse um protocolo específico para a aplicação do teste, tornando assim os valores mais fidedignos.

REFERENCIAS

- 1) Contesini, A, M.; 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
- 2) Machado, M,G,R. **Bases da fisioterapia respiratória: terapia intensiva e reabilitação**. Rio de Janeiro: Guanabara Kogan, 2012.
- 3) Luque, A.; et al. **Tratado da fisioterapia hospitalar: assistência integral ao paciente**. São Paulo: Atheneu Editora, 2012.
- 4) Sarmiento, G,J,V. **O ABC da Fisioterapia Respiratória**. Barueri, SP: Manole, 2009.
- 5) Tatantino, A.B. **Doenças pulmonares**. 6ª ed. RJ: Guanabara Koogan, 2008.
- 6) Onaga, F,I.; et al. Influência de diferentes tipos de bocais e diâmetros de traqueias na manovacuometria. **Fisioterapia em Movimento**, Vol. 23 no.2, Curitiba, Apr./June. 2010

- 7) Severino, F, G.; et al. Comparison between a national and a foreign manovacuometer for nasal inspiratory pressure measurement. **Revista Brasileira de Fisioterapia**; 14(5): 426-31, Sep-Oct. 2010
- 8) Dalfovo, M, S.; et al. Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Vol.2, n.4, p.01-13, Blumenau, Sem II. 2008
- 9) Rocha, C,B,J.; ARAÚJO, S. Avaliação das pressões respiratórias máximas em pacientes renais crônicos nos momentos pré e pós-hemodiálise. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**, Vol.32 no.1 São Paulo Jan./Mar. 2010
- 10) Fregadolli, P.; et al. Avaliação das pressões respiratórias através do bocal e máscara facial. **Revista Brasileira Clínica Médica**, 7:233-237. 2009
- 11) Gastaldi, A,C. Quantas medidas de pressões respiratórias são necessárias para se obterem medidas máximas em pacientes com tetraplegia? **Coluna/Columna**, Vol.8 no.4 São Paulo Oct/Dec. 2009
- 12) Ferreira, P,E,G.; et al. Efeitos de um programa de reabilitação da musculatura inspiratória no pós-operatório de cirurgia cardíaca. **Arquivos Brasileiro de Cardiologia**, Vol. 92 no.4 São Paulo Apr. 2009
- 13) Bastos, T,A,B.; et al. Influência da força muscular respiratória na evolução de pacientes com insuficiência cardíaca após cirurgia cardíaca. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, Vol.26 no.3 São José do Rio Preto July/Sept. 2011
- 14) Schnaider, J.; et al. Influência da força muscular respiratória pré-operatória na evolução clínica após cirurgia de revascularização do miocárdio. **Fisioterapia e Pesquisa**, Vol.17 no.1 São Paulo jan./mar. 2010
- 15) Carvalho, E,M.; et al. Força muscular e mortalidade na lista de espera de transplante de fígado. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, Vol.12 no.3 São Carlos May/June. 2008
- 16) Rodrigues, C,P.; et al. Efeito do treinamento muscular respiratório em pacientes submetidos à colecistectomia. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, V. 31, n. 2, p. 137-142, Londrina, Jul/Dez. 2010
- 17) Pereira, J, L.; et al. Capacidade funcional e força muscular respiratória de candidatos ao transplante hepático. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, 17(5): 315-318, set.-out. 2011.
- 18) Dunhan, C.; et al. Effects of high-intensity interval training on pulmonary function. **European Journal of Applied Physiology**, 112(8): 3061-8, Aug. 2012

- 19) Galant, L.; et al. Condição funcional, força muscular respiratória e qualidade de vida em pacientes cirróticos. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, 16(1): 30-34, jan.-fev. 2012
- 20) Kaminsk, D.M.; et al. Inspiratory muscle weakness is associated with autonomic cardiovascular dysfunction in patients with type 2 diabetes mellitus. **Clinical Autonomic Research**, 21(1): 29-35.Feb. 2011
- 21) Lomax, M.; et al. Inspiratory muscle warm-up and inspiratory muscle training: separate and combined effects on intermittent running to exhaustion. **Journal of Sports Science and Medicine**, 29(6): 563-9. Mar. 2011
- 22) Passareli, R.; et al. Avaliação da força muscular inspiratória (Pimáx) durante o desmame da ventilação mecânica em pacientes neurológicos internados na unidade de terapia intensiva. **Fisioterapia e Pesquisa**, 18(1): 48-53, jan.-mar. 2011
- 23) Silveira, J.; et al. Treinamento de músculos inspiratórios em pacientes com quadriplegia. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, 36(3): 313-319, maio-jun. 2010
- 24) Costa, T, R.; et al. Correlação da força muscular respiratória com variáveis antropométricas de mulheres eutróficas e obesas. **Revista da Associação Médica Brasileira**, Vol.56 no.4 São Paulo. 2010
- 25) Schleder, J,C.; et al. Otimização pulmonar em pacientes candidatos a cirurgia devido neoplasia de cabeça e pescoço - duas abordagens distintas **Revista Brasileira de Cirurgia de Cabeça e Pescoço**, V.40,nº 2. 2011.
- 26) Galant, L,H.; et al. capacidade aeróbica e a força muscular inspiratória estão correlacionadas em candidatos ao transplante hepático. **Arquivos de Gastroenterologia**, Vol.48 no.1 São Paulo Jan./Mar. 2011.
- 27) Lima, P,M,B.; et al. Estimulação elétrica nervosa transcutânea após cirurgia de revascularização miocárdica. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, Vol.26 no.4 São José do Rio Preto Oct./Dec. 2011
- 28) Junior, M,S,S.; et al. Força muscular respiratória de mulheres obesas mórbidas e eutróficas. **Fisioterapia e Pesquisa**, Vol.18 no.2 São Paulo Apr./June. 2011
- 29) Silva, V, G.; et al. Efeitos do treinamento muscular inspiratório nos pacientes em hemodiálise. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**, Vol.33 no.1 São Paulo Jan./Mar. 2011
- 30) Frankenstein, L.; et al; Validity, prognostic value and optimal cutoff of respiratory muscle strength in patients with chronic heart failure changes with beta-blocker treatment. **The European Journal of Cardiovascular Prevention e Rehabilitation**, Aug;16(4):424-9.2009

- 31) Summerhill. E.M.; et al. Monitoring Recovery From Diaphragm Paralysis With Ultrasound. **Chest Journal**, March, Vol 133, No. 3.2008
- 32) Kovelis, D.; et al. Função pulmonar e força muscular respiratória em pacientes com doença renal crônica submetidos à hemodiálise. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, Vol.34 no.11 São Paulo Nov. 2008
- 33) Silva, K,R.; et al. Fraqueza muscular esquelética e intolerância ao exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, Vol.12 no.3 São Carlos May/June. 2008
- 34) Llorensa, J,M.; et al. Nasal inspiratory pressure: an alternative for the assessment of inspiratory muscle strength? **Arch Bronconeumol**, ;47:169-75 - Vol. 47 Num.04 .2011
- 35) Yeldan, I; et al ; Comparison study of chest physiotherapy home training programmes on respiratory functions in patients with muscular dystrophy. **Clinical Rehabilitation**, Aug;22(8):741-8. 2008
- 36) Pinto, S.; Carvalho, M . Motor responses of the sternocleidomastoid muscle in patients with amyotrophic lateral sclerosis. **Muscle Nerve**. Oct;38(4):1312-7. 2008
- 37) Coelho, C,M. et al. Comparação entre parâmetros de pressões respiratórias máximas em indivíduos saudáveis. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, ;38(5):605-613. 2012
- 38) Fregonezi, G.; et al. Variação diurna de parâmetros de função pulmonar e de força muscular respiratória em pacientes com DPOC. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, 38(2):257-263, mar-abril. 2012.
- 39) Bianchi, P,D,A. Repercussão da Hemodiálise na Função Pulmonar de Pacientes com Doença Renal Crônica Terminal. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**, Vol. 31 nº 1 – Jan/Fev/Mar. 2009.
- 40) Charususin, N.; et al. Inspiratory muscle training protocol for patients with chronic obstructive pulmonary disease (IMTCO study): a multicentre randomised controlled trial. **BMJ Open** , [Volume 3, Issue 8](#). 2013
- 41) Hard, F.; et al. Sonographic measurement of diaphragm movement in patients with tetraplegia. **Spinal Cord**, 47(11): 832-4, Nov. 2009
- 42) Petrovic, M.; et al. Effects of inspiratory muscle training on dynamic hyperinflation in patients with COPD. **Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease** , 7: 797-805. 2012

- 43) Parreira, V, F.; et al. Evolução da força muscular respiratória no período pós-operatório de gastroplastia redutora. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, Vol.16 no.3 São Carlos May/June. 2012
- 44) Severino, F, G.; et al. Comparação entre o manovacuômetro nacional e o importado para medida da pressão inspiratória nasal. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, Vol.14 no.5 São Carlos Sept./Oct. 2010
- 45) Deturk,W, E.; et al. **Fisioterapia Cardiorrespiratória: baseada em evidências**. Porto Alegre: Art Med. 2007

ANEXO 1

Avaliação Clínica dos Músculos Inspiratórios (CUELLO, 1980; apud TARANTINO, 2008)

	EXCURSÃO INSPIRATÓRIA	CONSISTÊNCIA	VENCE RESISTENCIA
NORMAL	+	+	+
REGULAR	+	+	não
POBRE	-	não	não
VESTIGIO	Rítmico	não	não
PARALISIA	- ângulo sharpy	não	não