

Identificação de equipamentos e procedimentos utilizados por fisioterapeutas brasileiros para testes de *endurance* muscular inspiratória

Identification of equipment and procedures used by Brazilian physical therapists for inspiratory muscle endurance tests

Identificación de equipos y procedimientos utilizados por fisioterapeutas brasileños para pruebas de endurance muscular inspiratoria

Sabrina Costa Lima¹, Simone Nascimento Santos Ribeiro¹, Natália Freitas de Oliveira²,
Cristiana Meurer de Miranda³, Raquel Rodrigues Britto⁴, Dayane Montemezzo³

RESUMO | A avaliação da função dos músculos inspiratórios por meio do teste de *endurance* muscular inspiratória (EMI), definida como a capacidade de sustentação dessa tarefa ao longo do tempo, atualmente apresenta ampla variedade de instrumentos e procedimentos para sua mensuração. Este estudo teve como objetivo identificar os diferentes equipamentos, procedimentos e forma de avaliação dos testes de EMI entre fisioterapeutas brasileiros. É um estudo transversal realizado por meio de questionário enviado por correio eletrônico individualmente a cada participante. Cento e treze fisioterapeutas de diferentes regiões do país, grande parte com atuação conjunta na clínica e na docência (52,1%), responderam realizar poucas vezes a medida de EMI (48,7%). O manovacuômetro aneroide foi o aparelho mais utilizado por 42,5% dos profissionais. O clipe nasal e o bocal tubular de plástico rígido ou papel foram os acessórios mais utilizados durante o teste, correspondendo a 51,8% e 33%, respectivamente. O teste de ventilação voluntária máxima foi o mais utilizado para avaliação da *endurance* inspiratória, relatado por 23% dos respondentes. O teste de carga constante para avaliação da *endurance* foi adotado por 51,2% dos fisioterapeutas, sendo

que 54,9% associaram comandos verbais à demonstração para explicação do teste. A interpretação dos valores aferidos era feita através de valores de referência por 25,7% dos entrevistados. Identificou-se que os fisioterapeutas brasileiros entrevistados não apresentaram a mesma conduta para os testes de EMI. No entanto os equipamentos, procedimentos e a forma de avaliação são utilizados com base nas diretrizes sobre o tema e de acordo com a disponibilidade de recursos do serviço.

Descritores | Testes de Função Respiratória; Resistência Muscular Respiratória; Equipamentos para Diagnóstico; Fisioterapia.

ABSTRACT | The assessment of inspiratory muscles through the inspiratory muscle endurance test (IME), defined as the ability to support this task over time, currently presents wide range of instruments and procedures for its measurement. This study aimed to identify the different equipment, procedures and assessments of IME tests among Brazilian physical therapists. It is a cross-sectional study carried out through a questionnaire sent individually by electronic mail to each participant. One hundred and thirteen physical therapists from different regions

Estudo desenvolvido no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório do Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) – Belo Horizonte (MG), Brasil.

¹Instituto de Pesquisa e Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Médicas de Minas Gerais (FCM-MG), Belo Horizonte – MG, Brasil.

²Fisioterapeuta, Belo Horizonte – MG, Brasil.

³Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Departamento de Fisioterapia do Centro de Ciências da Saúde e do Esporte da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis (SC), Brasil.

⁴Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte (MG), Brasil.

Endereço para correspondência: Dayane Montemezzo – Departamento de Fisioterapia do Centro de Ciências da Saúde e do Esporte da Universidade do Estado de Santa Catarina – Rua Pascoal Simone, 358, Coqueiros – Florianópolis (SC), Brasil – CEP: 88080-350 – Telefone: + 55 48 3664 8621 – E-mail: dayane.montemezzo@udesc.br – Fonte de financiamento: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais – Conflito de interesses: Nada a declarar – Apresentação: 13 ago. 2017 – Aceito para publicação: 9 fev. 2018 – Estudo aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP-UFMG) sob o protocolo número CAAE: 21864913.7.0000.5149.

of the country, many practicing in the clinic and in the teaching field (52.1%), said they measured IME a few times (48.7%). The aneroid manovacuometer was used by 42.5% of the professionals. The nose clip and the hard plastic or paper tubular incentive spirometer were the most used accessories during the test, corresponding to 51.8% and 33%, respectively. The maximum voluntary ventilation test was used to assess the inspiratory endurance, reported by 23% of the respondents. The constant load test for endurance assessment was adopted by 51.2% of the physical therapists, and 54.9% associated verbal commands with the demonstration for the test application. The interpretation of the measured values was made with reference values by 25.7% of respondents. We identified that Brazilian physical therapists interviewed did not show the same conduct for IME tests. However, the equipment, procedures and assessment form are used based on the guidelines on the subject and according to the availability of resources of the service.

Keywords | Respiratory Functional Tests; Respiratory Muscle Endurance; Diagnostic Equipment; Physical Therapy.

RESUMEN | La evaluación de la función de los músculos inspiratorios a través del entrenamiento muscular inspiratorio (EMI), definida como la capacidad de sustentación de esta tarea a lo largo del tiempo, actualmente presenta una amplia variedad de instrumentos y procedimientos para su medición. Este estudio tuvo como objetivo

identificar los diferentes equipos, procedimientos y forma de evaluación de las pruebas de EMI entre fisioterapeutas brasileños. Es un estudio transversal realizado por medio de un cuestionario enviado por correo electrónico a cada participante. Ciento trece fisioterapeutas de diferentes regiones del país, que en gran parte actúan a la vez en la clínica y en la enseñanza (52,1%), dijeron realizar pocas veces la medida de EMI (48,7%). El manovacuómetro aneroide fue el aparato más utilizado por el 42,5% de los profesionales. El clip nasal y la boquilla tubular de plástico rígido o papel fueron los accesorios más utilizados durante la prueba, correspondiendo al 51,8% y al 33%, respectivamente. La prueba de ventilación voluntaria máxima fue la más utilizada para la evaluación de la resistencia respiratoria, reportada por el 23% de los entrevistados. La prueba de carga constante para la evaluación de la resistencia se adoptó por el 51,2% de los fisioterapeutas, siendo que el 54,9% asoció comandos verbales a la demostración para la explicación de la prueba. La interpretación de los valores evaluados se hacía a través de valores de referencia por el 25,7% de los entrevistados. Se identificó que los fisioterapeutas brasileños entrevistados no presentaron la misma conducta para las pruebas de EMI. Sin embargo, los equipos, procedimientos y la forma de evaluación se utilizan con base en las directrices sobre el tema y de acuerdo con la disponibilidad de recursos del servicio.

Palabras clave | Pruebas de Función Respiratoria; Resistencia Muscular Respiratoria; Equipo para Diagnóstico; Fisioterapia.

INTRODUÇÃO

A avaliação da função dos músculos inspiratórios pode ser obtida por meio de medidas das propriedades de força e *endurance*, as quais, operacionalmente, são investigadas por meio dos testes de pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) e de *endurance* muscular inspiratória (EMI)¹. O teste de PI_{máx} infere sobre a capacidade do grupo de músculos inspiratórios de gerar força máxima, e a EMI reflete a capacidade de sustentação de determinada tarefa ao longo do tempo^{1,2}. Embora ambas as medidas se apresentem estreitamente relacionadas a algumas condições de saúde, e a PI_{máx} seja amplamente aceita e empregada, a medida de *endurance* inspiratória se faz importante para avaliação clínica e investigação de populações específicas em respostas a tratamentos e programas de reabilitação, por exemplo, em indivíduos com asma, fibrose cística, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC)³, após infarto agudo do miocárdio⁴, e em estudos com crianças e adolescentes⁵.

A ampla variedade de procedimentos para mensurar a EMI difere no tipo de tarefa executada, sendo caracterizada

por diferentes padrões de recrutamento motor e de sinergismo muscular. A tarefa é mantida até o ponto de inabilidade, sendo definido como falência. Sob esse conceito, em altos níveis de intensidade são realizadas poucas repetições de uma tarefa; ao contrário, com a diminuição da carga, a tarefa pode ser sustentada por um tempo maior. Outra estimativa de EMI é feita usando incrementos na intensidade da tarefa por um período de tempo até identificar o pico, ou seja, a máxima sobrecarga mantida. Nesse caso, a falência também é definida como a incapacidade de manter a tarefa².

De acordo com as diretrizes das sociedades científicas *American Thoracic Society* e da *European Respiratory Society* (ATS/ERS)³, apesar da variedade de procedimentos descritos, os principais para esse fim são as medidas de atividade muscular respiratória, os testes ventilatórios, os testes de carga externa e aqueles específicos para o diafragma^{2,6}. Dentre os testes de cargas externas, o tipo de sobrecarga mais empregado é a linear, na qual determinada pressão é requerida para a abertura da válvula inspiratória, independente do fluxo e do volume. Nesse tipo de técnica, a carga pode ser constante ou incremental. Ainda existem

outros três tipos de sobrecarga: a resistiva, na qual a pressão requerida depende do fluxo, sendo necessário atingir uma pressão alvo para que a intensidade de carga seja adequada; a elástica, em que a pressão depende do volume corrente; e, por último, a de fluxo constante^{2,7}.

Dentre os tipos de aparelhos utilizados para avaliação da EMI, existem aqueles de resistência alinear e linear. No primeiro, são utilizados orifícios de tamanhos diferentes, e o padrão respiratório adotado pelo indivíduo é proporcional à resistência e à carga aplicada aos músculos inspiratórios. O tamanho do orifício exerce influência sobre a pressão inspiratória gerada e também sobre a taxa de fluxo inspirada⁸. Já nos resistores lineares, a pressão inspiratória não depende do fluxo, uma vez que esse modelo apresenta uma válvula calibrada. O indivíduo gera pressão limite, pré-determinada a cada respiração, capaz de abrir a válvula e permitir fluxo aéreo. Este último modelo, através do *threshold loading*, é recomendado e utilizado na prática clínica e com maior frequência nos estudos para avaliação e treinamento dos músculos inspiratórios⁹ (TMI), com cargas contínuas ou incrementais¹⁰.

Como alternativa para abordagem das limitações das técnicas e dos equipamentos disponíveis atualmente, tem sido estudado e desenvolvido um novo dispositivo cuja sobrecarga é fornecida por uma válvula controlada eletronicamente e ajustada dinamicamente, que fornece variáveis representativas da magnitude da tarefa submetida aos músculos inspiratórios, como trabalho externo e potência. Esse dispositivo foi validado por um equipamento padrão-ouro por meio de um teste de *endurance* com uma carga representativa de $55 \pm 13\%$ de sua PImáx. A válvula realiza ajustes em tempo real para acomodar as mudanças de fluxo respiratório e manter a mesma intensidade relativa (percentual da PImáx) no espectro da capacidade vital¹¹.

Somada à falta de padronização metodológica e à ausência de dispositivos disponíveis comercialmente, o emprego do teste de EMI ainda é incipiente na prática clínica dos fisioterapeutas. Diante dessa perspectiva, o objetivo deste estudo foi identificar os diferentes equipamentos, procedimentos e forma de avaliação dos testes de EMI entre fisioterapeutas brasileiros atuantes na prática clínica e/ou pesquisa na área de fisioterapia cardiopulmonar e fisioterapia em terapia intensiva.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo transversal, realizado por meio da aplicação de um questionário elaborado no *site SurveyMonkey*[®] e enviado por correio eletrônico

individualmente a cada participante. Previamente, os participantes foram informados quanto ao conteúdo e ao objetivo do questionário, sendo este respondido somente após a leitura e aceitação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). No TCLE havia a opção de declinar da participação no estudo. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

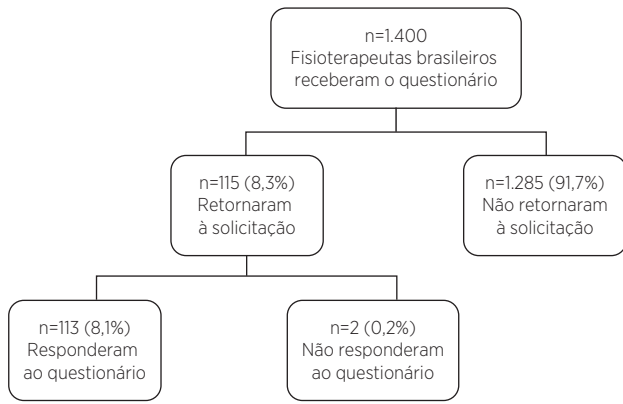
O questionário, elaborado com base na literatura específica sobre os testes de EMI, contém o total de 19 questões, sendo 18 questões de múltipla escolha (grande parte com quatro alternativas e apenas uma opção de resposta) e uma questão discursiva. As perguntas iniciais (questões de número 1 a 9) eram relativas à caracterização dos profissionais, seguidas por perguntas referentes aos equipamentos, procedimentos, e à forma de interpretação das medidas (questões de número 10 a 19). Nas questões referentes aos acessórios utilizados para o teste e à carga utilizada para avaliação era possível mais de uma resposta, dentre sete e cinco alternativas, respectivamente. Ao final, foi reservado um espaço para eventuais comentários. Previamente ao seu envio, o questionário foi apreciado separadamente por quatro fisioterapeutas especialistas da área quanto aos critérios de abrangência, objetividade e pertinência. Após a apreciação, o instrumento sofreu pequenas alterações segundo as críticas e sugestões manifestadas, resultando na versão final utilizada.

O questionário foi enviado aos profissionais membros da Associação Brasileira de Fisioterapia Cardiopulmonar e Fisioterapia em Terapia Intensiva (Assobrafir). Inicialmente, foi realizado contato com a diretoria científica da associação, que viabilizou o direcionamento do questionário aos profissionais, o qual foi reenviado após 30 dias com o objetivo de englobar um maior número de fisioterapeutas.

Os dados de respostas extraídos do *site SurveyMonkey*[®] foram convertidos para planilhas do *Microsoft Office Excel* (*Excel*[®], Redmond, WA, USA), versão 10.0, e posteriormente analisados no *software Statistical Package for Social Science* (*SPSS*[®], Chicago, IL, USA), versão 15.0. Na análise descritiva, os dados foram representados em frequência (absoluta, n e/ou relativa, %).

RESULTADOS

O questionário foi enviado para 1.400 fisioterapeutas, dos quais 115 retornaram a solicitação, sendo que 113 (8,1%) responderam ao questionário e dois se recusaram a participar por meio do TCLE, conforme ilustra o fluxograma da Figura 1.



n: frequência absoluta; %: frequência relativa.

Figura 1. Fluxograma de envio e participação dos fisioterapeutas brasileiros

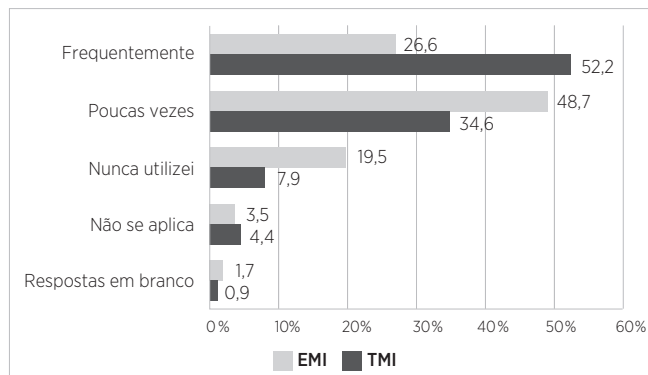
Em relação à área de atuação, grande parte dos fisioterapeutas que responderam ao questionário têm atuação conjunta na clínica e na docência (52,1%), e o tempo médio de atuação profissional foi de 12,3±8,1 anos. Quanto à formação acadêmica, profissionais com especialização e mestrado somaram juntos 77% da amostra. A Tabela 1 apresenta os dados referentes à caracterização profissional dos participantes.

Embora 48,7% dos profissionais tenham alegado realizar poucas vezes a medida de EMI, 52,2% frequentemente realizam o TMI, conforme ilustra o Gráfico 1. Em relação ao desenvolvimento de pesquisa relacionada ao tema, 69,1% dos fisioterapeutas responderam que nunca participaram.

Tabela 1. Caracterização dos profissionais que compuseram a amostra

		Opções de respostas	%	(n)
Área de atuação		Prioritariamente atuação clínica	30,9	35
		Prioritariamente atuação na pesquisa/docência	15,9	18
		Parcialmente atuação clínica e pesquisa/docência	52,1	59
		Respostas em branco	1,1	1
Último título de qualificação		Graduação	0,9	1
		Especialização	38,1	43
		Mestrado	38,9	44
		Doutorado	22,1	25
	Respostas em branco	-	-	
Título de especialista Assobrafir		Sim	46,1	52
		Não	51,3	58
		Respostas em branco	2,6	3
Área geográfica de atuação		Norte	8,8	10
		Nordeste	30,1	34
		Sudeste	31,0	35
		Centro-Oeste	11,4	13
		Sul	17,0	19
	Respostas em branco	1,7	2	
Local de atuação		Rede pública	44,2	50
		Rede privada	23,1	26
		Parcialmente em rede pública e privada	31,8	36
		Respostas em branco	0,9	1

%: frequência relativa; n: frequência absoluta. Assobrafir: Associação Brasileira de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva.



EMI: endurance muscular inspiratória; TMI: treinamento muscular inspiratório.

Gráfico 1. Frequência relativa do emprego da medida de endurance muscular inspiratória e do treinamento muscular inspiratório

A Tabela 2 apresenta as características dos equipamentos e acessórios utilizados para o teste da EMI. Observa-se que o manovacuômetro aneroide foi o modelo mais utilizado pelos profissionais, assim como o cilpe nasal e o bocal tubular de plástico rígido ou de papel são os acessórios mais utilizados durante o teste.

Em relação ao equipamento utilizado para a medida de endurance, 25,8% dos fisioterapeutas utilizam o mesmo aparelho para medida e treinamento dos músculos inspiratórios; no entanto a maior parte da amostra (53,9%) não utiliza o mesmo equipamento para medida da EMI e para o TMI.

Tabela 2. Características dos equipamentos e acessórios utilizados durante o teste de *endurance* muscular inspiratória

Opções de respostas		%	(n)
Tipo de equipamento	Manovacuômetro aneroide (analógico)	42,5	48
	Transdutor eletrônico de pressão (manovacuômetro digital)	5,3	6
	Threshold® IMT	15,0	17
	Powerbreathe®	10,6	12
	Outro	7,1	8
	Não se aplica	18,6	21
	Resposta em branco	0,9	1
Acessórios	Bocal tipo mergulhador	9,8	11
	Bocal tubular de plástico rígido ou de papel	33,0	37
	Bocal de plástico tipo Voldyne® ou Coach®	24,1	27
	Clipe nasal	51,8	58
	Não é utilizado bocal	0,9	1
	Não é utilizado clipe nasal	1,8	2
	Não se aplica	33,9	38
Resposta em branco	-	-	

%; frequência relativa; n: frequência absoluta.

O teste de ventilação voluntária máxima é o mais utilizado para avaliação da EMI, sendo relatado por 23% dos fisioterapeutas, seguido dos testes de carga externa com carga incremental máxima e de carga inspiratória constante (Tabela 3). Em relação à carga (% da PImáx) utilizada para

avaliação da *endurance*, 51,2% dos fisioterapeutas adotam o teste de carga constante, 42,5% utilizam o percentual inicial da PImáx no teste de carga incremental, e 28,7% responderam usar o aumento sucessivo da PImáx; já os demais 35% utilizam outro tipo de teste ou disseram não aplicar.

Tabela 3. Distribuição do tipo de teste utilizado para avaliação da *endurance* muscular inspiratória

Opções de respostas	%	(n)
Teste de capacidade ventilatória máxima sustentada, em condições isocápnicas	5,3	6
Teste de ventilação voluntária máxima	23,0	26
Teste de carga incremental máxima	22,1	25
Teste de carga inspiratória constante	14,2	16
Outro	5,3	6
Não se aplica	26,6	30
Resposta em branco	3,5	4

%; frequência relativa; n: frequência absoluta.

Sobre a explicação repassada ao indivíduo antes da realização do teste de EMI, 54,9% (52) dos fisioterapeutas associaram comandos verbais à demonstração, enquanto 16,9% (19) realizaram apenas comando verbal, e menos de 1% (1) utilizou apenas demonstração; os demais, 27,4% (30), responderam “não se aplica”. Durante a execução do teste, somente 63,7% (71) dos entrevistados utilizaram algum tipo de comando verbal. No entanto, 46,1% (52) não utilizaram qualquer estímulo durante a execução do teste de EMI. E 35,4% (40) dos profissionais utilizaram algum tipo de orientação em relação ao padrão respiratório durante a execução do teste.

No que diz respeito à interpretação dos valores aferidos, 73,5% (83) dos entrevistados responderam. Destes, 25,7% (29) utilizaram valores de referência, enquanto 21,2% (24)

adotaram equações preditivas, e os demais utilizaram outra forma de interpretação ou disseram que a pergunta não se aplicava – 8,9% (10) e 17,7% (20), respectivamente.

Por último, o espaço destinado para eventuais comentários (opcional) foi preenchido por 20,3% (23) da amostra. Nos comentários, os fisioterapeutas mencionaram a falta de equipamentos necessários para realização da medida de *endurance* e de TMI, principalmente na rede pública (8,9%). Outros 6,9% descreveram que apenas realizam a medida de pressão inspiratória e expiratória máximas (PImáx e PEmáx), e não a de EMI. Além disso, foi citada a dificuldade de adoção de protocolos em unidades de terapia intensiva (UTI) e também a ausência de profissionais capacitados para realização dos procedimentos (4,5%).

DISCUSSÃO

Este estudo, cujo objetivo foi identificar os equipamentos, procedimentos e a forma de interpretação dos testes de EMI adotados entre fisioterapeutas brasileiros, apresentou como principal resultado que os profissionais que preencheram e responderam ao questionário não apresentam uma conduta semelhante dentro de sua rotina de trabalho. Além disso, foi possível apresentar aos profissionais da área um breve panorama no que diz respeito à aplicabilidade da medida de EMI no país.

Os profissionais, em sua maioria (31%) residentes na região Sudeste do país, apresentam especialização e mestrado como as principais formações acadêmicas, além de atuarem parcialmente na docência e na clínica, grande parte na rede pública. Esses resultados, em similaridade com outros estudos^{12,13}, refletem a região do país com maior concentração de profissionais e de centros de ensino e pesquisa em fisioterapia.

Sobre as condições de força e EMI, a PImáx foi o teste utilizado com maior frequência também pelos profissionais entrevistados neste estudo. É um teste utilizado para avaliação da força muscular inspiratória global^{14,15} e sugerido como parâmetro diagnóstico para fraqueza muscular inspiratória^{16,17}. A relevância da PImáx como medida única parece ser insuficiente para retratar a função dos músculos inspiratórios, uma vez que, do ponto de vista clínico e fisiológico, raramente os indivíduos necessitam gerar pressões máximas durante as atividades de vida diária (AVD). Como as demandas para esses músculos durante as AVD são submáximas e, na maioria das vezes, requerem um tempo maior de atividade muscular, possivelmente medidas de função dos músculos inspiratórios ao longo do tempo têm maior relevância clínica e funcional do que as medidas de força feitas isoladamente^{6,18}. Portanto, considerando a demanda submáxima dos músculos inspiratórios, os testes de *endurance* apresentam maior relevância do ponto de vista funcional¹⁸.

Para o tipo de equipamento mais utilizado para medida de EMI, os resultados corroboram com o estudo de Montemezzo et al.¹⁵, segundo o qual o tipo de manovacuômetro mais utilizado no Brasil é o analógico. Já o modelo comumente mais utilizado para a medida da *endurance*^{10,19}, o *Threshold*[®] IMT, foi adotado por 15% dos entrevistados, porém possui como fator limitante a faixa de aplicação de pressão inspiratória restrita a 40 cmH₂O²; ao passo que o modelo cuja carga

é ajustada eletronicamente foi utilizado por 10,6% dos fisioterapeutas da amostra. Esses resultados refletem a realidade da prática clínica dos profissionais brasileiros: apesar de os equipamentos digitais apresentarem vantagens consideráveis³, ainda são pouco acessíveis.

Sobre os acessórios, estudos verificaram a influência do formato dos diferentes tipos de bocais utilizados nas mensurações das PImáx e PEmáx. Gibson²⁰ desenvolveu um estudo de revisão sobre medidas da força muscular respiratória e concluiu que a mensuração das pressões respiratórias máximas (PRM) é fortemente influenciada pelo tipo de bocal; entretanto os resultados dessa revisão não sugerem um tipo mais adequado para a realização das medidas. Já os estudos de Koulouris et al.²¹ e de Rubinstein et al.²² concluíram que a interface entre o indivíduo e o manovacuômetro influencia nos valores das PRM uma vez que, de acordo com o bocal utilizado, há diferença no que diz respeito à ativação e à coordenação dos grupos musculares. Nesse sentido, um estudo recente²³ sugere que sejam utilizados bocais que garantam maior conforto ao indivíduo durante a execução do teste. Até o momento não foram encontrados estudos que analisaram a influência das interfaces nas medidas de EMI. Entretanto, especula-se que pode haver contribuição do uso de acessórios na capacidade desenvolvida nos testes de EMI. Futuros estudos são necessários para encaminhar essa questão.

Em relação aos testes para medida de EMI, embora 23% dos voluntários tenham relatado utilizar o teste de ventilação voluntária máxima, somados, 36,3% dos fisioterapeutas responderam utilizar os testes de carga externa, com carga incremental ou constante. De acordo com Hill et al.¹⁸, os testes de resistência externa têm como desfecho a máxima carga pressórica sustentada no protocolo de carga incremental ou o tempo até a exaustão no protocolo de carga constante. Uma vantagem desses tipos de teste de EMI é a facilidade de controlar as variáveis de desfecho, ou seja, a carga sustentada e o tempo gasto para sua execução^{2,6}.

Para o tipo de sobrecarga utilizada para avaliação da EMI existem variados protocolos descritos na literatura. Johnson, Cowley e Kinnear¹⁹ estabeleceram um protocolo com carga linear progressiva sustentável por dois minutos. A técnica com pressão inicial de 10 cmH₂O, consistiu em aumentos progressivos de pressão de 5 cmH₂O a cada dois minutos, a qual era interrompida quando o indivíduo não conseguia abrir a válvula pressórica por duas incursões respiratórias consecutivas. Esse tipo de protocolo, com carga incremental, foi relatado por 28,7%

da amostra. Martyn *et al.*²⁴ utilizaram uma resistência inspiratória linear com aumentos progressivos para medir a performance dos músculos inspiratórios. O protocolo consiste em inspiração a partir de 30% da PImáx com aumento da carga a cada dois minutos, de 5 a 10% da PImáx. A maior carga mantida por dois minutos era registrada. Esse tipo de protocolo foi adotado por 42,5% dos entrevistados e é considerado mais vantajoso por não depender de grande treinamento por parte do indivíduo²⁴.

Assim como no estudo de identificação dos equipamentos e procedimentos para medidas de pressões respiratórias máximas¹⁵, grande parte dos entrevistados associa comando verbal à demonstração para explicar o teste de EMI e utiliza-o durante a sua execução. No entanto apenas 26% dos entrevistados utilizam algum tipo de *feedback* durante a execução do teste, ao passo que 46,1% não adotam essa prática. Uma vez se tratando de um teste dependente de esforço, é possível que esses estímulos exerçam influência sobre o desempenho do indivíduo. Sobre o tipo de padrão respiratório adotado durante o teste, utilizado por pouco mais de um terço dos profissionais, comumente os indivíduos são orientados a manter uma respiração diafragmática com frequência de 15 a 20 incursões respiratórias por minuto, como utilizado por Dall’Ago *et al.*²⁵.

Diferentemente das medidas de PImáx e PEmáx, que apresentam equações de referência para a população adulta brasileira^{26,27}, para as medidas de *endurance* inspiratória parece ainda não haver valores normativos. No entanto as diretrizes ATS/ERS³ oferecem equações e valores de referência utilizados para medida de EMI. Em comum, essas referências apresentam estudos realizados com pequeno número amostral. Foram relatados valores médios entre 52 e 77% da PImáx para o método de carga máxima sustentada e entre 80 e 94% da PImáx com o método incremental. Em contrapartida, um estudo observacional transversal⁵ realizado com 462 crianças e adolescentes brasileiros saudáveis, de 4 a 18 anos, estabeleceu valores de referência para EMI a partir de dois protocolos. No protocolo de carga incremental foi utilizada uma carga fixa de 30% da PImáx com incremento de 10% a cada dois minutos. Já no protocolo de carga máxima foi utilizada uma carga fixa de 70% da PImáx e mensurado o tempo limite alcançado até a exaustão. Observou-se que a EMI pode ser explicada em função da idade ($r=0,51$; $p=0,0001$), da altura ($r=0,53$; $p=0,0001$) e da PImáx ($r=0,79$; $p=0,0001$), e que o primeiro protocolo apresentou melhores resultados, devendo ser o modelo de escolha para avaliação da EMI entre crianças e adolescentes.

Hart *et al.*²⁸ propôs um novo teste clínico cujo objetivo foi desenvolver um método clinicamente viável para medida de EMI usando carga negativa de pressão inspiratória. O estudo foi realizado com 30 indivíduos saudáveis expostos à mesma pressão alvo (70% da pressão esofágica máxima). Oito pacientes com esclerose sistêmica/doença pulmonar intersticial foram estudados para avaliar a validade e a aceitabilidade da técnica. Os resultados confirmam que o tempo de *endurance* pode ser expresso como uma função da relação carga/capacidade respiratória em uma série de estratégias respiratórias, usando uma carga constante e submáxima de pressão negativa. O uso dessa relação pode detectar alterações na *endurance* muscular respiratória de indivíduos com disfunções cardiorrespiratórias. Além disso, a pressão da boca reflete com precisão os dados esofágicos, e a avaliação não invasiva da EMI permitirá que, futuramente, valores de normalidade sejam estabelecidos em uma população maior.

Quanto à frequência do TMI na prática clínica, embora pouco mais da metade da amostra tenha relatado realizá-lo com frequência, 34,6% alegaram utilizar poucas vezes o treinamento, e 7,9% nunca utilizaram. Esses resultados coincidem com um estudo transversal²⁹ realizado na França com 265 fisioterapeutas das UTI. Através de um questionário específico, apenas 36% dos profissionais entrevistados declararam usar o TMI. Entre as principais razões para a sua não utilização, 64% apontaram falta de conhecimento dessa técnica em pacientes ventilados. De modo geral, o estudo identificou que a maioria dos entrevistados que utilizam o TMI usam métodos de eficácia incerta e sem avaliação da pressão inspiratória máxima ($p<0,0001$).

Este estudo de caráter quantitativo teve como limitação a baixa adesão dos profissionais que receberam o questionário por e-mail – apenas 8,1% dos entrevistados responderam. Essa taxa de aproveitamento foi menor do que em outros estudos^{30,31}, nos quais questionários impressos foram enviados via correio convencional e cuja taxa de aproveitamento das respostas variou entre 12 e 25%; já em uma pesquisa realizada via telefone a taxa de resposta chegou a 99%²⁹. Além da baixa taxa de adesão, algumas questões não foram respondidas em sua totalidade pelos participantes, sendo deixadas em branco. Além disso, a literatura que aborda o assunto é restrita, e pressupõe-se que a falta de padronização metodológica no que diz respeito à medida de EMI pode levar a resultados conflitantes nas pesquisas e também na prática clínica.

CONCLUSÃO

Embora os fisioterapeutas brasileiros entrevistados não apresentem uma conduta semelhante em relação aos testes para medida de EMI, o questionário adotado permitiu identificar que os testes têm sido realizados, por parte da amostra, com base nas diretrizes publicadas sobre o tema e de acordo com a disponibilidade de recursos de cada serviço. E, mesmo com condutas diferentes, os equipamentos, procedimentos e a forma de avaliação adotados apresentam dados efetivos para o que se propõem analisar. Diante do impacto desses resultados, futuros estudos se fazem necessários em direção a uma recomendação dos equipamentos e métodos dos testes de EMI, a exemplo dos testes de PImáx e PEmáx, contribuindo positivamente para a atuação fisioterapêutica na prática clínica e para os avanços nas pesquisas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos pela disponibilidade e pelas valiosas contribuições para construção do questionário utilizado neste estudo às fisioterapeutas Verônica Franco Parreira, PhD; Giane Amorin Ribeiro-Samora, PhD; Liliane Patrícia Souza Mendes, MSc; e Letícia Silva Gabriel, MSc. À Assobrafir, nosso agradecimento pelo importante auxílio no direcionamento do material aos sócios profissionais.

REFERÊNCIAS

- Macklem PT. The diaphragm in health and disease. *J Lab Clin Med.* 1982;99(5):601-10.
- Clanton T, Calverly PM, Celli BR. Tests of respiratory muscle endurance. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(4):559-70. doi: 10.1164/rccm.166.4.518
- American Thoracic Society, European Respiratory Society. ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(4):518-624. doi:10.1164/rccm.166.4.518
- Neves LMT, Karsten M, Neves VR, Beltrame T, Borghi-Silva A, Catai AMC. Respiratory muscle endurance is limited by lower ventilatory efficiency in post-myocardial infarction patients. *Braz J Phys Ther.* 2014;18(1):1-8. doi: 10.1590/S1413-35552012005000134
- Woszezenki CT, Heinzmann-Filho JP, Vendrusculo FM, Piva TC, Levices I, Donadio MVF. Reference values for inspiratory muscle endurance in healthy children and adolescents. *PLoS ONE.* 2017;12(1):1-12. doi: 10.1371/journal.pone.0170696
- Sturdy GA, Hillman DR, Green DJ, Jenkins SC, Cecins NM, Eastwood PR. The effect of learning on ventilatory responses to inspiratory threshold loading in COPD. *Respir Med.* 2004;98(1):1-8. doi: 10.1016/j.rmed.2003.07.005
- Gosselink R, Wagenaar RC, Decramer M. Reliability of a commercially available threshold loading device in healthy subjects and in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax.* 1996;51(6):601-5.
- Belman MJ, Thomas SG, Lewis MI. Resistive breathing training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest.* 1986;90(5):662-9. doi: 10.1378/chest.90.5.662
- Johnson PH, Cowley AJ, Kinnear WJM. Evaluation of the Threshold® trainer for inspiratory muscle endurance training: comparison with the weighted plunger method. *Eur Respir J.* 1996;9(12):2681-4. doi: 10.1183/09031936.96.09122681
- Alves LA, Brunetto AF. Adaptação do Threshold® IMT para teste de resistência dos músculos inspiratórios. *Rev Bras Fisioter.* 2006;10(1):105-12. doi: 10.1590/S1413-35552006000100014
- Langer D, Jacome C, Charusin N, Scheer H, McConnel A, Decramer M, et al. Measurement validity of an electronic inspiratory loading device during a loaded breathing task in patients with COPD. *Respir Med.* 2013;107(4):633-5. doi: 10.1016/j.rmed.2013.01.020
- Coury HJCG, Vilella I. Profile of the Brazilian physical therapy researcher. *Braz J Phys Ther.* 2009;13(4):356-63. doi: 10.1590/S1413-35552009005000048
- Costa D. Ten years of stricto sensu postgraduate programs in physical therapy in Brazil: what has changed? *Braz J Phys Ther.* 2007;11(1):1-2. doi: 10.1590/S1413-35552007000100001
- Green M, Road J, Sieck GC, Similowski C. Tests of respiratory muscle strength. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(4):528-47. doi: 10.1164/rccm.166.4.518
- Montemezzo D, Velloso M, Britto RR, Parreira VF. Pressões respiratórias máximas: equipamentos e procedimentos usados por fisioterapeutas brasileiros. *Fisioter Pesq.* 2010;17(2):147-52. doi: 10.1590/S1809-29502010000200010
- Charusisin N, Gosselink R, Decramer M, McConnell A, Saey D, Maltais F, et al. Inspiratory muscle training protocol for patients with chronic obstructive pulmonary disease (IMTCO study): a multicentre randomised controlled trial. *BMJ Open.* 2013;3(8):1-7. doi: 10.1136/bmjopen-2013-003101
- Lötters F, van Tol B, Kwakkel G, Gosselink R. Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *Eur Respir.* 2002;20(3):570-6. doi: 10.1183/09031936.02.00237402
- Hill K, Jenkins SC, Philippe DL, Shepherd KL, Hillman DR, Eastwood PR. Comparison of incremental and constant load tests of inspiratory muscle endurance in COPD. *Eur Respir J.* 2007;30(3):479-86. doi: 10.1183/09031936.00095406
- Johnson PH, Cowley AJ, Kinnear WJM. Incremental threshold loading: a standard protocol and establishment of a reference range in naïve normal subjects. *Eur Respir J.* 1997;10(12):2868-71. doi: 10.1183/09031936.97.10122868
- Gibson GJ. Measurement of respiratory muscle strength. *Respir Med.* 1995;89(8):529-35. doi: 10.1016/0954-6111(95)90153-1
- Koulouris N, Mulvey DA, Laroche CM, Green M, Moxham J. Comparison of two different mouthpieces for the measurement of PImax and PEmax in normal and weak subjects. *Eur Respir J.* 1988;1(9):863-7.

22. Rubinstein I, Slutsky AS, Rebeck AS, McClean PA, Boucher R, Szeinberg A, et al. Assessment of maximal expiratory pressure in healthy adults. *J Appl Physiol*. 1988;64(5):2215-9. doi: 10.1152/jappl.1988.64.5.2215
23. Montemezzo D, Vieira DS, Tierra-Criollo CJ, Britto RR, Velloso M, Parreira VF. Influence of 4 interfaces in the assessment of maximal respiratory pressures. *Respir Care*. 2012;57(3):392-8. doi: 10.4187/respcare.01078
24. Martyn JB, Moreno RH, Paré PD, Pardy RL. Measurement of inspiratory muscle performance with incremental threshold loading. *Am Respir Dis*. 1987;135(4):919-23.
25. Dall'Ago P, Chiappa GR, Guths H, Stein R, Ribeiro JP. Inspiratory muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness: a randomized trial. *J Am Coll Cardiol*. 2006;47(4):757-63. doi: 10.1016/j.jacc.2005.09.052
26. Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol*. 2002;28(Supl 3):S155-65.
27. Pessoa IMBS, Neto MH, Montemezzo D, Silva LAM, Andrade AM, Parreira VF. Predictive equations for respiratory muscle strength according to international and Brazilian guidelines. *Braz J Phys Ther*. 2014;18(5):410-8. doi: 10.1590/bjpt-rbf.2014.0044
28. Hart N, Hawkins P, Hamnegård CH, Green M, Moxham J, Polkey MI. A novel clinical test of respiratory muscle endurance. *Eur Respir J*. 2002;19(2):232-239. doi: 10.1183/09031936.02.00247602
29. Bonnevie T, Villiot-Danger JC, Gravier FE, Dupuis J, Prieur G, Médrinal C. Inspiratory muscle training is used in some intensive care units, but many training methods have uncertain efficacy: a survey of French physiotherapists. *J Physiother*. 2015;61(4):204-9. doi: 10.1016/j.jphys.2015.08.003
30. Carling C. International questionnaire postal response rate: an experiment comparing no return postage to provision of International Postage Vouchers - "Coupon-Réponse International". *BMC Health Serv Res*. 2004;4:16[3 p.]. doi: 10.1186/1472-6963-4-16
31. Edwards PJ, Roberts I, Clarke MJ, Diguseppi C, Wentz R, Kwan I, et al. Methods to increase response to postal and electronic questionnaires. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009;3:MR000008 [527 p.]. doi: 10.1002/14651858.MR000008.pub4