

Assessment of muscular strength with the modified sphygmomanometer test: what is the best method and source of outcome values?

Avaliação da força muscular com o teste do esfigmomanômetro modificado: qual o melhor método e forma de operacionalização?

Lucas A. C. Souza¹, Júlia C. Martins¹, Juliana B. Moura²,
Luci F. Teixeira-Salmela^{1,2}, Fátima V. R. De Paula^{1,2},
Christina D. C. M. Faria^{1,2}

ABSTRACT | Background: Tests that are usually employed for the clinical assessment of muscular strength have notable disadvantages. The Modified Sphygmomanometer Test (MST) is a promising method because it is low-cost and provides objective measures. **Objectives:** To investigate the most adequate method and sources of outcome values for the assessment of strength with the MST. **Method:** Methodological study with 40 healthy adults (22.98±2.26 years), who did not practice physical activity regularly. The strength of the flexors and extensors of the elbow and knee, the handgrip of the dominant side and anterior trunk flexors were randomly assessed with portable dynamometers and the MST (bag and cuff adaptations, and sphygmomanometer without adaptation) by a single examiner. An independent examiner read and recorded the values. The sources of the investigated outcome values were the first trial and the means of two and three trials. One-way ANOVAs and Pearson Correlation Coefficients were used for the analyses ($\alpha=0.05$). **Results:** For the MST methods applied to assess all muscular groups, similar values were found for all sources of outcome values ($0.01 < F \leq 0.26$; $0.77 \leq p \leq 1.00$) with significant and positive correlations between the measures obtained with the dynamometers ($0.51 \leq r \leq 0.94$; $p \leq 0.003$). **Conclusions:** All MST methods showed adequate results for the assessment of strength in healthy individuals, and after familiarization, only one trial was sufficient to provide reliable measures. The sphygmomanometer without adaptation is not time consuming, compared to the other adaptations, and showed the capability of measuring higher values of strength. The bag method was easily trained to be used and stabilized.

Keywords: rehabilitation; muscular strength; assessment; upper extremity; lower extremity; trunk.

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Souza LAC, Martins JC, Moura JB, Teixeira-Salmela LF, De Paula FVR, Faria CDCM. Assessment of muscular strength with the modified sphygmomanometer test: what is the best method and source of outcome values?. *Braz J Phys Ther.* 2014 Mar-Apr; 18(2):191-200. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552012005000149>

RESUMO | Contextualização: Testes comumente utilizados para a avaliação clínica da força muscular apresentam importantes desvantagens. O Teste do Esfigmomanômetro Modificado (TEM) é promissor para esse fim, por ser barato e fornecer medidas objetivas. **Objetivos:** Investigar o método e a forma de operacionalização mais adequados para avaliação da força muscular com o TEM. **Método:** Estudo metodológico, com 40 adultos saudáveis (22,98±2,26 anos), não praticantes de atividade física regular. A força dos músculos flexores/extensores de cotovelo e joelho e preensores palmares do lado dominante e flexores anteriores de tronco foi avaliada com os dinamômetros portáteis e diferentes métodos do TEM (adaptações da bolsa, da braçadeira e não adaptado) por um único examinador, em ordem aleatória, com leitura e registro dos valores por outro examinador. As operacionalizações investigadas foram: primeira repetição e médias de duas e três repetições. *One-way ANOVA* e Coeficientes de Correlação de Pearson foram utilizados para análises ($\alpha=0,05$). **Resultados:** Para todos os métodos do TEM, utilizados para avaliar os grupos musculares, foram encontrados valores similares para todas as formas de operacionalização ($0,01 < F \leq 0,26$; $0,77 \leq p \leq 1,00$) e correlações significativas e positivas com as medidas dos dinamômetros ($0,51 \leq r \leq 0,94$; $p \leq 0,003$). **Conclusões:** Estatisticamente, os diferentes métodos do TEM se mostraram igualmente adequados para avaliação da força muscular de adultos saudáveis, e apenas uma repetição, após familiarização, foi suficiente para obtenção de resultados adequados. Nenhuma demanda de tempo para realizar a adaptação e a capacidade de mensuração de valores maiores de força muscular favorece o esfigmomanômetro não adaptado. Facilidade de treinamento para uso e estabilização favorecem o método da bolsa.

Palavras-chave: reabilitação; força muscular; avaliação; extremidade superior; extremidade inferior; tronco.

¹Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, Brasil

²Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte (MG), Brasil

Received: 07/01/2013 Revised: 09/20/2013 Accepted: 10/23/2013

● Introdução

Diante da necessidade de uma avaliação objetiva da força muscular na prática clínica e das limitações apresentadas pelos métodos mais comumente utilizados para mensuração desse desfecho, como o teste muscular manual (TMM) e o dinamômetro portátil, o Teste do Esfigmomanômetro Modificado (TEM) apresenta-se como uma alternativa interessante. O TMM, embora seja o mais utilizado na prática clínica, é um método descritivo, subjetivo e pouco sensível¹. Já o dinamômetro portátil é um equipamento capaz de fornecer medidas precisas, válidas, confiáveis e sensíveis da força muscular²⁻⁴, porém seu custo relativamente elevado tem dificultado sua utilização na maioria dos contextos clínicos, inclusive naqueles em que há maior carência de recursos financeiros. Já o TEM fornece medidas objetivas, válidas e confiáveis da força muscular⁵⁻⁷, além de apresentar baixo custo em relação ao dinamômetro.

O TEM envolve a utilização do esfigmomanômetro aneróide, um equipamento portátil, facilmente encontrado e comumente adquirido pelos profissionais da área da saúde para mensuração da pressão arterial. É um teste de rápida e fácil execução, que segue procedimentos similares aos adotados com o TMM e o dinamômetro portátil⁶, sendo que geralmente se faz algum tipo de adaptação no esfigmomanômetro convencional para a sua realização⁸.

Uma revisão sistemática apontou que o TEM já foi utilizado com o esfigmomanômetro adaptado no método da bolsa e da braçadeira⁸. A validade e a confiabilidade das medidas obtidas utilizando esses métodos de adaptação já foram investigadas para os grupos musculares de membros superiores (MMSS) na população de adultos saudáveis^{7,9}, idosos⁶ e indivíduos com artrite reumatoide¹⁰ e de membros inferiores (MMII) e tronco em indivíduos com artrite reumatoide⁵ e dor lombar¹¹, respectivamente, fornecendo resultados significativos, de moderada a elevada magnitude¹². No entanto, não se sabe se um método é melhor que o outro. Além disso, ainda não foi investigado o uso do TEM sem qualquer adaptação do esfigmomanômetro, o que poderia ampliar o seu uso.

A maioria dos estudos que utilizou o TEM⁸ usou a média de três repetições para obtenção do resultado final. No entanto, nenhum estudo investigou a melhor forma de operacionalização do teste, ou seja, quantas repetições são necessárias para se obterem medidas adequadas. Caso um número menor de repetições seja suficiente, a viabilidade de uso do TEM no contexto clínico será mais ampla¹³.

Considerando que o TEM apresenta potencial para ser empregado na prática clínica por utilizar um equipamento portátil, de baixo custo e de fácil acesso aos profissionais de saúde e que fornece medidas objetivas da força muscular, o estabelecimento do melhor método para sua utilização é necessário. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi investigar o método (adaptação da bolsa, adaptação da braçadeira e esfigmomanômetro não adaptado) e a forma de operacionalização (primeira repetição, média de duas e média de três repetições) mais adequados para avaliação da força muscular com o TEM.

● Método

Amostra

Foram recrutados na comunidade indivíduos adultos jovens saudáveis, de ambos os sexos. Como critérios para participar do estudo, esses indivíduos deveriam ter de 20 a 30 anos, nível de atividade física classificado como insuficiente ou inativo¹⁴ e ser capaz de realizar os testes propostos. Utilizou-se como critério de exclusão a presença de qualquer condição de saúde que pudesse influenciar a mensuração da força muscular e a presença de dor durante a avaliação. Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, Brasil (parecer nº ETIC 04 92.0.203.000-10).

Procedimentos

Após a verificação dos critérios de elegibilidade, foi realizada coleta de dados demográficos e físicos de todos os indivíduos incluídos. Foi considerado como membro superior dominante aquele utilizado com maior frequência para escrever¹⁵ e como membro inferior dominante aquele com que o indivíduo era capaz de chutar com mais facilidade uma bola¹⁶. No total, foram incluídos 40 indivíduos, cujas características demográficas e físicas estão apresentadas na Tabela 1.

A força muscular de flexores e extensores de cotovelo e joelho do lado dominante e flexores anteriores de tronco foi avaliada com o dinamômetro manual digital Microfet2® (*Hoggan Health Industries*, UT, USA), e a força de preensão palmar foi mensurada com o dinamômetro hidráulico de preensão manual SAEHAN® (*SAEHAN Corporation*, Korea, Modelo SH5001). Um esfigmomanômetro aneróide *DuraShock™ Tycos®* (*Welch Allyn Inc.*, NY,

Tabela 1. Características demográficas e físicas dos participantes (n=40).

Variáveis	Resultados
Idade (anos): média ± DP; variação [mín-máx]	22,98±2,26 ²⁰⁻²⁸
Índice de Massa Corporal (kg/m ²): média ± DP	21,52±3,00
Sexo	
Masculino: número (%)	18 (45%)
Feminino: número (%)	22 (55%)
Membro Superior Dominante	
Direito: número (%)	33 (82,5%)
Esquerdo: número (%)	7 (17,5%)
Membro Inferior Dominante	
Direito: número (%)	36 (90%)
Esquerdo: número (%)	4 (10%)

DP: Desvio padrão.

USA, Modelo DS-44) foi utilizado para a avaliação de todos os grupos musculares, sendo esse equipamento empregado por meio de três métodos (adaptação da bolsa, adaptação da braçadeira e esfigmomanômetro não adaptado).

Para a adaptação no método da bolsa, foi retirada a parte inflável do velcro externo que constitui a braçadeira do equipamento, e essa estrutura foi dobrada em três partes iguais e colocada em um saco de tecido de algodão com zíper⁵. Após adaptado, o esfigmomanômetro modificado apresentou 3,5 cm de comprimento, 10 cm de largura e 7 cm de espessura (Figura 1A). Para a adaptação no método da braçadeira, a parte inflável, inserida na braçadeira de velcro, foi dobrada em quatro partes iguais, e o restante da braçadeira foi enrolada em volta da parte inflável⁵, sendo o conjunto fixado com fita adesiva. Após adaptado, o esfigmomanômetro modificado apresentou 14 cm de comprimento, 6 cm de largura e 4,5 cm de espessura (Figura 1B). O esfigmomanômetro sem qualquer adaptação também foi utilizado e apresentou 27 cm de comprimento, 14 cm de largura e 9 cm de espessura (Figura 1C).

Todos os equipamentos utilizados (dinamômetros portáteis e esfigmomanômetro) foram adquiridos para realização deste estudo e vieram previamente calibrados de fábrica conforme instruções do fabricante. Antes da avaliação da força muscular de cada participante, o examinador principal realizou a aleatorização dos equipamentos (sorteio). Após cada adaptação do esfigmomanômetro ter sido realizada e antes de utilizá-lo para a coleta dos dados de

cada indivíduo, foi realizada uma calibração com anilhas de 5kg para verificar se o equipamento fornecia medidas consistentes ao longo do estudo para possíveis ajustes de erros sistemáticos, caso esses fossem observados na fase de análise dos dados. Em se tratando de um estudo metodológico, a identificação de erros sistemáticos é fundamental¹⁷ e uma possível fonte de erro sistemático poderia ser a perda de calibração do esfigmomanômetro, que foi o mesmo equipamento utilizado para todas as medidas do TEM. Esse procedimento de calibração foi realizado seguindo recomendações prévias⁶: o equipamento foi insuflado a 100 mmHg, mantendo-se a válvula fechada para retirar dobras da porção inflável. Em seguida, a pressão foi reduzida até 20 mmHg, e a válvula foi novamente fechada para impedir vazamentos⁶, fornecendo um intervalo de medida entre 20-304 mmHg. Para empilhar as anilhas sobre o equipamento, foi construído um aparato de madeira para mantê-las alinhadas (Figura 2). Todas as anilhas foram numeradas e sempre colocadas na mesma sequência, sendo empilhadas umas sobre as outras. A correlação entre os pesos (anilhas) e os valores em mmHg foi elevada ($0,97 \leq r \leq 1,00$; $p \leq 0,001$), e o coeficiente de variação foi de 2-13%. Não se observou nenhum erro sistemático.

Após a calibração, a avaliação da força muscular foi realizada por um único examinador (examinador-1). A leitura e o registro das medidas obtidas foram realizados por outro examinador (examinador-2), independente. Esse procedimento de utilizar dois examinadores independentes, um para a avaliação propriamente dita e outro para leitura dos valores obtidos, é recomendado para assegurar a validade interna de estudos metodológicos e, por isso, foi adotado¹⁷. Ambos os examinadores foram previamente treinados em suas respectivas funções: o examinador-1 para realizar todos os procedimentos estabelecidos para mensuração da força muscular (detalhados posteriormente), e o examinador-2 para ler corretamente o valor obtido com o uso do dinamômetro e do esfigmomanômetro nos diferentes métodos do TEM, uma vez que o manômetro do equipamento opera de forma analógica e apresenta escala de medida de 2 em 2 mmHg.

A força muscular foi avaliada pelo examinador-1, seguindo a ordem dos equipamentos determinada pela aleatorização. Todo o procedimento para a coleta dos dados, tais como posicionamento do participante, do segmento corporal e do equipamento durante as mensurações, assim como o *feedback* verbal fornecido durante o teste, foram padronizados, seguindo recomendações estabelecidas pela literatura¹⁸⁻²³ e detalhadas a seguir. Para todos



Figura 1. Métodos de utilização do esfigmomanômetro para a avaliação da força muscular: (A) adaptação da bolsa; (B) adaptação da braçadeira; (C) esfigmomanômetro não adaptado.

os equipamentos/métodos de avaliação, foram adotados os mesmos procedimentos, também com o objetivo de assegurar a validade interna do estudo¹⁷. Dessa forma, a única mudança ocorrida foi a do equipamento/método utilizado: dinamômetro portátil ou esfigmomanômetro nos diferentes métodos

(adaptação da bolsa, adaptação da braçadeira e esfigmomanômetro não adaptado).

Considerando o posicionamento do participante e do segmento corporal, foi adotado o seguinte: para a avaliação dos flexores e extensores de cotovelo, os indivíduos permaneceram em decúbito dorsal,



Figura 2. Aparato de madeira para calibração do esfigmomanômetro utilizando anilhas de 5 kg.

antebraço em posição neutra e cotovelo flexionado a 90°¹⁸; para a avaliação dos flexores e extensores de joelho, os indivíduos ficaram sentados em uma maca, com pernas pendentes e mãos sobre as coxas²⁰; as medidas de prensão palmar foram obtidas com o indivíduo sentado em uma cadeira sem apoio para braços, pés apoiados, ombro aduzido, antebraço em posição neutra e cotovelo em flexão de 90°¹⁹; já a avaliação dos flexores anteriores de tronco foi realizada com os indivíduos sentados em uma cadeira sem apoio para braços, pés apoiados, joelhos flexionados a 90° e mãos relaxadas e apoiadas sobre as coxas²³. Os participantes foram orientados a não realizar movimentos compensatórios durante a realização dos testes de força muscular.

Considerando o posicionamento dos equipamentos, foi adotado o seguinte: para os flexores de cotovelo, distal e anterior ao antebraço²⁴; extensores de cotovelo, distal e posterior ao antebraço²⁴; flexores de tronco, sobre o esterno, inferior à incisura jugular²³; flexores de joelho, distal e posterior à perna²⁴ e extensores de joelho, distal e anterior à perna²⁴. O esfigmomanômetro foi posicionado paralelo ao segmento de forma a resistir ao movimento do grupo muscular testado.

Imediatamente, antes da avaliação da força muscular, foram realizadas demonstração e familiarização com os equipamentos e procedimentos. Durante o teste de força muscular, os indivíduos foram orientados a realizar uma contração isométrica máxima durante 5s, e o pico de força foi registrado. Os voluntários receberam estímulo verbal para iniciar o movimento e manter a contração: “um, dois, três e já! Força!... Força!... Força!... Relaxa!”²¹. Foram realizadas três repetições para cada grupo muscular avaliado, e um intervalo de 15s de repouso foi fornecido entre cada repetição²². Os grupos musculares sempre foram avaliados na mesma ordem: flexores e extensores de cotovelo e de joelho, flexores anteriores de tronco e preensores palmares. Antes de cada mensuração, o examinador garantiu a pré-insuflação do equipamento a 20 mmHg.

Análise estatística

Análises descritivas e testes de normalidade foram realizados para as variáveis categóricas e medidas de desfecho principal (força muscular). Com o objetivo de comparar os valores obtidos na avaliação de cada grupo muscular com as diferentes formas de operacionalização das medidas investigadas (primeira repetição, média de duas e três repetições) para um determinado método de utilização do TEM (adaptação da bolsa ou adaptação da braceira ou esfigmomanômetro não adaptado), foi realizada análise de variância (*One-way ANOVA*). Com o objetivo de determinar a correlação entre as medidas obtidas com o dinamômetro portátil e com cada um dos métodos de utilização do TEM, considerando as diferentes formas de operacionalização e grupos musculares, foi realizado teste de Correlação de Pearson. Quando os Coeficientes de Correlação de Pearson alcançaram significância, a magnitude das correlações foi classificada da seguinte forma¹²: muito baixa $\leq 0,25$; baixa: 0,26-0,49; moderada: 0,50-0,69; elevada: 0,70-0,89 e muito elevada: 0,90-1,00. Todas as análises foram realizadas utilizando o SPSS para Windows (*SPSS Inc.*, Chicago, IL, USA), e o nível de significância foi de 5%.

Resultados

A Tabela 2 apresenta a estatística descritiva das medidas de força muscular para cada método de utilização do TEM, assim como os resultados da ANOVA para a comparação das diferentes formas de operacionalização para cada um dos métodos. Como se pode observar, os valores fornecidos pelas diferentes formas de operacionalização foram similares para

Tabela 2. Estatística descritiva (média ± DP) das medidas de força muscular obtidas com os três métodos de utilização do Teste do Esfigmomanômetro Modificado (TEM, mmHg) e resultados da ANOVA para a comparação entre as diferentes formas de operacionalização para cada método.

Grupos Musculares	Métodos de utilização do TEM	n	Primeira repetição	Média de duas repetições	Média de três repetições	ANOVA (<i>F</i> ; <i>p</i>)
Flexores de cotovelo	Bolsa	39	213,49±44,61	215,28±44,50	215,08±42,95	0,02; 0,98
	Braçadeira	39	198,46±43,48	201,18±40,19	202,53±38,82	0,10; 0,91
	Não adaptado	40	132,35±38,04	132,58±37,59	132,02±36,55	0,00; 1,00
Extensores de cotovelo	Bolsa	40	158,15±40,48	157,30±41,32	156,63±41,01	0,01; 0,99
	Braçadeira	39	158,00±37,19	157,26±34,11	157,11±33,24	0,01; 0,99
	Não adaptado	40	102,85±30,91	101,23±28,60	100,62±27,78	0,06; 0,94
Flexores de Joelho	Bolsa	39	195,38±42,82	196,09±43,29	196,03±43,36	0,00; 1,00
	Braçadeira	39	198,15±49,86	198,56±49,17	199,78±49,45	0,01; 0,99
	Não adaptado	40	124,25±27,59	123,70±25,86	123,68±25,50	0,01; 0,99
Extensores de Joelho	Bolsa	31	237,61±43,08	239,74±40,47	237,56±41,46	0,03; 0,97
	Braçadeira	32	237,25±44,05	237,84±43,55	239,08±42,21	0,02; 0,99
	Não adaptado	39	154,31±32,24	154,13±30,27	153,83±29,81	0,00; 1,00
Flexores anteriores de tronco	Bolsa	40	187,30±49,90	186,53±49,30	187,40±50,07	0,00; 1,00
	Braçadeira	36	200,67±51,24	201,06±48,73	202,30±48,41	0,01; 0,99
	Não adaptado	40	110,20±30,93	111,95±30,95	113,03±31,59	0,08; 0,92
Preensores palmares	Bolsa	24	237,75±44,80	233,42±44,03	230,86±42,66	0,15; 0,86
	Braçadeira	35	226,06±55,18	219,54±52,30	217,37±50,86	0,26; 0,77
	Não adaptado	40	148,95±45,93	147,80±44,78	146,52±43,67	0,03; 0,97

DP: Desvio padrão; ANOVA: Análise de variância

cada método ($0,01 < F \leq 0,26$; $0,77 \leq p \leq 1,00$). Além disso, pode-se observar que o tamanho amostral variou de acordo com o grupo muscular avaliado e o método de utilização do TEM. Como evidenciado pelo valor de *n*, o esfigmomanômetro não adaptado foi capaz de fornecer medidas de todos os grupos musculares avaliados. A adaptação da bolsa apresentou uma perda total de 27 medidas de força, e a adaptação da braçadeira, 19 medidas, sendo as maiores perdas decorrentes da avaliação dos extensores de Joelho e preensores palmares. Essas perdas ocorreram por limitações dos equipamentos para leitura da força muscular de indivíduos muito fortes e pela dificuldade de estabilização do segmento pelo avaliador durante a mensuração da força dos músculos extensores de Joelho de um dos participantes do estudo.

Para todos os grupos musculares e formas de operacionalização, foram encontradas correlações significativas e positivas entre as medidas obtidas com o dinamômetro portátil e os diferentes métodos de utilização do TEM (Tabela 3). A magnitude das

correlações foram classificadas como de moderada a muito elevada ($0,51 \leq r \leq 0,94$; $p \leq 0,003$). No geral, o esfigmomanômetro não adaptado e a adaptação da bolsa apresentaram correlações classificadas de forma similar e de maior magnitude quando comparadas com aquelas apresentadas pela adaptação da braçadeira para a maioria dos grupos musculares.

• Discussão

De acordo com o nosso conhecimento, este foi o primeiro estudo que investigou o melhor método de utilização do TEM para a avaliação da força muscular de indivíduos saudáveis, se o esfigmomanômetro sem qualquer tipo de adaptação seria um método adequado para a avaliação da força muscular e a melhor forma de operacionalização dos resultados ao utilizar o TEM. Todos os métodos de utilização do TEM apresentaram correlações significativas e adequadas com o dinamômetro portátil para todas as formas de operacionalização das medidas investigadas. No entanto, algumas características

Tabela 3. Correlação entre as medidas dos diferentes métodos de utilização do Teste do Esfigmomanômetro Modificado (TEM) e o dinamômetro portátil, considerando as diferentes formas de operacionalização.

Grupos musculares	Métodos de utilização do TEM	n	Primeira repetição (r)	Média de duas repetições (r)	Média de três repetições (r)
Flexores de cotovelo	Bolsa	39	0,86*	0,87*	0,87*
	Braçadeira	39	0,77*	0,81*	0,83*
	Não adaptado	40	0,86*	0,89*	0,91*
Extensores de cotovelo	Bolsa	40	0,89*	0,93*	0,94*
	Braçadeira	39	0,70*	0,74*	0,74*
	Não adaptado	40	0,89*	0,91*	0,92*
Flexores de joelho	Bolsa	39	0,84*	0,84*	0,87*
	Braçadeira	39	0,74*	0,80*	0,81*
	Não adaptado	40	0,85*	0,87*	0,85*
Extensores de joelho	Bolsa	31	0,74*	0,75*	0,74*
	Braçadeira	32	0,51*	0,59*	0,57*
	Não adaptado	39	0,66*	0,65*	0,64*
Flexores anteriores de tronco	Bolsa	40	0,90*	0,91*	0,91*
	Braçadeira	36	0,81*	0,87*	0,88*
	Não adaptado	40	0,89*	0,91*	0,91*
Prensosores palmares	Bolsa	24	0,56*	0,64*	0,76*
	Braçadeira	35	0,79*	0,83*	0,73*
	Não adaptado	40	0,72*	0,75*	0,73*

* $p \leq 0,003$; r: Coeficiente de Correlação de Pearson.

distintas entre os métodos podem ser consideradas ao selecionar o que será utilizado, como discutido posteriormente.

Dentre os estudos que já avaliaram a correlação das medidas obtidas com o TEM e o dinamômetro portátil, considerado padrão-ouro para a avaliação da força muscular isométrica², foram encontradas correlações significativas e elevadas ($0,75 \leq r \leq 0,98$) apenas para os flexores de cotovelo de indivíduos saudáveis utilizando a adaptação da braçadeira⁹; prensosores palmares de idosos²⁵ e adultos saudáveis utilizando a adaptação da bolsa^{7,26} e da braçadeira²⁷ e flexores anteriores de tronco de indivíduos saudáveis e com lombalgia utilizando a adaptação da bolsa¹¹. Como se pode observar, a maioria dos estudos prévios investigou a correlação entre o TEM e o dinamômetro portátil para os grupos musculares de MMSS, enquanto nenhum avaliou a correlação para os grupos musculares de MMII, nem fizeram uso do esfigmomanômetro não adaptado.

Dois estudos que utilizaram as adaptações da bolsa e da braçadeira para a avaliação da força muscular de indivíduos com artrite reumatoide

não encontraram diferenças significativas entre as medidas fornecidas pelos dois métodos^{5,10}. No entanto, os autores apontaram diferenças entre as duas adaptações do TEM, ressaltando que a adaptação da bolsa é mais elástica, requer maior quantidade de ar na pré-insuflação do equipamento, possui maior área de contato com a pele do participante e atinge maiores valores de pressão quando uma força externa é aplicada^{5,10}. No presente estudo, as medidas obtidas com a adaptação da bolsa apresentaram valores superiores aos da adaptação da braçadeira apenas para os flexores de cotovelo e prensosores palmares, sendo as demais medidas similares entre os dois métodos e, algumas vezes, até com valores menores (flexores de joelho e flexores anteriores de tronco). Já as medidas obtidas com o esfigmomanômetro não adaptado foram menores que as dos demais métodos para todos os grupos musculares avaliados, possivelmente devido à sua maior área de contato que, ao ser submetida a uma força externa, fornece menores valores de pressão.

A investigação do TEM utilizando o esfigmomanômetro não adaptado teve o objetivo de

e elevar o potencial de uso clínico do equipamento, já que não requer qualquer gasto e, principalmente, não exige qualquer demanda de tempo do profissional para realizar determinada adaptação. Além disso, observou-se que esse foi o único método capaz de fornecer as medidas de força muscular de todos os grupos musculares e indivíduos avaliados, com exceção dos extensores de joelho de um participante do sexo masculino, cuja força não pôde ser avaliada pelo examinador-1, nem mesmo com o dinamômetro, devido à dificuldade de estabilização manual do segmento pelo examinador. Possivelmente, isso ocorreu por uma limitação particular desse examinador, por não ser capaz de exercer a força necessária para estabilizar adequadamente o segmento quando esse grupo muscular exerceu a sua força isométrica máxima. Limitações desse tipo já foram descritas na literatura durante a avaliação da força de grandes grupos musculares com o dinamômetro portátil^{28,29}. Uma desvantagem decorrente da utilização do esfigmomanômetro não adaptado foi a maior dificuldade em estabilizar o equipamento, provavelmente, devido à sua maior área de contato (378 cm²) em relação ao segmento avaliado e à mão do examinador, exigindo maior treinamento do avaliador para realizar o teste. Ao utilizar tal método para avaliar a força muscular, além de manter a mão espalmada sobre o equipamento, é necessário que o examinador seja capaz de estabilizá-lo distalmente, evitando movimentos, ainda que mínimos, do segmento do indivíduo, já que eles podem levar ao deslizamento do equipamento e à necessidade de repetição da medida. Esse método foi o que exigiu maior necessidade de treinamento e demandou mais repetição das medidas, pois a perda da estabilização necessária ocorreu com maior frequência.

Já a adaptação da braçadeira constitui um método de adaptação simples e rápido, de baixo custo e que utiliza materiais de fácil acesso, podendo ser utilizado sem dificuldades pelos profissionais. Além disso, o equipamento é de fácil estabilização pelo examinador, ao contrário do esfigmomanômetro não adaptado. Uma importante desvantagem desse método é que muitos indivíduos ultrapassaram a capacidade de leitura do equipamento, limitando seu uso em indivíduos mais fortes.

A adaptação da bolsa é a mais descrita na literatura⁸, e estudos relatam que ela é capaz de fornecer medidas mais consistentes^{5,10} quando comparada com a adaptação da braçadeira. Como vantagem, essa adaptação foi, dentre os três métodos, a que demonstrou maior facilidade de treinamento

para uso e para estabilização. Apesar de exigir a confecção de uma bolsa de algodão para sua utilização (custo médio de R\$15,00), a existência dessa bolsa favorece o uso do método, pois facilita a estabilização do equipamento e a contenção da parte inflável. Como desvantagem, essa adaptação apresentou menor capacidade de leitura para avaliação da força muscular de indivíduos mais fortes quando comparada aos outros dois métodos de utilização do TEM.

Com relação às formas de operacionalização das medidas, alguns estudos investigaram a melhor forma de obtenção dos resultados para avaliação da força muscular de indivíduos saudáveis com o dinamômetro portátil^{30,31}. Bohannon e Saunders³¹ investigaram se os valores e a confiabilidade teste-reteste de três formas de operacionalização das medidas (primeira repetição, medida de maior valor e média de três repetições) para a avaliação da força dos músculos flexores de cotovelo de indivíduos saudáveis eram similares e relataram que não houve diferença. Coldham et al.³⁰ investigaram se existia diferença na confiabilidade teste-reteste das mesmas formas de operacionalização das medidas para a avaliação da força dos preensores palmares de indivíduos saudáveis e de indivíduos com diferentes condições de saúde que afetam as mãos e também evidenciaram que não houve diferença, relatando que apenas uma repetição poderia ser utilizada. Além disso, esses autores relataram que a obtenção de um maior número de repetições consome maior tempo³¹ e pode levar a fadiga³¹ e dor³⁰. Levando em consideração os resultados do presente estudo e as desvantagens de obter um maior número de repetições da força muscular, apenas uma repetição, após familiarização, deve ser obtida para a avaliação da força muscular de indivíduos saudáveis com o TEM, independente do método escolhido.

Como foi mencionado no tópico métodos, não se verificou qualquer erro sistemático ou inconsistência das medidas nas sucessivas calibrações realizadas, sugerindo que o equipamento pode ser utilizado para medidas repetidas de força muscular. Como o manual do fabricante do esfigmomanômetro recomenda uma calibração completa de dois em dois anos do equipamento (dependendo da frequência de uso) em um serviço autorizado³², sugerimos que essa recomendação seja seguida quando o equipamento for utilizado para mensurar a força muscular. A calibração realizada no presente estudo não precisa ser realizada na prática clínica.

Para assegurar a validade interna do presente estudo, a leitura e o registro das medidas de força

muscular foram realizadas por um examinador auxiliar, enquanto, na prática clínica, o mesmo examinador é responsável por todas as etapas da avaliação. Estudos futuros devem investigar a consistência das medidas quando o mesmo examinador é responsável pela execução, leitura e registro dos valores.

O TEM apresenta grande potencial para ser empregado na clínica para avaliação da força muscular, uma vez que é portátil, barato e apresentou correlações adequadas com o dinamômetro portátil para todos os seus métodos de utilização. As diferentes características de cada método devem ser consideradas na seleção do melhor método a ser utilizado. Algumas características favorecem a escolha de determinado método, enquanto outras favorecem a escolha de outro método. A descrição detalhada dessas características foi realizada para que o método de utilização do TEM seja selecionado de forma a priorizar as características consideradas como de maior importância pelo examinador que for utilizar o TEM. Para todos os métodos investigados, o uso de apenas uma repetição, após familiarização, mostrou-se adequada.

● Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e Pró-reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (PRPq/UFMG), pelo apoio financeiro.

● Referências

- Conable KM, Rosner AL. A narrative review of manual muscle testing and implications for muscle testing research. *J Chiropr Med.* 2011;10(3):157-65. PMID:22014904 PMID:PMC3259988.
- Stark T, Walker B, Phillips J, Fejer R, Beck R. Hand-held Dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *Phys Med Rehabil.* 2011;3(5):472-9.
- Kelln BM, McKeon PO, Gontkof LM, Hertel J. Hand-held dynamometry: reliability of lower extremity muscle testing in healthy, physically active, young adults. *J Sport Rehabil.* 2008;17(2):160-70. PMID:18515915.
- Hébert LJ, Maltais DB, Lepage C, Saulnier J, Crête M, Perron M. Isometric muscle strength in youth assessed by hand-held dynamometry: a feasibility, reliability, and validity study. *Pediatr Phys Ther.* 2011;23(3):289-99. PMID:21829128. <http://dx.doi.org/10.1097/PEP.0b013e318227cfff>
- Helewa A, Goldsmith CH, Smythe HA. The modified sphygmomanometer - an instrument to measure muscle strength: a validation study. *J Chronic Dis.* 1981;34(7):353-61. [http://dx.doi.org/10.1016/0021-9681\(81\)90073-4](http://dx.doi.org/10.1016/0021-9681(81)90073-4)
- Kaegi C, Thibault M, Giroux F, Bourbonnais D. The interrater reliability of force measurements using a modified sphygmomanometer in elderly. *Phys Ther.* 1998;78(10):1095-1103. PMID:9781703.
- Lucareli PRG, Lima MO, Lima FPS, Gimenes RO, Lucareli JGA, Garbelotti Junior SA, et al. Comparison of methods of measurement of the finger flexor muscles' strength through dynamometry and modified manual sphygmomanometer. *Einstein.* 2010;8(2 -Pt 1):205-8.
- Souza LAC, Martins JC, Teixeira-Salmela LF, Godoy M, Aguiar LT, Faria CDCM. Evaluation of muscular strength with the modified sphygmomanometer test: a review of the literature. *Fisioter Mov.* 2013;26(2):437-52. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-51502013000200021>
- Bohannon RW, Lusardi MM. Modified sphygmomanometer versus strain gauge hand-held dynamometer. *Arch Phys Med Rehabil.* 1991;72(11):911-14. [http://dx.doi.org/10.1016/0003-9993\(91\)90010-G](http://dx.doi.org/10.1016/0003-9993(91)90010-G)
- Helewa A, Goldsmith CH, Smythe HA. Patient, observer and instrument variation in the measurement of strength of shoulder abductor muscles in patients with rheumatoid arthritis using a modified sphygmomanometer. *J Rheumatol.* 1986;13(6):1044-9. PMID:3560090.
- Helewa A, Goldsmith CH, Smythe HA. Measuring abdominal muscle weakness in patients with low back pain and matched controls: a comparison of 3 devices. *J Rheumatol.* 1993;20(9):1539-43. PMID:8164211.
- Munro BH. *Statistical methods for health care research.* 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
- Faria CDCM, Teixeira-Salmela LF, Neto MG, Rodrigues-de-Paula F. Performance-based tests in subjects with stroke: outcomes scores, reliability and measurement errors. *Clin Rehabil.* 2012;26(5):460-9. PMID:22008883. <http://dx.doi.org/10.1177/0269215511423849>
- Centers for Disease Control and Prevention. Physical activity trends - United States, 1990-1998. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2001;50(9):166-9. PMID:11393487.
- Yancosek KE, Mullineaux D. Stability of handwriting performance following injury-induced hand-dominance transfer in adults: a pilot study. *J Rehabil Res Dev.* 2011;48(1):59-68. <http://dx.doi.org/10.1682/JRRD.2010.04.0074>
- Carregaro RL, Cunha RR, Cardoso JR, Pinto RS, Bottaro M. Effects of different methods of antagonist muscles pre-activation on knee extensors neuromuscular responses. *Rev Bras Fisioter.* 2011;15(6):452-9. PMID:22031273. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552011005000028>
- Portney LG, Watkins MP. *Foundations of clinical research: applications to practice.* 3rd ed. New Jersey: Prentice-Hall; 2009.
- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. *Muscles Testing and Function.* 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
- Reis M, Arantes P. Assessment of hand grip strength - validity and reliability of the saehan

- dynamometer. *Fisioter Pesqui.* 2011;18(2):176-81. <http://dx.doi.org/10.1590/S1809-29502011000200013>
20. Bohannon RW. Reference values for extremity muscle strength obtained by hand-held dynamometry from adults aged 20 to 79 years. *Arch Phys Med Rehabil.* 1997;78(1):26-32. [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-9993\(97\)90005-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-9993(97)90005-8)
 21. Amaral JF, Mancini M, Novo-Júnior JM. Comparison of three hand dynamometers in relation to the accuracy and precision of the measurements. *Rev Bras Fisioter.* 2012;16(3):216-24. PMID:22801514. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552012000300007>
 22. Martins JC, Souza LAC, Teixeira-Salmela LF, Aguiar LT, Lara EM, Faria CDCM. Assessment of muscle strength in stroke subjects with portable dynamometry: literature review. *Fisioter Mov.* In press, 2014.
 23. Bohannon RW. Recovery and correlates of trunk muscle strength after stroke. *Int J Rehabil Res.* 1995;18(2):162-67. PMID:7665262. <http://dx.doi.org/10.1097/00004356-199506000-00010>
 24. Bohannon RW. Test-retest reliability of hand-held dynamometry during a single session of strength assessment. *Phys Ther.* 1986;66(2):206-09. PMID:3945674.
 25. Rice C, Cunningham D, Paterson D, Rechnitzer P. Strength in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil.* 1989;70(5):391-7. PMID:2719543.
 26. Balogun J, Acomolafe C, Amusa L. Reproducibility and criterion-related validity of the modified sphygmomanometer for isometric testing of grip strength. *Physiother Can.* 1990;42(6):290-5.
 27. Hamilton GF, McDonald C, Chenier TC. Measurement of grip strength: validity and reliability of the sphygmomanometer and Jamar grip dynamometer. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1992;16(5):215-9. PMID:18796752. <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.1992.16.5.215>
 28. Martin HJ, Yule V, Dennison EM, Cooper C, Aihie Sayer A. Is hand-held dynamometry useful for the measurement of quadriceps strength in older people? A comparison with the gold standard Bodex dynamometry. *Gerontology.* 2006;52(3):154-9. PMID:16645295. <http://dx.doi.org/10.1159/000091824>
 29. Agre JC, Magness JL, Hull SD, Wright KC, Baxter TL, Patterson R, et al. Strength testing with a portable dynamometer: reliability for upper and lower extremities. *Arch Phys Med Rehabil.* 1987;68(7):454-8. PMID:3606371.
 30. Coldham F, Lewis J, Lee H. The Reliability of one vs. three grip trials in symptomatic and asymptomatic subjects. *J Hand Ther.* 2006;19(3):318-26. PMID:16861131. <http://dx.doi.org/10.1197/j.jht.2006.04.002>
 31. Bohannon RW, Saunders N. Hand-held dynamometry: a single trial may be adequate for measuring muscle strength in healthy individuals. *Physiother Can.* 1990;42(1):6-9.
 32. Welch Allyn Ltd. DuraShock™ Integrated Aneroid Sphygmomanometer: directions for use. New York; 2008.

Correspondence

Christina Danielli Coelho de Moraes Faria

Universidade Federal de Minas Gerais
Departamento de Fisioterapia
Av. Antônio Carlos, 6627, Campus Pampulha
CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil
e-mail: cdcmf@ufmg.br; chrismoraif@yahoo.com